



*XVIII international scientific conference
Rome. Italy
30-31.12.2025*

MODERN SCIENCE: FUNDAMENTAL AND APPLIED ASPECTS

*Proceedings of the XVIII International
Scientific and Practical Conference*

30-31 December 2025

ROME. ITALY

2025

UDC 001.1

BBC 1

XVIII International Scientific and Practical Conference «Modern science: fundamental and applied aspects», December 30-31, 2025, Rome. Italy. 122 p.

ISBN 978-91-65424-53-1

DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.18166107>

Publisher: «SC. Scientific conferences»

Main organization: 

Editor: Hans Muller

Layout: Ellen Schwimmer

The conference materials are in the public domain under the CC BY-NC 4.0 International license.

The publisher is not responsible for the materials published in the collection. All materials are provided in the author's edition and express the personal position of the participant of the conference.

The sample of the citation for publication is Gugin Aleksandr, Lisnievska Yuliia ANTI-ADVERTISING IN THE HOTEL BUSINESS // XVIII International Scientific and Practical Conference «Modern science: fundamental and applied aspects», December 30-31, 2025, Rome. Italy. Pp.9-11, URL: <https://sconferences.com>

Contact information

Website: <https://sconferences.com>

E-mail: info@sconferences.com

Content

Arts

Mammadov Sakhat Bahram THE POSITION OF THE TAR INSTRUMENT IN UZEYIR HAJIBEYOV'S CREATIVE LEGACY	3
---	---

Economic sciences

Cui Fukun, Zhanibekova Gauhar Kaldanovna, Zhanat Zhussupova THE MECHANISM OF DEEP INTEGRATION BETWEEN CULTURE AND TOURISM DRIVEN BY AI-VR CONVERGENCE: PERSPECTIVES FROM SCENE VALUE AND THE EXPERIENCE ECONOMY	7
Dashgin Adgozalov REGIONAL ECONOMICS: THE STATE AND PRIVATE SECTOR PARTNERSHIP ENVIRONMENT AND DIRECTIONS FOR DEVELOPMENT	16
Jahangirzade Rahim Rasim, Huseynli Rasim Tahir INFLUENCE OF THE APPLICATION OF THE BLACK-SCHOLES MODEL ON TODAY'S FINANCIAL WORLD	22

Jurisprudence

Otzhon Akhmed, Smoilov Samat Zhumagalievich LEGAL REGULATION OF E-COMMERCE IN KAZAKHSTAN AND RUSSIA: SIMILARITIES AND DIFFERENCES	29
Mentor Isufaj DECENTRALIZATION OF LOCAL POWER IN ALBANIA	49

Medical sciences

Rauf Mirzazade Rahib oglu, Sevinc Abdullayeva METHODS FOR IMPROVING IMAGE QUALITY IN CLINICAL X-RAY IMAGING SYSTEMS	54
Arman Khozhayev, Maksat Aidarkhan, Aida Shoraeva, Alibek Altayev, Anar Abdimomunova, Arman Erdykhanuly MULTIVARIATE ANALYSIS OF ETIOPATHOGENETIC ASPECTS AND CLINICAL DIAGNOSTIC APPROACHES IN TUMORS OF THE CENTRAL NERVOUS SYSTEM	59

Philological sciences

Ahmadova Latifa Karam MYTHICAL WORLDVIEW AND THE IMAGE OF GODS IN ANCIENT LITERATURE	73
Anna Chikvaidze SYNESTHETIC METAPHOR AS AN INTERMODAL COGNITIVE MECHANISM	78
Frolov Igor Mikhailovich LONDON AS A LIMINAL AND MYTHOLOGICAL SPACE IN SIMON R. GREEN'S «THE DARK SIDE OF LONDON» SERIES	82
Valili Rasim Alamdar CONTEMPORARY AZERBAIJANI LITERATURE: CONCEPTS OF HOMELAND, WAR, AND VICTORY	99

Political sciences

Alishanova Aynur Arif NON-STATE ACTORS AS KEY PARTICIPANTS IN 21ST-CENTURY HYBRID CONFLICTS: FROM PRIVATE MILITARY COMPANIES TO CYBER GROUPS	101
--	-----

Technical sciences

Sazhin Victor CREATING DIGITAL TWINS OF RESPONSIBLE MANUFACTURING PROCESSES TO MINIMIZE ENVIRONMENTAL IMPACT	106
M.N. Javadova FORECASTING COSTS IN THE PRODUCTION OF ECOFRIENDLY GASOLINE	121

Arts

THE POSITION OF THE TAR INSTRUMENT IN UZEYIR HAJIBEYOV'S CREATIVE LEGACY

Mammadov Sakhavat Bahram

Lecturer at the Department of "Folk Instrument Performance" of the
Azerbaijan State University of Culture and Arts

UZEYIR HACIBEYLI'NIN YARATICILIK MIRASINDA TAR ALETININ YERI

Memmedov Sekhavet Bahram oğlu

Azerbaycan Devlet Kültür ve Sanat Üniversitesi "Halk Çalgı Aletleri İcrası" kürsüsünün öğretim görevlisi

