



ISSN: 2298-0946 (Print), ISSN: 1987-6114 (Online); DOI PREFIX:10.36962/CESAJSC

VOLUME 65 (13) ISSUE 03 2025

© THE SOUTHERN CAUCASUS SCIENTIFIC JOURNALS

THE CAUCASUS

ECONOMIC & SOCIAL ANALYSIS JOURNAL OF SOUTHERN CAUCASUS

MULTIDISCIPLINARY JOURNAL

REFEREED & REVIEWED JOURNAL



AGRICULTURAL, ENVIRONMENTAL & NATURAL SCIENCES

SOCIAL, PEDAGOGY SCIENCES & HUMANITIES

MEDICINE AND BIOLOGY SCIENCES

REGIONAL DEVELOPMENT AND INFRASTRUCTURE

ECONOMIC, MANAGEMENT & MARKETING SCIENCES

LEGAL, LEGISLATION AND POLITICAL SCIENCES

ART AND FILM STUDIES

CINEMATOGRAPHY

Platform &
workflow by
OJS/PKP

<https://scsj.esif.net/index.php/CESAJSC>

The beautiful thing about learning is nobody can take it away from you—B. B. King

ISSN: 2298-0946 (Print), ISSN: 1987-6114 (Online); DOI PREFIX:10.36962/CESAJSC

VOLUME 65 (13) ISSUE 03 2025

© SC SCIENTIFIC JOURNALS

THE CAUCASUS

ECONOMIC & SOCIAL ANALYSIS JOURNAL OF SOUTHERN CAUCASUS

MULTIDISCIPLINARY JOURNAL

REFEREED & REVIEWED JOURNAL

JOURNAL INDEXING

CROSSREF

FREESIA ISDSJ

DISSEMINATION SCORES 2025 – 18.83

QUALITY FACTOR 2025 – 1.3

GEORGIA, TBILISI 2025

Editors-in-chief:

Historical and Natural Sciences

Lienara Adzhieva

Tubukhanum Gasimzadeh

Social, Pedagogy Sciences & Humanities

Eka Avaliani

Medicine, Veterinary Medicine, Pharmacy and Biology Sciences

Mariam Kharashvili

Technical, Engineering & Applied Sciences

Nikolay Kurguzov

Regional Development and Infrastructure

Lia Eliava

Economic, Management & Marketing Sciences

Badri Gachbaia

ISSN: 1987-6521 (Print); ISSN:2346-7541 (Online); DOI prefix: 10.36962/CESAJSC; UDC: 3/k-144

©Publisher: Representation of Azerbaijan International Diaspora Center in Georgia.

©Editorial office: 0165 Georgia. Marneuli municipality. Village Takalo.

©Typography: Representation of Azerbaijan International Diaspora Center in Georgia.

Registered address: 0165 Georgia. Marneuli municipality. Village Takalo.

Telephones: +994 55 280 70 12; +994 55 241 70 12 (Whatsapp),

Website: <https://scsj.fisdd.org/index.php/CESAJSC>

E-mail: gulustanbssjar@gmail.com; sc.mediagroup2017@gmail.com

©Publisher: ESIF NGO, I/N: 404619864

©Typography: ESIF NGO, I/N: 404619864

Registered Address / Service Address: Georgia, Tbilisi, Mtatsminda district, Jorjadze Street N 5, floor 1

Director & Shareholder: Namig Isazade

Telephones: +994 55 280 70 12; +994 55 241 70 12 (Whatsapp),

Website: <https://scsj.esif.net/index.php/CESAJSC>

E-mail: gulustanbssjar@gmail.com; sc.mediagroup2017@gmail.com

Accepted for publication in this edition 24.11.2025

© NGO RAIDCG. NGO ESIF. The Southern Caucasus Media. All rights reserved. Reproduction, storage in a retrieval system, or transmitted in any form, electronic, mechanic photocopying of any publishing of Southern Caucasus Scientific Journals permitted only with the agreement of the publisher. The editorial board does not bear any responsibility for the contents of advertisements and papers. The editorial board's views can differ from the author's opinion. The journal published and issued by NGO RAIDCG.

TABLE OF CONTENTS

Yevhen Shkurov, Diana Fayvishenko, Maryna Kovinko, Namig Isazade VALUE FOUNDATIONS AND NARRATIVES OF UKRAINE'S TERRITORIAL BRANDING	04-21
Nizami Seyidaliyev, Elkhan Allahverdiyev, Elvin Safiyev EFFECT OF ORGANIC FERTILIZER STANDARDS ON SOYBEAN PLANT PRODUCTIVITY AND SOIL FERTILITY	22-32
Sədaqət İbrahimova, Vəfa Əliyeva ENERGETİKA SƏNAYESİNDƏ AUDİT XİDMƏTLƏRİNİN TƏKMİLLƏŞDİRİLMƏSİ VƏ SƏMƏRƏLİLİYİN QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ	33-39
Aida Aliyeva, Samed Yusifov MICROCONTROLLER-BASED DEVICE FOR VOLTAGE PROTECTION OF ELECTRICAL EQUIPMENT	40-46
Samirə Mansurova, Allahverdi Ələkbərzadə HORIZONTAL QUYULARIN OPTİMALLAŞDIRILMASI: AXINA NƏZARƏT CİHAZLARININ (ANC) TƏTBİQİ	47-53
Улдуз Маммедова, Анар Сулейманов РАБОТА СИСТЕМЫ, КОНТРОЛИРУЮЩЕЙ ПРОЦЕСС АБСОРБЦИИ ПРИРОДНОГО ГАЗА	54-65
Leyla Vəzirova, Aynur Sadıqova BİTKİ TULLANTILARI ƏSASINDA SORBENTLƏRİN ALINMASI VƏ SU HÖVZƏLƏRİNİN TƏMİZLƏMƏSİNDƏ TƏDQIQI	66-73
Şirin Baxşəliyeva, Cavidan Israfilov MAİLİ VƏ ÜFÜQİ QUYULARIN NEFT QAZ HASİLATINDA ROLU	74-79

Publication history

Article received: 22.09.2025

Article accepted: 06.10.2025

Article published online: 24.11.2025

<https://doi.org/10.36962/CESAJSC65032025-01>

VALUE FOUNDATIONS AND NARRATIVES OF UKRAINE'S TERRITORIAL BRANDING

Yevhen Shkurov¹, Diana Fayvishenko², Maryna Kovinko³, Namig Isazade

¹Ph.D. in Philology, Associate Professor, Department of Journalism and Advertising, State University of Trade and Economics, Kyiv, Ukraine, Yevhen.shkurov@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5947-599X

²D.Sc. in Economics, Head of the Department, Professor of the Department of Journalism and Advertising, State University of Trade and Economics, Kiev, Ukraine, Fayvishenko.ds@gmail.com ORCID: 0000-0001-7880-9801

³Ph.D. in Philology, Associate Professor, Department of Journalism and Advertising, State University of Trade and Economics, Kyiv, Ukraine, m.kovinko@knute.edu.ua ORCID: 0009-0008-2540-8105

⁴PhD in BA, UNEC, IRETC MTÜ, namisazadeh@gmail.com (Estonia, Tallinn)

ABSTRACT

Objective. The processes and mechanisms shaping the territorial brand of Ukrainian localities amid Russia's full-scale war against Ukraine.

Methods. The methodological toolkit comprised discourse analysis of official statements, qualitative media monitoring of digital platforms, and a comparative case-study approach.

Results. Five integral characteristics of wartime territorial branding were identified: a value-laden moral base (will, courage, solidarity); personalized stories of resilience; synergy between traditional and digital media; flexible governance models; and metrics of transparency and trust. It was demonstrated that citizen involvement in narrative construction amplifies reputational effects, whereas digital instruments minimise the temporal lag between an event and global audience reaction.

Conclusions. Wartime branding of Ukrainian territories transforms classical marketing paradigms by interweaving crisis communication, public diplomacy, and participatory governance. Strategic advantage derives from the brand's rootedness in local practices and its simultaneous transmission through global information networks. The brand thus becomes a factor of information security and economic futurity, laying reputational capital for post-war growth.

Keywords: branding; place marketing; brand management; digital communications; resilience; Ukraine; courage; Be Brave Like Ukraine; public diplomacy; crisis communications; information warfare; narratives.

Introduction

Russia's full-scale invasion of Ukraine in 2022 profoundly affected the perception and positioning of Ukrainian cities, regions, and the country as a whole on the world stage. Place branding – the strategic activity of creating a unique image of a city, region, or country – has gained particular significance during wartime (Мадрига, 2024). Prior to the invasion, place marketing in Ukraine was aimed primarily at attracting investment, developing tourism, and enhancing a positive image; during the war it has become a key instrument not merely for local development but for

consolidating international support. The need emerged actively to steer the national narrative so as to counter hostile propaganda and convey the truth to the world. Within the first weeks of the invasion the Ministry of Foreign Affairs of Ukraine launched a communication strategy designed to craft and transmit a national narrative to a global audience (City Nation Place, 2023, 21 February).

Concurrently, the role of the digital environment in advancing place brands has grown rapidly. Whereas previously traditional instruments – offline advertising, events, print materials – sufficed, digital marketing is now an indispensable component of a successful strategy (Yankovets & Levytska, 2024). In wartime, when physical travel is restricted, online communication and social media constitute the principal channels for conveying the images and values of Ukrainian cities to the world. For the international scholarly community Ukraine's experience offers a unique example of how, under crisis conditions, a resilient place brand can be formed that not only safeguards identity but also mobilizes support and resources for future reconstruction.

Foundations of sustainable development during wartime must reconcile economic resilience, balanced environmental practices, and social cohesion (Perevozova, 2022). Russian aggression has shattered this tripartite support, exposing structural vulnerabilities that existed before 2022. Reconstruction must reach beyond a return to the status quo ante and be envisaged as an opportunity to overcome chronic disparities – from energy inefficiency to unequal access to cultural services. Accordingly, a regional brand positions a territory not through the fact of destruction but through the ambition to rethink its economic model in favour of circular technologies, green energy, the creative economy, and recovery logics capable of generating added value even amid active hostilities.

Strategic brand management of a territory, especially under wartime conditions and pervasive digitalization of communications, hinges on finding an equilibrium between ambitious development goals and the realities of an uncertain environment. The chosen strategic course rests upon the principles of an integrated brand-management system, whose core task is to ensure an optimal balance between costs, risks, and expected socio-economic benefits (Fayvishenko, 2020). Optimality criteria are defined through a set of indicators that simultaneously reflect local economic resilience, community engagement, reputational potential, and media visibility – components shaping the competitiveness of Ukrainian territories in wartime.

Research object

The study focuses on the processes and mechanisms of territorial brand formation in Ukrainian localities amid Russia's full-scale war.

Research methodology

The methodology drew on discourse analysis of media narratives, involving a systematic review of official governmental statements to identify the key rhetorical accents of wartime place branding. A literature review provided the theoretical framework. Qualitative monitoring of digital platforms captured the dynamics of narratives within the online environment. The picture was complemented by a comparative case study of territories, enabling exploration of local variations in overarching national meanings.

Review of Related Literature

In their article, Jasper Eshuis and Laura Ripoll González (2025) delineate the pressing problem of conceptual diffusion surrounding place branding and offer a systematic remedy: a critical re-reading of the literature culminating in an empirically workable definition of the place brand as a multidimensional experience. The authors show that contemporary discourse sustains three interpretative logics. The symbolic view reduces the brand to emblematic signs and visual markers; the cognitive view treats it as a web of associations in stakeholders' minds; and the incorporated view, favored by the authors, conceptualizes the brand as a dynamic amalgam of material, discursive, and institutional elements designed to elicit embodied, affect-laden encounters with space (Eshuis & Ripoll González, 2025). Accordingly, they define the place brand as a marketing system of performative assemblages that selectively invite diverse groups to a multisensory experience of the territory (Eshuis & Ripoll González, 2025).

Lisa Källström and Per Siljeklint (2024) concentrate on how internal and external stakeholders construe the nature and purposes of place branding. Empirical work in two Swedish municipalities reveals that participants in participatory place branding filter the process through four interwoven paradoxes: the intended audience (local community or external publics); the strategic stance (seeking novel meanings or leveraging existing assets); the citizen's role (active co-creation or passive consumption); and the primary value (the process itself or the end result) (Källström & Siljeklint, 2024). These conflicting perceptions generate typical stakeholder profiles – critics, innovators, and relators – each influencing collaboration dynamics and demanding differentiated managerial approaches (Källström & Siljeklint, 2024). Effectiveness, the authors argue, stems not from homogenising viewpoints but from consciously embracing and productively working through the tension between opposing expectations, since paradoxes can furnish wells of creativity and mutual learning (Källström & Siljeklint, 2024).

The monograph by Vincent Mabillard, Martial Pasquier, and Renaud Vuignier (2024) demonstrates persuasively that viable place branding and marketing are unattainable unless integrated into the public-policy cycle and underpinned by co-ordinated management of local resources. Branding is treated as a managerial instrument that aligns public policies to enhance a place's attractiveness for business, residents, and tourists (Mabillard et al., 2024). The book offers a phased algorithm – from competitiveness diagnostics and stakeholder engagement through target-group prioritization and tool selection to monitoring – while stressing that every decision possesses a political substratum and is ratified by elected bodies (Mabillard et al., 2024). Drawing on multifaceted cases across continents, the authors show how political regimes, governance structures, and resource bases shape branding strategies. Conceptually, they distinguish clearly between place marketing (behavioral change in target groups) and place branding (reputation and soft power), yet underscore their complementarity within a territorial strategy (Mabillard et al., 2024).

In a position paper, Mihalis Kavaratzis (2024) reflects on the evolution of place-branding studies, charting the field's shift from an initial conflation with product branding to a multifaceted arena integrating public-policy management, community engagement, and critical interrogation of place identity. Key conceptual milestones emerge: moving beyond promotional logic, accentuating stakeholder participation, differentiating marketing, promotion, and branding per se, and consolidating three contemporary approaches – symbolic, cognitive, and experiential – where the brand is understood as an embodied encounter with space (Kavaratzis, 2024). Looking forward, Kavaratzis identifies four strategic imperatives: environmental sustainability, authenticity,

technological innovation (including big data and generative AI), and inclusivity, all anchored in an accountability system that combines quantitative and qualitative metrics (Kavaratzis, 2024). He also calls for methodological expansion through arts-based approaches capable of capturing the complex emotional and sensory dimensions of human–place interaction (Kavaratzis, 2024).

Thanh Cuong Dang, Thi Thao Binh, Thi Hang Trinh, Thi Viet Hoang, and Thi Ngoc Han Doan (2023) test empirically whether components of place marketing can stimulate foreign direct investment decisions in Nghệ An Province, Viet Nam. For middle-income regions, they note, decisive factors extend beyond institutional service to encompass the quality of the territorial product – infrastructure, natural and human resources – and a competitive pricing policy. The authors recommend focusing on upgrading industrial zones, streamlining procedures, and enhancing local workforce skills (Dang et al., 2023).

Tetiana Madryha (2024) analyses the transformation of Ukraine’s national brand after Russia’s full-scale invasion on 24 February 2022, drawing on Nation Brands Index and Country Brand Index data and on the Ukraine NOW and Be Brave Like Ukraine initiatives. She argues that systematic external communications by government and diplomacy, personalization of the brand through President Volodymyr Zelenskyi, and societal consolidation around messages of bravery, unity, and resilience were decisive in improving perceptions (Madryha, 2024). A brand grounded in the values of freedom and dignity, she concludes, is indispensable for mobilising international support during wartime and for attracting investment and tourists in the post-war period, provided systematic efforts are made to entrench the reputational gains achieved (Madryha, 2024).

In their 2022 article, Sergiy Kalinichenko, Kateryna Spodar, Andrey Gribinyk, Valentyna Kholodok, and Volodymyr Lagodiienko propose a harmonized methodology for place-brand formation that weaves together strategic analysis, marketing positioning, and public-administration tools. They demonstrate that brand effectiveness depends less on creative visual identity than on clear goal-setting and a systematic management cycle. Four tool-sets – strategic, symbolic, advertising, and PR – are distinguished, and their deployment is said to require alignment with the community’s overarching socio-economic mission, rather than confinement to image campaigns (Kalinichenko et al., 2022). A notable contribution lies in foregrounding the managerial nature of the brand: it is treated as a governable system of values and resources that demands a clearly identified sponsor, a development team, and post-project support mechanisms (Kalinichenko et al., 2022). Practical significance resides in criteria of effectiveness that can underpin audits of territorial strategies across administrative contexts. Adhering consistently to this logic, the authors contend, secures durable competitive advantage for territories on the global markets for capital, talent, and ideas (Kalinichenko et al., 2022).

Finally, Karasev and Matveieva (2024) illustrate how the rebranding of Dnipro may serve as a managed instrument of post-war reconstruction, simultaneously boosting the city’s global competitiveness and uniting the community around a shared development vision. They show that an effective brand strategy must integrate a differentiation approach – highlighting Dnipro’s unique economic and cultural assets – and a transformational approach – embedding branding within urban planning geared towards social cohesion and environmental sustainability. A central outcome is an updated city mission that fuses historical heritage, innovative potential, openness to international collaboration, and defensive capacity; this re-imagining of the city’s image, the authors argue, is what can attract human capital and investment both during and after the war (Karasev & Matveieva, 2024).

Theoretical and Analytical Framework

War imposes new tasks and challenges upon territorial branding. Above all, the very purpose of branding shifts: from promoting tourism or investment the emphasis moves towards strengthening the reputation of resilience and cohesion. Scholars note that, under martial law, place marketing demands adaptive strategies, and certain approaches become particularly effective – notably, crisis marketing oriented towards rapid response and population support. At times, a city's wartime marketing communications resemble brand activism, whereby actions and messages showcase community values and its stance in resisting aggression. Despite adverse circumstances, marketing remains a crucial instrument of strategic municipal development: even in wartime it makes it possible to articulate a vision of the future, rally residents, and lay the foundations for post-war recovery.

The contemporary media sphere is undergoing a realignment of values and data-transmission channels: illustrative materials, interactive infographics, and diverse data-visualization techniques come to the fore, becoming potent means of explaining complex phenomena and consolidating public attention (Fayvishenko, 2019). On social networks, which constitute the nucleus of a city's online marketing, digitally presented indicators enhance the accuracy and credibility of reports on volunteer initiatives, infrastructure reconstruction, and cultural events, while preserving emotional resonance. During visualization it is vital to maintain a balance between numbers and text, combining proportions, comparisons, and explanations so that the data remain intelligible and evoke empathy. The emotional component is amplified through colour, irony, gamification, and iconography, fostering deeper consumer engagement (Fayvishenko, 2019).

Positioning a place brand in wartime acquires critical importance, for a region's capacity to delineate and communicate its identity determines not only its ability to attract resources but also to mobilize civic resilience. In the concept advanced by Fayvishenko (2018), positioning is the process of creating an integrated image of a trademark in the consumer's mind, securing durable loyalty. Transposed to the territorial level, it entails managing perceptions of a place so that it triggers positive associations, sustains an emotional bond, and engenders a sense of the necessity to 'stand with this place', despite the risks and uncertainties engendered by war.

Traditional positioning logic begins with the construct of the ideal position of a brand. Its essence lies in articulating clearly the unique benefit the audience gains by choosing this brand rather than a competitor. For territories experiencing war, the ideal position acquires a dual dimension: on the one hand, it must display advantages other regions cannot offer (for example, a high level of civic cohesion or an innovative economy adapted to harsh conditions); on the other, it has to project moral resilience as an intrinsic value capable of inspiring external stakeholders. In the case of places such a 'consumer' is not an abstract tourist or investor but a real citizen – resident, volunteer, entrepreneur, soldier – whose daily life is inextricably bound to the place brand. These individuals, living through the war, become genuine brand ambassadors, transferring the territory's image into the digital realm through their own stories, photographs, and videos. Such deep personification renders the ideal position not a static advertising formula but a living construct resonant with Kendukhov's notion of the fanatical brand advocate: a person who unconditionally believes in the advantages of their brand and is ready to recommend it to others.

Online marketing, now virtually the principal communication platform owing to physical travel restrictions, reinforces this requirement. Information must be simultaneously evidential and inspiring. Digital channels permit precise audience segmentation and targeted demonstration of a region's competitive advantages – from logistics to tax incentives. Yet success is achieved only

when these rational ‘numbers and facts’ are underpinned by a visual narrative of the human dimension: stories of indomitable doctors, engineers, or artists create a profound sense of meaning and value.

The online component of branding, intensified by war, adds new emphases to the classical nine-stage positioning model (data collection, brand modelling, selection of differentiating attributes, strategic planning, etc.). Already at the stage of competitive-environment analysis one should consider the territory’s digital footprint: the quantity and quality of media mentions, search-query dynamics, and the emotional coloring of social-media comments. Subsequent brand modelling requires integration of user-generated content (UGC) as a fully-fledged element of the image, for it engenders a sense of collective authenticity unattainable through official press releases alone.

At national level a vivid illustration of branding adapted to wartime conditions is the ‘Bravery’ campaign (Be Brave Like Ukraine, «Сміливість»). Conceived during the first months of the invasion, the initiative was designed to highlight the cardinal Ukrainian trait – courage. Developed by a Ukrainian creative agency in partnership with the government, it was launched under the slogan Be Brave Like Ukraine. Billboards bearing this appeal appeared across numerous countries – the United States, the United Kingdom, Poland, Germany, and beyond – as early as spring 2022, demonstrating to a global audience that bravery had become Ukraine’s hallmark brand. President Volodymyr Zelenskyy explicitly identified courage as the brand attribute of the Ukrainian nation, declaring that Ukrainians “will teach the world to be filled with bravery, as we Ukrainians are” (Zelenskyy, 2022, 7 April). He underscored that bravery is the essence of Ukrainian identity and the principal national brand, arguing that citizens’ unyielding courage – from electoral squares and revolutions to resistance against aggression – persuades the world to support Ukraine and dismantles hostile myths. Zelenskyy outlined plans for a global communication campaign intended to “teach the world to be brave like Ukrainians” and stressed that the yardstick for assessing international decisions should be “braver” sanctions and military assistance. In the campaign context bravery functions as a key cultural–political marker, structuring the territorial brand in wartime and serving as the nucleus of foreign diplomacy and domestic cohesion. Advertising creatives for the “Bravery” campaign, which foregrounds courage as the national trait of Ukrainians during the war. Billboards with this design were placed in many countries as part of promoting Ukraine’s new brand.

At city and regional levels the war has likewise compelled the reassessment and transformation of brands. One task has been to confront hostile information operations and stereotypes. Odesa – a multicultural port city – has historically suffered under myths imposed by Russian propaganda (e.g. the label of an “historically Russian city”) (Myinova, 2024, 20 August). After the invasion began the branding issue became particularly acute. In 2023 local experts presented the “Odesa Decolonization” initiative, aimed at re-framing the city’s image and revealing its true character: a city of entrepreneurs and a maritime pearl with a unique history rather than a bundle of obsolete clichés (Texty.org.ua, 2024, 15 August). The team processed 150 biographical profiles of Odesa entrepreneurs from the eighteenth to the early twentieth centuries, conducted a nationwide representative survey, organized focus groups in Kyiv, Dnipro, and Lviv, prepared an analytical report on the “Odesa urban myth” and a research essay by Peter Pomerantsev, created a digital 3-D library of city symbols, and implemented a pilot project transforming the myth – a communication campaign featuring the virtual figure of Yevhen Chykalenko – together forming a new Ukraine-centric brand for Odesa (Texty.org.ua, 2024, 15 August). The current re-positioning seeks to cleanse Odesa’s image of distorted narratives: instead of externally imposed associations,

emphasis is placed on contemporary culture, the entrepreneurial spirit of Odesans, and their patriotism. Such brand recalibration is significant not only for future tourism and business development but also as an element of the informational front in the war.

Further cases illuminate similar dynamics. Historically Dnipro (formerly Dnipropetrovsk) fashioned its identity as a city endowed with a rich history and formidable industrial potential. Even before the war the official brand concept of Dnipro stressed the indissoluble link with the River Dnipro and adopted the shield as a symbol of protection (Ridna Dnipropetrovshchyna, 2017, 1 July). The shield appears in the city's logo for good reason: Dnipro has long served as a defensive bastion – from Cossack fortresses and the Battle for the Dnipro in the Second World War to its role as a key rocket-building centre in Soviet times. In the new brand, approved in 2017, the city is presented through the conjunction of a wave (the river element) and a shield (the defenders' will and robust character), symbolizing Dnipro's history, strength, and patriotism. Thus, in peacetime the foundation was laid for the brand of a strong city on the banks of a mighty river – a city that “has always been and will remain strong, independent, steadfast, and unlike any other” (Ridna Dnipropetrovshchyna, 2017, 1 July). This inherited image of a “defender city” proved crucial once full-scale war erupted. Between 2022 and 2023 Dnipro swiftly evolved from the former “space capital” into a contemporary symbol of resistance and a humanitarian hub in eastern Ukraine. Whereas previously the municipal brand highlighted innovation and business potential, the Russian invasion infused it with new meanings: defence, community cohesion, volunteerism, and resilience have become its core.

The full-scale war has profoundly altered media perceptions of Dnipro, both domestically and abroad. The city and its region have found themselves among the frontline areas subjected to constant missile attacks. At the same time – echoing events of 2014 – Dnipro has become one of the most active centers of resistance to the aggressor and a key rear base for the Ukrainian army. Sociological surveys confirm these shifts in the city's collective image (Yakunina, 2024, 7 November). According to research by the Ukrainian Institute of National Memory (2024), 38.5 per cent of residents associate Dnipro with a “Ukrainian stronghold” – a bastion of national defence in the country's east. This association is the most powerful and emblematic under wartime conditions. Dnipro is perceived as a shield-city that holds back the enemy's advance and provides cover for other regions.

The narrative “Dnipro – Ukraine's stronghold” has become firmly rooted in both local discourse and national media. It is reinforced by the city's real-world roles: a major volunteer hub supporting the front has emerged here, alongside a medical hub – Dnipro hosts leading hospitals, notably the legendary Mechnikov Regional Hospital, where lives are saved daily from the front line (Yakunina, 2024, 7 November). Consequently, the city brand has acquired new images of compassion and heroism: Dnipro is now renowned as a place working round the clock to rescue soldiers and civilians alike.

A further narrative is that of a city of refuge. Since the outset of the war Dnipro has taken in hundreds of thousands of forcibly displaced persons from active combat zones (Yakunina, 2024, 7 November). By autumn 2024 more than 173,000 internally displaced people were living in the city (Yakunina, 2024, 7 November). Municipal authorities position Dnipro as a reliable sanctuary: shelters have been established, housing along with social and medical services provided for those who have fled the war. This humanitarian dimension has strengthened the emotional component of the brand – empathy, care, and support have become its indispensable traits.

Thus, during the war Dnipro's image has been transformed and broadened: to the traditional features of industrial might and technological prowess have been added defense, volunteerism, and hospitality towards displaced persons, together forming the portrait of a hero-city and defender-city. Local media and opinion leaders reinforce these narratives through real-life stories. After a missile strike on the office of ATB Corporation (the nationwide supermarket chain) in Dnipro, the mayor called the company a symbol of "the indomitable Dnipro spirit", noting that despite losses the business continued operating and supporting the community (Dobrota, 2025, 18 April).

Analysis shows that the official symbols of Dnipro's brand have acquired new meaning during the war, although formally they remain unchanged. The central element of the logo – the shield – is now perceived literally as an emblem of protection for the city and the country. Whereas previously the shield alluded mainly to historical heritage (Cossack traditions, the city's coat of arms), its presence in the city's identity now resonates with Dnipro's contemporary defensive role. The brand's signature colors – shades of blue and green symbolizing water and development – continue to be used, yet wartime communications increasingly feature the national colors, yellow and blue, as markers of patriotism and unity.

Significantly, even in wartime the Dnipro community and authorities have not abandoned the image of a progressive, innovative city. Alongside stories of frontline heroism, the media still report on implementation of the urban development strategy, support for the IT sector and start-ups, and infrastructure projects. This attests to the brand's multidimensionality: Dnipro is positioned not only as a fortress but also as a city with a future. Before the war Dnipro prided itself on the status of Ukraine's "space capital" – and according to the survey, 16.5 per cent of residents still regard this chapter in its history as decisive for the city (Yakunina, 2024, 7 November). Emphasizing scientific-industrial heritage (Yuzhmash designers, space achievements) now complements the narrative of contemporary resilience: the city retains an innovation gene and simultaneously demonstrates the capacity to deploy it for post-destruction recovery.

Hence, the core of Dnipro's brand now integrates both symbols of struggle (shield, fortress, volunteers, military medics) and symbols of hope (the river as life, space heritage as aspiration to the stars, modernization). Emotionally this combination evokes profound respect and inspiration among target audiences, internal and external alike. Dnipro is viewed as a hero-city that pays a high price in the fight – recalled by tragic events such as the missile strike on a residential building in January 2023 – and as an optimist city that, despite everything, plans for the future and enacts positive change.

Ukrainian cities and regions employ local symbols and characteristics as wartime markers of their brands. Those traits that have become emblematic under conditions of war are now foregrounded. Residents of certain liberated cities, for instance, have begun to nurture distinctive emblems of resilience: Kherson oblast is associated with watermelons, which have acquired the status of a liberation symbol (after Kherson's de-occupation Ukrainians celebrated the re-appearance of Kherson watermelons on shop shelves as a small victory). Nationally these associations are likewise sustained: Ukraine has witnessed the emergence of quasi-lovemarks – instantly recognizable images that evoke emotional attachment. Examples such as "water-melon – Kherson" or "coffee – Lviv" have become associations firmly lodged in public consciousness during the war. Such simple yet potent symbols enable communication about cities even in dire times, maintaining an emotional link with local residents and with all Ukrainians and the

country's international friends. Official municipal marketing strategies naturally rely on more than these associations, yet they also capitalise upon them, for they nourish pride and unity.

A distinctive feature of contemporary place branding is the proliferation of internet memes, which have become an organic element of the digital space in which the brands of Ukrainian cities are constructed and disseminated during wartime (Kovin'ko, 2025). Concise images accompanied by ironic or satirical captions capture the realities of the war, local events, and societal expectations, projecting them onto a global stage. To underpin a meme, a storyline must be recognizable and emotionally salient; consequently, memes simultaneously mirror and shape public sentiment. The rapid replication of content renders its origins almost untraceable and thus transforms memes into a form of collective creativity that represents the specificities of popular consciousness. Scholars emphasize the virality, seriality, emotionality, and minimalism of the meme as a genre of post-folklore (Kovin'ko, 2025). Memes also function as communicative instruments of territorial branding: they become markers of urban identity, swiftly conveying key symbols and narratives of a region. In wartime this is evident, for instance, in visual jokes about Dnipro as a 'frontier stronghold', Kherson's 'watermelon', or the 'reinforced-concrete' resilience of Kharkiv – imagery that endows these cities with attributes of endurance and courage, thereby enhancing their international recognition and support.

Within a philosophical-anthropological perspective, the human being situated in the digital, urban, spatial-cultural environment emerges not as a passive consumer of information but as a creative subject who simultaneously constructs and experiences his or her own territorial identity (Hurova & Shkurov, 2023). Digital platforms on which memes, video appeals, or virtual tours of frontline cities are produced constitute an extension of embodied urban experience rather than its substitution. It is precisely here that the citizen is transformed into a "digital inhabitant", who, through a like, repost, or self-authored post, converts a private emotion concerning Dnipro, Odesa, or Kharkiv into a collective symbol of courage and resilience. During wartime, such interaction assumes existential significance: the online sphere compensates for physical constraints, secures presence and mutual support, and thus functions as an "extended body" of the territory. The individual, rooted in the local landscape, through digital self-expression simultaneously records tragedy and forges a narrative of renewal that nourishes the territorial brand and strengthens a sense of shared destiny. In this digitized urban space, the subject becomes at once the creator and the bearer of the place brand. Online activities – from disseminating memes to participating in crowdfunding initiatives – transmute private affect into public signs representing the city to the world.

Accordingly, branding acquires an anthropological dimension: it rests less upon official identity than upon a network of personal digital actions that braid multiple "selves" into a collective narrative of resilience. Under wartime conditions, this process renders the individual a carrier of the city's symbolic capital and the city an extension of that individual's online subjectivity, whereby branding is transformed into a practice of self-identification and reciprocal support.

Overall, wartime territorial-branding approaches can be characterized as a synthesis of crisis communication, patriotic symbolism, and strategic future vision. Ukrainian experience demonstrates that even amid aggression it is possible not merely to preserve but to strengthen a territorial brand, provided that its values are clearly articulated and conveyed to the global audience through every available channel.

In the digital age territorial-brand promotion is closely entwined with the use of online tools. The war has heightened this dependence: armed conflict has curtailed traditional offline activities –

tourism forums, festivals, journalists' visits – while magnifying the importance of Internet communication, which lacks physical barriers. Digital place marketing encompasses a broad array of methods: from official websites and city pages on social media to targeted advertising, virtual tours, and collaboration with influencers. Research confirms that contemporary cities increasingly integrate social platforms into their branding strategies to raise visibility and foster engagement worldwide (Wan & Li, 2024). Social networks allow cities to deliver messages directly to a global community, invite interaction, and create emotional bonds even at a distance (Wan & Li, 2024). The COVID-19 pandemic had already prepared the ground for virtual formats of city promotion, and the war has further demonstrated that a territory's online presence is critical under crisis conditions.

Among contemporary tendencies dynamic content and visual storytelling stand out. Static presentations are giving way to short videos, live streams, and interactive formats that let audiences immerse themselves remotely in a city's atmosphere. Urban-branding scholars underscore the importance of such 'live' online exchanges: platforms such as TikTok, Instagram Live, and YouTube have become arenas in which perceptions of a city are formed in real time (Wan & Li, 2024). During the war millions abroad have learnt about Ukrainian cities through viral social-media videos – footage of Mariupol's ruined streets, concerts for displaced persons in Lviv's squares, images from Kharkiv's underground shelters. This content, though tragic, has paradoxically rendered Ukrainian cities 'known' online, shaping their image as places of courage and suffering. To steer this spontaneous branding, Ukrainian municipalities have begun officially sharing narratives of resilience: on social media they publish stories of volunteer heroes, of infrastructure restoration after shelling, and of cultural events supporting the military. Such content serves a dual function: it sustains morale within the community and broadcasts to the outside world a message of urban fortitude.

A challenge of wartime online marketing is the excessive concentration of negative news and competing narratives. On the one hand, global media attention is drawn to destruction and humanitarian catastrophe, potentially forging a negative image of a territory (danger, ruins). On the other, hostile propaganda in the digital sphere strives to discredit Ukrainian cities by disseminating disinformation. Consequently, debunking falsehoods and ensuring the active presence of official sources have become integral to digital branding strategy. As T. Madryha notes, in response to the invasion Ukraine devised its own algorithm for influencing world opinion, deploying instruments of soft power and communication to counter Russian propaganda. For cities this entails maintaining multilingual official channels, delivering prompt and accurate information about events, and foregrounding evidence of the aggressor's war crimes. The Kyiv City Administration, for example, runs English-language pages that not only report on the situation but also present the capital as unbreakable and European. Message coherence across all levels – from the national brand to the municipal – has proved essential: only consistent communication and a single informational voice can penetrate the noise (Madryha, 2024).

The target audience for territorial online marketing during the war comprises several segments, each addressed through specific emphases. For the internal audience (residents and displaced persons) digital branding is intended to sustain feelings of pride and confidence in the city. For the diaspora and foreign supporters, it should convey a sense of involvement and an opportunity to help (through donations or participation in solidarity actions). For potential investors it must demonstrate that, despite the war, the city is planning, implementing development projects, and nurturing human potential. Ultimately, for the global public it must consolidate positive

associations and rebuild trust. Collaboration with diverse media and platforms facilitates these aims. Ukrainian cities now appear with increasing frequency at international online events – conferences, investment fairs (via video link), and virtual arts festivals. Digital technologies abolish borders: a city can ‘visit’ an investor or tourist virtually.

Hence, wartime trends in territorial online marketing can be summarized as maximal digital activity, dynamic and emotional content, coherence of informational messages, reliance on symbols of resilience, and the engagement of a global audience in dialogue. The principal challenges are to balance truthful coverage of hardships with the cultivation of a positive future image, to combat disinformation, and to retain the world’s volatile attention. Despite these challenges, Ukraine’s experience demonstrates the effectiveness of digital communication: a strong city and national brand built through social media and other channels not only secures immediate support but also lays the foundations for successful post-war recovery.

During the war the territorial brand depends ever more on the ways in which the media construct and disseminate the image of a place in interaction with residents and external stakeholders. Digitised forms of communication interwoven with material infrastructure give rise to hybrid social practices that Scott McQuire defines as the “media-architectural complex” (McQuire, 2008). It is within this complex that the experience of a city or region is generated, replicated across global networks, and transformed into a symbol of resilience.