Abstract

The presented article is dedicated to the study of the position of the tar instrument in Uzeyir Hajibeyov's creative legacy. In Uzeyir Hajibeyov's creative heritage, the tar is not only a musical instrument but also a symbol of national cultural identity, innovation, and the harmonious fusion of tradition and modernity. Hajibeyov's method of utilizing the tar played a decisive role in the development of Azerbaijani professional music and immortalized the image of this instrument. His legacy strengthened the position of the tar in Azerbaijani culture and created valuable traditions for future generations. The rich potential and diverse repertoire of modern tar performance have been shaped precisely as a logical continuation and evolution of the scientific-methodological tradition initiated by Hajibeyov. His legacy constitutes a solid foundation for the development of national musical culture while preserving its uniqueness in the global context.

Our article is dedicated to the 140th anniversary of the genius Uzeyir Hajibeyli. This year, the 140th anniversary of the birth of the great composer, the creator of the first opera in the East, the eminent musicologist-scholar, talented publicist, playwright and pedagogue, renowned public figure, People's Artist, laureate of State Awards, and full member of the Azerbaijan National Academy of Sciences, Uzeyir Hajibeyli, was celebrated with great ceremony.

Özet

Sunulan makale, Uzeyir Hacıbeyli'nin yaratıcılık mirasında tar aletinin konumunun incelenmesine adanmıştır. Uzeyir Hacıbeyli'nin yaratıcılık mirasında tar sadece bir müzik aleti değil, aynı zamanda milli kültürel kimliğin, yeniliğin ve gelenekle çağdaşlığın uyumlu birleşiminin sembolüdür. U.Hacıbeyli'nin tarı kullanma yöntemi, Azerbaycan profesyonel müziğinin gelişiminde belirleyici bir rol oynamış ve bu aletin imgesini ölümsüzleştirmiştir. Onun mirası, tarın Azerbaycan kültüründeki konumunu güçlendirmiş ve gelecek nesiller için değerli gelenekler yaratmıştır. Modern tar icracılığının zengin imkanları ve çok yönlü repertuarı, tam da U.Hacıbeyli tarafından temeli atılan bilimsel-metodik geleneğin mantıksal devamı ve evrimi sonucunda biçimlenmiştir. Onun mirası, milli müzik kültürünün küresel bağlamda kendine özgülüğünü koruyarak gelişmesi için sağlam bir temel oluşturur.

Makalemiz, dahi besteci Uzeyir Hacıbeyli'nin 140. doğum yılına adanmıştır. Bu yıl, Doğu'da ilk operanın yaratıcısı, büyük müzikbilimci, yetenekli yayıncı, oyun yazarı ve eğitimci, tanınmış toplum önderi, Halk Sanatçısı, Devlet Ödülleri sahibi ve Azerbaycan Bilimler Akademisi asil üyesi dahi besteci Uzeyir Hacıbeyli'nin doğumunun 140. yıldönümü büyük bir törenle kutlandı.

Keywords: tar (an instrument), U.Hajibeyli, notation system, composer's works, East, orchestra, mugham, curriculum.

Anahtar kelimeler: tar, Ü.Hacıbeyli, nota sistemi, bestecinin eserleri, Doğu, orkestra, muğam, öğretim programı

GİRİŞ: Azerbaycan'ın çağdaş dünya kültürüne aktif katılımı sonucunda, ülkemizin tarihine ve kültürüne, müziğine ve icra sanatına olan bilimsel ilgi durmadan artmaktadır. Bilimsel araştırmalar, halkımızın eski ve zengin çalgı aletlerinin araştırılmasını güncel hale getirmiştir.

Tar, hem Doğu hem de klasik Avrupa müziğinin zengin ifade imkanlarını temsil etme kabiliyetine sahip bir müzik aletidir. Şüphesiz ki, bu alet olmadan Azerbaycan muğamının karmaşık felsefi içeriğinin tam şekilde aktarılması mümkün değildir. Profesyonel tar icracıları dünya sahnelerinde başarıyla sahne alarak, dinleyicileri tar icracılığının incelikleri ile cezbetmişlerdir. Temeli Uzeyir Hacıbeyli tarafından atılan notlu icracılık okulu, tarın teknik ve sanatsal imkanlarını daha da artırmıştır.

1922 yılında Uzeyir Bey ilk defa olarak tar aletini nota sistemine aktarmış, ardından da diğer milli müzik aletlerimizin notlu icracılığına yol açmıştır.

ANA METİN: 20. yüzyılın 20'li yıllarından başlayarak, notlu tar icracılığının müğam ile paralel şekilde öğretilmesi, aletin teknik ve ifade imkanlarında önemli derecede biçimlenme sürecine yol açmış ve tarın nota dayalı icra tarzının biçimlenerek gelişmesine zemin hazırlamıştır. Notlu icranın öğretiminin başlangıç aşaması olması nedeniyle bu süreç belli zorluklarla karşılaşmış, özellikle de öğretim materyalleri olarak ağırlıklı olarak besteci eserleri ve genel müzik ders kitaplarından yararlanma zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Bu durumu göz önünde bulundurarak, büyük Uzeyir Hacıbeyli 9 Mayıs 1925'te dönemin gerekliliklerine uygun olan tar uzmanlığına yönelik ilk nota ve müğam öğretim programını hazırlamıştır. Hazırlanan programda kendi eserlerinin yanı sıra, yabancı bestecilerin eserlerine de yer vermiştir. Hatta, ilk kez olarak birçok yabancı ülke bestecisinin eserlerini tar için aktararak programa dahil etmiştir. Uzeyir Hacıbeyli'nin hazırladığı bu ilk öğretim programı, tar icracılığının notayla öğretiminin başlangıcı olarak önemli tarihi değer taşır. Böylece, Azerbaycan bestecileri de kendi yaratıcılıkları ile tar icracılığının notlu repertuvarının zenginleşmesine katkıda bulunmuşlardır.

Aynı zamanda Ü.Hacıbeyli, tarın icra tekniğini ve teorisini sistemleştirerek, onun bilimsel temeller üzerinde gelişmesine yol açmış, tarın notayla çalınması için ilkeler geliştirip hazırlamıştır ki, bu da milli müziğin yayılması ve öğretiminde önemli rol oynamıştır. Tarı sadece topluluk ve müğam icrasında değil, aynı zamanda solo bir enstrüman olarak yükseltmesi konser repertuvarının genişlemesine sebep olmuştur.

1920'li yılların sonunda Azerbaycan Halk Maarif Komiseri olan Mustafa Zekeriya oğlu Guliyev, tar aletinin konservatuvarda öğretiminin durdurulması emrini vermiş, tarın konservatuvarın ders programından çıkarılmasına ve Şark orkestrasının lağvedilmesine neden olmuştur [5]. Uzeyir Hacıbeyli, Efrasiyap Bedelbeyli, Cafer Cabbarlı gibi aydınlar bu kararı basında eleştirerek, böyle bir kararın halk müziğine büyük darbe vurduğunu bildirmişlerdir.

1929 yılında Zekeriya Guliyev, sanat çalışanlarının toplantısında bir bildiri sunarak Şark müziğinin ve tarın eğitimden çıkarılmasını savunsa da, Uzeyir Hacıbeyli'nin yoğun yaratıcı faaliyeti sonucunda tar aleti gelişerek virtüöz bir enstrüman olarak tanındı.

Uzeyir Hacıbeyli'nin bilimsel mirasında tar, Azerbaycan halk müziğinin temellerinden biri olarak önemli bir konuma sahiptir. O, tar icracılığının bilimsel temellerini yaratarak, halk çalgı aletlerinin notayla icrasını geliştirmiş, tarı solo bir enstrüman olarak geliştirmiş ve bu aletin milli müzikteki rolünü güçlendirmiştir.

Uzeyir Hacıbeyli, tar icracılığının gelişmesinde eşsiz bir rol oynayarak tarı önde gelen bir enstrümana dönüştürmüş, nota yazımını uygulamış ve halk çalgı aletleri orkestrasını yaratarak tarın kadim müzik aleti statüsünden modern bir konser enstrümanına geçişini sağlamıştır. Onun yarattığı eserler, özellikle operaları, senfonik müzikleri ve halk melodileri temelinde yazdığı eserler tar icracılığında yeni ufuklar açmıştır. Operalarımızda milli rengi güçlendirmek amacıyla tar aletine başvurmuştur. Nitekim, "Leyli ve Mecnun", "Aslı ve Kerem" gibi müğam operalarında vokal bölümler tar eşliğinde icra edilerek, operada müğamın ruhunu ve milli rengi güçlendirir. İşte Uzeyir Hacıbeyli'nin faaliyeti sonucunda tar aleti müğam üçlüsünün bir parçası olarak, hem de solo bir enstrüman olarak milli müzik kültürümüzde önemli bir rol tutmaya başlar.

Artık 1931 yılına kadar tar, kemençe, saz, kanun, balaban vb. milli müzik aletlerimiz Uzeyir Hacıbeyli tarafından nota sistemine aktarılır ki, bu başarının temelinde ilk notalı halk çalgı aletleri orkestrası kurulur. M. Mağomayev'in girişimi ve Ü. Hacıbeyli'nin liderliğinde kurulan ilk notalı halk çalgı aletleri orkestrasının yapısında tar aleti öncü bir rol oynar.

Uzeyir Hacıbeyli'nin müğam operaları yaratma geleneğini daha sonraları Müslüm Mağomayev "Şah İsmail", Z. Hacıbeyov "Aşık Garip" operalarında sürdürmüşlerdir.