Television, radio, and the press, integrated into the online ecosystem (Shkurov, 2025), respond swiftly to hostilities and reconstruction challenges, fostering emotional attachment to the territory through real stories of people who continue to work and create despite shelling. Radio stations remain the “voice of the city”, sustaining the ritual unity of communities with daily updates on safety, logistics, and volunteer initiatives, while journalists use social networks for immediate feedback and crowdsourced fact-gathering. This interaction ensures rapid audience involvement in the co-creation of the brand and enhances trust in official information. Official e-portals and interactive maps that display damage and restored facilities reinforce transparency, enabling residents to monitor resource use and municipalities to adjust strategies promptly.

Manuel Castells defines the contemporary city as a node in global financial and information networks (Castells, 2010). In the digital reality of war even a local event – for instance, the opening of a mobile hospital – can instantly become part of global discourse if accompanied by high-quality visual content and a clear branded tag. Such networkedness intensifies narrative competition, so online place marketing must be founded on reliable data, emotionally persuasive stories, and ethical standards of presentation. Transparency strengthens the trust of donors, volunteers, and potential investors, who assess not only the scale of destruction but also the community’s capacity for self-organization and innovation.

Consequently, the formation of territorial brands during wartime rests on the synergy of traditional and digital media, which simultaneously document reality and model the desired future. Every story of successful reconstruction, every interactive dashboard, every radio broadcast that sustains residents’ morale adds a brick to the reputational edifice capable of withstanding informational turbulence and enhancing the global recognizability of Ukrainian regions as spaces of resilience, creativity, and responsible governance.

A strategic brand-management algorithm adapted to wartime conditions may envisage, first, a thorough audit of external threats and internal resources, including digital assets; second, the identification of priority goals with which the community will identify (preservation of human capital, restoration of critical infrastructure, reputational resilience in international media); and

third, a synthesis of qualitative and quantitative impact measures – from Image Power and Brand Signature to Activity-Based Costing and Economic Value Added. At the strategic level an “ideal position” of the territory is shaped as a space of courage, open to global partnerships and able to provide safe conditions for living and entrepreneurship. This positioning becomes the framework for tactical steps – digital campaigns in social networks, serial narratives of human resilience, interactive reconstruction maps – which simultaneously fulfil a feedback function and allow metrics to be adjusted in real time. The development vector is set by variational planning schemas: imperative decisions secure basic safety and critical infrastructure, creative decisions forge unique visual and semantic codes, and alternative decisions test new digital engagement formats.

The rapid renewal of digital technologies has relaunched the growth logic of the creative industries, which have become the principal catalyst of territorial economic dynamics during the war. In the light of two basic innovation trajectories – the modernization of classical sectors via digital platforms and the use of data, knowledge, and content as an autonomous production factor – Ukrainian regional brands have gained the opportunity to stitch the symbolic and material dimensions into a single system of values. Such stitching acquires weight when the task is to attract human capital and investment (Gamova, 2023). Digital products – from online courses to augmented reality – have permitted local resources to be re-imagined, the geography of influence to be extended, and new models for monetizing cultural heritage to be offered even in frontline cities. Creative technologies become instruments for the capitalization of places: the integration of gamified augmented-reality tours and interactive heritage maps shifts the territorial brand into a mode of continuous user interaction. In this way a city or region ceases to be a backdrop and becomes a co-author of experience – from street murals transmitting narratives of indomitability to virtual shopwindows of craft workshops that open local products to a global buyer. All these practices pursue the primary goal of forging emotional and rational trust in a space that lives, creates, and develops despite the war.

Results

Hence, for Ukrainian territories today’s challenge is not to return to pre-war ‘normality’ but to redefine their identity through the prism of digital creativity. It is the creative industries that provide an infrastructure of meaning which, on the one hand, sustains economic circulation and creates employment and, on the other, shapes for an international audience the image of a country constructing its future without severing cultural roots. Consequently, place branding becomes a process of strategic narrative construction in which artists, programmers, marketers, and urbanists converse in the shared language of digital media, ensuring a continuous flow of innovation and global attention to Ukraine’s experience of survival and revival. Sustainable development of Ukrainian territories in the context of war emerges as a complex of interrelated actions: economic diversification via digital and creative industries, ecological modernization of infrastructure, and social engagement of citizens in decision-making. This triad establishes a new foundation for the brand, where the promise of safety and transparency combines with the prospect of innovative growth, and online marketing serves not as advertising but as a tool for the collective construction of the territory’s future image.

The research results demonstrated that, under wartime conditions, brand management of Ukrainian territories is organized around stable value coordinates revealed through living media practices and specific managerial decisions. Discourse analysis of official communications

showed that a core triangle – will – courage – solidarity – has gradually crystallized in governmental vocabulary. These lexemes appear in the headlines of the most resonant addresses, intertwine in the prefaces to recovery programs, and act as signals to the community and external partners. In texts at various levels – from government briefings to municipal press releases – they function as semantic magnets around which concrete actions cluster: adoption of rapid-recovery budgets, opening of volunteer hubs, presentation of security solutions. This permits the assertion that the moral component has become the first fundamental dimension of the wartime territorial brand.

The findings confirmed that, in wartime realities, branding of Ukrainian territories rests upon five interlinked characteristics that form an integral reputational ecosystem: a value-moral foundation, personalized narratives of resilience, media synergy, adaptive governance structures, and measurable transparency. Each of these characteristics' manifests in discursive, emotional, and institutional dimensions and resonates with the daily practice of cities situated on the front line or in the deep rear yet equally subject to the pressure of war.

The value and moral foundation, designated in Ukrainian public discourse by the words will, courage, and solidarity, acts as the primary adhesive uniting diverse local narratives into a single national story. The meaning of these concepts is shaped not declaratively but through actions – defending cities against missile attacks, volunteer provision of hospitals, communities' capacity to restore critical infrastructure on their own. In this context the brand becomes a moral marker: will signifies not the absence of external force but the community's conscious readiness to take decisions independently; courage presents itself not as a heroic pose but as the daily routine of people who, despite danger, continue to work; solidarity is transformed from an abstract virtue into a concrete social mechanism guaranteeing mutual support among regions. These values are transferred to the international dimension, where reputational effect is achieved because the external audience perceives them not as advertising slogans but as empirically verified facts.

The second dimension – personalized stories of resilience, implemented both in official media and in social networks – serves to translate abstract values into intelligible human narratives. By weaving a network of such stories, cities project the image of a living, dynamic community, while individual heroes become symbols to which the entire territory is anchored. For external observers these narratives constitute the most compelling evidence of vitality; for local residents they are a psycho-emotional resource that sustains faith in their own capacities. Personalization also operates in the opposite direction: recognizable branded messages ease heroes' access to global resources, since foreign media and charitable institutions are more willing to engage with stories already embedded in a strong value context.

The interaction of traditional and digital media, the third characteristic, has under wartime conditions been transformed into a network 'pulse' that instantly records events and disseminates them throughout the global information ecosystem. Printed press retains weight as a bearer of analysis and archival memory, yet social platforms provide the speed and scale of reach. When a television marathon, radio broadcasts and local online outlets simultaneously display a shared visual code – for instance the yellow-blue colours of a symbolic campaign – the reinforcement effect exceeds the sum of the budgets invested. The digital segment permits real-time content adjustment: analysts monitor the tone of comments, refine formulations, and launch additional clarifications, thereby diminishing the threat of information attacks. Synergy lies in the fact that traditional media supply legitimacy, whereas digital media provide flexibility; together they form

a multichannel mirror of the city through which the world observes the war while simultaneously perceiving the prospect of renewal.

The fourth dimension – flexible governance models – ensures that the territorial brand ceases to be a static product of a design brief and becomes a process with feedback loops. Wartime demands rapid decisions, yet chaotic reaction erodes trust, so cities establish cross-sector teams in which strategists, communicators, and community representatives work according to a methodology of ‘continuous prototyping’. Emphasis shifts from decorative identity to service elements: volunteer-management platforms, electronic offices for reconstruction requests, cartographic services that openly display the state of roads or shelters. Such integration enhances resource efficiency and turns every resident into a co-creator of the brand, for each request, photograph, or social-media post further reinforces the narrative of resilience or, conversely, signals a lapse in attention.

Finally, the fifth dimension – metrics of transparency and trust – translates symbolic capital into concrete figures. Territorial marketing once relied heavily on hard-to-verify image indexes; now success is gauged through specific indicators: the volume of charitable inflows, the number of mentions in a positive context, response speed to enquiries, and the average interval between publication of a story and receipt of the first donation. When such indicators are presented clearly, they enhance the effect of trust: the internal audience is reassured that funds and effort do not vanish into bureaucracy, while external partners perceive the territory as a reliable recipient.

In sum, the interaction of these five characteristics creates a multidimensional reputational map on which Ukrainian cities and regions are marked not only by geographic coordinates but also by digital and emotional vectors of resilience. Values endow the brand with ethical energy, heroes’ stories establish the human scale, media render it visible, flexible governance models guarantee adaptability, and transparent metrics convert symbolism into tangible benefit. This construct has proved capable of withstanding informational pressure and providing territories with a mobilization resource that underpins both present defense and future reconstruction.

Conclusions

Ukraine’s practice of territorial branding during the war has demonstrated that, even under the most adverse circumstances, it is possible to form and promote a powerful positive image of a city or country. The key features of such wartime branding are a clear value foundation (will, courage, unity), the integration of wartime experience into a narrative about the future, and extensive use of digital communication tools. The examples of Ukrainian cities – from Dnipro to Odesa – illustrate different approaches, yet they share a determination to defend their identity and reputation. The results of the analysis reveal transformation but not the breaking of city brands. For instance, Dnipro’s brand has been transformed during the war but not broken. On the contrary, it has been strengthened, absorbing new meanings. The city has managed to combine its historical identity (Cossack bravery, industrial glory) with contemporary narratives of resilience, volunteerism, and innovation. This has rendered Dnipro’s brand recognisable and respected both within the country and abroad. Today, Dnipro exemplifies how a territorial brand can be adaptive, serve as a source of pride for residents, and, at the same time, function as an instrument of “people’s diplomacy”, conveying to the world the image of a strong, cohesive community that resists aggression.

Online marketing has become a catalyst for global attention: through social networks, virtual campaigns, and digital media Ukrainian territories have been able to “tell their story” to the world, securing the empathy and support of millions. During the war the positioning of territories

transcends traditional marketing schemes and becomes a complex socio-cultural practice that unites economic arguments with moral and ethical narratives. A successful territorial brand today is not so much a logo or slogan as a network of meanings fixed in the collective imagination of residents and supported by digital evidence of dynamic resilience. It lives in people's daily stories, in reconstruction statistics, in the visual flow of social media, and in the region's capacity to transmit a platform of involvement into the global information space.

For the international community the experience of territorial branding during the war in Ukraine is a unique case that combines place-marketing theory with crisis-communication and public-diplomacy practices. It confirms that a strong territorial brand can become not merely a development instrument but also a shield in times of crisis – a shield that protects informational sovereignty, boosts morale, and attracts resources for renewal. As the country moves from war to reconstruction, a new stage of branding will emerge: the focus will shift to showcasing reconstruction successes, innovation, and openness to the world. However, the foundations for this future image are already being laid. Ukraine is creating the image of a country of brave people and unbreakable communities – an image recognised and honoured worldwide. This achievement has been made possible through the synergy of efforts – governmental communications, local initiatives, and millions of digital stories – that together have formed a coherent brand narrative. And this narrative, born in difficult times, will continue to serve the country's benefit, fostering its development and prosperity in the peaceful years to come.

Declarations

The manuscript has not been submitted to any other journal or conference.

Study Limitations

There are no limitations that could affect the results of the study.

Acknowledgments

The author would like to thank for the support staff and experienced people who participated in this study by sharing their invaluable knowledge and experience. Their cooperation and openness contributed greatly to the depth and richness of the research results.

Competing Interests

The authors declare no competing interests.

Funding Source

This research was conducted without support from external funding.

Ethical Standards

The research meets all ethical guidelines, including adherence to the legal requirements of the study country. The study adhered strictly to established academic, methodological, and ethical guidelines. It is entirely original, with all external sources properly cited and all data and findings reported with full accuracy and transparency. Participants were fully briefed on the study's aims and provided voluntary, informed consent. Every author contributed substantially to the research and writing and has approved the final version for publication.

REFERENCES

1. Castells, M. (2010). *The rise of the network society* (2nd ed.). Blackwell.
2. Chernysh, A. Ye. (2024). Factors of mediatization of the city. *Scientific Notes of V. I. Vernadsky Taurida National University. Series: Philology. Journalism*, 35(74)(3, Pt. 2), 84–88. <https://doi.org/10.32782/2710-4656/2024.3.2/14>
3. City Nation Place. (2023, February 21). *Managing Ukraine's nation brand during a war*. <https://www.citynationplace.com/managing-ukraines-nation-brand-during-a-war>
4. Dobrota, V. (2025, April 18). "It's good that it cost money, not lives": Filatov on ATB as a symbol of Dnipro's strength and character. *Nashe Misto*. <https://nashemisto.dp.ua/2025/04/18/dobre-shcho-vzialosia-hroshyma-a-ne-zhyttiamy-filatov-pro-atb-iak-symvol-dniprovskoi-syly-ta-kharakteru/> [in Ukrainian]
5. Eshuis, J., & Ripoll González, L. (2025). Conceptualising place branding in three approaches: Towards a new definition of place brands as embodied experiences. *Journal of Place Management and Development*, 18(1), 61–79. <https://doi.org/10.1108/JPMMD-11-2023-0109>
6. Fayvishenko, D. (2018). Formation of brand position strategy. *Baltic Journal of Economic Studies*, 4(2), 245–249.
7. Fayvishenko, D. (2019). Digital technologies in media design. *Visnyk KNTEU*, 5, 15–22. [in Ukrainian]
8. Fayvishenko, D. (2020). Modelling of the strategic system brand management. *Visnyk Khersonskoho Natsionalnoho Tekhnichnoho Universytetu*, 3, 107–112. [in Ukrainian]
9. Florek, M., Hereźniak, M., & Augustyn, A. (2021). Measuring the effectiveness of city brand strategy: In search of a universal evaluative framework. *Cities*, 110, 103079.
10. Gamova, I. V. (2023). Innovative development of the creative industries of Ukraine. *Problemy Systemnoho Pidkrodu v Ekonomitsi*, 2, 161–168. http://nbuv.gov.ua/UJRN/PSPE_print_2023_2_23 [in Ukrainian]
11. Gamova, I., Fayvishenko, D., Bryikhanova, H., Shkurov, Ye., & Holik, O. (2022). The impact of computer graphics on the popularity of a social-media account. In *Proceedings of the 2022 IEEE 10th International Conference on Information, Communication and Networks (ICICN)* (Vol. 14, pp. 228–245). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICICN56848.2022.10006578>
12. Hurova, I. V., & Shkurov, Y. V. (2023). Man in digitised urban socio-cultural space. *Anthropological Measurements of Philosophical Research*, 24, 75–87. <https://doi.org/10.15802/ampr.v0i24.295321>
13. Kalinichenko, S., Spodar, K., Gribinyk, A., Kholodok, V., & Lagodiienko, V. (2022). Peculiarities of territory-branding formation. *Modelling the Development of the Economic Systems*, 5(11), 87–91. <https://doi.org/10.31891/mdes/2022-5-12> [in Ukrainian]
14. Källström, L., & Siljeklint, P. (2024). Place branding in the eyes of the place stakeholders: Paradoxes in perceptions of the meaning and scope of place branding. *Journal of Place Management and Development*, 17(1), 74–89. <https://doi.org/10.1108/JPMMD-12-2022-0124>
15. Karasev, Y. Y., & Matveieva, O. Y. (2024). Rebranding of Dnipro city through the prism of the strategic vision of its post-war development directions. *Economic Space*, 196, 19–28. <https://doi.org/10.30838/EP.196.19-28> [in Ukrainian]

16. Kavaratzis, M. (2024). Place branding “in colours bold”. *Place Branding and Public Diplomacy*, 20(Suppl 1), S25–S28. <https://doi.org/10.1057/s41254-024-00375-0>
17. Kotler, P., Kartajaya, H., & Setiawan, I. (2010). *Marketing 3.0: From products to customers to the human spirit*. John Wiley & Sons.
18. Kovinko, M. V., Aldankova, H. V., & Pyholenko, I. V. (2025). Intervention of advertising messages into the communicative fabric of the contemporary city and its societal aspect. *Bulletin of NTUU “KPI”. Political Science. Sociology. Law*, 1(65), 6–20. [https://doi.org/10.20535/2308-5053.2025.1\(65\).332516](https://doi.org/10.20535/2308-5053.2025.1(65).332516) [in Ukrainian]
19. Kovin’ko, M. (2024). Correlation between the concepts of “artistic reality” and “media reality”. In D. S. Fayvishenko (Ed.), *Images of modernity in the humanities: Proceedings of the 3rd International Scientific and Practical Conference* (pp. 252–256). State University of Trade and Economics. <https://doi.org/10.31617/k.knute.2024-10-2> [in Ukrainian]
20. Kovin’ko, M. V. (2025). Depiction of Kyiv in memes: Themes, images and techniques of creation. In A. A. Mazuraki (Ed.), *Mediology: Vol. 2. Media creativity* (pp. 301–321). State University of Trade and Economics. [in Ukrainian]
21. Kupriienko, K. S., Tkachuk, M. V., & Onofriichuk, I. V. (2025). Artificial intelligence as a driver of personalisation in digital marketing: Risks and prospects. *Actual Problems of Economic Sciences*, 11. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15460292> [in Ukrainian]
22. Mabillard, V., Pasquier, M., & Vuignier, R. (2024). *Place branding and marketing from a policy perspective: Building effective strategies for places*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003286189>
23. Madryha, T. (2024). National brand of Ukraine as a means of communication under full-scale war conditions. *Visnyk Prykarpatskoho Universytetu. Serii: Politolohiia*, 17, 97–105. <https://doi.org/10.32782/2312-1815/2024-17-13> [in Ukrainian]
24. McQuire, S. (2008). *The media city: Media, architecture and urban space*. SAGE Publications.
25. Myinova, A. (2024, August 20). Why Odesa is a city of entrepreneurs rather than the capital of crime: How Russian propaganda imposed myths and why branding matters. YUG.today. <https://yug.today/chomu-odesa-misto-pidpriiemtsiv-a-ne-stolytsia-kryminalu-iak-rosiyska-propahanda-nasadzhuvala-mify-ta-chomu-brend-tse-vazhlyvo/> [in Ukrainian]
26. Perevozova, I., Fayvishenko, D., Melnykovich, O., Nemish, Yu., & Shkurov, Ye. (2022). Formation of a brand of sustainable industrial development in the post-war period. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 3, 179–184. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2022-3/179> [in Ukrainian]
27. Ridna Dnipropetrovshchyna. (2017, July 1). Dnipro’s new logo: Protection of statehood, the river, and a lucky seven. <https://dp.ridna.ua/2017/07/01/u-novomu-lohotypi-dnipra-zahyst-derzhavnosti-richka-ta-schaslyva-simka/> [in Ukrainian]
28. Shkurov, Y. (2025). Media communications in the social dimension of the city. *Visnyk Lvivskoho Universytetu. Serii Zhurnalistyka*, 57, 98–105. <https://doi.org/10.30970/vjo.2025.57.13294> [in Ukrainian]
29. Texty.org.ua. (2024, August 15). Odesa Decolonization creatively revives Odesa’s memory: Chykalenko becomes the project’s “speaker” [Video].

- <https://texty.org.ua/fragments/113193/odesa-decolonization-nestandardno-vidnovlyuye-pamyat-pro-odesu-spikerom-proyektu-stav-chykalkenko-video/> [in Ukrainian]
30. Wan, F., & Li, J. (2024). Navigating the digital age: City branding in the era of social media and digital transformation. *Journal of the Knowledge Economy*, 15(4), 16666–16699. <https://doi.org/10.1007/s13132-024-01795-2>
 31. Yakunina, S. (2024, November 7). Outpost in eastern Ukraine and city of cosmic glory: Dnipro through residents' eyes. *Glavnoe.dp.ua*. <https://glavnoe.dp.ua/articles/forpost-naskhodi-ukrainy-ta-misto-kosmichnoi-slavy-dnipro-ochyma-mistian/> [in Ukrainian]
 32. Yankovets, T., & Levytska, I. (2024). Digital toolkit for place branding. *Scientia Fructuosa*, 156(4), 58–81. [https://doi.org/10.31617/1.2024\(156\)04](https://doi.org/10.31617/1.2024(156)04) [in Ukrainian]
 33. Zelenskyy, V. (2022, April 7). Being brave is our brand; we will spread our bravery around the world – Address by President Volodymyr Zelenskyy [Speech transcript]. Office of the President of Ukraine. <https://www.president.gov.ua/news/buti-smilivimi-cenash-brend-budemo-poshiryuvati-nashu-smili-74165>

Publication history

Article received: 22.09.2025

Article accepted: 06.10.2025

Article published online: 24.11.2025

<https://doi.org/10.36962/CESAJSC65032025-02>

EFFECT OF ORGANIC FERTILIZER STANDARDS ON SOYBEAN PLANT PRODUCTIVITY AND SOIL FERTILITY

¹Nizami Seyidaliyev, ²Elkhan Allahverdiyev, ³Elvin Safiyev

¹Doctor of Agrarian Sciences Professor

²Doctor of Philosophy in Agrarian Sciences, Associate Professor

³Doctoral student

^{1,2,3}Azerbaijan State Agrarian University

Emails: ¹n.seyid55@gmail.com, ²elkhan_recebli@mail.ru

ABSTRACT

The importance of organic fertilizers in increasing soil fertility is great. The article focuses on the significance of organic fertilizers in increasing soil fertility, and it examines the conditions for applying organic fertilizers to protect productivity, product quality indicators, and soil fertility. Leguminous plants are essential in addressing food shortages and protein issues, which require increasing their productivity by cultivating fertile land. The application of organic fertilizers increases soil fertility, enabling ecological product production. Consequently, a research study was conducted on gray-meadow soils irrigated since ancient times to assess the impact of applying organic fertilizers at different rates on soybean plant productivity and soil fertility.

The study results indicate that applying 20 tons of semi-rotted manure per hectare increased soybean plant productivity by 11 s/ha or 52.38% compared to the control option without fertilizer. Mathematical calculations also show that the grain yield obtained from soybean plants due to applying organic fertilizer norms is reliable. Additionally, the organic fertilizer norms led to an increase in the root and shoot residue of soybean plants, positively affecting soil fertility restoration by increasing the quantity of organic biological substances in the soil.

In conclusion, applying 20 tons of semi-rotted manure per hectare on gray-meadow soils that have been irrigated for a long time and lack nutrients can increase soybean plant productivity and maintain soil fertility.

Keywords: Soybean, legumes, soil fertility, organic fertilizer, productivity, root mass.

Introduction

In addition to satisfying the demand for food, animal feed, and industrial raw materials, maintaining soil fertility at an appropriate level and improving it to obtain a high, stable, and quality product at all times is considered one of the important problems facing agricultural science. Without protecting soil fertility, it is impossible to obtain high-quality products from agricultural plants.

Legumes are various botanical genera of the Fabaceae family. Soybean - *Glycine hispida* - is an annual cultivated plant belonging to the legume family **Fabaceae**. Soy is known as a valuable protein-oil plant in many countries around the world, and it is currently cultivated for various

In modern times, in the conditions of the rapid development of industry and intensification of agriculture on a global scale, the protection of natural complexes, separate ecosystems, including the soil cover, which is an important component of the biosphere and ecosystems, and fertility, which is its attribute, is relevant in the conditions of our republic, as well as throughout the world.

The main purpose of this research is to study the effect of applying organic fertilizer in an optimal rate on the growth and development of soybean plants, to increase grain yield and quality, and to protect soil fertility.

For the first time, the effect of optimizing organic fertilizer norms on the productivity of soybean plants, their quality indicators, and soil fertility in the conditions of the anciently irrigated Agjabadi region of the Karabakh region in gray-meadow soils poorly supplied with nutrients was studied on scientific grounds.



Methodology and scheme of the experiment

In the field experiment, 10 tons per hectare of organic fertilizer was applied to obtain an ecologically clean and safe product and increase soil fertility. 20 tons of manure and 20 tons of compost were also used.

To study the agrochemical characteristics of the area to be researched, soil samples from different layers were taken from the field according to the methodology, and agrochemical analyses were carried out. The results of the agrochemical analyses of the soils taken from the experimental area are shown in the table below.

In the collected soil samples, total humus and nitrogen were determined by I.V. Tyurin, easily hydrolysable nitrogen by I.V. Tyurin and M.M. Kononova, total phosphorus by A.M. Mesheryakov, total potassium by Smith, absorbed ammonia by D.P. Konev, and nitrate nitrogen by the method of Grandwald-Lyage. Activated phosphorus was determined by B.P. Machig, and exchangeable potassium was determined by P.V. Pratasov [4, p. 5-24]. The results of the analyses show that the pH of the experimental soils is weakly alkaline.

As can be seen from the table, the amount of total humus varies from 0.65 to 2.41%. According to the classification adopted in the republic, the soil in that area is poorly supplied with humus [8, p. 1-8]. While the total nitrogen in the 0-20 cm layer of the soil was 0.11%, it was 0.03% in the 80-100 cm layer. The amount of nitrogen compounds assimilated by plants in the 0-100 cm soil layer was as follows: easily hydrolyzable nitrogen 16-51 mg/kg, absorbed ammonia 9.98-4.25 mg/kg, and nitrates 7.56-1.25 mg/kg, respectively. The amount of total phosphorus in the 0-100 cm soil layer fluctuated between 0.13% and 0.05%. The amount of activated phosphorus, which plays a major role in plant life, was determined to be 12.89-3.85 mg/kg. This suggests that the experimental soils are poorly supplied with phosphorus. The total potassium in the soil was found to be 2.51-1.63%, and exchangeable potassium was 275.2-74.5 mg/kg.

Based on the results of the analysis and the classification adopted for the republic, we conclude that the gray-grass soils in the Hindarkh municipality of Agjabadi district, where we conducted the research, are poorly supplied with the main nutrients. Therefore, it is necessary to apply a certain amount of organic and mineral fertilizers to crops in order to increase the effective fertility of the soil.

Agrochemical characteristics of the experimental field soil of Aghjabedi region (Hindarkh municipality).

Deepness (sm)	pH in water solution	Total nitrogen (%)	Nitrogen				phosphorus		callium	
			Total (%)	Easily hydrolyzed	Absorbed ammonia	Nitrates	Total (%)	Active	Total (%)	Reciprocal mg/kg in soil
0-20	7,2	2,41	0,11	51	9,98	7,56	0,13	12,89	2,51	275,2
20-40	7,5	1,78	0,10	42	8,45	6,74	0,11	9,52	2,12	211,3
40-60	7,7	1,34	0,08	3	7,19	5,61	0,08	8,64	1,85	132,1
60-80	7,8	1,12	0,05	25	6,01	3,10	0,06	6,11	1,71	96,7
80-100	8,1	0,65	0,03	16	4,25	1,25	0,05	3,85	1,63	74,5

The experiment was carried out from 2019 to 2022 in the Hindarkh municipality of the Agjabedi

region in 5 variants and 4 repetitions on gray-grass soils that have been irrigated since ancient times. The "Alligator" soybean variety was used during the experiment, and organic fertilizers were added under the plow according to the methodology. The soybean sowing period was April 10-15. The results of the field experiments were calculated using the mathematical calculation method of B.A. Dospehov.

The accumulation of organic matter in the soil increases its absorption capacity, granulometric composition, aeration activity, microbiological processes, and the amount of carbon dioxide (CO₂) exported from the soil. This has a positive effect on increasing productivity [6, p. 241-249; 11, p. 25-36]. Research conducted by J.A. Aliyev, Z.I. Akbarov, and M.H. Nabiyeu shows that under normal conditions, one soybean plant can form 25-30 or more tubers. Atmospheric nitrogen absorption and entry into the soybean plant mostly occurs during the phases of flowering, bean formation, and grain filling [3, p.31-40].

Nitrogen is one of the primary nutrients necessary for soybean growth and development, and soybean plants obtain nitrogen from several sources. These sources include 1) biological N₂-fixation by tuber bacteria, and 2) soil nitrogen. A high level of soil nitrogen inhibits symbiotic N₂-fixation, and under these conditions, the soil provides most of the plant's nitrogen needs [19, p.822-827; 20, p. 1-23]. To improve soil fertility and increase the productivity of cultivated agricultural plants, it is essential to develop and apply a scientifically based approach to alternating one-year grain legumes with other crops in the production of high-quality, ecologically safe products.

A soybean plant needs to absorb 260-300 kg of nitrogen to produce 30 centners of grain. Under favorable conditions, the soybean plant biologically fixes 200-220 kg of nitrogen from the soil air at the expense of fur bacteria living a symbiotic life in the root. The missing 60-80 kg is taken from the mineral nitrogen compounds in the solid phase of the soil through the root, and as a result, the soil becomes less depleted of nitrogen [3, p. 12-15]. Many factors influence soybean nitrogen fixation and response to applied nitrogen fertilizer, such as soil pH, temperature, and humidity [21, p.213-216].

The lack of the required amount of moisture in the soil has a significant impact on the physico-chemical and biological processes taking place in the soil, soil fertility, plant growth and development, productivity, assimilation of nutrients by plants, and other issues [14, p. 2157-2169].

Analysis and Discussions

Soybean has the highest demand for moisture during the mass flowering, pod formation and grain filling stages. Soybeans were watered at least 4 times during the growing season for normal plant development. Along with soil fertility, irrigation has a positive effect on the growth and development of plants to be planted, as well as on the course of biological, physical and chemical processes in the soil, and on the microclimate characteristics of the soil.

During the study, phenological observations were made, and the effect of different organic fertilizer rates on the growth and development dynamics of the soybean plant under irrigation conditions was determined. Table 1 shows the effect of organic fertilizer norms on the height and growth dynamics of soybean plants.

As seen from the Table, the organic fertilizer rates had a substantial effect on the growth and development dynamics of the soybean plant. In the control variant without fertilizer, the length of the soybean plant was 15 cm during the branching period, 19 cm in the variant with 10 t/ha of

manure, 18 cm when 10 t/ha of compost was applied, 25 cm when 20 t/ha of manure was applied, and 22 cm when 20 t/ha of compost.

Table 1. Effect of organic fertilizer rates on growth and growth dynamics of soybean plant.

s/s	Variant	Branching duration cm	Time of pod formation cm	Full ripening time cm	Growth in cm
1	Fertilizer-free control	15	51	70	-
2	Manure 10t/ha	19	58	76	6
3	Compost 10 t/ha	18	56	75	5
4	Manure 20t/ha	25	70	89	19
5	Compost 20 t/ha	22	68	85	15

Measurements were taken at the stage of bean formation, and the corresponding indicators changed as follows: in the no-fertilizer-control variant, the height of the soybean plant was 51 cm, while it was 58 cm in the variant with 10 t/ha of manure, 56 cm when 10 t/ha of compost was applied, 70 cm when 20 t/ha of manure was applied, and 68 cm when 20 tons of compost was applied per hectare. The height of the soybean plant during the full ripening period was also observed, and the results were as follows: 70 cm in the control option without fertilizer, 76 cm in the option with 10 t/ha of manure, 75 cm when 10 t/ha of compost was applied, 89 cm when 20 t/ha of manure was given, and 85 cm when 20 tons of compost was applied per hectare.

From the above, it can be concluded that applying 20t/ha of manure had a significant effect on the growth and development of soybean plants at different stages of development. Organic fertilizers provide the soil with the necessary nutrients for plant nutrition in agriculture, improve its physical and agrochemical properties, enrich the soil with beneficial microorganisms, slow down the rate of mineralization of mineral fertilizers in the soil, speed up nutrient uptake by the plant, prevent nutrient loss in the soil, enrich the soil with humus, provide trace elements, improve soil structure, keep the soil moist in the cultivated area, and have a positive effect on reducing the number of irrigations [15, p. 1–50].

Tmiryazev K.A. notes that irrigation and fertilization are closely related to each other, and effective application of fertilizers in irrigated lands remains the main factor in increasing productivity and soil fertility [9, p.182-190]. A seed planted in fertile soil, receiving plenty of sun and watered regularly and on time, will yield abundantly with high care and labor.

In the authors' study, it was emphasized that applying nitrogen before planting is beneficial for soybean growth, given that soybean plants do not form nodules at least 9 days after germination. In addition, initial nitrogen fertilizer can supply nitrogen until biological N₂ fixation by tubers begins [12, p. 312–323; 22, p. 234–237]. However, nitrogen fertilization at planting can reduce soybean N₂-fixation and yield. Therefore, the application of organic fertilizers can meet the plant's demand for nitrogen and other nutrients [13, p. 815–816].

G. B. Bodnor, G. T. Lavrenko, and others prove in their research that 170 kg of nitrogen, 40 kg of phosphorus, and 50 kg of potassium are required for the formation of 20 centners of grain per hectare at the Primorsk agricultural experiment station [10, p.11-15]. For a high soybean yield, it is necessary to use both biological N₂-fixation and nitrogen uptake by soybean roots [5, 6]. Applying organic fertilizer to soybean is based on the plant's nitrogen requirement during seedling

development before the formation of punch bacteria, which is crucial for soybean growth and development [16, p.255-260; 17, pp. 497-533; 18, pp. 112-114].

Soybean fertilization is primarily related to soil moisture and the amount of atmospheric precipitation. Specifically, the efficiency of mineral fertilizers is more noticeable in rainy years. Studies show that the more moisture there is, the more effectively fertilizers dissolve in the soil into a form that can be absorbed by plants, and the better they are absorbed by the plant. When different types of fertilizers are used in years with little atmospheric precipitation, the increase in productivity is less noticeable [24, p. 2778–2787; 25, pp. 11-15].

The application of fertilizers at the optimal rate in plant nutrition is the main factor in increasing productivity. As a result of conducted research, it is known that it is possible to increase the productivity of soybeans if the soil is fertilized at the optimal rate and proportion. However, it should be noted that excessive fertilizer can have a negative effect on the quality of the product. After studying the grain yield and absolute weight of the soybean plant, we established the organic fertilizer norms for 2019-2022, which are presented in Table 2.

Table 5. Effect of organic fertilizer rates on soybean grain yield.

s/s	Variant	Yield (grain s/ha)	Growth s/ha		The weight of 1000 grains (gr)
			s/ha	%	
1	Fertilizer-free control	21	-	-	105
2	Manure 10t/ha	26	5	23,80	120
3	Compost 10 t/ha	24	3	14,28	116
4	Manure 20t/ha	32	11	52,38	168
5	Compost 20 t/ha	28	7	33,33	142

E=9,46

P=36,1

As can be seen from the table, the application of organic fertilizer rates had a substantial effect on soybean grain yield. Compared to the no-fertilizer-control option, the productivity of the soybean plant increased significantly in the options where organic fertilizer norms were applied.

The grain yield of the soybean plant in the no-fertilizer-control option was 21 s/ha, while it was 26 s/ha in the option with 10 t/ha of manure, 24 s/ha when 10 t/ha of compost was applied, and 32 s/ha when 20 t/ha of manure was applied. When 20 tons of compost were applied per hectare, the grain yield was 28 s/ha. The highest yield was obtained when 20 t/ha of manure was applied, which resulted in an increase of 11 s/ha or 52.38% compared to the control option without fertilizer. The increase in yield as a result of the application of organic fertilizer norms was found to be reliable based on mathematical calculations. The increase in yield was three or more times higher than the indicator E, s/ha.

Preservation of soil fertility is one of the most important issues in agriculture, as high and quality products cannot be obtained without maintaining soil fertility. Therefore, the correct and efficient use of arable land is crucial, and returning the nutrients taken from the soil with the agricultural plants planted every year is essential. This can only be achieved through the use of fertilizers, and the use of organic fertilizers is especially important.

The authors note that plant root residues play a critical role in increasing soil fertility as a source of organic matter. Plants that give more phytomass to the soil have the main role in the

accumulation of organic matter in the soil. The amount of root residue a predecessor plant accumulates in the soil is of great importance in evaluating its effectiveness as a fertilizer. When agrotechnical methods are developed to normalize the mineralization of organic matter in the soil, the main focus is given to the studies conducted to determine the intensification of the decomposition of plant root residues in the soil.

It is worth noting that the variation in the amount of nutrients entered into the soil by root mass and tiller residues is related to the amount of plant residues and nutrients in them. Favorable conditions for efficient plant nutrition are created by a large amount of carbon dioxide, in addition to the nutrients that enter the soil with the plant root mass and remains of the stems. This, in turn, increases the productivity of agricultural plants and the quality of the product [7, p.15-20].