Müğam operalarında senfonik orkestra için eserlerin girişlerini, dans, marş gibi enstrümantal bölümleri, operanın olaylarına uygun çeşitli orkestra epizodlarını, perde arası müzik parçalarını tar aleti icra ederek, koro bölümlerini, solo-vokal ve vokal topluluklarını eşlik ediyordu. Bir sözle müğam operalarında tar aleti öncü rol oynayarak, senfonik orkestranın yapısında diğer müzik aletleri ile eşit hakla katılıyor ve solo-vokal müğam partilerini eşlik ederek, ona yol gösteriyor. Örneğin: "Leyli ve Mecnun" operasında klasik operalardan farklı olarak tamamlanmış, bitmiş müzik formları-topluluklar, resitatifler, antrakt vb. yoktur. Olayların gelişimi, dramaturjisi ve karakterlerin iç dünyası tam da müğamlar aracılığıyla verilmiştir. Operada geleneksel formlar olan giriş, korolar, düet, trio vb. yanı sıra, tarın eşliğinde okunan müğam parçaları önemli rol oynar. Operada halk müziğimizin diğer türlerinden: zarbi-müğamları, tasnif, renk, halk şarkıları ve danslardan geniş şekilde yararlanılmıştır.

"Leyla ve Mecnun" operasında tarın milli özelliğe sahip tınısını, ses düzenini, senfonik orkestra ile uyum sağlama ve özel renk yaratma özelliklerini giriş bölümünde görmek mümkündür. U.Hacıbeyli tar aletinden sadece melodide değil, aynı zamanda akorların ve polifonik unsurların icrasında da yararlanır.

Böylece, U.Hacıbeyli "Leyla ve Mecnun" operasında tarın senfonik orkestradaki rolünü sergileyerek, onun gelecekteki sahnelerdeki faaliyetini belirler.

Büyük U.Hacıbeyli Azerbaycan tarına yüksek değer vererek, "Sihirli Tar", "Sarı Telin Mucizesi" başlıklı makalelerinde tar hakkında yazmıştır: "Tar aleti Azerbaycan halkının şah aletidir. Halk çalgı aletleri orkestrasının öncü gücü olan tar kendi ahengine, tınısına, ses aralığına göre diğer aletlerden farklıdır" [Hacıbeyli Ü., 1926, s.17]

1931 yılında U.Hacıbeyli halk çalgı aletleri orkestrisi için bestelediği "Çahargah" ve "Şur" fantezilerinde tar aletine ana temaları emanet etmiştir. Nitekim, her iki fantezinin tüm bölümlerinde tar aleti piyano ile bazen rekabete giriyor, bazen de diyalog kuruyor ki, bu da esere yapısal açıdan zenginlik getiriyor. Profesör Oktay Guliyev yazıyor: "Uzeyir Hacıbeyli 'Çahargah' ve 'Şur' fantezileri aracılığıyla tar aletinin virtüöz imkanlarını ispatlayarak, bu aletin piyano aleti ile yarışmasını sergilemiştir" [Guliyev O., 1980, s.53]

U.Hacıbeyli'nin "Azerbaycan halk müziğinin esasları" eserinde tar ve diğer aletlerin müzik sistemindeki yeri, özellikle müğamlar ve halk şarkılarının tar ile tasnifi hakkında ayrıntılı bilgi verilir. Besteci tarın yeni tür nota yazıları ve metodikaları ile müzik okullarında ve konservatuvarlarda öğretimini sağlamıştır. O, makamların teorik temellerini araştırırken ilk olarak tarın yapısı ve müğam geleneğine dayanmış, daha sonra ise bu makamların besteci yaratıcılığında pratik uygulama sorunlarını ortaya koymuştur. Makamın oluşma prensipleri tar aletinin akustik yapısı ve ses düzeni ile yakından ilişkilidir.

Tar icracılığında nota sisteminin uygulanması onun senfonik orkestra enstrümanları ile bir arada kullanılmasına yol açmıştır. Artık, "Leyla ve Mecnun" operasındaki sözlü geleneksel icra üslubundan farklı olarak U.Hacıbeyli'nin "Köroğlu" operasında tar aleti senfonik orkestranın yapısına dahil edilir ve partisyonda tar partisi kendine özgü yerini alır. Bununla birlikte, tar ve senfonik orkestranın uyumlaştırılması tar konserlerinin oluşmasına, renkli topluluk kombinasyonlarının ortaya çıkmasına imkan yarattı ki, bu durumda tarın solo ve topluluk enstrümanı olarak icra özellikleri kendini belirgin şekilde gösterir. Azerbaycan müziğinde tar ve senfonik orkestra için konser türünde eserlerin ortaya çıkışı tar icracılığının yüksek gelişim aşamasını sergiler. Memmedağa Umudov şöyle belirtir: "Profesyonel müziğimizin kurucusu U.Hacıbeyli tarın imkanlarını göz önünde bulundurarak 'Köroğlu' operasında onu ilk kez senfonik orkestraya dahil etmiştir. Azerbaycan bestecileri kendi yaratıcılık deneyimlerinde öz müzik geleneklerine, onun tür ve formlarına dayanarak tarın özelliklerini yüksek değerlendirmiş, eserlerinde onu tüm icra zenginliği ile sergilemeye çaba göstermişlerdir." [Umudov M., 2016, s.33]