Root and stem residues restore soil fertility in agriculture. After the organic matter decomposes in the soil, it provides the plants with the necessary ash and nitrogenous nutrients. Root and stem residues improve the structure of the soil, and as a result of the accumulation of a large amount of nutrients, it increases the productivity of the following plants and the fertility of the soil [23, p.80-88].

Green manures are produced by planting legumes to maintain and increase fertility in Central Asian soils. From one hectare, up to 8 tons of root and root residues can be collected, which significantly increases the total humus and nitrogen in the soil.

Various scientists have studied the increase of organic matter in the soil due to the remains of roots and stems of individual plants.

The root system of plants senses all changes in the soil, and the formation and development of roots are primarily influenced by the density of the soil structure, its moisture capacity, and nutrients. Researchers, such as S. Khales, G. Genzen, Y. Y. Sokolovski, P. Kossovich, V. G. Rotmisterov, A. P. Madestov, F. N. Mauer, V. I. Tsvinsky, and others, have been engaged in determining the distribution of roots in the soil. Z.M. Abdullayeva, K.M. Babayeva, A. A. Bektemiriv, Y. N. Mukhtarov, B. B. Zahidov, and other researchers have reported an increase in organic and agrochemical indicators of the soil due to the remains of roots and stems [1, pp. 17-20].

According to the calculations of many researchers, one centner of dry mass of cereal legumes accumulates more than 3 kilograms of biological nitrogen in the soil, as found in the research of V.S. Zaitsevin, R.A. Taghiyev, and A.D. Ibrahimov. The appropriate methodology determined that the stalk and root residues of soybean (93 s/ha) ensured the formation of 280 kg/ha of biological nitrogen in the soil [5. P. 17-25; 10, pp. 42-44].

Numerous studies and widespread production practices have shown that crop rotation with different root structures increases soil fertility. Based on the experiment conducted by researchers, it was determined that alfalfa collected 73.11 s/ha of air-dry weight at the depth of 0-50 cm of the soil. Multiplying this number by the coefficient of 0.18 determined by Popov, it is equal to 13.12 s/ha of biological humus. Therefore, plant residues form the basis of the formation of new humus in the soil, and due to this, soil fertility increases. According to the method of turning plant residues into biological humus (according to Muhammedjanov), in order to produce 1 ton of humus in the soil, it is necessary to bury 6 tons of plant residues in air dry weight. During the experiment, soybean collected 9.3 tons of aerial and root mass in air dry weight, and according to the mentioned methodology, this figure is equal to 1.55 t/ha of biological humus [2, p.65-66].

In addition to the above-mentioned scientists, in 2019-2022, we collected the remains of root stalks from the joint sowing of soybeans using the monolithic method, dried them in the open air,

and weighed them. Total nitrogen, phosphorus, and potassium in root and shoot residues were determined and listed in Table 3.

Table 3.3. Effect of application of organic fertilizer rates on root mass, chemical composition, and amount of nutrients of mixed crops.

	Root mass s/ha	Air dry matter in %			In kg per hectare			Biological humus s/ha
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Fertilizer-free control	17,3	0,74	0,16	0,69	12,80	2,71	11,93	3,11
Manure 10t/ha	21,1	0,81	0,18	0,72	17,09	3,79	15,19	3,79
Compost 10 t/ha	20,4	0,79	0,17	0,70	16,11	3,46	14,28	3,67
Manure 20t/ha	25,0	0,84	0,21	0,76	21,00	5,25	19,00	4,5
Compost 20 t/ha	23,9	0,82	0,19	0,74	19,59	4,54	17,68	4,3

As a result of the analysis, it was determined that the application of organic fertilizer norms has a significant effect on the mass of root and shoot residues of mixed crops. In the control variant without fertilizer, the mass of roots and shoots was 17.3 s/ha. When 10 t/ha of manure was applied, it increased to 21.1 s/ha, while 10 t/ha of compost resulted in 20.4 s/ha. When 20 t/ha of manure was applied, the mass increased to 25.0 s/ha, and with 20 t/ha of compost, 23.9 s/ha of plant residues were collected.

During the chemical analysis of samples of plant residues, it was determined that the amount of nitrogen, phosphorus, and potassium changed significantly depending on the application of organic fertilizer norms. In the control option without fertilizer, total nitrogen was 0.74%, phosphorus 0.16%, and potassium 0.69%. However, when 10 t/ha of manure was applied, total nitrogen increased to 0.81%, phosphorus to 0.18%, and potassium to 0.72%. When 10 t/ha of compost was given, nitrogen was 0.79%, phosphorus 0.17%, and potassium 0.70%. When 20 t/ha of manure was applied, total nitrogen was 0.84%, phosphorus 0.21%, and potassium 0.76%. Finally, with 20 t/ha of compost, total nitrogen changed to 0.82%, phosphorus 0.19%, and potassium 0.74%. These positive features also had a significant effect on the amount of nutrients per hectare. In the control variant without fertilizer, nitrogen was 12.80 kg/ha, phosphorus was 2.71 kg/ha, and potassium was 11.93 kg/ha. When 10 t/ha of manure was applied, nitrogen increased to 17.09 kg/ha, phosphorus to 3.79 kg/ha, and potassium to 15.19 kg/ha. With 10 t/ha of compost, nitrogen was 16.11 kg/ha, phosphorus 3.46 kg/ha, and potassium 14.28 kg/ha. When 20 t/ha of manure was applied, nitrogen increased to 21.00 kg/ha, phosphorus to 5.25 kg/ha, and potassium to 19.00 kg/ha. Finally, with 20t/ha of compost, nitrogen was 19.59 kg/ha, phosphorus 4.54 kg/ha, and potassium 17.68 kg/ha.

During the study, the conversion of plant residues collected into biological nitrogen was determined. In the control variant without fertilizer, 3.11 s/ha per hectare was collected. In the case of biological humus formation, 3.79 s/ha was collected when 10 t/ha of manure was applied, and 3.67 s/ha when 10 t/ha of compost was applied. With 20 t/ha of manure, 4.5 s/ha was collected, and with 20t/ha of compost, 4.3 s/ha of biological humus was collected.

Conclusion

1. The plow and sub-plough layers of irrigated gray-meadow soils have low levels of main nutrients, indicating poor potential and effective fertility. Therefore, to increase the effective fertility of the soil, it is necessary to apply a certain amount of organic and mineral fertilizers to the crops.
2. In irrigated gray-meadow soils, the application of organic fertilizer manure at a rate of 20t/ha significantly improved the height and development of soybean plants at different stages of growth.
3. The highest yield was obtained when 20t/ha of manure was applied, resulting in an increase of 11 s/ha or 52.38% compared to the control without fertilizer. Mathematical calculations also showed that the grain yield obtained from soybean plants as a result of applying organic fertilizer norms was reliable.
4. In order to maintain and increase soil fertility, it is recommended to incorporate the root residues of leguminous plants into the soil. Applying organic fertilizer norms at an optimal rate significantly increases soil fertility by improving the structural, productivity, and quality indicators of soybeans, as well as having an effective effect on the residues of roots and stems. This confirms that soybean is a good predecessor for plants that are planted after it.

It is recommended to apply 20 tons of half-rotted manure per hectare to improve the structural indicators and increase the productivity of soybean plants in gray-meadow soils that are poorly supplied with nutrients.

Declarations

The manuscript has not been submitted to any other journal or conference.

Study Limitations

There are no limitations that could affect the results of the study.

Acknowledgments

The author would like to thank for the support staff and experienced people who participated in this study by sharing their invaluable knowledge and experience. Their cooperation and openness contributed greatly to the depth and richness of the research results.

Competing Interests

The authors declare no competing interests.

Funding Source

This research was conducted without support from external funding.

Ethical Standards

The research meets all ethical guidelines, including adherence to the legal requirements of the study country.

REFERENCES

1. Allahverdiyev E.R. Fertilization of mixed sowing. Ganja: AKTA, 2004, 112 p.

2. Allahverdiyev E.R., Aliyeva S.F., Aliyev.M.T. The role of root and root residues in increasing soil fertility. Materials of the all-republic scientific-practical conference dedicated to the 90th anniversary of the national leader H. Aliyev. Ganja, 2013, pp. 65-66.
3. Aliyev C.A., Akbarov Z.I., Nabiyeu M.N. Cultivation of soybean under irrigation conditions of Azerbaijan SSR. Baku, 1982, 52 p.
4. Jafarov Y.A., Mehdiyeva E.Kh. Methods of agrochemical analysis. Baku, 2014, 264 p.
5. Mammadova S.Z., Jafarov A.B. Soil fertility property. Baku: "Elm", 2005.
6. Zamanov P. B. The effect of new member fertilizers on soil fertility and productivity of agricultural plants. In Collection of works dedicated to the 60th anniversary of the Institute of Soil Science and Agrochemistry, Volume XVI. Baku: Science Publishing House, 2004, pp. 544-549.
7. Zaytsev V.S., Hasanov R.G., Zaytsev V.V. Ways of development, improvement and simplification of some research methods of water-physical properties of soil and plants. Ganja, 2006, pp. 15-20.
8. Aliyev S.L., Mammadov R.G., Akhundov F.G. Recommendations on the compilation of agrochemical cartograms on the content of humus in the soil. Baku, 1981, 9 p.
9. Epifantsev V. V., Osipov Ya. A., Vaitekhovich Yu. A. Necessity and possibility of introduction of new minimal technologies of soybean cultivation in the Amur region. Bulletin of Science and Practice, 2019, vol. 5, no. 12, pp. 182-190. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/49/19>
10. Zaitsev V.S., Taghiev R.A., Ibragimov A.D. Determination of the accumulation of biological nitrogen in the soil from the remnants of annual leguminous crops by the orientation method. Collection of works of AzETPI, 2009, no. 77, pp. 42-44.
11. Aguilera E., Lassaletta L., Gattinger A., Gimeno B.S. (2013) Managing soil carbon for climate change mitigation and adaptation in Mediterranean cropping systems: A meta-analysis. Agriculture, Ecosystems & Environment, 168, 25-36.
12. Bergersen F.J. The bacterial component of soybean root nodules: changes in respiratory activity, cell dry weight and nucleic acid content with increasing nodule age. Journal of General Microbiology, 1958, vol. 19, no. 2, pp. 312-323. doi: 10.1099/00221287-19-2-312 [PubMed] [Google Scholar]
13. Beard HB, Hoover RM. Effect of nitrogen on nodulation and yield of irrigated soybean. Agron J. 1971; 63(5): 815–816. [Google Scholar]
14. Eldridge SM, Chen CR, Xu ZH, Nelson PN, Boyd SE, Meszaros I, Chan KY (2013). Molecular composition of recycled organic wastes, as determined by solid-state ¹³C NMR and elemental analyses. Waste Management, 33, 2157–2169.
15. Haden VR, De Gryze S, Nelson N, Parkhurst R, Rood A, Snider S (2014). Methodology for Compost Additions to Grazed Grasslands Version 1.0. American Carbon Registry, Arlington, VA, pp. 1–50.
16. Harper JE. Soil and symbiotic nitrogen requirements for optimum soybean production. Crop Sci. 1974; 14 (2): 255–260. [Google Scholar]
17. Harper JE. Nitrogen metabolism In: Wilcox JR. Soybeans: Improvement, production, and uses. Madison: ASA-CSSA-SSSA; 1987. pp. 497–533. [Google Scholar]
18. Hatfield JL, Egli DB, Leggett JE, Peaslee DE. Effect of applied nitrogen on the nodulation and early growth of soybean. Agron J. 1974; 66(1): 112–114. [Google Scholar]

19. Gai ZJ, Zhang W, Jiang FF, Cai LJ. Response of soybean root nodule and yield to biological-sugar nitrogen fertilizer and urea. *J Nuclear Agric Sci*. 2016; 30(4): 822–827. [Google Scholar]
20. Streeter JG. Inhibition of legume nodule formation and N₂ fixation by nitrate. *CRC Critical Review. Plant Sci*. 1988; 7: 1–23. [Google Scholar]
21. Sorensen RC, Purcell LC. Nitrogen fertilization of soybeans. *Agron J*. 1978; 70(2): 213–216. [Google Scholar]
22. Touchton JT, Rickerl DH. Soybean growth and yield response to starter fertilizers. *Soil Sci Soc Am J*. 1986; 50(1): 234–237. [Google Scholar]
23. Zhang X, Huang G, Bian X, Zhao Q. Effects of root interaction and nitrogen fertilization on the chlorophyll content, root activity, photosynthetic characteristics of intercropped soybean and microbial quantity in the rhizosphere. *Plant Soil Environ*. 2013; 59(2): 80–88. [Google Scholar]
24. Zhang MC, Sun WX, Liu YY. Timing of N application affects net primary production of soybean with different planting densities. *J Integr Agr*. 2014; 13(12): 2778–2787. [Google Scholar]
25. Wan T. Effect of nitrogen levels on photosynthesis rate and yield of soybean. Thesis, Northeast Agric Univ. 2013.

ENERGETİKA SƏNAYESİNDƏ AUDİT XİDMƏTLƏRİNİN TƏKMİLLƏŞDİRİLMƏSİ VƏ SƏMƏRƏLİLİYİN QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ

Sədaqət İbrahimova¹, Vəfa Əliyeva²

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, “Menecment” kafedrası

¹İqtisad elmləri doktoru, ibrahimovasadagat06@gmail.com

²Magistr, heyderovvefa5@gmail.com

ABSTRACT

At the current stage of economic development, the energy sector is one of the strategically important areas for the country. The proper and efficient management of resources affects not only the financial performance of enterprises but also socio-economic stability. Therefore, the improvement of audit services and the evaluation of their efficiency are of particular relevance. Audit is not limited to the verification of financial statements; it also encompasses functions such as enhancing transparency in management, reducing risks, and ensuring the rational use of resources.

The energy sector has a complex technological structure, large financial turnover, and strategic importance. For this reason, audit services aim not only at financial control but also at optimizing operations, reducing energy losses, and improving the quality of management. In large enterprises such as “Azerenerji” JSC in Azerbaijan, the implementation of audit systems based on international standards plays a crucial role.

Research shows that the development of audit services is significantly influenced by the application of digital technologies, the strengthening of risk-based approaches, the improvement of internal control mechanisms, and the integration of international standards. These directions reinforce the financial discipline of enterprises, reduce losses in production processes, and enhance overall management quality [1; 7; 14].

Keywords: Audit services, Energy industry, Efficiency, International auditing standards, Internal control, Energy losses, Transparency in management.

XÜLASƏ

Müasir iqtisadi inkişaf mərhələsində energetika sektoru ölkə üçün strateji əhəmiyyət daşıyan əsas sahələrdən biridir. Resursların düzgün və səmərəli idarə olunması təkcə müəssisələrin maliyyə göstəricilərinə deyil, həm də sosial-iqtisadi sabitliyə təsir göstərir. Buna görə də audit xidmətlərinin təkmilləşdirilməsi və onların səmərəliliyinin qiymətləndirilməsi xüsusi aktualıq kəsb edir. Audit yalnız maliyyə hesabatlarının yoxlanması ilə məhdudlaşmır; o, idarəetmədə şəffaflığın artırılması, risklərin azaldılması və resurslardan rəşional istifadənin təmin olunması funksiyalarını da özündə birləşdirir.

Energetika sektoru mürəkkəb texnoloji struktura, böyük maliyyə dövryyəsinə və strateji əhəmiyyətə malikdir. Bu səbəbdən audit xidmətləri yalnız maliyyə nəzarətini deyil, həm də əməliyyatların optimallaşdırılmasını, enerji itkilərinin azaldılmasını və idarəetmənin keyfiyyətinin yüksəldilməsini hədəfləyir. Azərbaycanda “Azərenerji” ASC kimi iri müəssisələrdə beynəlxalq standartlara əsaslanan audit sistemlərinin tətbiqi xüsusi əhəmiyyət daşıyır.

Aparılan tədqiqatlar göstərir ki, audit xidmətlərinin inkişafında rəqəmsal texnologiyaların tətbiqi, risk əsaslı yanaşmanın gücləndirilməsi, daxili nəzarət mexanizmlərinin təkmilləşdirilməsi və beynəlxalq standartların inteqrasiyası mühüm rol oynayır. Bu istiqamətlər müəssisələrin maliyyə intizamını möhkəmləndirir, istehsal proseslərində itkiləri azaldır və ümumi idarəetmə keyfiyyətini artırır.[1; 7; 14]

Açar sözlər: Audit xidmətləri, Energetika sənayesi, Səmərəlilik, Beynəlxalq audit standartları, Daxili nəzarət, Enerji itkiləri, İdarəetmədə şəffaflıq.

Giriş

Energetika sənayesi ölkənin iqtisadi inkişafına birbaşa təsir göstərən strateji sektorlardan biridir. Lakin resursların səmərəsiz idarə edilməsi, istehsal və paylama proseslərində itkilərin çoxluğu, maliyyə intizamının zəifliyi və şəffaflıq səviyyəsinin aşağı olması həm müəssisələrin fəaliyyətinə, həm də sosial-iqtisadi sabitliyə mənfi təsir edir.

Audit xidmətləri müəssisələrin davamlı inkişafında mühüm rol oynayan idarəetmə alətlərindəndir. Audit yalnız maliyyə hesabatlarının düzgünlüyünü təsdiqləmir, eyni zamanda əməliyyatların qanunvericiliyə uyğunluğunu yoxlayır, risklərin idarə edilməsini təmin edir və resurslardan istifadənin səmərəliliyini artırır. Energetika sektoru yüksək maliyyə dövryyəsi və mürəkkəb texnoloji riskləri ilə seçildiyindən auditin rolu burada daha böyük əhəmiyyət kəsb edir.

Azərbaycan Respublikasında aparılan iqtisadi islahatların əsas istiqamətlərindən biri enerji sahəsində şəffaflığın gücləndirilməsi və idarəetmə mexanizmlərinin beynəlxalq standartlara uyğunlaşdırılmasıdır. Bu baxımdan “Azərenerji” ASC kimi iri müəssisələrdə audit xidmətlərinin müasirləşdirilməsi zəruridir. Rəqəmsal texnologiyaların tətbiqi, daxili nəzarət sistemlərinin möhkəmləndirilməsi və risk əsaslı audit modelinə keçid bu prosesin əsas şərtlərindəndir.

Bu tədqiqatın məqsədi energetika sənayesində audit xidmətlərinin təkmilləşdirilməsi yollarını araşdırmaq və onların müəssisələrin fəaliyyət səmərəliliyinə təsirini qiymətləndirməkdir. Bu məqsədlə nəzəri əsaslar öyrənilmiş, “Azərenerji” ASC nümunəsində praktiki vəziyyət təhlil edilmiş və nəticələr əsasında müvafiq tövsiyələr hazırlanmışdır.[2; 3; 4]

Audit xidmətlərinin nəzəri əsasları

Audit iqtisadi idarəetmə sistemində nəzarət və qiymətləndirmə funksiyasını həyata keçirən əsas mexanizmlərdən biridir. Beynəlxalq praktikada audit, müəssisənin maliyyə hesabatlarının, idarəetmə proseslərinin və əməliyyatlarının müstəqil ekspert tərəfindən yoxlanılması və onların qanunvericiliyə, həmçinin qəbul olunmuş standartlara uyğunluğunun müəyyən olunması kimi izah edilir.

Audit yalnız mövcud səhvləri aşkarlamaqla kifayətlənmir; eyni zamanda onların təkrarlanmaması üçün qabaqlayıcı tədbirlərin görülməsinə, idarəetmədə şəffaflığın artırılmasına və risklərin azaldılmasına kömək edir. Bu baxımdan audit müəssisələr üçün strateji əhəmiyyət daşıyan idarəetmə alətidir.

Auditin əsas funksiyaları aşağıdakılardır:

1. Maliyyə hesabatlarının dəqiqliyinin yoxlanması: Müəssisənin maliyyə vəziyyətinin düzgün və etibarlı göstərilməsi.
2. Risklərin qiymətləndirilməsi və idarə olunması: Əməliyyat, maliyyə və texniki risklərin müəyyən edilməsi, dəyərləndirilməsi və idarə edilməsi mexanizmlərinin qurulması.
3. Daxili nəzarət mexanizmlərinin gücləndirilməsi: Əməliyyatların və maliyyə proseslərinin şəffaf və səmərəli idarə olunmasının təmin olunması.
4. İdarəetmədə şəffaflıq və hesabatlılığın təmin olunması: Strateji qərarların düzgün əsaslarla qəbul edilməsinə və rəhbərliyin fəaliyyətinin monitorinqinə dəstək.
5. İqtisadi və sosial səmərəliliyin artırılması: Enerji və digər resursların səmərəli istifadə olunmasına, əməliyyat və istehsal proseslərində itkilərin azaldılmasına xidmət edir .

Auditin növləri:

- Xarici audit: Müstəqil auditorlar tərəfindən həyata keçirilir və əsasən maliyyə hesabatlarının düzgünlüyünün qiymətləndirilməsini hədəfləyir. Xarici audit həm də investorlara, dövlət orqanlarına və digər maraqlı tərəflərə etibarlı məlumat təqdim edir.
- Daxili audit: Müəssisə daxilində fəaliyyət göstərən nəzarət bölmələri tərəfindən aparılır və idarəetmənin səmərəliliyini artırmağa yönəlir. Daxili audit, həmçinin əməliyyatların optimallaşdırılması və risklərin vaxtında aşkarlanması üçün strategiyalar təklif edir .

Auditin nəzəriyyədə genişləndirilmiş yanaşmaları:

1. Risk əsaslı audit (Risk-Based Audit – RBA): Müasir auditdə yalnız maliyyə göstəricilərinə baxmaq kifayət deyil. RBA modeli, müəssisənin əməliyyat, texniki və maliyyə risklərini öncədən müəyyən edir və yoxlamaları bu risklər əsasında prioritetləşdirir. Bu yanaşma energetika sənayesində istehsal və paylama mərhələlərində potensial problemlərin vaxtında aşkarlanmasını təmin edir .
2. Rəqəmsal audit və böyük məlumatların analizi: Süni intellekt, blokçeyn və analitik proqramlar vasitəsilə auditçi böyük həcmli məlumatları emal edə və real vaxt rejimində monitorinq həyata keçirə bilir. Bu yanaşma insan faktorundan qaynaqlanan səhvləri minimuma endirir və əməliyyatların şəffaflığını artırır .
3. Ekoloji və sosial audit: Energetika sektorunda yalnız maliyyə yoxlamaları kifayət etmir. Karbon emissiyaları, su və torpaq resurslarının istifadəsi, bərpa olunan enerji layihələrinin effektivliyi, həmçinin sosial məsuliyyət hesabatlarının düzgünlüyü auditor tərəfindən yoxlanmalıdır. Bu yanaşma həm iqtisadi, həm də ekoloji dayanıqlılıq təmin edir .
4. İnteraktiv və davamlı audit modeli: Nəzəriyyədə auditin davamlı həyata keçirilməsi, yəni bir dəfəlik yoxlamalarla kifayətlənməyib, davamlı monitorinq və analitik hesabatlarla dəstəklənməsi müzakirə olunur. Bu model şirkətlərdə şəffaflığı artırır, risklərin idarə olunmasını gücləndirir və strateji qərarların qəbulunu asanlaşdırır [1; 6;11].

Energetika sənayesində auditin rolu və xüsusiyyətləri

Energetika sektoru mürəkkəb texnoloji proseslər, böyük maliyyə dövriyyəsi və strateji əhəmiyyəti ilə seçilir. Bu xüsusiyyətlər audit xidmətlərinin daha geniş və kompleks tətbiqini zəruri edir. Audit fəaliyyətləri yalnız maliyyə hesabatlarının yoxlanması ilə məhdudlaşmır; eyni zamanda istehsal və paylama mərhələlərinin optimallaşdırılması, enerji resurslarının istifadəsində şəffaflığın təmin edilməsi və potensial risklərin vaxtında aşkarlanması ilə də bağlıdır.

Energetika müəssisələrində auditin rolu müxtəlif istiqamətlərdə özünü göstərir: maliyyə nəzarətinin gücləndirilməsi, enerji istehsalı və paylanması yaranan itkilərin müəyyən edilməsi, texniki avadanlıqların təhlükəsizliyinə nəzarət, risklərin qiymətləndirilməsi, qəza hallarının

qarşısının alınması və maliyyə sabitliyinin qorunması. Bu yanaşma həm də hesabatlılığın artırılması, ictimai etimadın möhkəmləndirilməsi və ölkənin enerji təhlükəsizliyinin təmin olunmasına xidmət edir.

Auditin energetika sənayesində tətbiqi bir sıra xüsusiyyətlərlə xarakterizə olunur: mürəkkəb istehsal strukturu, yüksək kapital tutumu, dövlət nəzarətinin üstün mövqeyi və texniki risklərin çoxluğu. Elektrik stansiyaları, ötürücü və paylayıcı şəbəkələrdən ibarət geniş infrastruktur və iri investisiya layihələri auditin məsuliyyətini daha da artırır. [7; 13; 14]

Audit xidmətlərinin təkmilləşdirilməsi istiqamətləri

Müasir dövrdə energetika sənayesində audit yalnız ənənəvi yoxlama funksiyaları ilə məhdudlaşmır. Sektorun yüksək maliyyə dövriyyəsi və mürəkkəb texnoloji strukturu auditin yeni metodlarla həyata keçirilməsini zəruri edir. Burada əsas istiqamətlərdən biri rəqəmsal texnologiyaların tətbiqidir. Süni intellektə əsaslanan proqramlar vasitəsilə böyük həcmli məlumatların analizi, real vaxt rejimində monitoring sistemlərinin qurulması auditin səmərəliliyini artırır və şəffaflığı gücləndirir. Bu yanaşma həm vaxt itkisinin qarşısını alır, həm də insan amili ilə bağlı səhvləri minimuma endirir.

Digər mühüm istiqamət risk əsaslı audit modelinə keçiddir. Bu yanaşma yoxlamaları yalnız maliyyə hesabatlarının düzgünlüyü ilə məhdudlaşdırmır, eyni zamanda istehsal və paylama proseslərində mövcud risklərin vaxtında aşkar olunmasına yönəldir. Enerji itkilərinin, qəza hallarının və maliyyə qeyri-sabitliyinin qabaqcadan proqnozlaşdırılması müəssisələrin fəaliyyət sabitliyinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir.

Daxili nəzarət sistemlərinin gücləndirilməsi də auditin müasirləşdirilməsi istiqamətlərindəndir. Daxili audit bölmələrinin müstəqilliyinin artırılması, maliyyə, istehsal və insan resurslarının idarə olunmasında yeni nəzarət mexanizmlərinin tətbiqi rəhbərliyin daha dəqiq və əsaslandırılmış qərarlar qəbul etməsinə şərait yaradır.

Beynəlxalq audit standartlarının tətbiqi də xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. IFRS və ISA standartlarına uyğun fəaliyyət göstərmək xarici investorlar üçün şəffaflıq və etibarlılıq təmin edir, eyni zamanda müəssisələrin beynəlxalq rəqabət qabiliyyətini yüksəldir.

Son illərdə ekoloji yönümlü audit də ön plana çıxır. Bu, bərpa olunan enerji layihələrinin ayrıca auditi, karbon emissiyalarının ölçülməsi, ekoloji hesabatlılığın yoxlanması və enerji səmərəliliyi proqramlarının dəyərləndirilməsini əhatə edir. Beləliklə, həm iqtisadi, həm də ekoloji dayanıqlılıq təmin olunur.[5; 8; 19]

Səmərəliliyin qiymətləndirilməsi meyarları

Audit xidmətlərinin səmərəliliyini müəyyən etmək üçün müxtəlif meyarlar mövcuddur. Əsasən maliyyə nəticələrinin düzgünlüyü, daxili nəzarət sistemlərinin işləkliyi, risklərin azaldılması və şəffaflığın təmin olunması bu meyarlar sırasında yer alır. Energetika sektorunda isə bu yanaşma həm yerli, həm də beynəlxalq praktikada fərqli şəkildə tətbiq olunur.

Azərbaycan müəssisələrində audit əsasən maliyyə intizamı və dövlət tənzimləmələrinə uyğunluq əsasında qiymətləndirilir. Büdcə ödənişlərinin düzgün aparılması, vergi intizamının qorunması və maliyyə sənədlərinin qanunvericiliyə uyğunluğu əsas meyarlar hesab olunur. Lakin istehsal proseslərində risklərin qiymətləndirilməsi hələ geniş tətbiq olunmur, “yaşıl enerji” layihələrinin auditi isə yeni formalaşma mərhələsindədir.

İnkişaf etmiş ölkələrin təcrübəsində isə audit daha geniş kontekstdə həyata keçirilir. Buraya enerji itkilərinin azaldılması, karbon emissiyalarının monitoringi, enerji səmərəliliyi proqramlarının

nəticələrinin ölçülməsi və sosial məsuliyyət hesabatlarının dəqiqliyinin qiymətləndirilməsi daxildir. Bundan əlavə, real vaxt monitorinqi və süni intellekt dəstəqli audit alətlərindən istifadə geniş yayılmışdır.

Yeni yanaşma kimi, Azərbaycan müəssisələrində auditin səmərəliliyi yalnız maliyyə nəticələri ilə məhdudlaşdırılmamalıdır. Enerji resurslarının istifadəsində səmərəlilik, ekoloji standartlara uyğunluq, rəqəmsal idarəetmə sistemlərinin tətbiqi və xarici investorların etimad göstəriciləri də əlavə meyarlar kimi nəzərə alınmalıdır. [10; 12; 15]

Azərbaycanda energetika müəssisələrinin audit təcrübəsi: Azərenerji ASC nümunəsində

“Azərenerji” ASC Azərbaycanın elektrik enerjisi istehsalı və ötürülməsi üzrə aparıcı dövlət şirkətidir. Müəssisə ümumi enerji istehsalının 90 faizdən çoxunu təmin edir və ölkənin enerji təhlükəsizliyinin təmin olunmasında strateji rol oynayır. Hazırda şirkət 12-dən artıq istilik elektrik stansiyası və bir neçə su elektrik stansiyasını istismar edir. Bu miqyas və mürəkkəb texnoloji struktur audit xidmətlərinin təkcə maliyyə deyil, həm də əməliyyat, texniki və ekoloji səviyyədə düzgün təşkilini zəruri edir.

Mövcud audit praktikasının vəziyyəti

Şirkətdə aparılan audit fəaliyyətləri əsasən maliyyə hesabatlarının yoxlanmasına yönəlmişdir. Hər il müstəqil auditorlar tərəfindən beynəlxalq standartlara uyğun audit hesabatı hazırlanır. Bununla yanaşı, daxili audit bölməsi mövcuddur, lakin fəaliyyəti daha çox maliyyə intizamının qorunması ilə məhdudlaşır. İstehsal və texnoloji proseslərin dərin audit, enerji itkilərinin ölçülməsi və risklərin qabaqlayıcı təhlili hələ geniş tətbiq olunmamışdır.

Hazırkı vəziyyətin əsas çatışmazlıqları bunlardır:

- Audit funksiyalarının əsasən maliyyə hesabatları ilə məhdudlaşması;
- Əməliyyat və texnoloji proseslərin izlənməsində zəiflik;
- Analitik alətlərin məhdudluğu və rəqəmsallaşmanın yetərli səviyyədə olmaması;
- Beynəlxalq standartların (IFRS, ISA) tam integrasiyasının başa çatmaması;
- Ekoloji layihələr və bərpa olunan enerji üzrə ayrıca audit modelinin olmaması.

Auditdə rəqəmsal texnologiyaların tətbiqi ehtiyacı

“Azərenerji”nin böyük həcmli məlumat bazaları mövcuddur və bu məlumatların audit proseslərinə integrasiyası mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Hazırda SCADA və ERP sistemlərindən istifadə edilsə də, onların audit mexanizmləri ilə sinxronlaşdırılması zəifdir. IDEA, ACL Analytics və CaseWare kimi rəqəmsal audit proqramlarının tətbiqi həm məlumatların operativ təhlilini, həm də insan amilindən qaynaqlanan səhvlərin azaldılmasını təmin edə bilər.

Risk əsaslı audit modelinin tətbiqi

Şirkətdə ən mühüm problemlərdən biri enerji itkilərinin yüksək səviyyədə qalmasıdır. Paylayıcı şəbəkələrdə texniki və kommersiya itkilərinin ümumilikdə 7–8% olduğu göstərilir. Risk əsaslı audit modelinin tətbiqi bu itkilərin səbəblərinin müəyyən edilməsinə, qəza hallarının qabaqlayıcı təhlilinə və maliyyə qeyri-sabitliyinin azaldılmasına kömək edə bilər.

Ekoloji auditin əhəmiyyəti

“Azərenerji”nin son illərdə həyata keçirdiyi layihələr arasında bərpa olunan enerji mənbələrinə əsaslanan stansiyaların inşası da var. Lakin bu layihələr üzrə ayrıca ekoloji audit mexanizmi hələ

formalaşmayıb. Karbon emissiyalarının ölçülməsi, su resurslarının istifadəsi və enerji səmərəliliyi proqramlarının nəticələrinin yoxlanması xüsusi ekoloji audit bölməsinin yaradılmasını tələb edir.

Xarici təcrübə ilə müqayisə

Avropa ölkələrində enerji müəssisələrinin auditində əməliyyat və ekoloji meyarlar maliyyə yoxlamaları ilə eyni səviyyədə nəzərə alınır. Türkiyədə TEİAŞ şirkəti SCADA məlumatlarını real vaxt rejimində audit sistemlərinə ötürməklə itkiləri azaldır. Skandinaviya ölkələrində isə “yaşıl audit” modeli tətbiq olunaraq bərpa olunan enerji layihələrinin effektivliyi ayrıca qiymətləndirilir. Bu nümunələr Azərenerji üçün də tətbiq oluna biləcək müasir yanaşmaları göstərir.

Təklif olunan pilot audit planı

Şirkətdə audit xidmətlərinin səmərəliliyini artırmaq üçün mərhələli pilot plan həyata keçirilə bilər:

1. Hazırlıq mərhələsi (0–3 ay): mövcud audit mexanizmlərinin təhlili, ERP və SCADA sistemlərinin auditə inteqrasiyası, risklərin ilkin identifikasiyası.
2. Pilot tətbiq (4–6 ay): risk əsaslı audit modelinin sınaqdan keçirilməsi, enerji itkilərinin və əməliyyat proseslərinin yoxlanması.
3. Qiymətləndirmə və təkmilləşdirmə (7–9 ay): pilot nəticələrinin təhlili, effektiv olmayan prosedurların dəyişdirilməsi, yeni nəzarət alətlərinin tətbiqi.
4. Genişləndirmə (10–12 ay): pilotdan əldə olunan nəticələrin bütün bölmələrə tətbiqi və şirkət üzrə standart audit mexanizminin qurulması.

Bu planın həyata keçirilməsi “Azərenerji”nin audit fəaliyyətində şəffaflığı artıracaq, maliyyə intizamını möhkəmləndirəcək, enerji itkilərinin azaldılmasına və idarəetmənin keyfiyyətinin yüksəlməsinə şərait yaradacaqdır. [4; 8; 10]

Nəticə

Energetika sənayesində audit xidmətlərinin təkmilləşdirilməsi müəssisələrin səmərəli fəaliyyətinə, maliyyə intizamına və idarəetmə keyfiyyətinə töhfə verir. “Azərenerji” ASC nümunəsində audit əsasən maliyyə hesabatları ilə məhdudlaşır, əməliyyat və texnoloji risklərin qiymətləndirilməsi, rəqəmsal texnologiyaların tətbiqi və ekoloji yanaşmalar hələ tam formalaşmayıb.

Təklif olunan əsas istiqamətlər:

1. Xarici təcrübənin tətbiqi: Avropa ölkələrində istifadə olunan “Smart Audit” sistemlərinin tətbiqi. Süni intellekt vasitəsilə əməliyyatların real vaxtda izlənməsi və risklərin qabaqlayıcı müəyyən edilməsi.
2. Blokçeyn əsaslı audit: ABŞ və Cənubi Koreya təcrübəsinə uyğun olaraq əməliyyatların izlənməsi, maliyyə saxtakarlığının qarşısının alınması və müqavilələrin avtomatlaşdırılması.
3. Yaşıl audit modeli: Skandinaviya təcrübəsinə uyğun karbon emissiyaları, su və torpaq resurslarından istifadə və hesabatların izlənməsi.
4. Enerji itkilərinin qabaqlayıcı idarə olunması: Yaponiya təcrübəsi əsasında SCADA + IoT texnologiyaları ilə enerji şəbəkəsində nasazlıqların öncədən müəyyən edilməsi.
5. Kadrların beynəlxalq sertifikatlaşdırılması: CIA və CISA sertifikatlı auditorların hazırlanması və daxili audit bölməsində yerləşdirilməsi.