1937 yılında Azerbaycan Devlet Akademik Opera ve Bale Tiyatrosu'nda "Köroğlu" operası sahnelenirken U.Hacıbeyli'nin senfonik orkestraya tarzenleri davet etmesinin temel sebebi senfonik orkestrada milli rengi güçlendirmek olmuştur. "Köroğlu" operasında tarın rolü daha da derinleşir ve sembolleşir, aynı zamanda tar sadece bir müzik aleti değil, halkın özgürlük ruhunun, kahramanlık destanının ve milli kimliğin sembolüne dönüşür. Tarın sesi Köroğlu karakterinin iç dünyasının, öfke ve merhametinin sesli tecessümüdür. U.Hacıbeyli tarı senfonik orkestra ile tam uyumlaştırarak, tarın solo veya topluluk partileri, milli makam renkliliğini genel harmonik bağlama başarıyla entegre eder. "Köroğlu" operasında solistin partisi de tarın kök saldıği temel ton ve entonasyon sistemi üzerine kurulur ki, bu da vokal çizgi ile enstrümantal fon arasında doğal ve organik bir bağlantı yaratır.

1938 yılında Moskova'da düzenlenen Azerbaycan Edebiyatı ve Sanatı On Gününde "Köroğlu" operasının sahnelenmesinde tar aletinin senfonik orkestra ile iletişimi tüm müzik camiasının dikkatini çekmiştir. Yabancı ülke müzisyenleri milli tar aletinin senfonik orkestra enstrümanları ile yüksek seviyeli birlikteliğini hayranlıkla karşılıyor, bu aletin teknik imkanları ve tınısı hakkında yüksek fikirler ileri sürüyorlardı.

SONUÇ: Uzeyir Hacıbeyli'nin yaratıcılık mirasında tar aleti üçlü bir işlev taşır: o, geleneğin koruyucusu, yeniliğin taşıyıcısı ve bilimsel teorinin doğrulayıcı kanıtıdır. Onun eserlerinde tar, milli müziğin öncü gücü olup, müğam operalarından senfonik partitürlere, küçük parçalara kadar bütün bir müzik dünyasının harmonik ve melodik temelini oluşturur. Ü. Hacıbeyli tarı sözlü geleneğin sınırlı çerçevesinden çıkarıp, onu evrensel müzik dilinin tam haklı katılımcısına dönüştürmüş, bununla da sadece tar icracılık sanatının değil, aynı zamanda genel olarak Azerbaycan profesyonel bestecilik okulunu biçimlendirmiştir. Hacıbeyli'nin mirası, milli çalgının küresel kültürel bağlamda kendi sesine, kendi diline sahip çıkarak gelişmesi için en parlak ve güncel yol haritası olarak kalmaktadır.

Modern dönemde Azerbaycan tar icracılık sanatının süregelen dinamik gelişimi, onun tarihsel kökleri ve sistematik öğretim geleneği ile yakından bağlantılıdır. Bu gelişim yolunun teorik ve pratik

temelleri, büyük besteci Üzeyir Hacıbeyli'nin faaliyeti ile atılmıştır. U.Hacıbeyli'nin hazırladığı ilk öğretim programı, notalı icra ile müğam geleneğini sentezleyen yaklaşımı ve Azerbaycan makam sisteminin bilimsel analize dayanan evrensel teorisini oluşturması, sadece tarın akademik müzik aleti olarak biçimlenmesinde değil, aynı zamanda genel olarak milli bestecilik okulunun gelişiminde temel rol oynamıştır.

Modern tar icracılığının zengin imkanları ve çok yönlü repertuarı, tam da U.Hacıbeyli tarafından başlangıcı atılan bilimsel-metodik geleneğin mantıksal devamı ve evrimi sonucunda biçimlenmiştir. Onun mirası, milli müzik kültürünün küresel bağlamda kendine özgülüğünü koruyarak gelişmesi için sağlam bir temel oluşturur.

Makalemiz, dahi besteci Üzeyir Hacıbeyli'nin 140. doğum yılına adanmıştır. Bu yıl, Doğu'da ilk operanın yaratıcısı, büyük müzikbilimci, yetenekli yayıncı, oyun yazarı ve eğitimci, tanınmış toplum önderi, Halk Sanatçısı, Devlet Ödülleri sahibi ve Azerbaycan Bilimler Akademisi asil üyesi dahi besteci Üzeyir Hacıbeyli'nin doğumunun 140. yıldönümü büyük bir törenle kutlandı.

Kaynaklar

1. Abdulgasimov V.A. Azerbaycan tarı. B.: Işık, 1989, 96 s.
2. Guliyev O.S. Azerbaycan halk çalgı aletleri orkestrisi. B.: Işık, 1980, 84 s.
3. Zöhrabov R.F. Muğam. B.: Azərneşr, 1991, 219 s.
4. Hacıbeyli Ü.A. Şark müziği hakkında Garp alimlerinin tefsiri. // Maarif ve medeniyet dergisi, 1926 № 7, s. 30.
5. <https://az.wikipedia.org/wiki/Tar>
6. Umudov M. Aletşunaslık. Musiki temayüllü ali ve orta ihtisas mektepleri için derslik. Bakü, Mürtecim, 2016, 150 s.

Economic sciences

THE MECHANISM OF DEEP INTEGRATION BETWEEN CULTURE AND TOURISM DRIVEN BY AI-VR CONVERGENCE: PERSPECTIVES FROM SCENE VALUE AND THE EXPERIENCE ECONOMY

Cui Fukun

*Doctoral Student in Business Administration,
Al-farabi Kazakh National university, Al-Farabi business school*

*Scientific advisor: Zhanibekova Gauhar Kaldanovna
PhD, Associate Professor,*

*Al-farabi Kazakh National university, Al-Farabi business school
Scientific advisor: Zhanat Zhussupova*

*Senior lecturer,
Al-farabi Kazakh National university, Al-Farabi business school*

Introduction

In the context of the active development of the digital economy and society, culture and tourism are undergoing significant changes, moving from traditional models of production and consumption to new forms focused on creating unique experiences, symbolic meanings and intangible values.

In the modern scientific paradigm, cultural and tourist spaces are considered not as a set of objects and services, but as "scenes" that form a holistic experience of human interaction with cultural changes, spaces and technologies.

The value of the scene – as an integral characteristic of the atmosphere, narrative, emotional impact and symbolic innovation – is becoming a key factor in the competitiveness of cultural and tourism products.

The cultural industry is one of the key segments of the creative economy and plays an important role in shaping economic impressions. In this area, the main object of value is not the material product, but the experience experienced.

In the context of the development of the cultural industry, artificial intelligence (AI) and virtual reality (VR) are gaining special importance as technologies that can enhance the value of cultural events and tourist spaces through cultural immersiveness, interactivity, personalization, and emotional power of perception.

The convergence of AI and VR makes it possible to transform cultural heritage, artistic practices, and tourist routes into multi-layered digital scenes where the user becomes an active participant rather than a passive consumer.

From an economic point of view, the value of a cultural and tourist product lies in the intersection of technological capabilities, symbolic content and individual perception.

Artificial intelligence allows you to adapt content to users' preferences, analyze their behavior, and provide intelligent support. Virtual reality creates the effect of presence and immersion, enriching emotional perception. As a result, cultural and tourism projects become dynamic digital ecosystems in which scenic value is constantly reproduced and developed.

The relevance of this study is due to a number of biological factors. In the context of the transition to the digital economy, there is a need for a scientific understanding of the formation of scenic value in culture and tourism, where the integration of space, technology and narrative plays a key role.

The active introduction of artificial intelligence (AI) and virtual reality (VR) into cultural industries requires a theoretical analysis of these technologies not only as tools for digitalization, but also as factors in rethinking the logic of creating cultural and tourist experiences. These technologies contribute to the development of digital museums, immersive exhibitions, virtual tourist routes, and hybrid cultural scenes that blur the boundaries between physical and digital spaces.

The lack of holistic conceptual models linking the convergence of AI and VR with the experience economy and value scenes limits the possibilities of factor management and is associated with the development of cultural and tourist ecosystems.

The purpose of this article is to develop and theoretically substantiate a mechanism for the formation of a deep competitive culture and tourism based on the convergence of artificial intelligence and reality. The article examines the logic of stage values formation and economic management in the context of digital transformation of the cultural industry.

To achieve this goal, the following tasks were solved::

1. The theoretical foundations of the digital transformation of culture and tourism are revealed through the prism of economic impressions and conceptual values.

2. The role of artificial intelligence and reality as key technologies shaping immersive stage experience in cultural and tourism practices is analyzed.

3. The connection between technological, cultural and economic elements providing a deep development of culture and tourism is revealed.

4. To determine the prospects for the practical application of the proposed mechanism for the development of cultural and tourism projects aimed at creating sustainable scenic value.

The scientific novelty of the research lies in the development of an integrated approach to the development of culture and tourism, in which the convergence of artificial intelligence and the reality effect is considered not only as a technological tool for digitalization, but also as a system-forming factor shaping scenic values and the development of the impression economy.

For the first time, the relationship between digital technologies, mechanisms for creating cultural and tourist experiences, and the processes of forming intangible assets has been substantiated, which expands theoretical understanding of the digital transformation of the cultural industry and tourism.

Literature review

In modern research, there is a tendency to integrate digital technologies into the field of cultural tourism. Artificial intelligence (AI) and virtual reality (VR) act not only as tools for technical modernization, but also as factors contributing to the qualitative transformation of cultural experiences and values.

In the work of foreign scientists Garbin Praničević and his colleagues on the introduction of augmented and virtual reality technologies in cultural tourism in the European Union, it is noted that AR/VR can not only expand access to cultural heritage and present it meaningfully, but also reduce the negative impact on cultural heritage sites by creating sustainable digital strategies for tourism development.