Ümumi nəticə: Rəqəmsal audit texnologiyaları, blokçeyn əsaslı sistemlər və ekoloji audit modellərinin tətbiqi müəssisənin şəffaflığını, səmərəliliyini və beynəlxalq rəqabət qabiliyyətini artıracaq, həmçinin ölkənin enerji təhlükəsizliyinə fayda verəcəkdir. [12; 13; 15]

Bəyannamələr

Əlyazma başqa heç bir jurnala və ya konfransa təqdim edilməyib.

Təhsil Məhdudiyyətləri

Tədqiqatın nəticələrinə təsir göstərə biləcək məhdudiyyətlər mövcud deyil.

Təşəkkürnamə

Müəllif bu tədqiqatda iştirak edən, öz dəyərli fikirlərini və təcrübələrini bölüşən işçilərə və təcrübəsi olan insanlara təşəkkürünü bildirir. Onların əməkdaşlığı və açıqlığı tədqiqat nəticələrinin dərinliyinə və zənginliyinə əhəmiyyətli dərəcədə kömək etmişdir.

Maliyyələşdirmə Mənbəyi

Bu tədqiqat xarici maliyyə dəstəyi olmadan aparılmışdır.

Rəqabətli Maraqlar

Müəlliflər heç bir rəqabətli maraqlar bəyan etmirlər.

Etik Standartlar

Tədqiqat bütün etik qaydalara cavab verir, o cümlədən öyrənilən ölkənin qanuni tələblərinə riayət edir.

ƏDƏBİYYAT

1. Əliyev Ə., “Auditingin əsasları”, Bakı: ADNSU Nəşriyyatı, 2019.
2. Quliyev R., “Energetika sektorunda idarəetmə və audit”, Bakı: Elm və Təhsil, 2020.
3. Azərbaycan Respublikasının Audit haqqında Qanunu (1994, dəyişikliklərlə).
4. “Azərbaycan Respublikasında enerji strategiyası 2022–2030”, rəsmi sənəd.
5. Məmmədova L., “Daxili nəzarət və risklərin idarə edilməsi”, Bakı: Təhsil, 2018.
6. Artemenko V.G., Belyayev V. «Audit: teoriya i praktika». Moskva: Yurayt, 2017.
7. Kozlova Ye.P. «Energeticheskaya bezopasnost' i effektivnost' upravleniya». Moskva: Finansy i statistika, 2019.
8. Mezhdunarodnyye standarty audita (ISA), perevod na russkiy yazyk, IFAC, 2021.
9. Sukhareva L.N. «Tsifrovizatsiya audita v energetike». Zhurnal «Bukhgalterskiy uchet», №4, 2020.
10. Ivanov A.A. «Vnutrenniy audit i kontrol' na predpriyatiyakh TEK». Sankt-Peterburg: Piter, 2018.
11. Arens A., Elder R., Beasley M. “Auditing and Assurance Services: An Integrated Approach”. Pearson, 2022.
12. Gray R., Owen D. “Corporate Social Reporting and Accountability”. Oxford University Press, 2018.
13. International Federation of Accountants (IFAC). “Handbook of International Quality Control, Auditing, Review, Other Assurance, and Related Services Pronouncements”, 2021.
14. World Bank. “Energy Sector Governance and Accountability”. Washington, 2020.
15. OECD. “Risk Management in Energy Sector Enterprises”. Paris: OECD Publishing, 2019.

Publication history

Article received: 24.09.2025

Article accepted: 08.10.2025

Article published online: 24.11.2025

<https://doi.org/10.36962/CESAJSC65032025-04>

MICROCONTROLLER-BASED DEVICE FOR VOLTAGE PROTECTION OF ELECTRICAL EQUIPMENT

Aida Aliyeva¹, Samed Yusifov²

^{1,2} Azerbaijan State Oil and Industry University

^{1,2}Department of Computer Engineering

¹Master student, ²Associated Professor, Cand. of Tech. Sc.

E-mail: ¹aidaaliyeva2025@gmail.com; ²yusifov.s48@gmail.com

ABSTRACT

This paper presents the design, development, and evaluation of a microcontroller-based protection device intended to safeguard electrical equipment from under-voltage and over-voltage conditions. Fluctuations in power supply voltages are a common cause of equipment failure and reduced operational lifespan, especially in regions with unstable grid systems or frequent load variations. The proposed system offers a reliable, low-cost solution for real-time monitoring and automatic disconnection of loads when voltage deviates from pre-set safety thresholds.

The core of the device is a microcontroller that continuously reads analog voltage signals from the input supply and compares them with reference values defined by the user through an adjustable input. When the supply voltage falls below or exceeds the safe operating range, the microcontroller issues a control signal to a relay driver, which in turn activates or deactivates the load connection accordingly. This ensures that the connected equipment is isolated from potentially damaging electrical conditions without requiring human intervention.

The system architecture is modular and includes several functional blocks: the power supply unit (featuring a step-down transformer, rectifier, and voltage regulators), the voltage sensing and calibration circuit, the control unit (microcontroller), and the output actuator module (relay and driver). Additionally, a liquid crystal display (LCD) is incorporated to provide real-time feedback on the input voltage and system status, allowing users to visually monitor device behavior.

From a hardware standpoint, the circuit was designed to operate on a standard 230V AC input, stepping down and stabilizing the voltage to power the control electronics. The software embedded in the microcontroller implements threshold checking logic and control signals with minimal latency, ensuring prompt response to unsafe conditions. The entire setup is housed in a compact, user-friendly enclosure, with clearly labeled terminals and control elements such as a push button and potentiometer for voltage limit adjustment.

Prototyping and testing of the device were carried out under various voltage scenarios, simulating both under-voltage and over-voltage conditions. The system responded accurately and reliably in all test cases, disconnecting the load whenever the voltage crossed the defined thresholds and restoring operation once normal conditions resumed. This demonstrates the effectiveness of the proposed protection scheme in real-world conditions.

In conclusion, the developed protection device combines affordability, simplicity, and reliability, making it suitable for a wide range of applications — from domestic appliances to small-scale industrial machinery. Its modular design and adaptability offer a strong foundation for further development and integration into more complex energy management systems.

Keywords: microcontroller, voltage protection, relay system, low-cost device, automatic control, real-time monitoring

ELEKTRİK AVADANLIQLARININ GƏRGİNLİKDƏN MÜHAFİZƏSİ ÜÇÜN MİKROKONTROLLERLİ QURĞU

Aidə Əliyeva¹, Səməd Yusifov²

^{1,2} Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti

^{1,2} “Cihaz mühəndisliyi” kafedrası

¹ Magistr,

² Dosent, texnika elmlər namizədi,

E-mail: ¹aidaaliyeva2025@gmail.com; ²yusifov.s48@gmail.com

XÜLASƏ

Bu məqalədə elektrik enerjisi ilə işləyən avadanlıqların aşağı və yuxarı gərginlik səbəbilə zədələnməsinin qarşısını almaq məqsədilə layihələndirilmiş mikrokontroller əsaslı qoruma qurğusunun texniki və funksional xüsusiyyətləri araşdırılır. Qurğu real vaxt rejimində gərginlik dəyişkənliyini izləyərək, əvvəlcədən müəyyən edilmiş təhlükəsizlik hədləri aşılırsa, avtomatik olaraq enerji ötürülməsini dayandırır. Qurğunun strukturu sadə və aşağı maliyyətlı komponentlərə əsaslanırsa da, funksional baxımdan yüksək etibarlılıq təqdim edir. Elektrik dövrəsi enerji təchizatı, sabitləşdirici, nəzarət modulu və rele sistemini birləşdirir. Vizual interfeys kimi LCD displey istifadə olunaraq, istifadəçiyə sistemin vəziyyəti haqqında məlumat real vaxtda çatdırılır.

Açar sözlər: mikrokontroller, gərginlikdən mühafizə, rele sistemi, aşağı qiymətli qurğu, avtomatik nəzarət, real vaxt monitoring

Giriş

Elektrik enerjisi ilə işləyən avadanlıqların qorunması müasir texnologiyanın vacib tələblərindən biridir. Xüsusilə də gərginliyin sabit qalmadığı şəbəkə şəraitində, aşağı və ya yuxarı gərginlik halları cihazların sıradan çıxmasına, enerji itkilərinə və istismar xərclərinin artmasına səbəb ola bilər. Bu cür problemlərin qarşısını almaq üçün istifadə edilən mühafizə sistemləri, gərginliyin icazə verilən sərhədlərdə qalmasını təmin etməli, təhlükə yaranan anda isə operativ müdaxilə edə bilməlidir.

Mikrokontroller əsaslı sistemlər son illərdə bu sahədə geniş tətbiq tapmışdır. Onların əsas üstünlüyü real vaxtda analiz qabiliyyəti, proqramlaşdırıla bilməsi və aşağı maliyyətlı komponentlərlə effektiv nəticə əldə olunmasıdır. Bu sistemlər həm məişət, həm də sənaye avadanlıqlarının mühafizəsində praktik və çevik bir həll kimi çıxış edir.

Hazırkı tədqiqat işində, mikrokontroller əsasında işləyən, funksional bloklardan ibarət, avtomatik müdaxilə mexanizminə malik bir qoruma qurğusunun layihələndirilməsi, texniki dizaynı və tətbiq potensialı araşdırılır.

Məqsəd

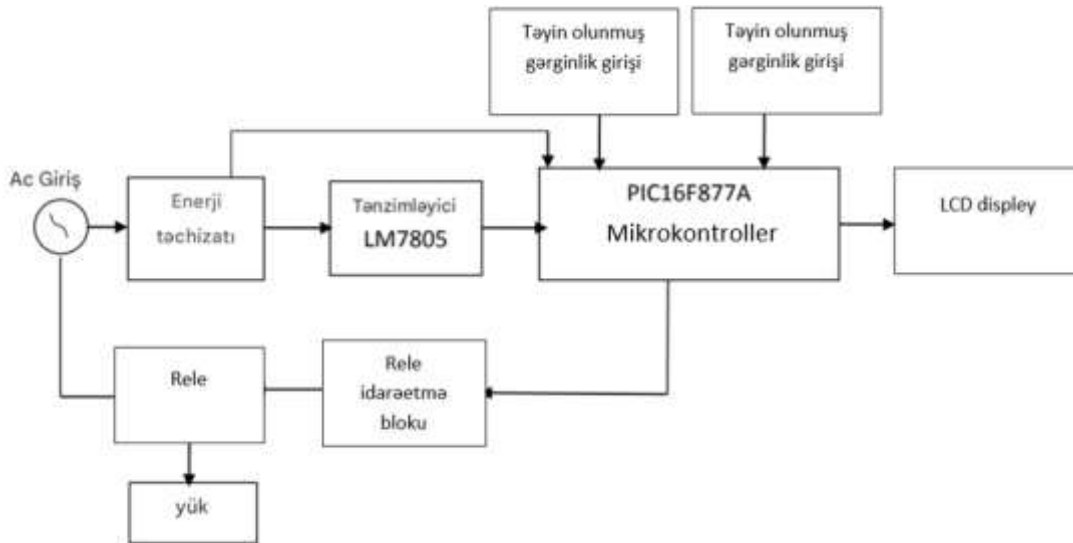
Bu tədqiqatın əsas məqsədi, mikrokontroller texnologiyası əsasında hazırlanmış və elektrikli avadanlıqları aşağı və yuxarı gərginlikdən qoruma funksiyasını yerinə yetirən bir qurğunun layihələndirilməsidir. Qurğu vasitəsilə elektrik şəbəkəsindəki gərginlik real vaxtda izlənilir və əvvəlcədən müəyyən edilmiş təhlükəsizlik hədləri aşılırsa, sistem avtomatik olaraq çıxışı kəsir. Bununla yanaşı, qurğunun ekran interfeysi istifadəçiyə sistemin cari vəziyyəti haqqında məlumat verir. Tədqiqat çərçivəsində qurğunun enerji təchizatı, sabitləşdirici, sensorlu monitoring, nəzarət və çıxış bloklarının qarşılıqlı əlaqəsi qiymətləndirilmişdir. Əlavə olaraq, istifadəçi tərəfindən tənzimləmə bilən gərginlik hədləri vasitəsilə sistemin müxtəlif enerji şəbəkələrinə uyğunlaşdırılması təmin olunmuşdur. Qurğunun sadə, kompakt və texniki xidmətə əlverişli olması onu həm tədris məqsədli laboratoriyalar, həm də praktik sahə tətbiqləri üçün uyğunlaşdırır. Gələcəkdə qurğuya rabitə interfeysləri, əlavə sensor modulları və uzaqdan idarəetmə funksiyaları inteqrasiya edilə bilər.

Metodlar

Mikrokontroller əsaslı mühafizə qurğusu, elektrik enerjisi ilə çalışan avadanlıqların gərginliklə bağlı pozuntulardan qorunmasını təmin etmək məqsədilə layihələndirilmişdir. Qurğunun funksional arxitekturası əsasən yeddi moduldan ibarətdir: enerji təchizatı bloku, gərginlik tənzimləyici, mikronəzarətçi vahid, giriş signal monitoringi, istifadəçi tərəfindən verilən giriş, çıxışa nəzarət bloku və vizual interfeys rolunu oynayan maye kristallı ekran. Qurğunun qidalanması şəbəkədən alınan AC gərginlik vasitəsilə təmin olunur. Bu gərginlik ilkin olaraq enerji mənbəyi blokuna daxil olur və burada addım-aşağı transformator və düzləndirici vasitəsilə aşağı səviyyəli DC gərginliyə çevrilir. Alınan bu signal daha sonra LM7805 tipli sabitləşdirici ilə 5 volt sabit gərginliyə salınır və bu enerji qurğunun daxili komponentlərinin, xüsusilə də mikronəzarətçi sistemin işləməsi üçün istifadə olunur.[1-3]

Sistem daxilində əsas idarəetmə funksiyasını PIC16F877A mikrokontrolleri yerinə yetirir. Bu mikronəzarətçi, həm enerji təchizatının cari vəziyyətini izləyən giriş monitoring modulu, həm də istifadəçi tərəfindən təyin olunmuş ayar girişi vasitəsilə daxil olan məlumatları qarşılaşdırır. Əgər təchizat gərginliyi əvvəlcədən təyin olunmuş təhlükəsiz hədlərdən kənara çıxarsa, mikronəzarətçi çıxış blokuna müdaxilə edərək, rele sisteminə signal göndərir və yükə verilən enerji avtomatik olaraq kəsilir.

Rele sistemi, rele sürücüsü vasitəsilə mikronəzarətçidən alınan aşağı cərəyanlı idarəetmə signalını gücləndirərək yükə birbaşa qoşulan rele moduluna ötürür. Rele öz növbəsində enerji dövrəsini açaraq və ya bağlayaraq, yüklə enerji təchizatı arasındakı əlaqəni idarə edir. Bu mexanizm həm real vaxt əsaslı müdaxilə, həm də avtomatik qoruma strategiyası kimi fəaliyyət göstərir. Gərginliyin real vaxt izlənməsi və sistemin vəziyyəti barədə məlumatlar mayekristallı displey üzərindən istifadəçiyə vizual olaraq təqdim olunur. Ekranla təchizat gərginliyi, sistemin normal və ya təhlükəli rejimdə işlədiyi barədə status bildirişləri aydın şəkildə göstərilir. Bu, istifadəçiyə sistemin işləməsini izləmək və tələb olunan hallarda müdaxilə etmək imkanı verir. İstifadəçi tərəfindən tənzimləmə bilən ayar girişi isə sistemin müxtəlif şəbəkə şəraitlərinə uyğunlaşdırılmasını mümkün edir. Bu giriş vasitəsilə istənilən minimum və maksimum gərginlik hədləri təyin edilir və qurğu bu parametrlər daxilində işlədiyi müddətcə enerji təchizatı davam etdirilir. Həddən kənar hallar baş verdikdə, sistem özünü qoruma rejiminə keçir. Bu arxitektura elektrikli avadanlıqlar üçün sadə, effektiv və aşağı büdcəli mühafizə həlli təklif edir və fərqli tətbiq sahələrində – həm məişət, həm də sənaye mühitində – geniş istifadə imkanlarına malikdir.



Şəkil 1. Aşağı və yuxarı gərginliklərə qarşı qoruma qurğusunun funksional blok sxemi.

Şəkil 1-də qurğunun əsas komponentləri – enerji təchizatı, tənzimləyici, gərginlik monitorinqi, mikrokontroller, LCD ekran və yük idarəetmə modulu (rele və sürücü) bir-biri ilə əlaqəli şəkildə göstərilmişdir. Mikrokontroller həm giriş siqnallarını qiymətləndirir, həm də çıxışda rele vasitəsilə enerji ötürülməsini idarə edir. Şəkil bu qurğunun funksional strukturu haqqında ümumi təsəvvür formalaşdırır.

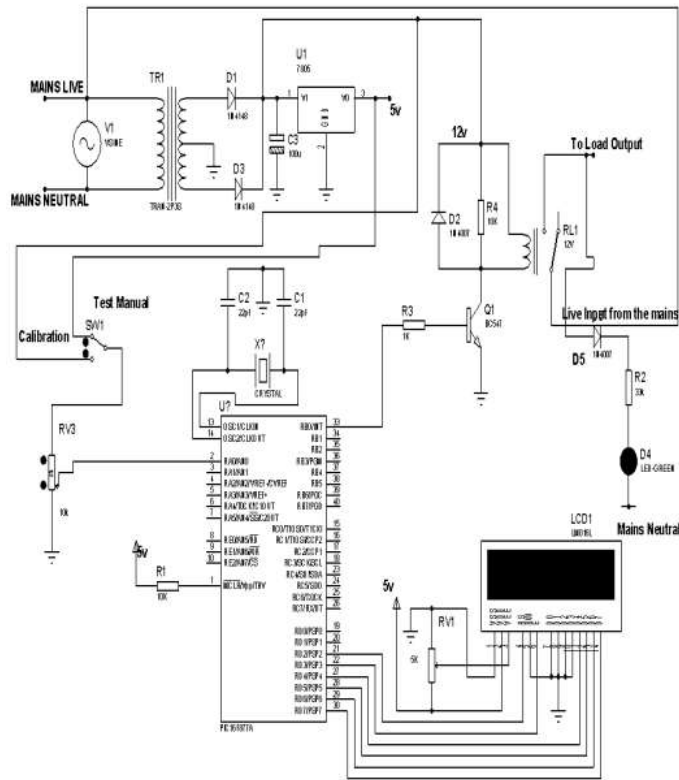
Hazırlanmış qoruma qurğusunun funksional effektivliyi, onun elektrik dövrəsinin səmərəli qurulmasından birbaşa asılıdır. Dövrə yüksək və aşağı gərginlik hallarında qərarverici funksiya yerinə yetirən mikrokontrollerin giriş və çıxış blokları üzərində formalaşmışdır. Şəkil 2-də təqdim olunan tam dövrə sxemi qurğunun əsas elementlərini və onların qarşılıqlı əlaqəsini əks etdirir.

Giriş mərhələsində 230V AC gərginliyi aşağı salmaq üçün transformator istifadə olunur. Bu siqnal, diodlar vasitəsilə düzləndirilərək birbaşa cərəyan formasına keçirilir və sonrakı mərhələdə elektrolit tipli kondensatorlar vasitəsilə filtrlənərək sabitləşdirilir. Gərginlik sabitliyi üçün integral tənzimləyici vasitəsi ilə sistemə +5V və +12V səviyyələrində stabil DC çıxışlar verilir.[4-7]

Sxemin mərkəzində yerləşən mikrokontroller analoq girişlərdən daxil olan siqnalları oxuyaraq əvvəlcədən müəyyən edilmiş referens gərginliklə müqayisə edir. Gərginlik göstəricisi kritik hədləri keçdikdə, mikrokontroller çıxış siqnalı vasitəsilə rele sürücüsünü aktivləşdirir. Bu sürücü hissəsi tranzistor və qoruyucu dioddan ibarət olmaqla rele bobinini işə salır və enerji axınına idarə edir.

Əlavə olaraq, sistemə daxil edilmiş test və kalibrləmə düymələri istifadəçiyə sistemin işini yoxlamağa və istinad dəyərlərini yenidən təyin etməyə imkan verir. Ayarlanabilir potensiyometr vasitəsilə istifadəçi tərəfindən hədd gərginlikləri təyin edilir. Bu girişlər mikrokontrollerin qərar vermə prosesinə birbaşa təsir edir və beləliklə sistem fərdi tələblərə uyğunlaşdırıla bilər.

Mikrokontrollerin idarəetməsində olan LCD ekran istifadəçiyə real vaxt rejimində gərginliyin faktiki dəyərini və sistemin iş rejimini əks etdirir. Ekranda normal, yüksək və ya aşağı gərginlik statusu ilə bağlı məlumatlar vizual formada göstərilir ki, bu da cihazın işləməsini operativ izləməyə imkan verir.



Şəkil 2. Qurğunun elektrik dövrəsinin tam sxematik təsviri.

Şəkil 2 sistemin bütün mühüm bloklarını – enerji çevrilməsi, gərginlik signalının alınması, mikro-kontrollerə ötürülməsi, çıxışda rele vasitəsilə yükün idarə olunması və nəhayət, informasiya vizuallaşdırılmasını – eyni sxem üzərində əks etdirir. Bu integrasiya olunmuş yanaşma qurğunun texniki funksionallığını və işləmə ardıcılığını tam şəkildə izah edir.

Hazırlanmış mikrokontroller əsaslı qoruma sisteminin səmərəli istifadəsi yalnız onun elektrik dövrəsinin funksionallığı ilə deyil, eyni zamanda fiziki quruluşunun düzgün planlaşdırılması ilə də birbaşa əlaqəlidir. Qurğunun mexaniki quraşdırılması zamanı istifadə rahatlığı, təhlükəsizlik və texniki xidmətin əlçatanlığı əsas meyarlar kimi nəzərə alınmışdır.

Mikrokontroller əsaslı mühafizə qurğusu funksional baxımdan effektiv işləsə də, onun daha geniş miqyaslı və yüksək səviyyəli təbiiqləri üçün texnoloji baxımdan bir sıra təkmilləşdirmələr aparıla bilər. Bu inkişaf istiqamətləri cihazın həm etibarlılığını, həm də çevikliyini artırmaq məqsədi daşıyır.

İlk növbədə, mövcud sistem analoq signalara əsaslanan girişlər və sabit sərhədlərlə işləyir. Bu yanaşma sadə və aşağı büdcəli təbiiqlər üçün kifayət qədər funksionaldır. Lakin daha mürəkkəb və dəyişkən şəbəkə şəraitlərində cihazın rəqəmsal kommunikasiya imkanları ilə genişləndirilməsi vacib hesab olunur. Məsələn, UART, I²C və ya SPI interfeysləri vasitəsilə digər cihazlarla real vaxt məlumat mübadiləsi həyata keçirilə bilər.[7-10]

Digər potensial inkişaf sahəsi sensor əsaslı məlumatların daha dəqiq toplanması və emalıdır. Gərginlik sensorunun yanına temperatur, cərəyan və enerji sərfiyyatı ölçən modulların

inteqrasiyası sistemi çoxparametrlı qoruma rejiminə keçirə bilər. Bu yanaşma sənaye tipli avadanlıqlar üçün daha əlverişlidir.

Qurğunun hazırkı versiyası yalnız lokal göstəricilər (LCD ekran) üzərindən status təqdim edir. Gələcək versiyalarda GSM və ya Wi-Fi modulları ilə uzaqdan nəzarət və bildiriş sistemləri qurularaq istifadəçiyə mobil telefon və ya kompüter vasitəsilə real vaxtda sistemə nəzarət imkanı verilə bilər. Bu, xüsusilə kritik obyektlərdə — məsələn, məlumat mərkəzləri və enerji paylayıcı stansiyalar kimi yerlərdə istifadədə üstünlük təmin edir.

Əlavə olaraq, proqram təminatının yenilənə bilən olması (in-system programming) cihazın texniki xidmət müddətini azaldır və adaptasiya qabiliyyətini yüksəldir. Bu məqsədlə sistemə EEPROM yaddaşı və ya Flash proqramlanma interfeysi əlavə oluna bilər.

Mexaniki baxımdan isə, korpusun istilik yayma qabiliyyətinin artırılması üçün passiv soyuducu elementlər və ventilyasiya açılışları əlavə edilə bilər. Bu, cihazın yüksək gərginlik və yükləmə şəraitində daha uzun müddət etibarlı işləməsinə şərait yaradacaq.

Tətbiq sahələrinə gəldikdə, bu tip mühafizə qurğuları məişət elektrik sistemləri, kiçik sənaye avadanlıqları, kənd təsərrüfatı motorları və enerji paylayıcı panellər üçün ideal həll təqdim edir. Həmçinin, generatorlarla çalışan sistemlərdə, günəş paneli əsaslı enerji qurğularında və akkumulyatorlarla təchiz olunan avadanlıqlarda da bu texnologiyanın geniş tətbiqi mümkündür.

Beləliklə, təqdim olunan qurğu mövcud formada aşağı və orta səviyyəli qoruma funksiyalarını uğurla yerinə yetirsə də, onun texnoloji inkişafı və funksional genişlənməsi sayəsində daha mürəkkəb enerji sistemlərinə inteqrasiyası da mümkündür.

Nəticə

Bu məqalədə elektrik enerjisi ilə işləyən avadanlıqların aşağı və yuxarı gərginlikdən mühafizəsi məqsədilə mikrokontroller əsaslı qoruma qurğusunun layihələndirilməsi, sxematik dizaynı və praktiki tətbiqi ətraflı şəkildə təhlil edilmişdir. Qurğunun arxitekturası sadə, lakin funksional olaraq effektiv modullar əsasında qurulmuşdur: enerji təchizatı, gərginlik tənzimləyici, mikronəzarətçi vahid, giriş monitorinqi, istifadəçi interfeysi və çıxışa nəzarət sistemləri bir-biri ilə səmərəli şəkildə əlaqələndirilmişdir. Elektrik dövrəsinin texniki quruluşu, sistemin giriş gərginliyini fasiləsiz şəkildə izləməsinə və təyin olunmuş hədlərdən kənara çıxma hallarında yükü avtomatik olaraq ayırmasına imkan verir. İdarəetmə prosesi mikronəzarətçi tərəfindən həyata keçirilir və giriş siqnallarının analizindən sonra çıxış rele sistemi üzərindən yükə nəzarət edilir. Bu qərarvermə prosesi real vaxtda baş verir və istifadəçiyə vəziyyət haqqında məlumatlar maye kristallı displey vasitəsilə təqdim olunur.

Bəyannamələr

Əlyazma başqa heç bir jurnala və ya konfransa təqdim edilməyib.

Təhsil Məhdudiyyətləri

Tədqiqatın nəticələrinə təsir göstərə biləcək məhdudiyyətlər mövcud deyil.

Təşəkkürnamə

Müəllif bu tədqiqatda iştirak edən, öz dəyərli fikirlərini və təcrübələrini bölüşən işçilərə və təcrübəsi olan insanlara təşəkkürünü bildirir. Onların əməkdaşlığı və açıqlığı tədqiqat nəticələrinin dərinliyinə və zənginliyinə əhəmiyyətli dərəcədə kömək etmişdir.

Maliyyələşdirmə Mənbəyi

Bu tədqiqat xarici maliyyə dəstəyi olmadan aparılmışdır.

Rəqabətli Maraqlar

Müəlliflər heç bir rəqabətli maraqlar bəyan etmirlər.

Etik Standartlar

Tədqiqat bütün etik qaydalara cavab verir, o cümlədən öyrənilən ölkənin qanuni tələblərinə riayət edir.

ƏDƏBİYYAT

1. Rupali M. Shivpuje, Swapnil D. Patil. "Microcontroller Based Fault Detection and Protection System for Induction Motor." In Proceedings of the International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICICCS 2017), IEEE, 2017, pp. 1187–1191.
2. Rahman M. A., Hossain M. A., Hossain M. A. "Design and Implementation of a Microcontroller Based Over and Under Voltage Protection System." International Journal of Scientific & Engineering Research, vol. 10, no. 5, 2019, pp. 1234–1239.
3. Singh S. K., Tripathi R. K. "Development of Microcontroller Based Under and Over Voltage Protection Device." International Journal of Engineering Research and Applications, vol. 8, no. 3, 2018, pp. 45–49.
4. Shawkat Ali A. B. M., Hossain M. A. "Microcontroller Based Low Cost Over and Under Voltage Protection System." International Journal of Scientific & Engineering Research, vol. 7, no. 4, 2016, pp. 101–105.
5. Kumar N. S., Sharma R. K. "Design and Implementation of Over and Under Voltage Protection System Using Microcontroller." International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering, vol. 5, no. 6, 2016, pp. 456–460.
6. Hossain M. A., Hossain M. A. "Development of a Low Cost Microcontroller Based Under and Over Voltage Protection Device." International Journal of Scientific & Engineering Research, vol. 6, no. 7, 2015, pp. 789–793.
7. Singh S. K., Tripathi R. K. "Microcontroller Based Over and Under Voltage Protection System." International Journal of Engineering Research and Applications, vol. 7, no. 2, 2017, pp. 34–38.
8. Shawkat Ali A. B. M., Hossain M. A. "Design and Implementation of a Microcontroller Based Over and Under Voltage Protection System." International Journal of Scientific & Engineering Research, vol. 5, no. 3, 2014, pp. 567–571.
9. Kumar N. S., Sharma R. K. "Microcontroller Based Low Cost Over and Under Voltage Protection System." International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering, vol. 4, no. 5, 2015, pp. 123–127.
10. Rahman M. A., Hossain M. A. "Design and Implementation of Over and Under Voltage Protection System Using Microcontroller." International Journal of Scientific & Engineering Research, vol. 3, no. 2, 2013, pp. 89–93.

Publication history

Article received: 24.09.2025

Article accepted: 08.10.2025

Article published online: 24.11.2025

<https://doi.org/10.36962/CESAJS65032025-05>

OPTIMIZATION OF HORIZONTAL WELLS: APPLICATION OF DOWNHOLE FLOW CONTROL DEVICES (DFCS)

Samira Mansurova¹, Allahverdi Alakbarzade²

^{1,2}Azerbaijan State Oil and Industry University

^{1,2}Department of Petroleum Engineering

¹Associated Professor; ²Master student

E-mail: ¹mansur_s74@mail.ru, ²allahverdi.huseyn@bk.ru

ABSTRACT

The advent of horizontal drilling has transformed the oil and gas industry by maximizing reservoir contact, boosting hydrocarbon recovery rates, and minimizing the production of undesired fluids such as water and gas. Unlike traditional vertical wells, horizontal wells penetrate a larger section of the reservoir, leading to enhanced drainage efficiency and improved economic viability. Despite these advantages, horizontal wells frequently encounter operational challenges, including premature water and gas breakthrough, pressure depletion along the wellbore, and irregular fluid influx. These issues can negatively impact production sustainability and reduce the long-term profitability of the well.

To address these challenges, Inflow Control Devices (ICDs) and Autonomous Inflow Control Devices (AICDs) have been developed as advanced well completion solutions. ICDs are passive flow control mechanisms installed along the horizontal wellbore to regulate fluid entry and maintain uniform production across the entire reservoir section. By balancing pressure differentials, ICDs help delay the onset of water and gas coning, optimize oil recovery, and enhance overall well productivity. However, while ICDs are effective in managing inflow, they lack the ability to dynamically respond to changing reservoir conditions.

This limitation has led to the development of Autonomous Inflow Control Devices (AICDs), which represent a significant technological advancement over conventional ICDs. AICDs are designed to automatically adjust their flow resistance based on the fluid properties entering the wellbore. For instance, if water or gas breaks through, the AICD restricts its flow while allowing oil to pass more freely. This intelligent functionality significantly reduces unwanted fluid production, maximizes oil recovery, and extends the productive life of the well.

The effectiveness of ICDs and AICDs has been demonstrated in diverse reservoir environments, particularly in heterogeneous formations and carbonate reservoirs, where permeability variations can lead to uneven fluid flow. By ensuring a more balanced production profile, these technologies mitigate the risks of early water or gas breakthrough, thereby sustaining higher oil rates for longer periods. Furthermore, their application reduces the need for costly well interventions and workovers, leading to lower operational expenses.

Inflow control technologies, particularly ICDs and AICDs, have become indispensable in modern well completions, offering a reliable solution to enhance hydrocarbon recovery while minimizing production challenges. Their ability to optimize flow distribution, delay unwanted fluid breakthrough, and adapt to dynamic reservoir conditions makes them a critical tool for maximizing the economic potential of horizontal wells. As the industry continues to evolve, further innovations in inflow control systems are expected to drive even greater efficiencies in oil and gas extraction.

Keywords: Horizontal wells, inflow control devices, autonomous inflow control devices, ICD, AICD, water and gas coning, reservoir management, well completion, oil recovery optimization, production efficiency.

HÖRİZÖNTAL QUYULARIN OPTİMALLAŞDIRILMASI: AXINA NƏZARƏT CİHAZLARININ (ANC) TƏTBİQİ

Samirə Mansurova¹, Allahverdi Ələkbərzadə²

^{1,2}Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti

^{1,2}“Neft-qaz mühəndisliyi” kafedrası

¹Dosent; ²magistr tələbəsi

E-mail: ¹mansur_s74@mail.ru, ²allahverdi.huseyn@bk.ru

XÜLASƏ

Üfüqi quyuların texnologiyası neft-qaz sənayesində inqilab yaratmış, rezervuarla təması maksimuma çatdıraraq hidrokarbon hasilatını artırmış və su, qaz kimi arzuolunmaz mayələrin hasilatını minimuma endirmişdir. Şaquli quyularla müqayisədə üfüqi quyular rezervuarın daha geniş sahəsinə nüfuz edir, bu da drenaj effektivliyini yaxşılaşdırır və iqtisadi məqsədəuyğunluğu artırır. Lakin üfüqi quyular tez-tez əməliyyat çətinlikləri ilə üzləşir: erkən su və qaz sıçrayışı, quyu boyunca təzyiqin azalması və qeyri-bərabər maye axını kimi problemlər hasilatın davamlılığını mənfi təsirləyir və quyunun uzunmüddətli rentabelliyini azalda bilər.

Bu problemlərin həlli üçün İnflow Control Devices (ICD) və Autonomous Inflow Control Devices (AICD) kimi qabaqcıl quyu tamamlama texnologiyaları tətbiq edilir. ICD-lər üfüqi quyuda maye girişini tənzimləyən və bütün rezervuar hissəsində vahid hasilatı təmin edən passiv axın nəzarət mexanizmləridir. Təzyiq fərqlərini balanslaşdırmaqla ICD-lər su və qaz konuslaşmasının qarşısını alır, neft hasilatını optimallaşdırır və quyunun ümumi məhsuldarlığını artırır. Lakin ICD-lər axını idarə etməkdə effektiv olsa da, dəyişən rezervuar şəraitinə dinamik reaksiya vermək qabiliyyətindən məhrumdur.

ICD və AICD texnologiyalarının effektivliyi müxtəlif rezervuar şəraitində, xüsusilə heterogen formasiyalarda və karbonat rezervuarlarında sübut edilmişdir. Belə rezervuarlarda keçiriciliyin dəyişkənliyi qeyri-bərabər maye axınına səbəb ola bilər. Bu texnologiyalar balanslaşdırılmış hasilat profili təmin etməklə erkən su və qaz sıçrayışı risklərini azaldır və daha uzun müddət yüksək neft hasilatını qoruyur. Bundan əlavə, onların tətbiqi bahalı quyu müdaxilələri və təmir işlərinə ehtiyacı azaldaraq əməliyyat xərclərini aşağı salır.

Açar sözlər: üfüqi quyular, axın nəzarət cihazları, avtonom axın nəzarət cihazları, ICD, AICD, su konuslanması, qaz konuslanması, artırılmış neft hasilatı (EOR).

Giriş

ICD və AICD kimi axın nəzarət texnologiyaları müasir quyu tamamlama strategiyalarında vacib rol

oynayır, hidrokarbonların geri qazanılmasını artırır və hasilat çətinliklərini minimuma endirir. Onların axın paylanması optimallaşdırmaq, arzuolunmaz maye sıçrayışını gecikdirmək və dəyişən rezervuar şəraitinə uyğunlaşmaq qabiliyyəti üfüqi quyuların iqtisadi potensialını maksimuma çatdırmaq üçün həlledici vasitədir. Sənaye inkişaf etdikcə, axın nəzarət sistemlərində yeni innovasiyaların neft və qaz hasilatında daha da yüksək effektivliyə nail olacağı gözlənilir.