According to the authors, these technologies increase audience reach, allowing visitors to get a meaningful cultural experience regardless of the time and place of access to content, and also contribute to the formation of sustainable models of tourism activities[1]. Regarding the integration of artificial intelligence (AI), VM Sanchez-Martín and co-authors propose a conceptual model in which AI, virtual reality (VR) and the metaverse act as key elements of the digital transformation of cultural tourism[2].

The study notes that AI can not only optimize the management of tourist flows through forecasting systems and personalized recommendations, but also ensure the inclusiveness and accessibility of cultural offerings for various user groups. In this context, VR serves as a mechanism for immersive engagement, while AI provides content adaptation to the interests and needs of visitors.

The authors also point to the need for an ethical approach to the implementation of such technologies, emphasizing the importance of preserving cultural authenticity and sustainability.

The study, conducted by Chinese scientists Wang and co-authors, examines the impact of new manufacturing forces, including artificial intelligence, big data, and augmented and virtual reality technologies, on cultural tourism and heritage management in the context of Chinese cities with a rich history[3].

The results of the study show that digital technologies contribute to increasing operational efficiency and improving the overall travel experience through the integration of intelligent management systems and interactive platforms. However, the authors emphasize that the successful implementation of these technologies requires taking into account the local cultural context and overcoming digital inequality.

In Kazakhstan, there is a research interest in the application of artificial intelligence (AI) in the tourism sector. Research in this area is focused on analyzing digital tools to study travelers' preferences based on big data.

For example, Aslanbek Murzakhmetov's project is dedicated to developing models for processing text information from web resources using AI to determine travel preferences. This allows us to form more precise strategic decisions for the development of the tourism industry in Kazakhstan[4].

The study illustrates the practical application of AI in solving socio-economic problems and highlights the importance of big data analysis to enhance tourism competitiveness at the national level.

Another significant contribution to the research of this topic was made by Irene Pinto and co-authors who conducted an empirical study of VR and AR applications in the field of cultural heritage[5]. The study analyzed the emotional reactions of visitors and their engagement.

As a result of the comparative analysis, it was found that VR and AR evoke different emotional responses. It was noted that the high level of immersions of VR enhances the sense of presence, while AR is more focused on integrating the digital layer into the real experience. This raises questions about the balance between virtual and real perception of cultural content.

Thus, modern literature shows that the key research challenges are finding a balance between the technological innovation potential of artificial intelligence (AI) and virtual reality (VR) and preserving cultural authenticity, sustainability, and expressiveness of cultural experiences.

Scientific research agrees on the significant potential of digital technologies to enrich the cultural and tourist experience and manage cultural heritage. At the same time, the need for interdisciplinary approaches, compliance with ethical standards, and consideration of local socio-cultural conditions is emphasized when integrating AI and VR into cultural tourism.

Research methodology

To achieve the set goals and solve the research tasks, the work uses complexes of complementary methods of scientific knowledge that provide a comprehensive analysis of the processes of cultural and tourism development in the context of digital transformation.

The methodological basis of the research is a system-structural approach that considers culture and tourism as elements of a unified cultural and tourism system. In this system, digital technologies such as artificial intelligence and virtual reality perform a system-forming function. The application of this approach makes it possible to identify structural and sustainable links between cultural changes, tourism practices, digital technologies, and value-formation mechanisms that determine consumer impressions and experiences.

The study also provides a comparative theoretical analysis based on the study of domestic and foreign scientific publications on the digitalization of cultural industries, cultural tourism and immersive technologies. This method allows us to compare different scientific approaches to the functions of artificial intelligence and virtual reality, identify key controversial aspects, assess the impact of technological innovations on authentic culture, and identify changes in cultural and tourist consumption patterns.

In addition, the learning process uses a conceptual modeling method aimed at curbing the development of the author's concept of deep culture and tourism based on the integration of artificial intelligence and reality. This method allows us to formalize the logic of the interaction of technological, cultural and economic elements, as well as to substantiate the relationship between digital tools, scenic value and the processes of creating experience within the framework of the impression economy.

The use of these methods ensures the theoretical validity of research and creates a methodological basis for further analysis of the promising practical application of digital technologies in cultural and tourism projects.

Results and discussion

The use of the method of system-structural analysis allowed for a comprehensive analysis of the structural and functional relationships between the elements of the cultural and tourism ecosystem, to determine the role of digital technologies and assess their impact on the formation of the value of cultural experience.

The Rome Reborn project, a digital reconstruction of ancient Rome in virtual reality, has been recognized internationally. It was considered as a case study for the application of system-structural analysis. Rome Reborn is a comprehensive virtual reality platform that recreates key landmarks and urban spaces of Rome during the late Antiquity period (approximately 320 AD), including the Colosseum, the Pantheon, and the Forum. The project is accessible on both desktop computers and virtual reality headsets, making it a valuable educational, cultural, and travel experience (figure 1).