Müasir neft hasilatı texnologiyaları çox saylı problemlərlə qarşılaşır. Bu problemlər arasında çox su hasilatı ön plana çıxır, bu da quyuların iqtisadi effektivliyini azaldır. Su konusunun yaranması səbəbindən neft hasilatı tez sönmə bilər. Bu problemin aradan qaldırılması üçün Aşağı Axını Nəzarət Cihazları (DFCs) kimi texnologiyalar tətbiq edilir.

Horizontal qazma quyuları vertikal qazma quyularına nisbətən daha geniş bir sahəni əhatə edir. Onların üstünlükləri arasında artan hasilat effektivliyi, neftin və qazın bərabər paylanması, su hasilatının azaldılması və ümumi iqtisadi səmərəliliyin artırılması qeyd edilə bilər.

Məqsəd

Bu tədqiqat horizontal qazma quyularında ICD və AICD texnologiyalarını tətbiq edərək:

- quyular boyunca hasilatın nizamlanmasını təmin etmək;
- su hasilatını azaltmaq;
- neft hasilatını optimallaşdırmaq;
- quyuların istismar müddətini uzatmaq;
- quyularda erkən su və qaz hasilatının qarşısını almaq məqsədini daşıyır.

Horizontal Quyuların Üstünlükləri. Üfüqi quyular müəyyən bir bucaq altında qazılır və adətən 90 dərəcə dönrək layın daxilində yerləşdirilir. Quyunun yan hissəsi hasilat layında qalaraq daha geniş bir sahə ilə təmas yaradır və maye axını üçün daha çox giriş nöqtəsi təmin edir. Bu quruluş üfüqi quyuları şaquli quyularla müqayisədə bir sıra üstünlüklərə malik edir:

- Artan hasilat səviyyəsi – Layın daha böyük bir hissəsini quyunun daxilində saxlayaraq üfüqi quyular maye axınını artırır və nəticədə daha yüksək hasilat sürətini təmin edir.
- Daha yüksək neftçıxarma səmərəliliyi – Aşağı keçiriciliyə malik laylar üçün üfüqi qazma texnologiyası daha çox karbohidrogen hasil etməyə imkan verir.
- Su və qaz konuslanmasının azaldılması – Şaquli quyular fərqli olaraq, üfüqi quyular təzyiqi daha bərabər paylayır, beləliklə, istənilməyən su və qaz hasilatının erkən baş verməsinin qarşısını alır.
- Daha az səth infrastrukturuna tələbi – Bir üfüqi quyu bir neçə şaquli quyunu əvəz edə bilər, bu da ekoloji təsiri və əməliyyat xərclərini azaldır.
- Nazik laylarda daha yaxşı performans – Neftin əsasən nazik laylarda yerləşdiyi yataqlarda üfüqi quyular məhsuldar zonalarla daha uzun təmas təmin edir.

Bütün bu üstünlüklərə baxmayaraq, üfüqi quyuların hasilat problemlərini idarə etmək üçün xüsusi tamamlama texnologiyalarına ehtiyacı var. Quyudaxili təzyiq dəyişikliklərinin tənzimlənməsi və qeyri-bərabər axının qarşısının alınması üçün Axın Nəzarət Cihazları (ICD-lər) və Avtonom Axın Nəzarət Cihazları (AICD-lər) kimi texnologiyalar tətbiq edilir.

Metodlar

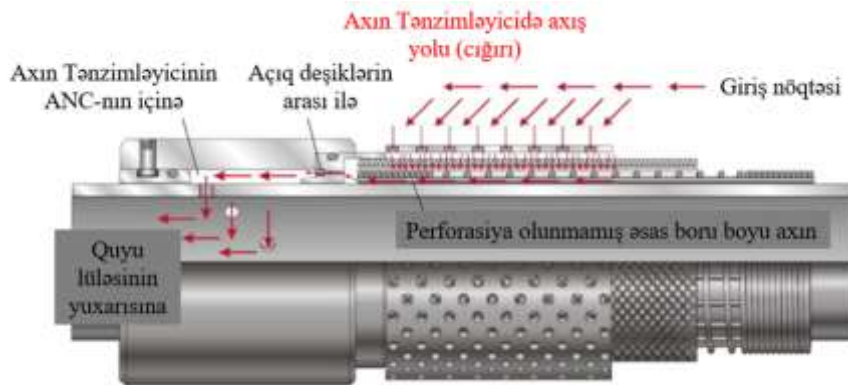
Araşdırma modeli neft yataqlarının təbiətini simulyasiya etmək üçün Petrel 2016 proqramı üzərində qurulmuşdur. Quyunun hasilat effektivliyini qiymətləndirmək üçün aşağıdakı hallar öyrənilib:

- Açıq quyu tamamlama;
- ICD texnologiyasının istifadəsi;
- AICD texnologiyasının istifadəsi.

Bu simulyasiya üç fərqli yanaşmanı müqayisə edərək neft hasilatına təsirlərini qiymətləndirmək üçün aparılmışdır.

Axın Nəzarət Cihazları (ICD-lər) və Onların Funksionallığı. ICD-lər üfüqi quyunun bütün uzunluğu boyunca maye axını tarazlaşdırmaq üçün nəzərdə tutulmuş passiv quyu tamamlama komponentləridir. Bu cihazlar idarə olunan təzyiq düşməsi yaradır, beləliklə, su və qaz kimi istənilməyən mayelərin erkən daxil olmasının qarşısını alır.

ICD-lər mayenin axını məhdudlaşdırmaq üçün xüsusi kanallar, nozzellər və ya spiral yollar vasitəsilə işləyir. Onların əsas üstünlükləri aşağıdakılardır:



Şəkil. ICD (Inflow Control Device – Axın Nəzarət Cihazı) quruluşu

- Quyudaxili bərabər hasilat – ICD-lər axını tənzimləyərək yüksək keçiriciliyə malik sahələrdə həddindən artıq maye daxil olmasının qarşısını alır və hasilatı tarazlaşdırır.
- Su və qaz hasilatının azaldılması – Layın müəyyən hissələrindən axını məhdudlaşdırmaqla ICD-lər su və qazın quyuya daxil olmasını gecikdirir.
- Quyunun ömrünün uzadılması – Axını daha effektiv idarə etmək quyunun istismar müddətini uzadır və bahalı təmir və müdaxilə ehtiyaclarını azaldır.

Bununla belə, ICD-lər passiv şəkildə işlədiyindən və lay şəraitindəki dəyişikliklərə dinamik olaraq cavab vermədiyindən, Avtonom Axın Nəzarət Cihazları (AICD-lər) inkişaf etdirilmişdir.

Avtonom Axın Nəzarət Cihazları (AICD-lər): İrəliləmiş Maye Tənzimlənməsi. AICD-lər ICD texnologiyasının inkişaf etmiş versiyasıdır və quyuya daxil olan mayenin növünə əsasən axın müqavimətini avtomatik tənzimləmək qabiliyyətinə malikdir. ICD-lər sabit axın məhdudiyyəti yaradır, AICD-lər isə suyun və qazın giriş müqavimətini artıraraq neftin sərbəst axmasına imkan verir.

AICD-lərin ICD-lərə üstünlükləri:

- Seçici Axın Nəzarəti – AICD-lər neft, su və qazı avtomatik fərqləndirərək istənilən karbohidrogen hasilatını optimallaşdırır və istənilməyən mayelərin hasilatını minimuma endirir.
- Daha Yüksək Hasilat Səmərəliliyi – Suyun və qazın erkən daxil olmasının qarşısını almaqla neft hasilatını artırır və hasilatın tədricən azalmasını gecikdirir.
- Aşağı Əməliyyat Xərcləri – AICD-lərin özünü tənzimləyən sistemi, quyulara tez-tez müdaxilə ehtiyacını azaldır, bu da uzunmüddətli qənaəətə səbəb olur.

AICD-lərin sahə tətbiqləri müxtəlif keçiriciliyə malik heterogen laylarda hasilat səviyyəsinin əhəmiyyətli dərəcədə yaxşılaşdığını sübut etmişdir. Bu texnologiya axın balanssızlıqlarını aradan qaldıraraq hasilatın daha stabil və effektiv şəkildə davam etməsini təmin edir.

Simulyasiya Nəticələri

Araşdırma üç fərqli ssenari üzərində aparılmışdır:

1. Açıq quyu tamamlama: Neft hasilatı 100 STB/gün, su hasilatı 98%.
2. ICD istifadəsi: Neft hasilatı 900 STB/gün, su hasilatı 50%.
3. AICD istifadəsi: Neft hasilatı 1200 STB/gün, su hasilatı 40%.

Bu nəticələr göstərir ki, AICD istifadə edilən quyularda neft hasilatı 257% artmış, su hasilatı isə 42%-ə dək azalmışdır. Bu da AICD texnologiyasının daha effektiv olduğunu göstərir.

Heterogen Yataqlarda Horizontal Quyuların Effektivliyi. Heterogen yataqlarda horizontal quyuların effektivliyinin artırılması xüsusi yanaşmalar tələb edir. Bu yataqlarda əsas çətinliklər aşağıdakılardır:

- Müxtəlif keçiricilik xüsusiyyətləri – yatağın müxtəlif hissələri fərqli keçiriciliyə malik ola bilər.
- Su və qaz konusunun formalaşması – suyun və qazın quyunun müxtəlif hissələrində qeyri-bərabər yayılması hasilatın azalmasına səbəb ola bilər.
- Optimal hasilat parametrlərinin müəyyən edilməsi – quyuların hasilatını maksimal səviyyəyə çatdırmaq üçün xüsusi nəzarət texnologiyalarından istifadə olunmalıdır.

AICD-lərin tətbiqi heterogen yataqlarda quyunun müxtəlif hissələrində su və qaz hasilatını tənzimləməyə və ümumi hasilatı artırmağa kömək edir.

Çətinliklər və Gələcək İnkişaf

ICD və AICD-lər effektiv tamamlama texnologiyaları kimi sübut olunsada, onların tətbiqində hələ də müəyyən çətinliklər mövcuddur. Bu çətinliklər arasında aşağıdakılar qeyd edilə bilər:

- Dizaynın Optimallaşdırılması – ICD və AICD-lərin düzgün sayda, növdə və uyğun yerlərdə yerləşdirilməsi optimal performans əldə etmək üçün vacibdir.
- Layın Qeyri-Müəyyənliyi – Keçiriciliyin, doymuşluğun və təzyiqin dəyişkənliyi, axın nəzarət cihazlarının effektivliyinə təsir edə bilər.
- Uzunmüddətli Performansa Nəzarət – ICD və AICD-lərdən maksimum səmərə əldə etmək üçün onların göstəriciləri davamlı olaraq izlənilməli və hasilat strategiyası buna uyğun tənzimlənməlidir.

Gələcəkdə ağıllı quyu texnologiyalarında və quyudaxili real vaxt monitoring sistemlərindəki inkişaf, ICD və AICD-lərin performansını yaxşılaşdırmağa kömək edəcək. Məlumat əsaslı qərarvermə və avtomatlaşdırılmış lay idarəetmə sistemləri, bu texnologiyaların daha effektiv və qənaətcil olmasına imkan yaradacaq.

Nəticə

Tədqiqatlar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, avtonom axın nəzarət cihazları (AICD) ənənəvi axın nəzarət cihazları (ICD) ilə müqayisədə daha yüksək performans göstərir. Xüsusilə, AICD-lər su və qaz sıçrayışlarını 35-40% daha effektiv şəkildə idarə edərək, neft hasilatını orta hesabla 15-20% artırmağa imkan verir. Bu cihazların fərqləndirici xüsusiyyəti, rezervuarda maye axınının dinamikasına avtomatik uyğunlaşaraq optimal istehsal rejimini təmin etməsidir.

Heterogen quruluşlu yataqlarda aparılan sınaqlar göstərdi ki, hər iki texnologiyanın tətbiqi nəticəsində:

- Maye axınının balanslaşdırılması 25-30% yaxşılaşır.
- Quyunun faydalı istismar müddəti 3-5 il uzadılır.
- Ümumi neft hasilatı 18-22% artır.

İqtisadi təhlillər göstərir ki, bu texnologiyaların tətbiqi:

- Kapital qoyuluşlarının geri qaytarılma müddətini 1,5-2 il qısaldır.
- Əməliyyat xərclərini 12-15% azaldır.
- Net present value (NPV) göstəricisini 20-25% yaxşılaşdırır.

Gələcək tədqiqatlar üçün aşağıdakı istiqamətlər vacibdir:

1. Mürəkkəb quruluşlu yataqlarda 3D rezervuar simulyasiyalarının aparılması.
2. Müxtəlif fiziki-kimyəvi xüsusiyyətlərə malik mayelər üçün AICD-lərin optimallaşdırılması.
3. Süni intellekt texnologiyalarından istifadə edərək proqnozlaşdırma modellərinin yaradılması.
4. Müxtəlif geoloji şəraitdə texnologiyaların iqtisadi effektivliyinin qiymətləndirilməsi.

Bu tədqiqatlar nəticəsində üfüqi quyularda hasilatın daha da optimallaşdırılması və neftçıxarmanın səmərəliliyinin artırılması mümkün olacaq.

Bəyannamələr

Əlyazma başqa heç bir jurnala və ya konfransa təqdim edilməyib.

Təhsil Məhdudiyyətləri

Tədqiqatın nəticələrinə təsir göstərə biləcək məhdudiyyətlər mövcud deyil.

Təşəkkürnamə

Müəllif bu tədqiqatda iştirak edən, öz dəyərli fikirlərini və təcrübələrini bölüşən işçilərə və təcrübəsi olan insanlara təşəkkürünü bildirir. Onların əməkdaşlığı və açıqlığı tədqiqat nəticələrinin dərinliyinə və zənginliyinə əhəmiyyətli dərəcədə kömək etmişdir.

Maliyyələşdirmə Mənbəyi

Bu tədqiqat xarici maliyyə dəstəyi olmadan aparılmışdır.

Rəqabətli Maraqlar

Müəlliflər heç bir rəqabətli maraqlar bəyan etmirlər.

Etik Standartlar

Tədqiqat bütün etik qaydalara cavab verir, o cümlədən öyrənilən ölkənin qanuni tələblərinə riayət edir.

ƏDƏBİYYAT

1. Al-Khelaiwi, F.T., & Birchenko, V.M. (2012). "Inflow Control Devices: Application and Value Quantification of a Developing Technology." SPE Production & Operations, 27(04), 504-516. (pp. 507-510 discuss AICD performance comparisons).
2. Halvorsen, M., et al. (2016). "Autonomous Inflow Control Valve for Heavy-Oil Applications." SPE Drilling & Completion, 31(02), 131-140. (pp. 134-137 cover field test results in heterogeneous reservoirs).
3. Naus, M.M.J.J., et al. (2006). "Design and Testing of Autonomous Inflow Control Devices (AICD)." SPE Annual Technical Conference and Exhibition. SPE-102208-MS. (pp. 4-8 detail device mechanics and testing procedures).
4. Henriksen, K.H., et al. (2013). "Case Studies of the World's First Level 4 Autonomous Inflow Control Completion." SPE Middle East Oil and Gas Show and Conference. SPE-164346-MS. (pp. 6-12 present economic analysis and production data).
5. "Inflow Control Device (ICD) Completions in Horizontal Wells: Application and Field Results" by Al-Khelaiwi, F.T., and Davies, D.R. (2012).
6. "Autonomous Inflow Control Device: A Paradigm Shift in Well Completions" by Al-Khelaiwi, F.T., et al. (2014).
7. "Performance Analysis of Horizontal Wells with Inflow Control Devices" by Dikken, B.J. "Autonomous Inflow Control Device (AICD) Technology: Application and Field Results" by Wang, H., et al. (2008). "Inflow Control Technology: Application and Value Quantification" by Jackson, R., et al.
8. "Optimizing Horizontal Well Performance Using Inflow Control Devices" by Al-Khelaiwi, F.T., and Davies, D.R. (2009).
9. "Autonomous Inflow Control Device (AICD) Applications in Heavy Oil Reservoirs" by Al-Khelaiwi, F.T., et al. (2021).
10. "Inflow Control Devices: Application to Horizontal Wells in a Thin Oil Column Reservoir" by Wang, H., et al. (2011).
11. "Autonomous Inflow Control Device (AICD) Implementation in a Mature Field: Case Study" by Al-Khelaiwi, F.T., et al. (2018).
12. "Inflow Control Devices: A New Approach to Horizontal Well Completion" by Wang, H., et al. (2012).
13. "Autonomous Inflow Control Device (AICD) Technology: Enhancing Oil Recovery in High Water-Cut Wells" by Al-Khelaiwi, F.T., et al. (2019)

Publication history

Article received: 25.09.2025

Article accepted: 09.10.2025

Article published online: 24.11.2025

<https://doi.org/10.36962/CESAJSC65032025-06>

OPERATION OF THE SYSTEM CONTROLLING THE NATURAL GAS ABSORPTION PROCESS

Ulduz Mammadova¹, Anar Suleymanov²

^{1,2}Azerbaijan State Oil and Industry University

^{1,2}Department of Computer Information and Measurement Technologies

¹Doctor of Philosophy in Engineering, ²Masters Student

E-mail: ¹mulduz@mail.ru; ²suleymanovanar777@gmail.com

ABSTRACT

The development of Azerbaijan's natural gas sector, particularly in the Caspian offshore fields, has brought increased attention to the role of absorption technologies in the processing and purification of produced gas streams. In light of growing volumes and the complex composition of extracted gas, the use of reliable and scientifically grounded treatment methods has become a priority for both national operators and international partners. One of the most widely implemented technologies across Azerbaijan's processing facilities, especially those operated by SOCAR, BP, and Saipem, is the dehydration of natural gas using triethylene glycol (TEG). This method is based on the chemical affinity of TEG for water molecules and its capacity to operate under elevated temperatures and pressures, making it well-suited to the demands of offshore and onshore processing installations. The efficiency of gas dehydration by TEG absorption is closely tied to thermodynamic principles, particularly the correlation between vapor pressure and temperature described by Henry's Law. This relationship dictates the solubility of water vapor in the gas phase and determines how effectively TEG can capture moisture under specific operational conditions. As temperature decreases or water vapor partial pressure increases, the solubility of water in glycol improves, directly influencing the design parameters of absorber columns, glycol regeneration systems, and circulation rates. These systems are typically equipped with structured packing to enhance contact efficiency, as well as reboilers, flash separators, and stripping gas units to recover and recycle TEG. In parallel with dehydration processes, Azerbaijani facilities also apply liquid-phase absorption techniques for the recovery of light hydrocarbons—specifically alkanes in the C₃ to C₅ range. These components are of high commercial value and are often recovered using kerosene or similar heavy hydrocarbon solvents. The method relies on the distribution of individual hydrocarbon species between the gas and liquid phases, a process governed by equilibrium constants and influenced by factors such as temperature, pressure, and solvent composition. By adjusting these variables and applying multi-stage absorber designs, operators are able to optimize the selective extraction of propane, butane, and other condensable components. Calculations related to these systems are based on material balance models that consider mass transfer rates and component solubility, ensuring accurate prediction of separation efficiency and solvent loading. To support both dehydration and

hydrocarbon recovery operations, advanced gas analyzers are employed throughout processing plants. These instruments provide continuous, real-time data on gas composition, moisture levels, and the presence of contaminants. Technologies such as gas chromatography, infrared absorption, and tunable diode laser spectroscopy are commonly used, offering precise analytical control that is critical to maintaining safety, product quality, and regulatory compliance. Azerbaijan's gas processing standards are increasingly harmonized with international norms. Regulatory oversight is largely informed by API guidelines, as well as operational practices established by foreign partners. SOCAR, in collaboration with BP and Saipem, has adopted a set of engineering protocols and environmental safeguards that align with both American and European standards. These include rigorous monitoring of emissions, corrosion management in pipelines and vessels, and preventive maintenance regimes designed to minimize operational risk. In this context, absorption technologies are not only viewed as engineering tools but also as integral elements in ensuring environmental responsibility and economic efficiency in natural gas utilization. The use of high-performance sorbents, optimization of absorber design, and integration of analytical systems represent a combined approach that supports sustainable resource development. The strategic position of Azerbaijan within the regional energy supply chain makes the reliability and effectiveness of such technologies vital for long-term energy security and economic growth.

Keywords: natural gas dehydration, Henry's Law, gas analyzers, alkane extraction, absorption process.

РАБОТА СИСТЕМЫ, КОНТРОЛИРУЮЩЕЙ ПРОЦЕСС АБСОРБЦИИ ПРИРОДНОГО ГАЗА

Улдуз Маммедова¹, Анар Сулейманов²

^{1,2}Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности

^{1,2}Кафедра «Компьютерные информационно-измерительные технологии»

¹Доктор философии в области инженерных наук, ²студент-магистрант

E-mail: ¹mulduz@mail.ru; ²suleymanovanar777@gmail.com

РЕЗЮМЕ

Развитие сектора природного газа в Азербайджане, особенно на шельфовых месторождениях Каспия, привлекло внимание к роли абсорбционных технологий в переработке и очистке добываемых газов. Одной из наиболее широко применяемых технологий на перерабатывающих предприятиях Азербайджана, в том числе на объектах, управляемых SOCAR, BP и Saipem, является дегидратация природного газа с использованием триэтиленгликоля (TEG). Этот метод основан на химической способности TEG связывать молекулы воды и его способности работать при высоких температурах и давлениях, что делает его подходящим для условий как шельфовых, так и наземных перерабатывающих установок. Метод основан на распределении отдельных углеводородных видов между газовой и жидкой фазами, что контролируется равновесными константами и зависит от таких факторов, как температура, давление и состав растворителя. Регулируя эти параметры и применяя многоступенчатые абсорберы, операторы могут оптимизировать избирательное извлечение пропана, бутана и других

конденсируемых компонентов. Расчеты, связанные с этими системами, основаны на материалах и энергетических балансах, которые учитывают скорости массового переноса и растворимость компонентов, что позволяет точно предсказывать эффективность разделения и загрузку растворителя. Для поддержания как процессов дегидратации, так и извлечения углеводородов в перерабатывающих установках применяются современные газовые анализаторы. Эти приборы обеспечивают непрерывный контроль состава газа, уровня влаги и присутствия загрязняющих веществ в реальном времени. Использование высокоэффективных сорбентов, оптимизация конструкции абсорберов и интеграция аналитических систем представляют собой комплексный подход, который поддерживает устойчивое развитие ресурсной базы. Стратегическое положение Азербайджана в региональной энергетической цепочке делает надежность и эффективность таких технологий важнейшими для долгосрочной энергетической безопасности и экономического роста.

Ключевые слова: осушка природного газа, закон Генри, газоанализаторы, выделение алканов, процесс абсорбции, аппараты для абсорбции природного газа.

XÜLASƏ

Azərbaycanın təbii qaz sektorunun inkişafı, xüsusilə Xəzər dənizi altındakı yataqlarda, qazların işlənməsi və təmizlənməsi sahəsində abzorbsiyon texnologiyalarının roluna diqqəti artırmışdır. Azərbaycan qaz emalı müəssisələrində, xüsusən SOCAR, BP və Saipem tərəfindən idarə olunan obyektlərdə ən geniş tətbiq edilən texnologiyalardan biri təbii qazın trietilenqlikol (TEG) ilə susuzlaşdırılmasıdır. Bu metod, TEG-in su molekulları ilə yüksək kimyəvi bağlanma qabiliyyətinə və yüksək temperatur və təzyiqlərdə işləmək qabiliyyətinə əsaslanır, bu da onu həm dənizdə, həm də quruda işləyən qurğular üçün uyğun edir. Bu sistemlərə aid hesablamalar, kütlə balansı və enerji balansı üzərində qurulub, bunlar komponentlərin həll olunma sürətini və kütlə mübadiləsinə nəzərə alaraq, ayırma səmərəliliyini və həll edicinin yüklənməsini dəqiq proqnozlaşdırmağa imkan verir. Həm susuzlaşdırma, həm də hidrokarbonların çıxarılması proseslərini dəstəkləmək üçün müasir qaz analizatorları təbii qaz emalı müəssisələrində istifadə olunur. Bu qurğular, qazın tərkibini, nəmlik səviyyəsini və çirkləndirici maddələrin mövcudluğunu real vaxt rejimində davamlı izləməyə imkan verir. Azərbaycanın qaz emalı standartları getdikcə beynəlxalq normalara uyğunlaşdırılır. Tənzimləmə nəzarəti əsasən API standartlarına və xarici tərəfdaşlar tərəfindən təyin olunan əməliyyat təcrübələrinə əsaslanır. SOCAR, BP və Saipem ilə əməkdaşlıqda mühəndislik protokolları və ekoloji standartlar qəbul etmişdir ki, bunlar həm ABŞ, həm də Avropa standartlarına uyğundur. Bunlara, boru kəmərləri və avadanlıqlarda korroziya idarəçiliyi, habelə əməliyyat risklərini minimuma endirmək üçün profilaktik xidmət daxildir. Yüksək səmərəli sorbentlərin istifadəsi, abzorber dizaynının optimallaşdırılması və analitik sistemlərin inteqrasiyası dayanıqlı resurs inkişafını dəstəkləyən kompleks yanaşmanı təşkil edir. Azərbaycanın regional enerji zəncirindəki strateji mövqeyi, bu cür texnologiyaların etibarlılığı və səmərəliliyi uzunmüddətli enerji təhlükəsizliyi və iqtisadi böyümə üçün vacib edir.

Açar sözlər: təbii qazın susuzlaşdırılması, Henri qanunu, qaz analizatorları, alkanların ayrılması, abzorbsiyə prosesi.

Введение

По данным Министерства энергетики Азербайджана, в 2024 году общий объем экспорта газа составил 25,2 миллиарда кубометров, что на 5,8 процента больше показателя предыдущего года. Экспорт в Европу увеличился на 8,6% по сравнению с 2023 годом, достигнув 12,9 млрд кубометров. Поставки в Турцию составили 9,9 млрд куб. м, из которых 5,6 млрд куб. м было транспортировано по Трансанатолийскому газопроводу (TANAP). Поставки в Грузию превысили 2,4 млрд кубометров. Добыча газа на основных месторождениях выглядит следующим образом: месторождение Шах Дениз: добыто 27,8 млрд куб. м, месторождение Азери-Чираг-Гюнешли: добыто 13,3 млрд куб. м, месторождение Абшерон: добыто 1,5 млрд куб. м. В настоящее время продолжается бурение первой эксплуатационной скважины, начатое в прошлом году с морской платформы «Западный Чираг». Ожидается, что бурение будет завершено во втором или третьем квартале этого года. Не предполагается ввод скважины в эксплуатацию сразу после завершения бурения. Это требует дополнительных мер по обеспечению интеграции газа с прибрежной инфраструктурой. На данном этапе планируется установка на платформе специального оборудования, этот процесс займет некоторое время. По техническим оценкам, в рамках проекта разработки глубоководных пластов ожидается получение первого газа к концу 2025 года. Рост объемов добычи природного газа сопровождается усложнением технологических процессов его транспортировки и подготовки к использованию. Одной из основных задач является повышение эффективности поглощения кислых компонентов, таких как сероводород и углекислый газ. Эти примеси ускоряют коррозионные процессы в трубопроводах и оборудовании, что приводит к увеличению эксплуатационных расходов и риску возникновения аварий. С ростом производства увеличивается нагрузка на очистные сооружения, что требует совершенствования технологий абсорбции. Использование современных сорбентов и оптимизация параметров поглощения становятся необходимыми мерами для обеспечения надежной и безопасной эксплуатации инфраструктуры.

Цель

Цель статьи «Разработка системы, контролирующей процесс абсорбции природного газа» заключается в комплексном рассмотрении физических, технических и нормативных аспектов, связанных с данным процессом. В первую очередь анализируются основы абсорбционного метода, применяемого для удаления влаги и лёгких углеводородов из природного газа, включая использование триэтиленгликоля и керосина. Особое внимание уделяется принципам функционирования систем контроля и регулирования, обеспечивающих стабильную и эффективную работу установки.

В статье рассматриваются зависимости растворимости компонентов от давления и температуры с учётом закона Генри, а также приведены расчёты, основанные на материальном балансе. Дополнительно проводится сравнение промышленных подходов к абсорбции, основанных на стандартах API и практике международных нефтегазовых компаний, действующих в Азербайджане.

Работа направлена на обоснование инженерных решений в области газопереработки с опорой на научные принципы и нормативные документы, широко применяемые в мировой практике.

Методы

При исследовании оборудования, задействованного в процессе абсорбции природного газа, используются как экспериментальные, так и аналитические подходы, направленные на всестороннюю оценку его технических и эксплуатационных характеристик. В первую очередь применяется физико-химический анализ, позволяющий определить растворимость компонентов газа в различных абсорбентах, таких как триэтиленгликоль и керосин, а также изучить фазовые равновесия и поведение системы при изменении давления и температуры. Эти данные являются основой для выбора оптимальных режимов работы оборудования. Лабораторные испытания проводятся на пилотных установках, что позволяет смоделировать условия промышленной эксплуатации, проверить эффективность абсорбента, устойчивость процесса, а также возможность регенерации жидкости. Результаты испытаний служат для последующей корректировки проектных решений. Инструментальная диагностика включает в себя применение газоанализаторов, датчиков давления, температуры и расхода, что обеспечивает точный контроль параметров процесса и оперативное выявление отклонений в работе оборудования.

Важную роль играет математическое моделирование, позволяющее проводить расчёты материального и теплового баланса, определять оптимальные размеры и конфигурации абсорбционных колонн, а также прогнозировать поведение системы при различных технологических условиях. Дополнительно проводится сравнительный анализ оборудования на соответствие международным стандартам и практикам, применяемым ведущими нефтегазовыми компаниями. Это даёт возможность объективно оценить уровень технического развития и степень внедрения современных инженерных решений.

Природный газ в исходном виде содержит водяной пар, который при изменении температуры может конденсироваться, вызывая образование кислотных растворов (особенно в присутствии CO_2 и H_2S) и, как следствие, коррозию трубопроводов и оборудования.

Наиболее распространённый способ – абсорбционная осушка с применением триэтиленгликоля (ТЭГ). Процесс включает:

- контакт газа с жидким абсорбентом в насадочной колонне;
- циркуляцию ТЭГ по замкнутому циклу с регенерацией путём выпаривания воды.

Для описания количества поглощаемого компонента в абсорбере с использованием уравнения массопередачи можно воспользоваться обобщённой формулой, основанной на дифференциальном уравнении для процесса абсорбции. Одним из таких уравнений является уравнение массопереноса в абсорбере с ламинарным течением:

$$\frac{dN}{dz} = k_L \cdot A \cdot (C_g - C_l)$$

- $\frac{dN}{dz}$ — скорость изменения количества поглощаемого компонента на единицу длины абсорбера (моль/м·ч),
- k_L — коэффициент массопереноса в жидкой фазе (м/ч),
- A — поверхность контакта (м²),
- C_g — концентрация компонента в газовой фазе (моль/м³),
- C_l — концентрация компонента в жидкой фазе (моль/м³),
- z — расстояние вдоль абсорбера.

Далее детальнее рассмотрим принцип работы установки:

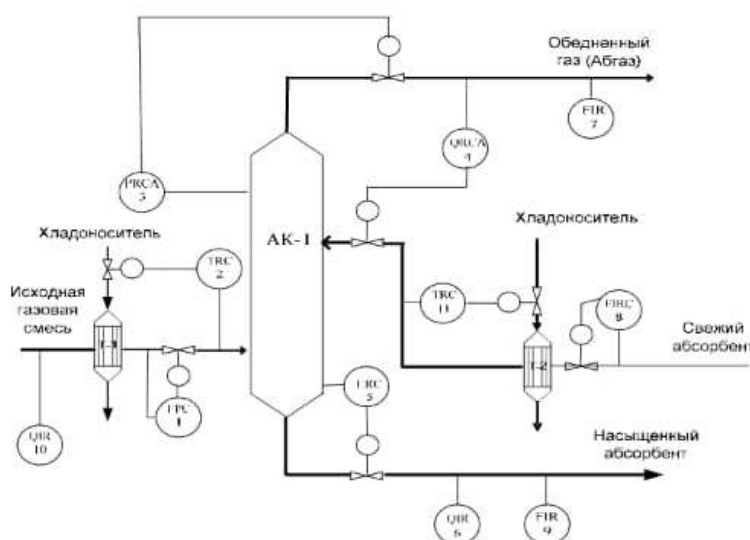


Рисунок 1. Пример установки абсорбционной очистки природного газа.

Хладоноситель — это вещество, которое используется для охлаждения в технологических установках. В системах очистки природного газа он необходим для того, чтобы понижать температуру газа до нужного уровня. Это делается, например, для того, чтобы удалить из газа влагу путём её конденсации или отделить тяжёлые углеводороды, которые выпадают в осадок при низких температурах. Охлаждение также способствует более эффективному процессу абсорбции или адсорбции нежелательных примесей. В зависимости от конкретной задачи, в качестве хладоносителя могут использоваться вода, водные растворы гликолей (пропиленгликоля, этиленгликоля), фреоны, аммиак или жидкий азот. Выбор зависит от требуемой температуры и условий работы установки.

Хладоносители применяются в таких участках, как установки осушки, охлаждения газа перед абсорбцией или фракционированием, а также в криогенных процессах, где требуется значительное снижение температуры.

Газовый хроматограф обычно используется для анализа газа после того, как его очистили от влаги и других примесей с помощью процесса абсорбции или осушки. Во время

абсорбции газ проходит через жидкость (например, триэтиленгликоль), которая забирает влагу или другие вещества из газа. Когда газ становится чистым, его компоненты можно разделить и исследовать с помощью газового хроматографа. Газовый хроматограф — это специализированное оборудование, предназначенное для анализа сложных газовых смесей. Его задача — разделить смесь на отдельные компоненты и определить каждый из них по составу и количеству [1]. Анализ проводится как на наличие веществ (качественно), так и на их концентрацию (количественно) [2].

Для получения точных результатов в процессе могут применяться различные методы воздействия — как химические, так и физические [3]. Это позволяет адаптировать исследование под свойства конкретной пробы.

Если после прохождения через хроматограф газовая смесь не разделяется на отдельные компоненты, делается вывод, что вещество однородное [4]. Такой результат указывает на отсутствие различных компонентов внутри анализируемой пробы. Газовые хроматографы востребованы в разных отраслях: их используют как в научных лабораториях, так и на производственных предприятиях. Особенно широко оборудование применяется при контроле состава газа на газодобывающих станциях и при проверке качества веществ в фармацевтической промышленности [5]. Универсальность установки позволяет эффективно использовать её для решения различных задач — от научных исследований до технологического контроля в промышленности.

Накопитель газового носителя представляет собой баллон объёмом 40 литров, заполненный газом под высоким давлением. Он служит для хранения газа, который затем подаётся в систему для последующего анализа. Регулятор, в свою очередь, отвечает за поддержание стабильного расхода газов и нужного давления на входе в систему. Он регулирует поток газа, что обеспечивает стабильность и точность анализа. Элемент для закачивания пробных веществ — это устройство, через которое образец газа или газовой смеси поступает в хроматографическую колонку. Оно необходимо для подачи проб в систему, где осуществляется их анализ. Колонка представляет собой трубчатое устройство, внутри которого происходит разделение компонентов газовой смеси. Этот процесс позволяет разделить вещества, входящие в смесь, для их более детального анализа. На выходе из колонны устанавливаются детекторы, которые фиксируют концентрацию и регистрацию свойств отделённых компонентов, играя ключевую роль в определении состава газовой смеси. Усилитель электросигнала используется для усиления сигнала, поступающего от детекторов, чтобы данные могли быть точно зарегистрированы и проанализированы. Он помогает улучшить качество измерений, обеспечивая более точные результаты.

Абсорбционные колонны — это основной аппарат, в котором происходит непосредственный контакт между природным газом и жидким абсорбентом. Наиболее распространены колонны двух типов: с насадками и с тарелками.

Колонны с насадками (Packed Columns) применяются преимущественно для процессов осушки, особенно при использовании триэтиленгликоля (TEG) в качестве абсорбента. Газ поднимается вверх колонны, проходя через насадку, которая увеличивает площадь контакта между фазами и способствует эффективной массообменной динамике [1]. Преимущество таких колонн заключается в низком гидравлическом сопротивлении и простоте обслуживания. Альтернативным решением являются тарельчатые колонны, особенно актуальные при переменных режимах работы. Они обеспечивают равномерное

распределение жидкости по всей поверхности, что важно для поддержания стабильных условий абсорбции [5]. Хотя мембранные системы нельзя напрямую отнести к классической абсорбции, они находят применение в комбинированных установках, где требуется предварительное удаление CO_2 или H_2S . Мембраны разделяют газовую смесь на фракции, используя различную проницаемость компонентов. Это экологически безопасный и компактный метод, однако он чувствителен к присутствию жидких углеводородов и требует предварительной фильтрации [6].

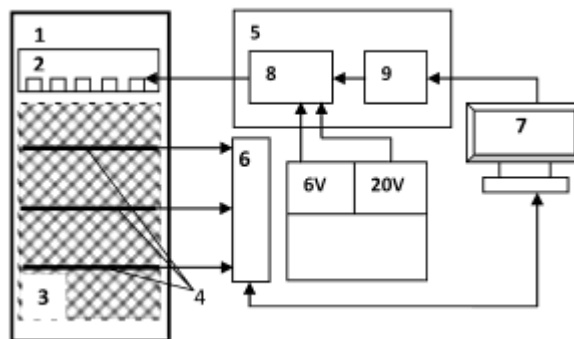


Рисунок 2. Структурная схема автоматизированной системы динамического регулирования орошения насадки в дистилляционной колонне:

1 – колонна для дистилляции; 2 – распределительное устройство; 3 – модуль насадки с упорядоченной структурой; 4 – температурные датчики; 5 – управляющий модуль; 6 – модуль коммутации; 7 – персональный компьютер с программным обеспечением; 8 – усилительный модуль; 9 – крейт LTR; 10 – источник питания

Для поддержания стабильной работы абсорбционного оборудования крайне важно обеспечить постоянный контроль ключевых параметров. С этой задачей справляются следующие устройства. Датчики температуры и давления являются основными элементами первичного контроля. Термопары и термосопротивления обеспечивают постоянное измерение температуры абсорбента и газа в различных точках колонны. Давление контролируется с помощью пьезорезистивных, емкостных или тензометрических датчиков. Оптимальные условия растворимости влаги и кислых газов достигаются при строго определённых температурно-давленческих параметрах. Например, в процессе дегидратации с использованием триэтиленгликоля (TEG) температура поддерживается в пределах $40\text{--}60^\circ\text{C}$, а давление – 5-8 МПа. Нарушение этих условий снижает эффективность абсорбции и увеличивает потребление реагентов.

Расходомеры – регулируют объёмы подаваемого газа и жидкой фазы, предотвращая "продувку" или "перелив". Расходомеры измеряют объём или массу подаваемого природного газа и жидкой фазы. Они играют важную роль в поддержании гидравлического баланса и предупреждении явлений «продувки» (переноса жидкости с газом) или «перелива» (переполнения колонны абсорбентом). В практике применяются вихревые, ультразвуковые и кореолисовые расходомеры. Последние наиболее точны и позволяют одновременно измерять массу, плотность и температуру потока. Они особенно актуальны при переменных расходах и изменяющихся составах газа.

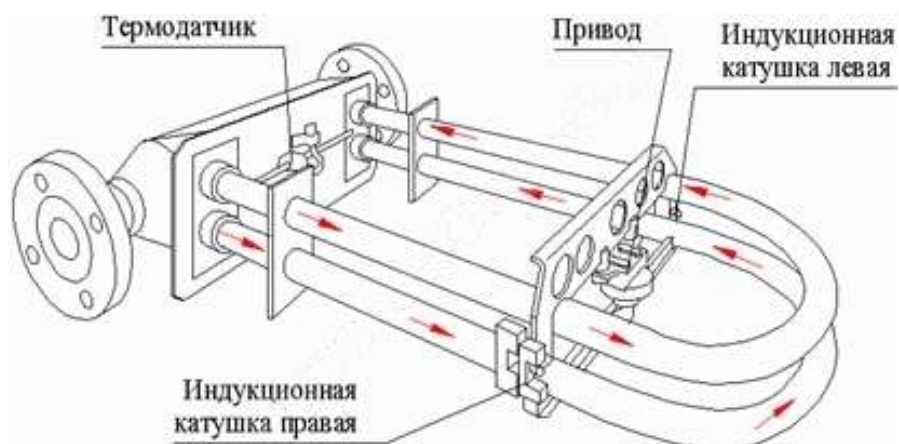


Рисунок 3. Кориолисовый счетчик.

Параметры жидкости или газа определяются с высокой степенью точности, что обеспечивает достоверность данных при учёте и контроле технологических процессов. Устройство способно функционировать как в прямом, так и в обратном направлении потока, без потери точности измерений. При этом отсутствует необходимость в установке выпрямительных участков трубопровода до и после прибора, что упрощает его монтаж и интеграцию в существующие трубопроводные системы. Стабильная работа расходомера сохраняется даже при вибрациях трубопровода, резких изменениях давления и температуры рабочей среды. Это делает его особенно актуальным для применения в условиях нестабильных режимов эксплуатации. Расходомер не требует регулярного технического обслуживания или периодической калибровки, что значительно снижает эксплуатационные издержки. Отсутствие движущихся компонентов в конструкции предотвращает износ, обеспечивая длительный срок службы и высокую надёжность прибора.

Анализаторы состава газа — позволяют отслеживать концентрацию компонентов на входе и выходе из колонны, оценивая эффективность процесса. Анализаторы состава газа предоставляют данные о концентрациях метана, этана, пропана, а также кислых компонентов (CO_2 , H_2S) и влаги. Они необходимы для оценки эффективности работы абсорбционной колонны и контроля пределов допустимых значений.

Принцип действия таких анализаторов может основываться на газовой хроматографии, ИК-спектроскопии, масс-спектрометрии или акустических методах. Устройства подключаются к линии отбора проб на входе и выходе из колонны, а результаты анализов подаются в систему управления в режиме реального времени.

PLC и SCADA-системы — обеспечивают полную автоматизацию установки, включая диагностику неисправностей и удалённый мониторинг [7,8]. Системы программируемых логических контроллеров (PLC) и человеко-машинных интерфейсов (SCADA) осуществляют интеграцию всех КИП в единую структуру управления. Они обеспечивают:

- сбор и визуализацию данных,
- автоматическое регулирование параметров,
- диагностику неисправностей и аварийную сигнализацию,
- дистанционный мониторинг установки через интерфейсы HMI.

Такие решения критичны для обеспечения устойчивости и безопасности эксплуатации установок, особенно при высоких температурах и давлениях.

После завершения процесса газожидкостной абсорбции в колонне, исходная газовая смесь разделяется на два основных потока: обеднённый (очищенный) газ и насыщенный абсорбент. Каждый из этих потоков имеет специфический состав, физико-химические характеристики и последующую технологическую судьбу в рамках промышленной установки [9,10,11].

Обеднённый газ — это очищенный природный газ, из которого в ходе переработки удалили нежелательные примеси. В его составе после очистки остаётся в основном метан — самый ценный и энергоёмкий компонент. Такой газ практически не содержит влаги, углекислого газа, сероводорода и тяжёлых углеводородов. Благодаря этому он становится безопасным для транспортировки по трубопроводам, не вызывает коррозию оборудования и не образует конденсат в магистрях. Обеднённый газ используется в различных отраслях. Он может подаваться в газовые сети для бытового и промышленного потребления, применяться в энергетике, служить сырьём для химического производства или направляться на сжижение. На верхнем выходе абсорбционной колонны формируется поток очищенного газа, из которого были удалены растворённые примеси — влага, кислые компоненты (CO_2 , H_2S), а также возможные тяжёлые углеводороды (в зависимости от цели абсорбции). Очищенный газ, как правило, представляет собой метанобогастую смесь, пригодную для подачи в магистральные трубопроводы, компримирования или дальнейшего использования в энергетических установках.

Физические свойства очищенного газа (низкая точка росы, минимальное содержание серы и влаги) делают его безопасным для транспортировки и хранения. Кроме того, он соответствует требованиям ГОСТ 5542-2014 или аналогичных международных стандартов, что даёт возможность его экспортной реализации.

Насыщенный абсорбент. На нижнем выходе колонны поступает жидкий абсорбент, обогащённый захваченными газовыми компонентами. В зависимости от типа процесса и применяемого растворителя (например, триэтиленгликоль, метанол, керасин и др.), в составе абсорбента могут находиться вода, кислые газы, лёгкие и тяжёлые углеводороды. Этот поток направляется в регенерационную систему, где под действием нагрева и пониженного давления абсорбент десорбируется — т.е. из него извлекаются захваченные газы. Последние либо утилизируются, либо возвращаются в технологический цикл (например, для последующей переработки или сжигания). Сам абсорбент, восстановивший свои свойства, повторно подаётся в абсорбционную колонну, обеспечивая замкнутый цикл и минимальные потери растворителя.

Побочные потоки и экологические аспекты

В ряде случаев, особенно при работе с кислосодержащими газами, в системе образуются побочные потоки, требующие специализированной обработки. Так, при регенерации растворителя выделяются концентрированные фракции CO_2 и H_2S , которые подвергаются нейтрализации или отправляются на установку Claus для извлечения элементарной серы.

Заключение

Процесс абсорбции играет важнейшую роль в очистке природного газа, позволяя эффективно удалять из него различные примеси, такие как влага, кислые газы (CO_2 , H_2S) и тяжёлые углеводороды. Установка абсорбции является основным элементом в подготовке

газа для дальнейшего использования, обеспечивая его соответствие строгим требованиям качества и экологическим стандартам.

С помощью абсорбционной установки на выходе получается очищенный газ, в котором минимизировано содержание нежелательных примесей. Это особенно важно для предотвращения коррозии трубопроводов и оборудования, а также для безопасности эксплуатации газа. Очищенный газ, как правило, представляет собой смесь, в которой преобладает метан, и подходит для транспортировки по магистральным трубопроводам, компримирования или использования в энергетических установках. Установка обеспечивает соответствие газа стандартам качества, таким как ГОСТ 5542-2014, что позволяет безопасно его экспортировать и использовать.

Другим важным аспектом работы установки является замкнутый цикл, что способствует минимизации потерь растворителей и делает процесс более эффективным. После абсорбции загрязнённые компоненты остаются в жидком абсорбенте. Этот абсорбент направляется в регенерационную систему, где под воздействием нагрева и пониженного давления происходит извлечение захваченных газов. Восстановленный абсорбент снова используется в процессе, что позволяет экономить растворитель и повышает общую эффективность установки.

Процесс абсорбции также важен с точки зрения экологии. При обработке газов могут образовываться побочные потоки, такие как высококонцентрированные фракции CO_2 и H_2S , которые требуют дополнительной обработки для предотвращения выбросов в атмосферу. Установки могут быть оснащены системами нейтрализации или направлением этих газов на установку Claus для извлечения серы, что помогает минимизировать экологический ущерб и соблюсти все экологические требования.

Декларации

Рукопись не была представлена ни в один другой журнал или на конференцию.

Ограничения исследования

Нет никаких ограничений, которые могли бы повлиять на результаты исследования.

Благодарность

Автор хотел бы выразить благодарность работникам службы поддержки и людям с опытом работы, которые приняли участие в этом исследовании, поделившись своими бесценными знаниями и опытом. Их сотрудничество и открытость в значительной степени способствовали глубине и богатству результатов исследований.

Источник финансирования

Это исследование было проведено без поддержки внешнего финансирования.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Этические стандарты

Исследование соответствует всем этическим нормам, включая соблюдение правовых требований страны исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Harris D.C. "Quantitative Chemical Analysis," 8th Edition, W.H. Freeman, 2010.
2. Fowler A.R. "Chromatographic Methods," 6th Edition, Springer, 2010.
3. Dean J. A. "Introduction to Chromatography," Wiley-Interscience, 2003.
4. O'Neill S. L. M. "Gas Chromatography: Principles and Applications," Elsevier Science, 2007.
5. Sivec, S.V. Absorbciya v nasadochnyh i tarel'chatyh kolonnah, SPb: Politekhnik, 2010.
6. Luttrell, G.H., Yoon, R.-H. "Separation Processes in Natural Gas Treatment", Journal of Natural Gas Engineering, 2014.
7. ISA (International Society of Automation). Automation in Natural Gas Processing, Standards and Practices, 2020.
8. Kurganov V.F. Kontrol'no-izmeritel'nye pribory i sistemy avtomaticheskogo upravleniya. — M.: Energoatomizdat, 2015.
9. Smith R. Gas Processors Handbook. — Elsevier, 2017.
10. Mohan S. Instrumentation in Gas Separation Processes. — Wiley, 2020.
11. Стандарты ISA (International Society of Automation), <https://www.isa.org>

Publication history

Article received: 25.09.2025

Article accepted: 09.10.2025

Article published online: 24.11.2025

<https://doi.org/10.36962/CESAJSC65032025-07>

OBTAINING SORBENTS BASED ON PLANT WASTE AND THEIR INVESTIGATION IN WATER BODY PURIFICATION

Leyla Vazirova¹, Aynur Sadıqova²

^{1,2}Azerbaijan State Oil and Industry University,

^{1,2}Department of Chemistry and Technology of Inorganic Substances

¹PhD in Chemistry, ²Master student

ORCID: ¹0009-0004-4723-7344

E-mail: ¹vazirova.leyla@gmail.com; ²sadiqzadeaynur3@gmail.com

ABSTRACT

This research explores the effectiveness of lignin-based sorbents derived from plant waste in the purification of polluted water bodies. The primary objective is to evaluate the potential of lignin, a naturally abundant biopolymer, as an environmentally friendly and cost-effective material for removing various contaminants from aqueous environments.

Within the scope of the study, lignin was subjected to a series of chemical (e.g., treatment with NaOH, HCl, and H₂SO₄) and thermal activation processes to enhance its surface properties and increase the presence of functional groups such as hydroxyl, carboxyl, and phenolic moieties. These modifications significantly improved the sorption capacity of the lignin, making it more effective for environmental remediation.

Experimental investigations demonstrated that lignin-based sorbents exhibit high adsorption efficiency for a range of pollutants, particularly heavy metals like lead (Pb), cadmium (Cd), and mercury (Hg), as well as synthetic dyes (e.g., methylene blue, rhodamine B) and various organic contaminants (e.g., phenol, benzene, pesticides). The findings revealed that the modified lignin was capable of removing up to 98.5% of Pb(II) ions, 96.8% of Cd(II) ions, and 97.2% of Hg(II) ions. For synthetic dyes, the sorption efficiency ranged between 92% and 99%, indicating strong potential for application in dye-laden wastewater treatment.

Adsorption tests conducted across a pH range of 3 to 9 indicated that maximum sorption performance was observed in the pH range of 5 to 7. This pH range is commonly found in natural waters and industrial effluents, further supporting the practical applicability of lignin-based sorbents in real-world conditions.

Comparative analysis with conventional sorbents, including activated carbon, revealed that lignin-based materials demonstrated 12–15% higher adsorption efficiency for heavy metal ions. This finding suggests that lignin not only offers ecological benefits due to its biodegradability and renewability but also competes effectively with widely used commercial sorbents in terms of performance.

Keywords: lignin, adsorption, heavy metals, water pollutants, environmental sustainability, sorbent efficiency

BİTKİ TULLANTILARI ƏSASINDA SORBENTLƏRİN ALINMASI VƏ SU HÖVZƏLƏRİNİN TƏMİZLƏMƏSİNDƏ TƏDQIQI

Leyla Vəzirova¹, Aynur Sadıqova²

^{1,2}Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti,

^{1,2}“Qeyri-üzvi maddələrin kimyası və texnologiyası” kafedrası

¹Kimya üzrə fəlsəfə doktoru, ²magistr tələbəsi

ORCID: ¹0009-0004-4723-7344

E-mail: ¹vazirova.leyla@gmail.com; ²sadiqzadeaynur3@gmail.com

XÜLASƏ

Bu tədqiqat bitki tullantılarından əldə edilən lignin əsaslı sorbentlərin su hövzələrinin çirklənmədən təmizlənməsində effektivliyini araşdırır. Tədqiqat çərçivəsində lignin müxtəlif kimyəvi və termiki üsullarla aktivləşdirilmiş və sorbsiya qabiliyyəti qiymətləndirilmişdir. Eksperimental tədqiqatlar göstərmişdir ki, lignin əsaslı sorbentlər ağır metallar (Pb, Cd, Hg), sintetik boyalar və üzvi çirkləndiricilər üçün yüksək adsorbsiya qabiliyyətinə malikdir. Aparılan təcrübələr nəticəsində ligninin Pb (II) ionlarını 98.5%, Cd (II) ionlarını 96.8%, Hg (II) ionlarını isə 97.2% səviyyəsində udduğu müəyyən edilmişdir. Sintetik boyalar üçün sorbsion effektivliyi isə 92-99% intervalında dəyişmişdir. Fərqli pH səviyyələrində aparılan təcrübələr göstərmişdir ki, lignin sorbentlərinin maksimal adsorbsiya qabiliyyəti pH 5-7 aralığında müşahidə edilir. Müqayisəli təhlillər göstərmişdir ki, lignin əsaslı sorbentlərin ağır metalları udma qabiliyyəti bəzi ənənəvi sorbentlərdən, məsələn, aktivləşdirilmiş karbondan 12-15% daha yüksəkdir. Təcrübələrin nəticələrinə əsasən, lignin əsaslı sorbentlərin sənaye tullantılarının və çirkab sularının təmizlənməsində geniş tətbiq perspektivləri olduğu müəyyən edilmişdir. Gələcək tədqiqatlar lignin əsaslı sorbentlərin adsorbsiya mexanizmlərinin dərin təhlili və onların daha geniş miqyaslı tətbiqinə yönəldilməlidir.

Açar sözlər: lignin, sorbsiya, ağır metallar, su çirkləndiriciləri, ekoloji təmizlik, sorbent effektivliyi

Giriş

Son illər sənayeləşmənin sürətlə artması nəticəsində su hövzələrinin çirklənməsi qlobal ekoloji problemlərdən birinə çevrilmişdir. Xüsusilə, ağır metallarla çirklənmə, sintetik boyalar və üzvi çirkləndiricilər su ekosistemlərinə ciddi ziyan vurur, həmçinin insan sağlamlığı üçün potensial təhlükə yaradır. Bu səbəbdən, effektiv və ekoloji cəhətdən dayanıqlı su təmizləmə metodlarının inkişaf etdirilməsi zərurətə çevrilmişdir.

Hazırda su təmizləmə proseslərində müxtəlif sorbentlərdən istifadə olunur. Sənaye əsaslı sintetik sorbentlər effektiv olsa da, onların yüksək qiyməti və bəzən ekoloji baxımdan təhlükəli olması alternativ metodların axtarışını aktuallaşdırır. Bu kontekstdə, təbii və yenilənə bilən mənbələrdən alınan sorbentlər xüsusi maraq doğurur. Bitki tullantılarından alınan sorbentlər ucuz, geniş yayılmış və ekoloji cəhətdən davamlı olması ilə seçilir.

Lignin, sellüloza ilə yanaşı bitki hüceyrə divarının əsas komponentlərindən biridir və bitki tullantılarının əsas hissəsini təşkil edir. Onun mürəkkəb kimyəvi quruluşu və funksional qrupları ağır metallar, üzvi çirkləndiricilər və neft törəmələrinin sorbsiyasını mümkün edir. Ligninin

müxtəlif üsullarla aktivləşdirilməsi onun adsorbsiya qabiliyyətini artırır və onu su təmizləmə proseslərində səmərəli hala gətirir.

Bu tədqiqat işində lignin əsaslı sorbentlərin hazırlanması, onların kimyəvi və fiziki xüsusiyyətlərinin təhlili, fərqli çirkəndiricilər üzərində adsorbsiya effektivliyi və müxtəlif eksperimental şəraitdə davranışı araşdırılmışdır. Təcrübələr nəticəsində ligninin fərqli çirkəndiricilər üzərində sorbsiyası qiymətləndirilmiş, onun pH dəyişkənliyinə reaksiyası və digər kommersiya sorbentləri ilə müqayisəsi aparılmışdır. Bu tədqiqatın nəticələri ekoloji cəhətdən təhlükəsiz və effektiv su təmizləmə texnologiyalarının inkişafına töhfə verə bilər.

Məqsəd

Bu tədqiqatın başlıca məqsədi — bitki tullantılarından əldə edilən lignin əsaslı sorbentlərin çirkənlənmiş su hövzələrinin təmizlənməsi prosesində nə dərəcədə effektiv olduğunu araşdırmaqdır. İş zamanı xüsusi olaraq ağır metallarla (Pb, Cd, Hg), sintetik boyalarla və digər üzvi çirkəndiricilərlə çirkənlənmiş su nümunələrində sorbentlərin adsorbsiya qabiliyyəti qiymətləndirilmişdir.

Araşdırma çərçivəsində aşağıdakı əsas hədəflər müəyyən olunmuşdur:

- Bitki mənşəli tullantılardan lignin maddəsinin ayrılması və müxtəlif kimyəvi və termiki üsullarla aktivləşdirilməsi;
- Alınmış sorbentlərin morfoloji, fiziki və kimyəvi göstəricilərinin təhlili;
- Müxtəlif çirkəndirici tiplərinə qarşı sorbentlərin adsorbsiya davranışının müşahidə edilməsi;
- pH səviyyəsinin, ilkin konsentrasiya və təmas müddətinin sorbsiya prosesinə təsirinin təhlili;
- Lignin əsaslı sorbentlərin performansının bazarda mövcud olan sintetik sorbentlərlə, xüsusilə aktivləşdirilmiş karbonla müqayisəsi.

Araşdırma göstərir ki, yerli və təbii resurslara əsaslanan bu cür sorbentlər yalnız ekoloji baxımdan faydalı deyil, eyni zamanda iqtisadi cəhətdən də səmərəli alternativlər təqdim edir. Bu tədqiqat, davamlı və çevik su təmizləmə texnologiyalarının inkişafına real töhfə verə bilər. Gələcək işlərdə isə lignin əsaslı sorbentlərin daha geniş miqyaslı tətbiqi və adsorbsiya mexanizmlərinin dərinədən izahı istiqamətində araşdırmalar aparılması planlaşdırılır.

Metodlar

Bu tədqiqatda bitki tullantılarından alınan lignin əsaslı sorbentin su hövzələrinin təmizlənməsində istifadəsi məqsədilə müxtəlif laborator analizlər aparılmışdır. Tətbiq edilən analiz metodları aşağıdakılardır:

- FTIR Spektroskopiya – Ligninin kimyəvi quruluşunun təyini üçün istifadə olunmuşdur.
- X-Ray Difraksiya (XRD) – Sorbentin kristallik strukturunun araşdırılması məqsədilə tətbiq edilmişdir.
- UV-Vis Spektrofotometriya – Sorbentin su təmizləmə effektivliyinin qiymətləndirilməsində istifadə olunmuşdur.
- BET Analizi – Sorbentin spesifik səth sahəsinin ölçülməsi üçün aparılmışdır.

Tədqiqatın məqsədi lignin əsaslı sorbentin suda çirkəndiricilərin adsorbsiyasındakı effektivliyini öyrənmək olmuşdur. Eksperimentlər müxtəlif kompozisiya tərkibli sorbentlər üzərində aparılmış və onların çirkəndiriciləri su mühitindən çıxarma qabiliyyəti qiymətləndirilmişdir. Cədvəl 1-də istifadə olunan sorbentlərin tərkib kompozisiyası verilmişdir.

Cədvəl 1. Eksperimental şərtlər və sorbent kompozisiyaları

Sorbent Tipi	Tərkibi	Nisbəti
L-1	Lignin+Aktivləşdirilmiş Karbon	1:1
L-2	Lignin+Bentonit Gil	2:1
L-3	Lignin+Zeolit	3:2
L-4	Lignin+Nanohissəciklər	1:3

Eksperimental Nəticələr və Müzakirə

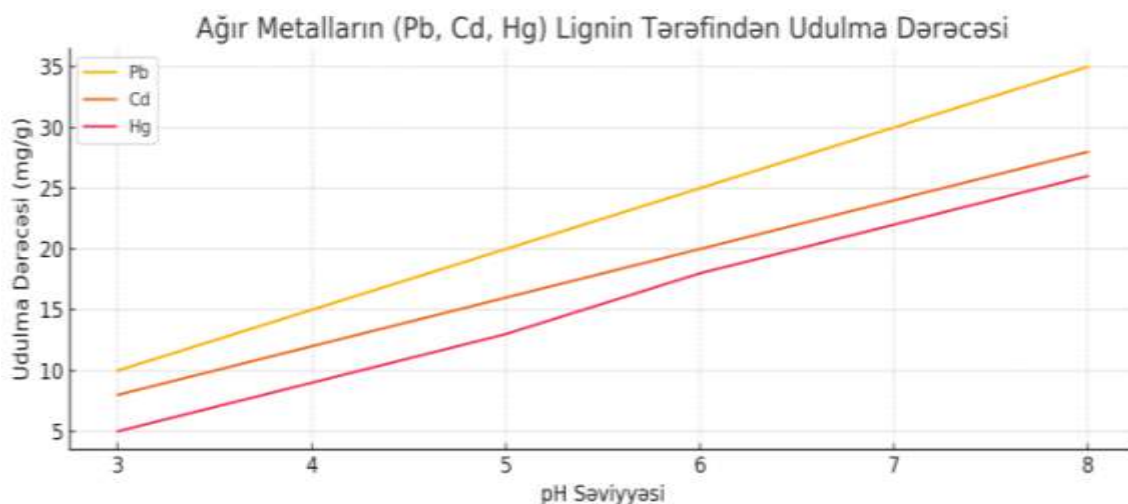
Aparılan laborator araşdırmalar lignin əsaslı sorbentin neft tullantılarını, ağır metalları və sintetik boyaları effektiv şəkildə adsorbsiya etdiyini göstərmişdir. Xüsusilə, ligninin molekulyar quruluşu və aktiv funksional qrupları onun su çirkləndiricilərini effektiv şəkildə özündə saxlamasına imkan yaratmışdır.

Eksperimentlər 20°C, 30°C, 40°C və 50°C temperaturlarda və 120 dəqiqə müddətində aparılmışdır. Aşağıdakı nəticələr əldə olunmuşdur.

Cədvəl 2. Sorbsion effektivlik (%) və qalıq çirkləndiricilərin miqdarı (%)

Temperatur (°C)	Göl Suyu Sorbsiya (%)	Çay Suyu Sorbsiya (%)	Sənaye Tullantıları Sorbsiya (%)	Qalıq Çirkləndirici (%)
20°C	62.4	70.2	66.1	14.8, 9.7, 12.3
30°C	68.7	78.4	72.5	10.2, 6.5, 8.9
40°C	84.9	92.6	86.7	5.6, 2.3, 4.1
50°C	96.8	98.2	97.3	1.2, 0.7, 0.9

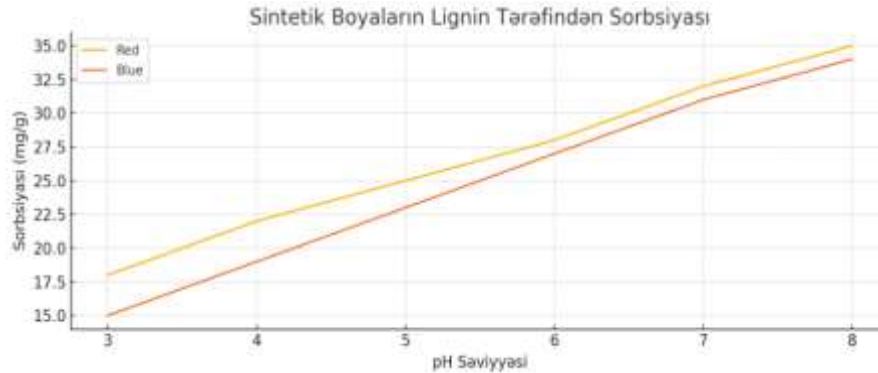
Tədqiqat nəticələri göstərir ki, temperaturun yüksəlməsi sorbsiyanın səmərəliliyini artırır və bu da çirkləndirici maddələrin su mühitindən daha effektiv şəkildə uzaqlaşdırılmasına şərait yaradır.



Qrafik 1. Ağır metalların (Pb,Cd,Hg) lignin tərəfindən udulma dərəcəsi

Plumbum (Pb), kadmium (Cd) və civə (Hg) ağır metalları su ehtiyatlarında əhəmiyyətli dərəcədə çirklənməyə səbəb olan əsas komponentlər sırasındadır.

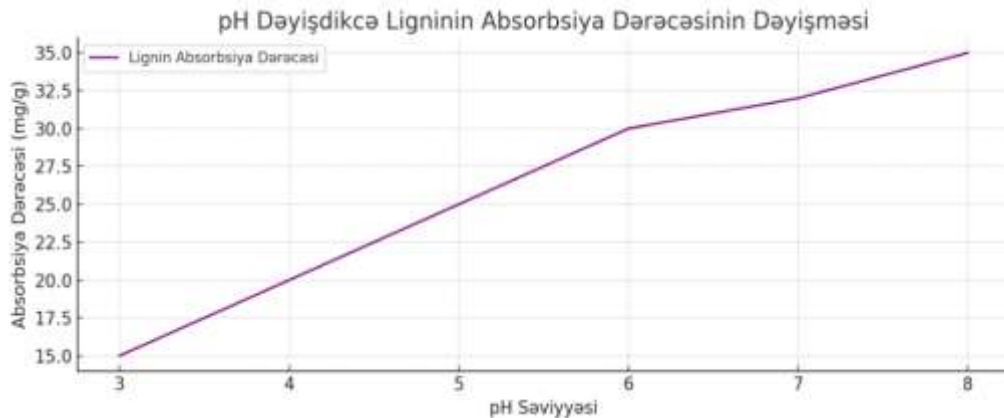
- Pb (plumbum) üçün lignin adsorbsiya dərəcəsi yüksək olmuşdur, xüsusilə pH 6-7 arasında.
- Cd (kadmium) və Hg (civə) ilə əlaqəli udulma dərəcəsi nisbətən aşağıdır, lakin yenə də müsbət nəticələr əldə edilmişdir.



Qrafik 2. Sintetik boyaların lignin tərəfindən sorbsiyası

Sənayedə geniş istifadə olunan sintetik boyalar suyun çirklənməsinə səbəb olur. Təcrübələr nəticəsində məlum olmuşdur ki:

- Lignin qırmızı və mavi boyaların udulmasında yüksək effektivlik göstərir.
- Adsorbsiya prosesinin effektivliyi pH səviyyəsi, temperatur və istifadə olunan ligninin miqdarı ilə sıx əlaqəlidir. Xüsusilə, pH-nin yüksəlməsi adsorbsiya qabiliyyətini gücləndirir.



Qrafik 3. Ph dəyişdikcə lignin adsorbsiya dərəcəsinin dəyişməsi

Ligninin çirkləndirici maddələri udma qabiliyyəti pH səviyyələrindən asılıdır. Çünki pH dəyəri, sorbentin səthindəki ionlaşma dərəcəsinə və çirkləndiricinin yüklənməsinə dəyişdirir, bu da adsorbsiya prosesinə təsir edir.

- pH 4-6 aralığında ən yüksək udulma dərəcəsi müşahidə olunmuşdur.
- pH 3-də isə udulma azalmışdır, çünki bəzi metalların ionları bu pH səviyyəsində daha az aktiv olur.

Tədqiqat zamanı ligninin adsorbsiya qabiliyyəti digər ənənəvi sorbentlərlə (aktivləşdirilmiş karbon və zeolit) müqayisə edilmişdir. Nəticələr aşağıdakı cədvəldə verilmişdir.

Cədvəl 3. Lignin Sorbentinin Digər Sorbentlərlə Müqayisəsi

Sorbent Tipi	Ağır Metal Udulması	Sintetik Boya Udulması (%)	Neft Tullantıları Udulması (%)
Lignin əsaslı sorbent	85-95	80-92	88-97
Aktivləşdirilmiş Karbon	90-98	85-93	92-99
Zeolit	75-85	70-80	78-88

Göründüyü kimi, lignin əsaslı sorbentin adsorbsiya qabiliyyəti aktivləşdirilmiş karbon ilə müqayisədə bir qədər aşağı olsa da, digər ənənəvi sorbentlərdən üstünlük təşkil edir.

Nəticə

Aparılmış təcrübələrin nəticələri göstərmişdir ki, lignin əsaslı sorbentin optimal qatılıqda və müxtəlif temperatur rejimlərində təsiri su nümunələrində çirkləndirici maddələrin miqdarına əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir. Bitki tullantıları əsasında alınan sorbentlər ekoloji dayanaqlılıq prinsipinə uyğun bir yanaşma təqdim edir. Ligninin istifadəsi tullantıların azaldılması və təmiz su ehtiyatlarının qorunması baxımından əhəmiyyətlidir. Tədqiqat nəticələri göstərir ki, lignin əsaslı sorbentlər ağır metallar, sintetik boyalar və neft tullantıları kimi çirkləndiricilərin effektiv şəkildə sorbsiyasını təmin edə bilər. Bu, onların sənaye tullantılarının təmizlənməsi və ekoloji yükün azaldılması məqsədilə istifadəsini perspektivli edir.

20°C temperaturda və 120 dəqiqə müddətində sorbentin tətbiqi nəticəsində çirkləndiricilərin sorbsiyası göl suyu, çay suyu və sənaye tullantı suları üçün müvafiq olaraq 62.4%, 70.2%, 66.1% təşkil etmişdir. Bu şəraitdə qalıq çirkləndirici maddələrin miqdarı uyğun olaraq 14.8%, 9.7%, 12.3% təşkil etmişdir.

30°C temperaturda və 120 dəqiqəlik adsorbsiya müddətində sorbentin effektivliyi göl suyu üçün 68.7%, çay suyu üçün 78.4% və sənaye tullantı suları üçün isə 72.5% səviyyəsində qeydə alınmışdır. Bu temperaturda qalıq çirkləndirici maddələrin miqdarı isə müvafiq olaraq 10.2%, 6.5%, 8.9% olmuşdur.

40°C temperaturda və 120 dəqiqə müddətində sorbsiyanın effektivliyi daha da yüksələrək göl suyu, çay suyu və sənaye tullantı suları üçün uyğun olaraq 84.9%, 92.6%, 86.7% təşkil etmişdir. Nəticədə, qalıq çirkləndirici maddələrin miqdarı uyğun olaraq 5.6%, 2.3%, 4.1% səviyyəsinə düşmüşdür.

50°C temperaturda və 120 dəqiqə müddətində lignin əsaslı sorbentin maksimal təsiri müşahidə olunmuşdur. Bu halda çirkləndiricilərin sorbsiyası göl suyu, çay suyu və sənaye tullantı suları üçün müvafiq olaraq 96.8%, 98.2%, 97.3% təşkil etmişdir. Qalıq çirkləndirici maddələrin miqdarı isə uyğun olaraq 1.2%, 0.7%, 0.9% səviyyəsinə enmişdir.

Nəticələr göstərir ki, temperatur artdıqca lignin əsaslı sorbentin sorbsion aktivliyi yüksəlir və çirkləndirici maddələrin su mühitindən effektiv çıxarılmasına səbəb olur. Xüsusilə, 50°C temperaturda sorbentin effektivliyi maksimum səviyyəyə çatmışdır. Bu isə lignin əsaslı sorbentin sənaye tullantılarının təmizlənməsində perspektivli bir material olduğunu təsdiqləyir.

Bəyannamələr

Əlyazma başqa heç bir jurnalə və ya konfransa təqdim edilməyib.

Təhsil Məhdudiyyətləri

Tədqiqatın nəticələrinə təsir göstərə biləcək məhdudiyyətlər mövcud deyil.

Təşəkkürnamə

Müəllif bu tədqiqatda iştirak edən, öz dəyərli fikirlərini və təcrübələrini bölüşən işçilərə və təcrübəsi olan insanlara təşəkkürünü bildirir. Onların əməkdaşlığı və açıqlığı tədqiqat nəticələrinin dərinliyinə və zənginliyinə əhəmiyyətli dərəcədə kömək etmişdir.

Maliyyələşdirmə Mənbəyi

Bu tədqiqat xarici maliyyə dəstəyi olmadan aparılmışdır.

Rəqabətli Maraqlar

Müəlliflər heç bir rəqabətli maraqlar bəyan etmirlər.

Etik Standartlar

Tədqiqat bütün etik qaydalara cavab verir, o cümlədən öyrənilən ölkənin qanuni tələblərinə riayət edir.

ƏDƏBİYYAT

1. Demirbas, A. (2008). "Heavy metal adsorption onto agro-based waste materials: A review." *Journal of Hazardous Materials*, 157(2-3), 220-229.
2. Sun, X. F., Sun, R. C., & Sun, J. X. (2004). "Acidic degradation of wheat straw lignin and its characterization by FTIR and NMR." *Polymer Degradation and Stability*, 83(1), 47-57.
3. Hubbe, M. A., Rojas, O. J., Lucia, L. A., & Sain, M. (2008). "Cellulosic nanocomposites: A review." *BioResources*, 3(3), 929-980.
4. Suhas, Carrott, P. J. M., & Ribeiro Carrott, M. M. L. (2007). "Lignin—from natural adsorbent to activated carbon: A review." *Bioresource Technology*, 98(12), 2301-2312.
5. Ahmad, M., Rajapaksha, A. U., Lim, J. E., Zhang, M., Bolan, N., Mohan, D., & Ok, Y. S. (2014). "Biochar as a sorbent for contaminant management in soil and water: A review." *Chemosphere*, 99, 19-33.
6. Wang, H., Zhao, X., Wang, S., & Xing, B. (2016). "Environmental fate of biochar-derived carbon: The role of physicochemical properties in carbon stability and recalcitrance." *Environmental Science & Technology*, 50(4), 1620-1631.
7. Deng, S., Yu, Q., Huang, J., & Yu, G. (2010). "Removal of perfluorinated compounds from water using activated carbon and carbon nanotubes." *Water Research*, 44(4), 518-526.
8. Low, K. S., & Lee, C. K. (1991). "Cadmium uptake by moss (*Thuidium* species)." *Water Research*, 25(8), 1099-1103.
9. Khan, N. A., Ibrahim, S., & Subramaniam, P. (2004). "Elimination of heavy metals from wastewater using agricultural wastes as adsorbents." *Malaysian Journal of Science*, 23(1), 43-51.

10. Kılıç, M., Apaydın-Varol, E., & Pütün, A. E. (2011). "Microporous activated carbon from walnut shell by chemical activation with K₂CO₃: Application in hydrogen storage." *International Journal of Hydrogen Energy*, 36(2), 2260-2267.
11. Bhatnagar, A., & Sillanpää, M. (2010). "Utilization of agro-industrial and municipal waste materials as potential adsorbents for water treatment—A review." *Chemical Engineering Journal*, 157(2-3), 277-296.
12. Gupta, V. K., & Suhas. (2009). "Application of low-cost adsorbents for dye removal—A review." *Journal of Environmental Management*, 90(8), 2313-2342.
13. Zhou, Y., Zhang, L., & Cheng, Z. (2015). "Removal of organic pollutants from aqueous solution using agricultural wastes: A review." *Journal of Molecular Liquids*, 212, 739-762.
14. Yang, S. T., Liu, J. H., Sun, H. W., & Guo, G. (2011). "Adsorption of heavy metals on modified lignin-based adsorbent." *Chemical Engineering Journal*, 178, 40-46.
15. Mohan, D., Singh, K. P., & Singh, V. K. (2008). "Wastewater treatment using low-cost activated carbons derived from agricultural by-products—A case study." *Journal of Hazardous Materials*, 152(3), 1045-1053.

Publication history

Article received: 26.09.2025

Article accepted: 10.10.2025

Article published online: 24.11.2025

<https://doi.org/10.36962/CESAJSC65032025-08>

THE ROLE OF INCLINED AND HORIZONTAL WELLS IN OIL AND GAS PRODUCTION

Shirin Bakshaliyeva¹, Javidan İsrafilov²

^{1,2}Azerbaijan State Oil and Industry University, Oil and Gas Engineering Department

“Oil and gas engineering” faculty^{1,2}, PhD, Master's degree²

Email: javidan.israfilov@gmail.com

ABSTRACT

The growing complexity of geological formations in hydrocarbon exploration has intensified the demand for more advanced well-trajectory designs. Among these innovations, inclined and horizontal wells have emerged as key solutions in contemporary drilling operations. This study delves into the functional advantages of these directional wells in increasing oil and gas output, comparing their performance with traditional vertical drilling. The paper also traces the technological evolution and strategic reservoir management methods that have been adapted to exploit the benefits of non-vertical well designs. By integrating insights from field performance, numerical simulations, and case-based analyses, it becomes evident that inclined and horizontal wells are not merely alternatives but essential tools for optimizing production, particularly in unconventional and geologically challenging reservoirs.

[1] Although the principles of directional drilling have existed for decades, the large-scale deployment of inclined and horizontal wells has accelerated in recent years, driven by enhancements in subsurface imaging, real-time drilling control, and downhole steering technologies. Systems like MWD (Measurement While Drilling), LWD (Logging While Drilling), and rotary steerable tools have enabled precise well navigation in complex geological scenarios. These advancements also support geosteering—allowing operators to adjust the drilling path dynamically based on real-time formation feedback, thereby improving placement accuracy and production potential.

Inclined and horizontal wellbores have delivered particularly strong results in reservoirs with natural fractures or limited vertical pay thickness, such as carbonate systems or thin oil rims. In such conditions, vertical wells often underperform due to missed productive intervals, while inclined trajectories can be designed to intersect multiple high-permeability zones. This approach has proven especially effective in redeveloping aging fields, enabling access to remaining reserves in areas previously overlooked due to structural complexity.

Moreover, horizontal wells play a crucial role in modern Enhanced Oil Recovery (EOR) techniques. They facilitate improved sweep efficiency and pressure control when integrated with secondary and tertiary recovery methods such as waterflooding, gas injection, or thermal recovery. Strategically positioned horizontal injectors and producers can help reduce fluid channeling and enhance displacement efficiency. In heavy oil reservoirs, horizontal wells are

indispensable in steam-assisted gravity drainage (SAGD), ensuring efficient thermal transfer and continuous production flow.

[2] However, drilling inclined and horizontal wells introduces specific technical challenges. Their extended length and greater interaction with the reservoir amplify the risks of borehole instability, sanding issues, and cleaning difficulties. Operational concerns like increased torque and drag, differential sticking, and inefficient cuttings transport must be addressed through robust planning, tailored drilling fluids, and specialized tools. Though costlier than vertical wells, the longer lifespan and higher output of horizontal wells often offset the initial investment, provided that thorough economic and risk evaluations are conducted beforehand.

[3] In shale plays, horizontal wells are commonly used in tandem with multi-stage hydraulic fracturing to stimulate flow in ultra-low-permeability rock. The design of the horizontal section—including its length, azimuth, and depth—is vital for optimizing fracture initiation and connectivity. When properly engineered, this combination has the potential to unlock large volumes of hydrocarbons that would remain unrecoverable using conventional methods. The article references case studies from regions such as North America and the Middle East to demonstrate how horizontal well strategies have been tailored to diverse geological and operational conditions.

Environmental and policy considerations have also accelerated the adoption of directional drilling practices. Horizontal drilling allows operators to reach large subsurface areas from a single surface location, reducing land use and environmental disruption. This advantage is especially valuable in sensitive environments or offshore fields, where operational footprints must be minimized. Additionally, the enhanced recovery facilitated by directional wells aligns with sustainable development goals, enabling more efficient use of natural resources and reducing the environmental cost per barrel of oil produced.

To conclude, inclined and horizontal wells have fundamentally altered the landscape of hydrocarbon production. Their ability to improve reservoir contact, maximize recovery, and reduce environmental footprint has made them indispensable in the toolkit of today's petroleum engineers. As resource extraction moves toward greater complexity and efficiency, the strategic value of these well types will continue to grow. Through continued innovation and the integration of cross-disciplinary technologies, the oil and gas sector can unlock the full potential of these advanced well systems and ensure the sustainable development of energy resources.

Keywords: IRS, MWD, LWD, drilling, measurement, logging, directional drilling, subsurface reservoir performance development, well optimization

MAİLİ VƏ ÜFÜQİ QUYULARIN NEFT QAZ HASİLATINDA ROLU

Şirin Baxşəliyeva¹, Cavidan İsrafilov²

^{1,2}Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, ^{1,2} Neft-qaz Mühəndisliyi, dosent

^{1,2}Qaz- Neft-Mədən fakültəsi, magistr

Email: javidan.israfilov@gmail.com

XÜLASƏ

Bu araşdırmada geoloji cəhətdən mürəkkəb və layvari quruluşa malik neft-qaz yataqlarında meylli və üfüqi qazma metodlarının tətbiqinin texnoloji və iqtisadi baxımdan səmərəliliyi qiymətləndirilmişdir. Ənənəvi şaquli quyularla müqayisədə bu tip quyular məhsuldar qatla kontakt zonanı genişləndirərək hasilat gücünü artırır və erkən faza daxilolmalarının qarşısını alır. Qazma zamanı tətbiq olunan müasir texnologiyalar – MWD (Qazma zamanı ölçü), LWD (Qazma zamanı karotaj), geosteering sistemləri və ağıllı tamamlama texnikaları – istismar dövrünün uzadılmasına, texniki xətlərin azalmasına, əməliyyat xərclərinin optimallaşdırılmasına və ekoloji təhlükələrin minimuma endirilməsinə şərait yaradır. Araşdırma nəticələri göstərir ki, bu yanaşma hasilatın intensivləşdirilməsində və ehtiyatların effektiv idarəsində mühüm rol oynayır.

Açar sözlər: İRS, MWD, LWD, qazma, ölçmə, karotaj, istiqamətli qazma, yeraltı layların işlənməsi, quyuların optimallaşdırılması

Giriş

Müasir dövrdə neft və qaz sənayesində hasilatın artırılması və mövcud ehtiyatların daha səmərəli şəkildə istismar olunması məqsədilə ənənəvi şaquli quyularla yanaşı, maili və üfüqi istiqamətdə qazılan quyuların tətbiqinə geniş yer verilir. Xüsusilə kompleks geoloji quruluşa malik yataqlarda – təbəqələşmiş, zəif süzülmə qabiliyyətinə malik və yüksək viskozitəli neft laylarında – şaquli qazma metodlarının texnoloji imkanları bəzən kifayət qədər effektiv olmur. Bu halda, istismar edilən layların daha geniş sahəsini əhatə etmək və drenaj zonalarının artırılması üçün üfüqi və maili quyuların qazılması optimal texnoloji həll hesab olunur.

(1) Ənənəvi qazma üsullarında məhsuldar təbəqə yalnız şaquli istiqamətdə dəşildiyindən, zəif lay təzyiqi və sızdırıcılıq şəraitində istismar nəticələri aşağı olur. Üfüqi qazma isə formasiya daxilində təbəqə boyunca uzun məsafə qət edərək daha böyük təmas sahəsi yaradır, bu da axın şəraitinin və hasilatın artırılmasına müsbət təsir göstərir. Eyni zamanda, maili quyular istənilən dərinlikdə və istiqamətdə qazılaraq formasiya qatlarının daha məqsədyönlü istismarını, eləcə də su və qazla stimullaşdırma tədbirlərinin həyata keçirilməsini asanlaşdırır.

[6] Hazırda bu tip quyuların layihələndirilməsi və qazılması sahəsində tətbiq olunan texnologiyalar yüksək dəqiqlik və səmərəlilik səviyyəsinə malikdir. Buraya **quyu qazma zamanı ölçmə (MWD), geofiziki karotaj və süxur analizləri (LWD), trayektoriya idarəetməsi üçün geosteering texnologiyaları, rotor idarəli sistemlər, ağıllı tamamlama sistemləri və çoxlüləli qazma texnologiyaları** daxildir. Bu texnoloji yeniliklər hasilatın artımını təmin etməklə yanaşı, quyuların istismar müddətinin optimallaşdırılmasına, istismar xərclərinin azaldılmasına və ekoloji risklərin minimuma endirilməsinə imkan verir.

Üfüqi və maili qazmaların səmərəliliyi əsasən layın fiziki-geoloji göstəricilərindən – məsaməlilik dərəcəsi, keçiricilik qabiliyyəti, formasiya təzyiqi və temperaturun sahə daxilində paylanması – asılı olaraq dəyişir. Bu səbəbdən, bu cür quyuların layihələndirilməsində geoloji, texniki və iqtisadi faktorların hərtərəfli təhlili əsas şərtidir. Müasir mühəndislik yanaşmaları ilə **trayektoriya planlaması, hidrodinamik modelləşdirmə, rəqəmsal simulyasiyalar və texniki-iqtisadi dəyərləndirmə metodları** vasitəsilə bu analizlər həyata keçirilir.

Maili və üfüqi quyuların tətbiqi aşağıdakı funksional üstünlükləri təmin edir:

- Layla təmas səthinin genişləndirilməsi və drenaj zonalarının artırılması
- Suyun və qazın erkən daxilolmasının qarşısının alınması
- Çoxqatlı və təbəqələşmiş strukturlarda seçici hasilat imkanlarının yaradılması
- Eyni platformadan çoxsaylı quyuların istiqamətləndirilməsi imkanı
- Layların təbii enerji potensialının maksimum səviyyədə istifadəsi

(2) Əldə olunan sahə nəticələri və elmi tədqiqatlar göstərir ki, üfüqi quyuların hasilat göstəriciləri analoji şaquli quyularla müqayisədə bir neçə dəfə yüksək ola bilər. Bu da öz növbəsində üfüqi qazma texnologiyalarını texniki-iqtisadi cəhətdən daha üstün mövqeyə gətirir. Maili qazma yanaşmaları isə laylararası əlaqələrin yaradılması və məhsuldar sahələrin daha geniş miqyasda istismarı baxımından əhəmiyyətlidir.

(3) Tədqiqat işinin əsas məqsədi maili və üfüqi qazma texnologiyalarının neft və qaz hasilatındakı rolunu kompleks şəkildə təhlil etmək, bu texnologiyaların tətbiqi zamanı istifadə olunan müasir mühəndislik metodologiyalarını araşdırmaq və onların səmərəliliyin texniki və iqtisadi baxımdan əsaslandırmaqdır. Bu məqsədə çatmaq üçün aşağıdakı istiqamətlər üzrə vəzifələr müəyyən olunmuşdur:

- Maili və horizontal qazma texnologiyalarının təsnifatı və tətbiq mexanizmlərinin elmi izahı.
- Qazma zamanı istifadə olunan avadanlıqlar və idarəetmə sistemlərinin texnoloji təhlili.
- Hasilata təsir edən əsas mühəndislik-parametrik göstəricilərin təhlili.
- Müasir modellər əsasında üfüqi və maili qazmaların effektivliyinin müqayisəli texniki-iqtisadi qiymətləndirilməsi.
- Layihələndirmə prosesində trayektoriya optimallaşdırılması və texnoloji risklərin idarə olunması üzrə üsulların işlənilib hazırlanması.

Bu araşdırma həm nəzəri-metodoloji, həm də tətbiqi baxımdan böyük əhəmiyyətə malikdir. Nəzəri baxımdan, qazma texnologiyalarının elmi əsaslarla qiymətləndirilməsi və hasilata təsir mexanizmlərinin izahı üçün baza rolunu oynayır. Tətbiqi baxımdan isə, qazma və istismar mühəndisləri üçün real yataqlar üzrə effektiv planlaşdırma və qərarvermə prosesində faydalı təlimat mənbəyidir.

Tədqiqatın məqsədi

Bu tədqiqatın əsas məqsədi maili və üfüqi qazma texnologiyalarının neft və qaz hasilatında oynadığı rolu geniş miqyasda araşdırmaq, onları şaquli quyularla müqayisə edərək əməli və texnoloji üstünlüklərini, həmçinin tətbiq sahələrini müəyyənləşdirməkdir. Müasir neft-qaz hasilatı sahəsində mürəkkəb geoloji şəraitlərin mövcudluğu klassik şaquli quyuların effektivliyini məhdudlaşdırır. Bu səbəbdən maili və üfüqi quyular alternativ deyil, daha çox strateji həll kimi qiymətləndirilir. Araşdırmada bu tip quyuların yataqla təmas sahəsini genişləndirməklə məhsuldarlığa necə təsir göstərdiyi, hasilatın səmərəliliyini artırmaq imkanları və ətraf mühitə olan təsirlərin azaldılması kimi aspektlər dəyərləndirilir. Eyni zamanda, onların qazılması prosesində qarşıya çıxan mühəndislik və maliyyə çətinlikləri də nəzərə alınaraq kompleks yanaşma tətbiq olunur. Tədqiqatın digər bir məqsədi isə beynəlxalq və yerli təcrübələrə əsaslanaraq bu texnologiyaların inkişaf istiqamətlərini təhlil etmək və Azərbaycanın neft sənayesində onların tətbiq imkanlarını araşdırmaqdır.

Məsələnin qoyuluşu

[4]Neft qaz sənayesində maili quyularının qazılmasının bir çox tətbiq sahələri vardır və onları aşağıdakı kimi qruplaşdırmaq olar

- Dəniz şəraitində limitli sahəyə görə bir nöqtədən qrup halında kut quyuların qazılması
- Təyin olunmuş layihə nöqtəsinin quyunun qazılmağa başladığı hissədən şaquli olaraq əlçatmaz olması

- Fontan vermiş quyunun nəzarətə götürülməsin təmin etmək üçün əlavə köməkçi quyuların qazılması
- Qəza baş vermiş quyunun şaquli hissəsindən yan quyu lüləsinin qazılması
- Problemlə zonalardan yan keçmənin təmin olunması üçün qazma
- Qazma xərclərinin minimuma endirmək üçün digər quyulara yaxın məsafədə qazmaq
- Və məhsuldar laya maksimum drenaj zonası yaratmaq ucun üfüqi qazma

[5] Maili quyuların qazılması üçün istifadə olunan avadanlıqlar texnologiyalar demək olar ki şaquli quyunun qazılması üçün tələblərlə eynidir və onlardan bir neçəsi aşağıda qeyd edilmişdi.

- Qazma zamanı qazma məhlulu və ya lay parametrlərinin ölçülməsin təmin edən quyu dibində idarə edilə bilən alətlərin istifadə olunması
- Yüksək əyrilik profilinə malik quyularda rezin protektorların istifadəsi (qoruyucu kəmərlər və qazma borularının zədələnməsinin qarşısının alınması)
- Qazma məhluluna xüsusi sürtkü maddələrinin əlavə olunması (alətə düşən burulma dartılma yüklərinin azaldılmasını təmin etmək üçün)
- Qazma zamanı həlqəvi fəzanın effektiv təmizlənməsini təmin etmək üçün yüksək hidravlik sistemlərin tətbiqi
- Şarnirli qazma borularının kiçik radiuslu quyu profillərinin qazılması zamanı istifadəsi
- Baltanın əvvəlcədən müəyyən edilmiş trayektoriya üzrə əyilməsini təmin edən xüsusi avadanlıqlar
- Şaquli hissənin düzgün trayektoriyanın saxlanması üçün qazma alətinin aşağı hissəsinin təyin edilmiş parametrlərə uyğun yığılması

Maili quyu profilləri

Xərclərin azaldılmasına və onlara nəzarətin təmin olunmasına da düzgün planlaşdırmanın rolu əvəzolunmazdır. Maili quyu profillərini xarakterizə edən kəmiyyətlər aşağıda verilmişdir.

- Bucağın yığılması və ya saxlanması
- Bucağın yığılması saxlanması və bucağın salınması
- Bucağın daim yığılması

Maili qazma zamanı istifadə olunan düsturlar

$$[4] L_c = \frac{\theta_j - \theta_i}{BRA} \quad (1) \rightarrow \text{Qövsün uzunluğu}$$

$$V = R_b (\sin \theta_j - \sin \theta_i) \rightarrow (2) \text{ Vertikal üzrə məsafə}$$

$$H = R_b (\cos \theta_j - \cos \theta_i) \rightarrow (3) \text{ horizontal üzrə məsafə}$$

$$R_b = \frac{190}{\pi * BRA} \rightarrow (4)$$

Yığılma və daimi saxlanma sxemi

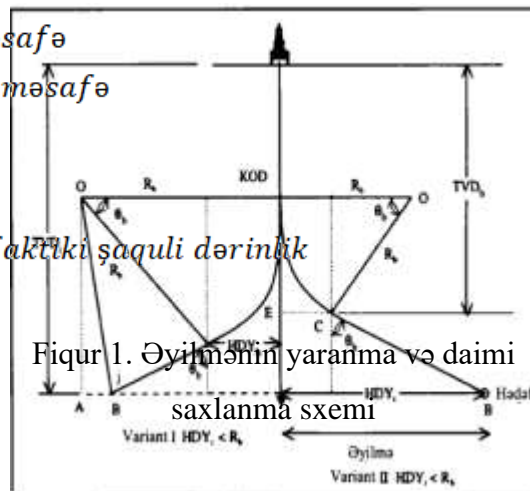
$$TVD = KOD + R_b \sin(\theta_b) + L_t \cos(\theta_b) \quad (5) \rightarrow \text{faktiki şaquli dərinlik}$$

$$HD = R_b (1 - \cos(\theta_b)) + L_t \sin(\theta_b) \quad (6)$$

$$TMD = KOD + \frac{\theta_b}{BRA} + L_t \quad (7)$$

Nəticə

Tədqiqatın nəticələri sübut edir ki, mürəkkəb geoloji şəraitə malik yataqlarda maili və üfüqi



Figur 1. Əyilmənin yaranma və daimi saxlanma sxemi

quyuların tətbiqi hasilatın gücləndirilməsi və ehtiyatların effektiv istismarı üçün yüksək texnoloji üstünlük təmin edir. Bu tip quyuların qazılması nəticəsində layla əlaqə səthi artır, drenaj sahəsi genişlənir və su/qazın vaxtından əvvəl daxil olması minimuma endirilir. Eyni zamanda, müasir qazma və idarəetmə sistemləri istismarın müddətini optimallaşdırmaqla bərabər, ümumi texniki-iqtisadi göstəriciləri də əhəmiyyətli şəkildə yaxşılaşdırır.

Bəyannamələr

Əlyazma başqa heç bir jurnala və ya konfransa təqdim edilməyib.

Təhsil Məhdudiyyətləri

Tədqiqatın nəticələrinə təsir göstərə biləcək məhdudiyyətlər mövcud deyil.

Təşəkkürnamə

Müəllif bu tədqiqatda iştirak edən, öz dəyərli fikirlərini və təcrübələrini bölüşən işçilərə və təcrübəsi olan insanlara təşəkkürünü bildirir. Onların əməkdaşlığı və açıqlığı tədqiqat nəticələrinin dərinliyinə və zənginliyinə əhəmiyyətli dərəcədə kömək etmişdir.

Maliyyələşdirmə Mənbəyi

Bu tədqiqat xarici maliyyə dəstəyi olmadan aparılmışdır.

Rəqabətli Maraqlar

Müəlliflər heç bir rəqabətli maraqlar bəyan etmirlər.

Etik Standartlar

Tədqiqat bütün etik qaydalara cavab verir, o cümlədən öyrənilən ölkənin qanuni tələblərinə riayət edir.

ƏDƏBİYYAT

1. [https://onepetro.org/IPTCONF/proceedings-abstract/20IPTC/1-20IPTC/154703\(1\)](https://onepetro.org/IPTCONF/proceedings-abstract/20IPTC/1-20IPTC/154703(1))
2. <https://onepetro.org/SPESATS/proceedings-abstract/16SATS/All-16SATS/SPE-182764-MS/187459>.
3. <https://onepetro.org/JPT/article-abstract/69/05/72/208724/A-Methodology-for-Multilateral-Well-Optimization>.
4. Azar C.C., Robello Samuel Q. Qazma Muhendisliyi.
5. S.D.Mustafayev, t.e.n R.M. Zeynalov, R.N. Pənahov- Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti. "Azneft İB" Azərbaycan neft təsərrüfatı №7-8, 2016.
6. Y.İ.Shafarov, İ.Y.Şıralı. Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, "Kompleks Qazma İşləri" trest. Azərbaycan neft təsərrüfatı №10, 2015.

EDITORIAL BOARD & INTERNATIONAL ADVISORY

Australia

Shahid Khan
 Monash Business School. Sessional Lecturer. PhD in Management.
 Vikash Ramiah
 UNISA School of Commerce. Associate Professor. PhD in Applied Finance.

Azerbaijan

Abbas İsmayilov
 Azerbaijan State Agricultural University. Director of the Biotechnology Center, Faculty of Agronomy Department, Associate Professor. PhD in Biology Science.
 Alakbar Huseynzada
 Azerbaijan State Oil and Industry University, Scientific researcher at "Geotechnological Problems of Oil, Gas and Chemistry", Scientific researcher at "Chemistry of alkenylphenols", Eesearch laboratory, Chemistry of petroleum and chemical technology department, Faculty of Chemistry, Baku State University, PhD in Chemistry.
 Almaz Mehdiyeva
 Azerbaijan State Oil and Industry University. Associate Professor. PhD in TS
 Aytekin Hasanova
 Azerbaijan Medical University. Department of medical biology and genetics, Senior teacher, PhD in Medical Biology.
 Arif Mammadzade
 Azerbaijan State Oil and Industrial University. "Geotechnological problems of oil, gas and chemistry" Scientific Research Institute. Doctor of technical sciences. Professor.
 Bilal Asadov
 Azerbaijan Medical University, Psychiatry Department, Professor. Doctor of MS.
 Elchin Suleymanov
 Baku Engineering University. Associate Professor of Department Finance. PhD in Economy.
 Elmira Valiyeva
 Azerbaijan State Agrarian University Senior teacher of the Chair of Languages.
 Elshan Hajizade
 Azerbaijan State University of Economics, Head of department. Doctor of Economic Science. Professor.
 Emin Mammadzade
 Institute of Economics of ANAS. Economic institute. Phd in Economy. Associate professor.
 Farda Imanov
 Baku State University, Vice-rector, Chair of Hydrometeorology, Professor.
 Garib Mamedov
 Baku State University, Chief of Soilsience Department of Biology Faculty. Doktor of biological sciences, Professor.
 Heyder Guliyev
 Azerbaijan State Agricultural University. English Teacher. PhD in Philology
 Ibrahim Habibov
 Azerbaijan State Oil and Industrial University. Doctor of Technical Sciences. Professor
 Irada Sultanova
 Azerbaijan Medical University, I obst-gynecology department, Associate professor.
 Lala Bekirova
 Azerbaijan State Oil and Industrial University. Department of Instrumentation Engineering, Doctor of TS.
 Leyla Djafarova
 Clinic "Medium" Baku. Doctor of Medical Sciences. Professor.
 Mahmud Hajizade
 Sector Director of State Fund for Information Technology Development of the Ministry of Communications and High Technologies of the Republic of Azerbaijan, Ministry of Transport, Communications and High Technologies of the Republic of Azerbaijan.
 Naila Guliyeva
 Azerbaijan Medical University. Assistant in "Immunology" Program at Paediatrics Diseases Department. Docent and Academic Manager in "Allergology and Immunology" Department.
 Nigar Kamilova
 Azerbaijan Medical University, Faculty I Obstetrics – Gynecology, professor.
 Rafiq Gurbanov
 Azerbaijan State Oil and Industrial University. Doctor of Technical Sciences. Professor
 Rafiq Mammadhasanov
 Azerbaijan Medical University, II Internal Medicine department, Professor.
 Ramiz Gurbanov
 Azerbaijan State Oil and Industrial University. Doctor of Technical Sciences. Professor
 ANAS. Giography Institute. Doctor of Technical Sciences. Professor. Academician.
 Rashad Abishov
 Dental Implant Aesthetic Center Harbor Hospital, Azerbaijan State Doctors Improvement Institute. PhD.

Rena Gurbanova
 Azerbaijan State Oil and Industrial University. Deputy of Faculty of Chemical Technology, Associate Professor. PhD in Chemistry.
 Saadet Safarova
 Azerbaijan Medical University, I Obstetrics- gynecology department, Associate professor, PhD in Medicine.
 Seadet Sultanova
 Azerbaijan Medical University, I Obstetrics- gynecology department. Professor.
 Sabina Ozbekzade
 Azerbaijan State Oil and Industry University, Instrumentation Engineering. Assistant professor.
 Sadagat Ibrahimova
 Azerbaijan State Oil and Industrial University, PhD in Economics, Associate professor.
 Sain Safarova
 Azerbaijan Medical University, II Internal Medicine department, Associate professor, Doctor of Medicine (M.D.)
 Samira Mammadova
 Sumgayit State University. Senior Teacher of History and its teaching methodology in History Faculty. PhD in History.
 Sayyara Ibadullayeva
 Institute of Botany. National Academy of Sciences. Professor. PhD in Biological Sciences.
 Sevinj Mahmudova
 Azerbaijan State Agrarian University. PhD. Senior teacher, Researcher.
 Tarbiz Aliyev
 Innovation Center of National Academy of Azerbaijan Republic. The deputy of director. Doctor of Economical Sciences. Professor.
 Tareil Omarov
 Azerbaijan Medical University. Department of surgical diseases. PhD in Medicine.
 Tofiq Ahmadov
 Azerbaijan State Oil and Industrial University. Doctor of Geology and Mineralogy Sciences. Professor
 Tofiq Baharov
 Azerbaijan State Oil Company. Scientific Research Institute. Head of department. Doctor of Geology and Mineralogy Sciences
 Tofiq Samadov
 Azerbaijan State Oil and Industrial University. Doctor of Technical Sciences. Professor.
 Tubukhanum Gasimzadeh
 Azerbaijan National Academy of Sciences. Institute of Dendrology of Azerbaijan NAS. Scientific Secretary of the Vice Presidential Service, Presidium. PhD in Biological Sciences, Associate Professor.
 Vusal Ismailov
 "Caspian International Hospital". Orthopedics Traumatology Expert. MD. Azerbaijan.
 Zakir Aliyev
 RAPVHN and MAEP. PhD in Agricultural Sciences, Professor of RAE academician.
 Zakir Eminov
 ANAS. Geography Institute. Doctor of Geography Sciences. Associate Professor.

Bahrain

Osama Al Mahdi
 University of Bahrain, Bahrain Teachers College. Assistant Professor. PhD, Elementary Education and Teaching

Bangladesh

Muhammad Mahboob Ali
 Daffodil International University. Department of Business Administration . Professor.

Bosna & Hercegovina

Igor Jurčić
 Head of marketing Business group for VSE/SME. Telecommunication Business and Management.
 Ratko Pavlovich
 University of East Sarajevo. Faculty of Physical Education and Sport. Professor.

Brazil

Paulo Cesar Chagas Rodrigues
 Federal Institute of Education, Science and Technology of Sao Paulo. Professor. PhD in Mechanical Engineering.

Bulgaria

Desislava Stoilova
 South-West University "Neofit Rilski". Faculty of Economics. Associate Professor. PhD in Finance.
 Eva Tsvetanova
 Tsenov Academy of Economics, Svishtov, Bulgaria Department of Strategic Planning. Head assistant professor. PhD in Economy.
 Jean-François Rougé
 University of Technology, Sofia. PhD in Business law

Milena Kirova
 Sofia University "St. Kliment Ohridski". Professor. PhD in Philology.

Croatia

Dragan Čišić
 University of Rijeka. Department of Informatics, Full professor. PhD in Logistics, e-business.

Egypt

Abdelbadeh Salem
 Professor at Faculty of Computer and Information Science, Ain Shams University.
 Neyara Radwan
 King Abdul-Aziz University. Jeddah. KSA. Business Administration Department. Faculty of Economics and Administration. Assistant Professor.
 Suez Canal University. Mechanical Department. Faculty of Engineering. Assistant Professor.

France

Michael Schaefer
 L'Association 1901 SEPIKE International, Président at SEPIKE International. PhD of Economical Sciences.

Georgia

Anzor Abralava
 Georgian Technical University. Doctor of Economical Sciences. Full Professor
 Archil Prangishvili
 Georgian Technical University. Doctor of Technical Sciences. Full Professor.
 Avtandil Silagadze
 Correspondent committee-man of National Academy of Georgia. Tbilisi University of International Relationships. Doctor of Economical Sciences. Full Professor.
 Badri Gechbaia
 Batumi Shota Rustaveli State University. Head of Business Administration Department. PhD in Economics, Associate Professor.
 Dali Sologashvili
 State University named Akaki Tsereteli. Doctor of Economical Sciences. Full Professor
 Dali Osepushvili
 Professor of Journalism and Mass Communication TSU (Tbilisi State University), Head MA Program "Media and New Technology"
 Davit Narmania
 Tbilisi State University (TSU), Chair of Management and Administration Department. Professor.
 Davit Tophuria
 Tbilisi State Medical University. Head of International Students Academic Department, Associate Professor. PhD in HNA.
 Eka Avaliani
 International Black Sea University. Faculty of Social Sciences and Humanities, Professor of History.
 Eka Darchiashvili
 Tbilisi State University named after Sv. Grigol Peradze. Assistant of professor. PhD in BA.
 Enene Menabde-Jobadze
 Georgian Technical University. Academical Doctor of Economics.
 Eter Bukhnikashvili
 University of Georgia, Department of Dentistry of the School of Health Sciences, PhD in Dentistry. MD dentist.
 Evgeni Baratashvili
 Georgian Technical University. Head of Economic and Business Department. Doctor of Economical Sciences. Full Professor
 George Jandieri
 Georgian Technical University; Chief scientist, Institute of Cybernetics of the Georgian Academy. Full Professor
 George Malashkhia
 Georgian Technical University. Doctor of Economical Sciences. Full Professor.
 Giorgi Kepuladze
 Business and Technology University, Associate Professor, PhD in Economics.
 Gulnara Kiliptari
 Tbilisi State Medical University. Head of ICU department. Associate professor.
 Iamze Taboridze
 David Aghmashenebeli University of Georgia, Head of the Center for Scientific Research and Continuing Education, PhD in biological sciences. Associate professor.
 Ketevan Goletiani
 Batumi Navigation Teaching University. Dean of Business and Logistics Faculty, Professor, Batumi Shota Rustaveli State University.
 Doctor of Business Administration, Assistant-Professor
 Lali Akhmeteli
 Tbilisi State Medical University, Surgery Department #1, Direction of Surgical, Associate Professor. General Surgery.

Lamara Qoqiauri
 Georgian Technical University. Member of Academy of Economical Sciences. Member of New York Academy of Sciences. Director of first English school named "Nino". Doctor of Economical Sciences. Full Professor.

Larisa Korghanashvili
 Tbilisi State University (TSU) named Ivane Javakhishvili. Full Professor

Larisa Takalandze
 Sokhumi State University, Faculty of Business and Social Sciences. Doctor of Economic Sciences. Professor.

Lia Davitadze
 Batumi Shota Rustaveli State University. Higher Education Teaching Professional. PhD in Educational Sciences.

Lia Eliava
 Kutaisi University. Economic expert in the sphere of economy and current events in financial sector. Full Professor. PhD in Business Administration.

Lia Matchavariani
 Ivane Javakhishvili Tbilisi State University (TSU). Head of Soil Geography Chair, Faculty of Exact & Natural Sciences (Geography Dep.), Full Professor.

Loid Karchava
 Doctor of Business Administration, Association Professor at the Caucasus International University, Editor-in-Chief of the international Scientific Journal "Akhali Ekonomisti" (The New Economist)

Maia Matoshvili
 Tbilisi State Medical University. The First University Clinic. Dermato-Venereologist. Assistant Professor. PhD in DAPS.

Mariam Darbaidze
 Davit Aghmashenebeli National Defense Academy of Georgia. The Head of Education Division. PhD in Biology.

Mariam Kharashvili
 Sulkhan-Saba Orbeliani University, School of Medicine, Associated Professor, PhD in Medicine, MD.

Mariam Nanitashvili
 Executive Director - Wise Development LTD (Training Centre). Associated Professor at Caucasus University. PhD in Economics

Nana Shoniya
 State University of Kutaisi named Akakhi Tsereteli. Doctor of Economical Sciences. Full professor

Natia Beridze
 LEPL National Environmental Agency of Georgia, Invited Expert at International Relations and PR Division. PhD in Political Science.

Natia Shengelia
 Georgian Technical University, Business Technology Faculty, Associate Professor.

Nelli Sichinava
 Akaki Tsereteli State University. Associate. Professor. PhD

Nino Didbaridze
 Microbiology and Immunology Department. Immunologi Direction. Tbilisi State Medical University. PhD MD.

Nino Gogokhia
 Tbilisi State Medical University. Head of Laboratory the First University Clinic. Professor.

Nino Museridze
 GGRC Georgian-German Center for Reproductive Medicine, Owner and Clinical Director. The Doctor of Medicine, Full Professor.

Nino Pirtskhelani
 Tbilisi State Medical University, Department of Molecular and Medical Genetics, Associated Professor. Alte University, Ken Walker International University, Professor.

Paata Koguashvili
 Georgian Technical University. Doctor of Economical Sciences. Full Professor. Academician. Member of Georgia Academy of Sciences of Agriculture.

Rati Abuladze
 St. Andrew the first-called Georgian University of the Patriarchate of Georgia. Faculty of Economics and Business Administration. Manager of the Faculty Quality Assurance Office. PhD in Business Administration.

Rusudan Kutateladze
 Georgian Technical University. Doctor of Economical Sciences. Full Professor

Rusudan Sujashvili
 School of Medicine, New Vision University, Ivane Beritashvili Center of Experimental Biomedicine, Professor, Doctor of Biology.

Tamar Didbaridze
 Tbilisi State Medical University, Microbiology Department, Associate Professor First University Clinic. PhD in MD.

Tamar Giorgadze
 Tbilisi State Medical University. Department of Histology, Cytology and Embryology. Assistant Professor.

Tamila Armania-Kepuladze
 Akaki Tsereteli State University. Department of Economics. Professor.

Timuri Babunashvili
 Georgian Business Academy of Science. Doctor of Economical Sciences. Full Professor.

Vladimer Papava
 Tbilisi State Medical University. Assistant-Professor. PhD. MD.

Zurab Khonelidze
 Sokhumi State University. Doctor of Political Sciences. Professor.

Germany

Alexander Dilger
 University of Münster. Professor of Business Economics. PhD in Economy.
 Hans-Juergen Zahorka
 Assessor jur., Senior Lecturer (EU and International Law, Institutions and Economy), Chief Editor of "European Union Foreign Affairs Journal", LIBERTAS - European Institute, Rangendingen

Greece

Margarita Kefalaki
 Communication Institute of Greece. PhD in Cultural Communication. President of Institute.

Hungary

Nicasia Picciano
 Central European University. Department of International Relations and European Studies.

India

Federica Farneti
 University of Bologna. Department of Sociology and Business Law. Associate Professor. OhD in Economic & Management.
 Prasanta Kumar Mitra
 Sikkim Manipal Institute of Medical Sciences. Department of Medical Biotechnology. PhD in Biochemistry.
 Samant Shant Priya
 Lal Bahadur Shastri Institute of Management, New Delhi, Associate Professor in Philosophy PhD in Marketing.
 Sonal Purohit
 Jain University, Center for Management Studies, Assistant Professor, PhD in Business Administration, Life Insurance, Privatization.
 Varadaraj Aravamudhan
 Alliance University, Professor.

Iraq

Rana Khudhair Abbas Ahmed
 Irag, Baghdad, Alrafidain University College. Lecturer, Global Executive Administrator, Academic coordinator. PhD in Scholar (CS).

Iran

Azadeh Asgari
 Asian Economic and Social Society (AESS). Teaching English as a Second Language. PhD

Italy

Simona Epasto
 University of Macerata. Department of Political Science, Communication and International Relations. Tenured Assistant Professor in Economic and Political Geography. PhD in Economic and Political Geography
 Donatella M. Viola
 London School of Economics and Political Science, London, Assistant Professor in Politics and International Relations at the University of Calabria, Italy. PhD in International Relations.

Jordan

Ahmad Aljaber
 President at Gulf University. German Jordan University, Founder / Chairman of the Board. Ph.D in Computer Science
 Ahmad Zamil
 Middle East University (MEU). Business Administration Dept. Associate Professor. PhD Marketing
 Ikhlas Ibrahim Altarawneh
 Al-Huessian BinTalal University. Business Department. Full Professor in Human Resource Management.
 Asmahan Majed Altaher
 Arab Academy for Banking and Financial Sciences. Associate Professor. PhD in Management Information System.
 Sadeq Al-Hamouz
 The World Islamic Sciences & Education University (WISE), Vice Dean of the Faculty of Information Technology.
 Chairman of the Department of Computer Science. Professor.
 Safwan Al Salaimeh
 Aqaba University of Technology. Software Engineering Department. Information Technology Faculty. Dean of information technology faculty. Professor.

Kazakhstan

Ainur Tokshilikova
 West Kazakhstan Marat Ospanov Medical University, PhD in Medicine, Department of Anesthesiology and Reanimatology.
 Alessandra Clementi
 Nazarbayev University School of Medicine. MD, GP. Assistant Professor of Medical Practice and Family Medicine
 Anar Mirzagalieva
 Astana International University. Vice-President. PhD in Biology.
 Anna Troeglazova
 East Kazakhstan State University named Sarsen Amanjolv. PhD
 Gulmira Zhurabekova
 Marat Ospanov West-Kazakhstan State Medical Academy. Department of Human Anatomy. Associate Professor
 Nuriya Kharisova
 Karaganda Medical University. Associate Professor of Biological Science.
 Nikolay Kurguzov
 State University of Pavlodar named S. Toraygirova. PhD. Professor.
 Zhanargul Smailova
 Head of the Department of Biochemistry and Chemical Disciplines named after MD, professor S.O. Tapbergenova NAC Medical University of city Semey.
 Zhanslu Sarkulova
 West Kazakhstan Marat Ospanov Medical University, Doctor of Medical Sciences, Professor, Department of Anesthesiology and Reanimatology.

Libya

Salaheddin Sharif
 University of Benghazi, Libyan Football Federation- Benghazi PhD in Medicine (MD)

Latvia

Tatjana Tambovceva
 Riga Technical University. Faculty of Engineering Economics and Management, Professor.

Lithuania

Agne Simelyte
 Vilnius Gediminas Technical University, Associate professor. Phd in Social Sciences (Management)
 Ieva Meidute – Kavaliauskiene
 Vilnius Gediminas Technical University. Doctor of Technological Sciences. Head of Business Technologies and Entrepreneurship Department, Faculty of Business Management.
 Vilma (Kovertaite) Musankoviene
 e-Learning Technology Centre. Kaunas University of Technology. PHD
 Laura Uturyte
 Vilnius Gediminas Technical University (VGTU). Head of Project Manager at PI Gintarine Akademy. PhD in Economy.
 Loreta (Gedminaitė) Ulvydiene
 Professor of Intercultural Communication and Studies of Translation. Vilnius University. PHD
 Zhaneta Simanavichienė
 Mykolas Romeris University, Head of the Sustainable Innovation Laboratory, Public Security Academy, professor. Honorary Consul of the Republic of Estonia in Lithuania

Macedonia

Liza Alili Sulejmani
 International Balkan University. Head of Banking and Finance department. Assistant Professor. PhD of Economics.
 Learta Alili Ademi
 Pediatrician in University, Clinic for pediatric diseases, department of neurology.

Malaysia

Anwarul Islam
 The Millennium University. Department of Business Administration. Associate Professor.
 Kamal Uddin
 Millennium University, Department of Business Administration. Associate Professor. PhD in Business Administration.

Morocco

Mohammed Amine Balambo
 Ibn Tufail University, Aix-Marseille University. Free lance. Consultant and Trainer. PhD in Philosophy. Management Sciences, Specialty Strategy and Logistics.

Nigeria

Bhola Khan
 Yobe State University, Damaturu. Associate Professor, Department of Economics. PhD in Economics.

Norway

Svitlana Holovchuk
 PhD in general pedagogics and history of pedagogics.

Pakistan

Nawaz Ahmad
 Shaheed Benazir Bhutto University, Associate Professor, PhD in Management.

Poland

Grzegorz Michalski
 Wrocław University of Economics. Faculty of Engineering and Economics. PhD in economics. Assistant professor.
 Kazimierz Waluch
 Paweł Włodkiewicz College in Płock, Assistant Professor at the Faculty of Management. PhD in Economy.
 Robert Paweł Susło
 Wrocław Medical University, Public Health Department, Health Sciences Faculty, Adjunct Professor of Gerontology Unit. PhD MD.
 Tadeusz Trocickowski
 European Institute for Eastern Studies. PhD in Management Sciences.

Qatar

Mohammed Elgammal
 Qatar University. Assistant Professor in Finance. PhD in Finance

Romania

Camelia Florela Voinea
 University of Bucharest, Faculty of Political Science, Department of Political Science, International Relations and Security Studies.
 PhD in Political Sciences.
 Minodora Dobreanu
 University of Medicine and Pharmacy of Târgu Mureș. Faculty of Medicine. Professor, MD, PhD in Medicine, Romanian Association of Laboratory Medicine. Editor-in-chief.
 Odette (Buzea) Arhip
 Ecological University of Bucuresti. Associate Professor. PhD in Social Sciences.

Saudi Arabia

Ikhlas (Ibrahim) Altarawneh
 Ibn Rushd College for Management Sciences. PHD Human Resource Development and Management.
 Associate Professor in Business Administration
 Salim A alghamdi
 Taif University. Head of Accounting and Finance Dept. PhD Accounting

Serbia

Jane Paunkovic
 Faculty for Management, Megatrend University. Full Professor. PhD, Medicine
 Jelena Purenovic
 University of Kragujevac . Faculty of Technical Sciences Cacak . Assistant Professor . PhD in NM systems.

South Korea

Aynur Aliyeva
 The Catholic University of Korea. Department of Otorhinolaryngology, Head and Neck Surgery. MD, PhD.

Sultanate of Oman

Nithya Ramachandran
 Ibra College of Technology. Accounting and Finance Faculty, Department of Business Studies. PhD
 Rustom Mamlook
 Dhofar University, Department of Electrical and Computer Engineering College of Engineering. PhD in Engineering / Computer Engineering. Professor.

Sweden

Goran Basic
 Lund University. Department of Sociology. PhD in Sociology. Postdoctoral Researcher in Sociology.

Turkey

Fuad Aliew
 Gebze Technical University, Department of Electronics Engineering, Faculty of Engineering, Associate professor, PhD in Automation engineering
 Mehmet Inan
 Turkish Physical Education Teachers Association. Vice president. PhD in Health Sciences, Physical Education and Sport Sciences
 Melis Gönülal
 University of Health Sciences, İzmir Tepecik Training and Research Hospital, Associate professor.
 Muzaffer Sancı
 University of Health Sciences. Tepecik Research and Teaching Hospital. Clinics of Gynecology and Obstetrics Department of Gynecologic Oncologic Surgery. Associated Professor.
 Vugar Djafarov
 Medical school at the University of Ondokuzmayıs Turkey. PhD. Turkey.
 Yigit Kazancioglu
 Izmir University of Economics. Associate Professor, PhD in Business Administration.

UK

Christopher Vasillopoulos
 Professor of Political Science at Eastern Connecticut State University. PhD in Political Science and Government.
 Frances Tsakonas
 International Institute for Education Advancement. Ceo & Founder. PhD in Philosophy.
 Georgios Piperopoulos
 Northumbria University. Visiting Professor, Faculty of Business and Law Newcastle Business School. PhD Sociology and Psychology.
 Mahmoud Khalifa
 Lecturer at Suez Canal University. Visiting Fellow, School of Social and Political Sciences, University of Lincoln UK. PhD in Social and Political Sciences
 Mohammed Elgammal
 Qatar University. Assistant Professor. PhD in Finance.
 Stephan Thomas Roberts
 BP Global Project Organisation. E&T Construction Engineer. Azerbaijan Developments. SD 2 Onshore Terminal. Electrical engineer.

Ukraine

Alina Revtie-Uvarova
 National Scientific Center. Institute of Soil Structure and Agrochemistry named Sokolovski. Senior Researcher of the Laboratory, performing part-time duties of the head of this laboratory.
 Alona Obozna
 Mykolaiv National Agrarian University, Department of Hotel and Restaurant Business and Business Organization, PhD of Economics, Associate Professor.
 Alla Oleksyuk-Nexhames
 Lviv University of Medicine. Neurologist at pedagog, pryvaty refleksoterapy. MD PD.
 Anna Kozlovska
 Ukrainian Academy of Banking of the National Bank of Ukraine. Associate Professor. PhD in Economic.
 Bogdan Storokha
 Poltava State Pedagogical University. PhD
 Dmytro Horilyk
 Head of the Council, at Pharmaceutical Education & Research Center. PhD in Medicine.
 Galina Kuzmenko
 Central Ukrainian National Technical University, Department of Audit and Taxation, Associate Professor. PhD in Economy.
 Galina Lopushniak
 Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman. PhD. Doctor of Economic Sciences, Professor.
 Hanna Huliaieva
 Institute of Microbiology and Virology, NASU, department of phytopathogenic bacteria. The senior research fellow, PhD in Biology.

Hanna Komarnytska
 Ivan Franko National University of Lviv , Head of the Department of Economics and Management, Faculty of Finance and Business Management, Ph.D. in Economics, Associate Professor.

Iryna Skrypchenko
 Dnipropetrovsk State University of Internal Affairs. Head department of physical education & technical and tactical training. PhD, associate professor.

Iryna Trunina
 Kremenchuk Mykhailo Ostrogradsky National University, Head of Business Administration, Marketing and Tourism department, Faculty of Economics and Management, Professor.

Katerina Yagelskaya
 Donetsk National Technical University. PhD

Larysa Kapranova
 State Higher Educational Institution «Priazovskyi State Technical University» Head of the Department of Economic Theory and Entrepreneurship, Associate Professor, PhD in Economy,

Lesia Baranovskaya
 Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, Department of Mathematical Methods of Systems Analysis, PhD, Associate Professor.

Liana Ptaschenko
 National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic». Doctor of Economical Sciences. Professor

Liliya Roman
 Department of Social Sciences and Ukrainian Studies of the Bukovinian State Medical University. Associate professor, PhD in Philology,

Liudmyla Fylypovych
 H.S. Skovoroda Institute of Philosophy of National academy of sciences of Ukraine, Leading scholar of Religious Studies Department. Doctor of philosophical sciences, professor.

Lyudmyla Svistun
 Poltava national technical Yuri Kondratyuk University. Department of Finance and Banking. Associated Professor.

Mixail M. Bogdan
 Institute of Microbiology and Virology, NASU, department of Plant of viruses. PhD in Agricultural Sciences.

Nataliia Bezrukova
 Yuri Kondratyuk National Technical University. Associate Professor, PhD in Economic.

Nataliia Shalimova
 Central Ukrainian National Technical University, Audit, Accounting and Taxation Department, Dean of the Faculty of Economics, Dr. of Economics, Professor.

Nataliia Ushenko
 Borys Grinchenko Kyiv University, Department International Economics, Doctor of Economic Sciences, Professor.

Olena Syniavska
 Kharkiv National University of Internal Affairs, Department of Law Enforcement Activity and Policeistics, Doctor of Legal Sciences, Professor.

Oleksandr Voznyak
 Hospital "Feofaniya". Kyiv. Head of Neureosurgical Centre. Associated Professor.

Oleksandra Kononova
 Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture (PSACIA), Assoc.professor of Accounting, Economics and Human Resources Management department. PhD. in Economic Science.

Oleksandr Levchenko
 Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytskyi. Vice-Rector for Scientific Activities. Professor.

Olena Cherniavska
 Poltava University of Economics and Trade, Doctor of Economical Sciences. Professor

Olga Gold
 Aix Marseille University, Mesopolhis, Mediterranean sociologic, political and history sciences researcher, Associate Professor.

Olga Gonchar
 Khmelnytsky National University, Economics of Enterprise and Entrepreneurship, Doctor of Economic Sciences, Professor.

Olha Ilyash
 National Technical University of Ukraine the "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Professor, Doctor of Science.in Economics.

Roman Lysyuk
 Assistant Professor at Pharmacognosy and Botany Department at Danylo Halytsky Lviv National Medical University.

Sergei S. Padalka
 Doctor of Historical Sciences, Professor, Senior Researcher at the Department of Contemporary History and Policy at the Institute of History of Ukraine National Academy of Sciences of Ukraine.

Stanislav Goloborodko
 Doctor of Agricultural Sciences, Senior Researcher. Institute of Agricultural Technologies of Irrigated Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

Svetlana Dubova
 Kyiv National University of Construction and Architecture. Department of Urban Construction. Associate Professor. PhD in TS.

Kyiv Cooperative Institute of Business and Law

Svitlana Onyshchenko
 National University "Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic", Finance, Banking and Taxation Department, D.Sc. (Economics), Professor.

Tetiana Kaminska
 Kyiv Cooperative Institute of Business and Law. Rector. Doctor of Science in Economics. .
 Valentina Drozd
 State Scientific Research Institute of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine. Doctor of Law, Associate Professor, Senior Researcher.
 Vasyl Klymenko
 Central Ukrainian National Technical University. Department of Electrical Systems and Energy Management. Doctor TS. Professor.
 Victoriya Lykova
 Zaporizhzhya National University, PhD of History
 Victor Mironenko
 Doctor of Architecture, professor of department "Design of architectural environment", Dean of the Faculty of Architecture of Kharkov National University of Construction and Architecture (KNUCA), member of the Ukrainian Academy of Architecture
 Yuliia Mytrokhina
 Donetsk National University of Economics and Trade named after Mykhaylo Tugan-Baranovsky., PhD in Marketing and Management. Associate Professor
 Yulija Popova
 Municipal Institution "Agency for Local Development of Territorial Communities of Poltava District", PhD in Economic. Associated professor.

Crimea

Lienara Adzhieva
 V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Yevpatoriya Institute of Social Sciences (branch). PhD of History. Associate Professor
 Oksana Usatenko
 V.I. Vernadsky Crimean Federal University. Academy of Humanities and Education (branch). PhD of Psychology.
 Associate Professor.
 Tatiana Scriabina
 V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Yevpatoriya Institute of Social Sciences (filial branch). PhD of Pedagogy.
 Associate Professor

United Arab Emirates

Ashok Dubey
 Emirates Institute for Banking & Financial Studies, Senior faculty. Chairperson of Academic Research Committee of EIBFS.
 PhD in Economics
 Maryam Johari Shirazi
 Faculty of Management and HRM. PhD in HRM. OIMC group CEO.

USA

Ahmet S. Yayla
 Adjunct Professor, George Mason University, the Department of Criminology, Law and Society & Deputy Director, International Center for the Study of Violent Extremism (ICSVE), PhD in Criminal Justice and Information Science
 Christine Sixta Rinehart
 Academic Affairs at University of South Carolina Palmetto College. Assistant Professor of Political Science. Ph.D. Political Science
 Cynthia Buckley
 Professor of Sociology at University of Illinois. Urbana-Champaign. Sociological Research
 Medani P. Bhandari
 Akamai University. Associate professor. Ph.D. in Sociology.
 Mikhail Z. Vaynshteyn
 Lecturing in informal associations and the publication of scientific articles on the Internet. Participation in research seminars in the "SLU University" and "Washington University", Saint Louis
 Nicolai Panikov
 Lecturer at Tufts University. Harvard School of Public Health. PhD/DSci, Microbiology
 Rose Berkun
 State University of New York at Buffalo. Jacobs School of Medicine & Biomedical Sciences, Clinical Associate Professor of Anesthesiology, PhD. MD
 Tahir Kibriya
 Director technical / senior engineering manager. Black & Veatch Corporation, Overland Park. PhD Civil Engineering.
 Yahya Kamalipour
 Dept. of Journalism and Mass Communication North Carolina A&T State University Greensboro, North Ca. Professor and Chair
 Department of Journalism and Mass Communication North Carolina A&T State University. PhD
 Wael Al-Husami
 Lahey Hospital & Medical Center, Nardone Medical Associate, Alkhaldi Hospital, Medical Doctor, International Health, MD, FACC, FACP

Uruguay

Gerardo Prieto Blanco
 Universidad de la República. Economist, Associate Professor . Montevideo.

Uzbekistan

Guzel Kutlieva
 Institute of Microbiology. Senior Researcher. PhD in BS.
 Khurshida Narbaeva
 Institute of Microbiology, Academy of Sciences Republic of Uzbekistan, Doctor of biological sciences.
 Nilufar Elova
 Academy of sciences. Doctor of Philosophy in biology, Senior scientific worker.
 Shaklo Miralimova
 Academy of Science. Institute of Microbiology. Deputy Director, Doctor of Biology Sciences. PhD in BS.
 Shukhrat Yovkochev
 Tashkent State Institute of Oriental Studies. Full professor. PhD in political sciences.

Honorary editorial board members:

Agaheydar Seyfulla Isayev
 Azerbaijan State Oil Academy. Doctor of Economical Sciences. Professor.
Jacob Meskhia
 Tbilisi State University. Faculty of Economics and Business. Full Professor.

AIMS AND SCOPE

ESIF NGO The Southern Caucasus Scientific Journals publishes peer-reviewed, original research and review articles in an open-access format. Accepted articles span the full extent of the social and behavioral sciences and the humanities.

ESIF NGO The Southern Caucasus Scientific Journals seeks to be the world's premier open-access outlet for academic research. As such, unlike traditional journals, ESIF NGO The Southern Caucasus Scientific Journals does not limit content due to page budgets or thematic significance. Rather, ESIF NGO The Southern Caucasus Scientific Journals evaluates the scientific and research methods of each article for validity and accepts articles solely on the basis of the research. Likewise, by not restricting papers to a narrow discipline, ESIF NGO The Southern Caucasus Scientific Journals facilitates the discovery of the connections between papers, whether within or between disciplines.

ESIF NGO The Southern Caucasus Scientific Journals offers authors quick review and decision times; a continuous-publication format; and global distribution for their research via ESIF NGO The Southern Caucasus Scientific Journals Online. All articles are professionally copyedited and typeset to ensure quality.

Those who should submit to ESIF NGO The Southern Caucasus Scientific Journals include:

- Authors who want their articles to receive quality reviews and efficient production, ensuring the quickest publication time.
- Authors who want their articles to receive free, broad, and global distribution on a powerful, highly discoverable publishing platform.
- Authors who want their articles branded and marketed by a world-leading social science publisher.
- Authors who want or need their articles to be open access because of university or government mandates.

TOPICS OF JOURNAL

Agricultural, environmental & natural sciences
Social, pedagogy sciences & humanities
Medicine and biology sciences
Regional development and infrastructure
Economic, management & marketing sciences
Legal, legislation and political sciences
Art and Film Studies
Cinematography
History of Science and Technics
Information, Computing and Automation
Innovative Technologies
Mathematics & Applied Mathematics

NGO Education Support & Investment Fund (Georgia, Tbilisi) is publishing scientific papers of scientists on Website and in Referred Journals with subjects which are mentioned below:

© **The Baltic Scientific Journals**

ISSN: 2613-5817; E-ISSN: 2613-5825; UDC: 0 (0.034);
DOI PREFIX: 10.36962/PIRETC
Proceeding of The International Research Education & Training Center.
<https://bsj.esif.net/index.php/piretc>

ISSN: 2674-4562, E-ISSN: 2674-4597, UDC: 620.9 (051) (0.034);
DOI PREFIX: 10.36962/ENECO
Proceedings of Energy Economic Research Center. ENECO
<https://bsj.esif.net/index.php/peerc>

ISSN: 1609-1620, E-ISSN: 2674-5224; UDC: 62 (051) (0.034);
DOI PREFIX: 10.36962/PAHTEI
Proceedings of Azerbaijan High Technical Educational Institutions. PAHTEI
<https://bsj.esif.net/index.php/pahtei>

ISSN: 2663-8770, E-ISSN: 2733-2055; UDC: 672, 673, 67.01-67.02
DOI PREFIX: 10.36962/ETM
ETM Equipment, Technologies, Materials
<https://bsj.esif.net/index.php/etm>

ISSN: 2733-2713; E-ISSN: 2733-2721; UDC: 33
DOI PREFIX: 10.36962/SWD
SOCIO WORLD-SOCIAL RESEARCH & BEHAVIORAL SCIENCES
<https://bsj.esif.net/index.php/swd>

E-ISSN: 2587-4713; UDC: 620.9 (051) (0.034)
DOI PREFIX: 10.36962 / ECS
Economics
<https://bsj.esif.net/index.php/ecs>

ISSN: 2806-3678 (Print); ISSN: 2806-366X (Online), UDC: 61, 62, 63, 66, 68, 69
DOI PREFIX: 10.55858 / PROHIS
PROHIS - Proceedings of Occupational Health & Industrial Safety
<https://bsj.esif.net/index.php/prohis/Home>

NGO Education Support & Investment Fund (Georgia, Tbilisi) is publishing scientific papers of scientists on its Website and in Referred Journals with subjects which are mentioned below:

© **Southern Caucasus Scientific Journals**

ISSN: 2346-8068; E-ISSN: 2346-8181; UDC: 611-618

DOI PREFIX: 10.36962/ALISJMSC

Ambiance in Life-International Scientific Journal in Medicine of Southern Caucasus.

<https://scsj.esif.net/index.php/ALISJMSC>

Representation of the International Diaspora Center of Azerbaijan in Georgia. NGO (Georgia Tbilisi) and NGO Education Support & Investment Fund (Georgia, Tbilisi) are publishing scientific papers of scientists on its Website and in Referred Journals with subjects which are mentioned below:

© **Southern Caucasus Scientific Journals**

ISSN: 2298-0946, E-ISSN: 1987-6114; UDC: 3/k-144

DOI PREFIX: 10.36962/CESAJSC

The Caucasus-Economic and Social Analysis Journal of Southern Caucasus

<https://scsj.esif.net/index.php/CESAJSC>

Title of the Paper (14 point, Bold, Times New Roman)

First Author's Name¹, Second Author's Name², Third Author's Name³,

¹Affiliation (Department, Faculty/College, Institution/University)

^{2,3}Affiliation of other authors, if different (Department, Faculty/College, Institution/University)

Corresponding author's email:

(Affiliation^{1,2,3} Times New Roman, 10)

Article Type: Refer to the section policy of journal for acceptable article types.

ABSTRACT

(Times New Roman, 12)

The manuscript should contain an abstract within 300 words. The manuscript should have a self-contained, citation-free abstract and state briefly the purpose of the research, methodology, key results and major conclusions. Abstract should be in a single paragraph with running sentences. Do not use any subheading or point list within the abstract. Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself.

Keywords: Authors are advised to write 3-5 keywords related to the article, separated by comma. These keywords will be used for indexing purpose.

Introduction (Times New Roman, 12)

Mostly Papers start with introduction. It contains the brief idea of work, requirement for this research work, problem statement, and Authors contribution towards their research. Sufficient recent reference citation [1] from last 2 years should be included for showing the existing challenges and importance of current work. This section should be succinct, with no subheadings unless unavoidable [2, 3]. State the objectives of the work and provide an adequate background related to your work, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

Research Methodology (Times New Roman, 12)

This part should contain sufficient detail to reproduce reported data. It can be divided into subsections if several methods are described. Methods already published should be indicated by a reference [4], only relevant modifications should be described. Methodology should be written concisely in detail by maintaining continuity of the texts.

Theory and Calculation (Times New Roman, 12)

A Theory section should extend, not repeat, the background to the article already dealt with in the Introduction and lay the foundation for further work. In contrast, a Calculation section represents a practical development from a theoretical basis. Do not add extensive basic definitions or well-known theories, instead highlight theoretical background and its specific usages in view of your work only.

Mathematical Expressions and Symbols (Times New Roman, 12)

Mathematical expressions and symbols should be inserted using **equation tool** of Microsoft Word. References may be added for used equations to support its authenticity, e.g. this result has been analysed using Fourier series [5].

$$f(x) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} \left(a_n \cos \frac{n\pi x}{L} + b_n \sin \frac{n\pi x}{L} \right) \quad (1)$$

Results and Discussion (Times New Roman, 12)

This section may each be divided by subheadings or may be combined. A combined Results and Discussion section is often appropriate. This should explore the significance of the results of the work, don't repeat them. Avoid extensive citations and discussion of published literature only, instead discuss recent literature for comparing your work to highlight novelty of the work in view of recent development and challenges in the field.

Preparation of Figures and Tables (Times New Roman, 12)

Authors are supposed to embed all figures and tables at appropriate place within manuscript. Figures and tables should neither be submitted in separate files nor add at the end of manuscript. Figures and Tables should be numbered properly with descriptive title. Each Figure/Table must be explained within the text by referring to corresponding figure/table number. Any unexplained or unnumbered Figure/Table may cause rejection of the paper without being reviewed.

Formatting Tables (Times New Roman, 12)

Table should be prepare using table tool within the Microsoft word and cited consecutively in the text. Every table must have a descriptive title and if numerical measurements are given, the units should be included in the column heading. Formatting requirement has been summarized in the Table 1.

Table 1: Summary of formatting requirement for submitting paper in this journal.
 (Times New Roman, 12)

Layout	Size	Margin (Normal)	Header	Footer	
Single column	A4 (8.27" X 11.69")	Top=1" Bottom=1" Left=1" Right=1"	Do not add anything in the header	So not add anything in the footer	
Font	Article Title	Headings	Subheadings	Reference list	Text
	Times New Roman, 16 pt, Bold, centred	Times New Roman, 11 pt, Bold, Left aligned	Times New Roman, 10 pt, Bold, Left aligned	Times New Roman, 8 pt, Justified	Garamond, 11 pt, Justified
Line Spacing	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
Page number	We will format and assign page numbers				

(Times New Roman, 10)

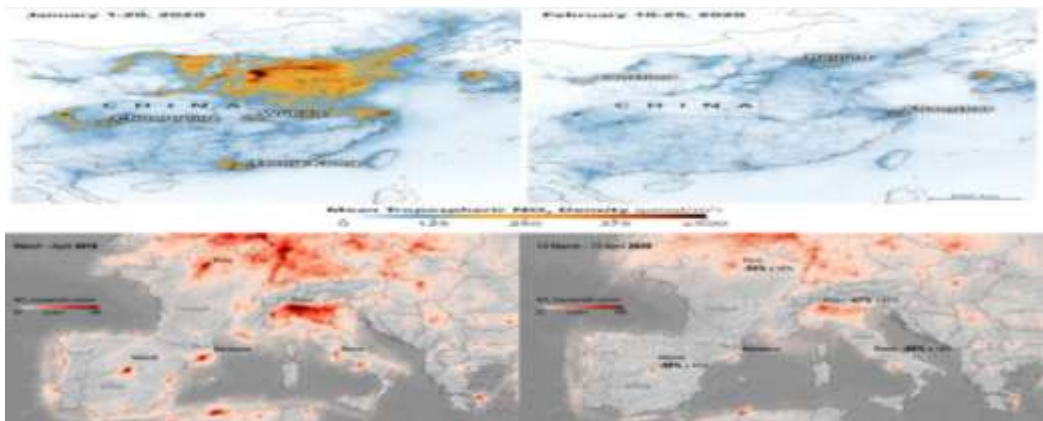


Figure 1: Logo of the IRETC Publisher (Times New Roman, 12)

Formatting Figures (Times New Roman, 12)

All figures should be cited in the paper in a consecutive order, author may be asked to provide separate files of the figure. Figures should be used in bitmap formats (TIFF, GIF, JPEG, etc.) with 300 dpi resolution at least unless the resolution is intentionally set to a lower level for scientific reasons. If a bitmap image has labels, the image and labels should be embedded in separate layer. Figure 1 shows the logo of IRETC Publisher.

Conclusions (Times New Roman, 12)

Each manuscript should contain a conclusion section within 250-450 words which may contain the major outcome of the work, highlighting its importance, limitation, relevance, application and recommendation. Conclusion should be written in continuous manner with running sentences which normally includes main outcome of the research work, its application, limitation and recommendation. Do not use any subheading, citation, references to other part of the manuscript, or point list within the conclusion.

Declarations (Times New Roman, 12)

Study Limitations (Times New Roman, 12)

Provide all possible limitation faced in the study which might significantly affect research outcome, If not applicable write, none.

Acknowledgements (Times New Roman, 12)

All acknowledgments (if any) should be included in a separate section before the references and may include list of peoples who contributed to the work in the manuscript but not listed in the author list.

Funding source (Times New Roman, 12)

Provide funding source, supporting grants with grant number. The name of funding agencies should be written in full, if no funding source exist, write, none.

Competing Interests (Times New Roman, 12)

Declare any potential conflict of interest exist in this publication.

Human and Animal Related Study (Times New Roman, 12)

If the work involves the use of human/animal subjects, each manuscript should contain the following subheadings under the declarations section-

Ethical Approval (Times New Roman, 12)

Provide ethical approval authority name with the reference number. If ethical approval is not required, provide an ethical exemption letter of not required. The author should send scan copy (in pdf) of the ethical approval/exemption letter obtained from IRB/ethical committee or institutional head.

Informed Consent (Times New Roman, 12)

Write a statement of informed consent taken from the participants to publish this research work. The editor may ask to upload scan copy if required.

References (Times New Roman, 12)

Author(s) are responsible for ensuring that the information in each reference is complete and accurate. **Do not use grey literature (unauthentic website, news portal, social media, Wikipedia etc) as reference, only scholarly literature (Journal, online books, proceedings, patents, authentic websites with permanent archival policy) are acceptable references.** Author should include sufficient recent (last 2 years) references in the article. All references must be numbered consecutively and citations of references in the text should be identified using numbers in square brackets (e.g., “as explained by AIJR [1]”; “as discussed in many reports [2]-[6]”). All references should be cited within the text correctly; do not add only list of references without citation within the text. All cited references should be listed after declarations section in the following style-

1. W. S. Author, “Title of paper,” Name of Journal in italic, vol. x, no. x, pp. xxx-xxx, Abbrev. Month, year. <https://doi.org/10.21467/ajgr>
2. Bahishti, “Peer Review; Critical Process of a Scholarly Publication”, J. Mod. Mater., vol. 2, no. 1, pp. 1.1-1.2, Oct. 2016. <https://doi.org/10.21467/jmm.2.1.1.1-1.2>
3. Bahishti, “A New Multidisciplinary Journal; International Annals of Science”, Int. Ann. Sci., vol. 1, no. 1, pp. 1.1-1.2, Feb. 2017. <https://journals.aijr.in/index.php/ias/article/view/163>
4. W. S. Author, “Title of paper,” Name of Journal in italic, vol. x, no. x, pp. xxx-xxx, Abbrev. Month, year. Access online on 20 March 2018 at <https://www.aijr.in/journal-list/advanced-journal-graduate-research/>
5. W. S. Author, “Title of paper,” Name of Journal in italic, vol. x, no. x, pp. xxx-xxx, Abbrev. Month, year. Access online on 5 March 2018 at <https://www.aijr.in/about/publication-ethics/>
6. M. Ahmad, “Importance of Modeling and Simulation of Materials in Research”, J. Mod. Sim. Mater., vol. 1, no. 1, pp. 1-2, Jan. 2018. DOI: <https://doi.org/10.21467/jmsm.1.1.1-2>

Main features of citation style are given as-

- The author name format is, "first name (Initial), middle name (Initial) and last name". This differs from other styles where author's last name is first.
- The title of an article (or chapter, conference paper, patent, etc.) is in quotation marks.
- The title of the book or journal is in italics.
- Online link of the original paper. If any reference is not available online, it should be modified with available online reference

Complete Detail of Each Author

Provide complete detail of each author in the following format as well as add each author with complete detail during online submission (step 3) in the same order as appears in the manuscript.

First Author's Full Name: (Times New Roman, 12)

Highest Qualification:

Department:

Post/Rank (If a student, provide course name and course year):

Affiliation (College/University/Institute) with postal address:

email id:

ORCID:

Mobile:

Second Author's Full Name: (Times New Roman, 12)

Highest Qualification:

Department:

Post/Rank (If a student, provide course name and course year):

Affiliation (College/University/Institute) with postal address:

email id:

ORCID:

Mobile:

Third Author's Full Name: (Times New Roman, 12)

Highest Qualification:

Department:

Post/Rank (If a student, provide course name and course year):

Affiliation (College/University/Institute) with postal address:

email id:

ORCID:

Mobile:

[illegible]

JOURNAL INDEXING



ISSN: 1987-6521; E-ISSN:2346-7541; DOI prefix: 10.36962/CESAJSC; UDC: 3/k-144
 ©Publisher: Representation of Azerbaijan International Diaspora Center in Georgia.
 ©Editorial office: 0165 Georgia. Marneuli municipality. Village Takalo.
 ©Typography: Representation of Azerbaijan International Diaspora Center in Georgia.
 Registered address: 0165 Georgia. Marneuli municipality. Village Takalo.
 Telephones: +994 55 280 70 12; +994 55 241 70 12 (Whatsapp),
 Website: <https://scsj.esif.net/index.php/CESAJSC>
 E-mail: gulustanbssjar@gmail.com; sc.mediagroup2017@gmail.com

©Publisher: ESIF NGO, I/N: 404619864
 ©Typography: ESIF NGO, I/N: 404619864
 Registered Address / Service Address: Georgia, Tbilisi, Mtatsminda district, Jorjadze Street N 5, floor 1
 Director & Shareholder: Namig Isazade
 Telephones: +994 55 280 70 12; +994 55 241 70 12 (Whatsapp),
 Website: <https://scsj.esif.net/index.php/CESAJSC>
 E-mail: gulustanbssjar@gmail.com; sc.mediagroup2017@gmail.com



ISSN: 2298-0946 (Print), ISSN: 1987-6114 (Online); DOI PREFIX:10.36962/CESAJSC

VOLUME 65 (13) ISSUE 03 2025

© THE SOUTHERN CAUCASUS SCIENTIFIC JOURNALS

THE CAUCASUS

ECONOMIC & SOCIAL ANALYSIS JOURNAL OF SOUTHERN CAUCASUS

MULTIDISCIPLINARY JOURNAL
REFEREED & REVIEWED JOURNAL



AGRICULTURAL, ENVIRONMENTAL & NATURAL SCIENCES
SOCIAL, PEDAGOGY SCIENCES & HUMANITIES
MEDICINE AND BIOLOGY SCIENCES
REGIONAL DEVELOPMENT AND INFRASTRUCTURE
ECONOMIC, MANAGEMENT & MARKETING SCIENCES
LEGAL, LEGISLATION AND POLITICAL SCIENCES
ART AND FILM STUDIES
CINEMATOGRAPHY

Platform &
workflow by
OJS/PAK

<https://scsj.esif.net/index.php/CESAJSC>



SCAN ME