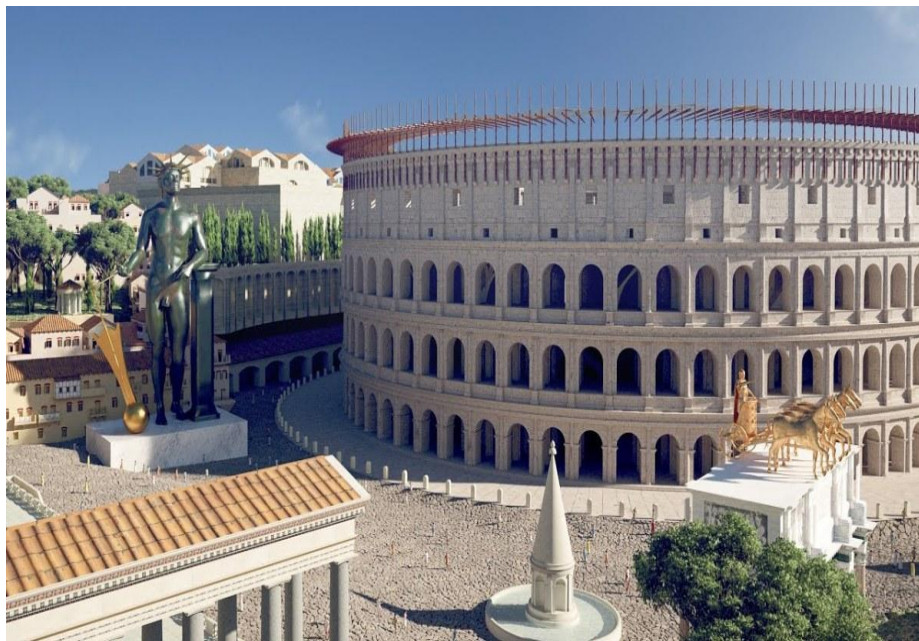


Figure 1. Rome Reborn - Virtualizing the ancient imperial Rome

Source – the data was taken from the source [6]

The use of the system-structural analysis method allowed for a comprehensive analysis of the structural relationships between the key elements of a digital cultural and tourist product using the Rome Reborn project as an example.

During the analysis, the following components were identified: cultural content, virtual reality technology, tourist activity and educational effect.

The cultural content is represented by historical sites of Ancient Rome, recreated on the basis of archaeological and architectural research. This allows users to gain a deeper understanding of historical and cultural heritage and appreciate the value of objects that were previously only available in text or museum format.

Virtual reality technology creates an immersive environment, providing visual and spatial immersion of the user in the ancient city. This enhances the emotional response and educational effect, allowing users not only to observe, but also to "feel" the cultural space.

The project promotes the development of tourist activity and increases interest in visiting Rome, as the virtual experience motivates users to plan a real trip. This demonstrates the close connection between digital cultural products and tourism activities: virtual exhibitions become an incentive for real tourism.

The project also has educational potential, as the VR platform is used not only for entertainment, but also for studying the history, architecture and culture of Rome. This expands the audience of the project, including students, tourists and researchers, and increases the value of the product as a tool for cultural education.

Thus, the system analysis shows that the integration of cultural content, VR technologies, tourism activity, and educational components creates a comprehensive digital product that preserves cultural heritage, stimulates tourism, and promotes the development of an experience economy.

The analysis of the Rome Reborn project makes it possible to identify the internal mechanism of scenic value based on the formation of the transformation of the path of cultural cognition and influence. In this case, virtual reality exists not as a tool for visual reconstruction of historical objects, but as an intermediary of spatial and temporal experience, creating an integral scene in which the user acts not as an observer, but as a cognitively and physically involved subject.

It is important that the VR environment in Rome Reborn reconstructs not only the visual characteristics of the ancient city, but also the logic of spatial perception characteristic of the historical context: the scale of buildings, the volume of urban fabrics, sequence and visual dominants. This leads to a shift in the epistemological model of cultural perception from a representative one (based on texts and expositions) to an experimental one, where knowledge is formed through bodily and spatial presence and a sequence of experiences.

From the point of view of economics, the key effect of impressions is not just to enhance the emotional response, but in the structure of the value structure. Historical authenticity, of course, remains

an invariable condition for trust in a cultural product, but it ceases to be the highest historical value. Gradual and coherent development becomes central, that is, the degree to which the user perceives the consequences as wholeness, continuity, and gradual experience.

In this twentieth century, the immersive VR environment serves as a cognitive enhancer that:

1. Overcome the barrier of complex cultural knowledge;

2. Activates emotional and sensory perception signals;

It forms stable associative links between spaces, narrative and personal user experience.

It is thanks to this mechanism that educational and tourist efficiency increases: the user does not just learn about the cultural object, but forms an auxiliary resistance to climate change, which directly affects the motivation for initial cultural visits and long-term consumption.

Thus, virtual reality within Rome Reborn does not act as an autonomous technological innovation, but as a multiplier of scenic values, reinforcing the link between cultural change, individual perception and economic impact. This is confirmed by the fact that in an economic environment, the competitiveness of cultural and tourism projects is impressive, determined not by the level of technological complexity per se, but by the technology of technology that forms deep, individually significant scenes of experience.

The method of comparative theoretical analysis includes a literary analysis, drawing upon contemporary research spanning from 2020 to the present, ensuring the currency of the theoretical framework for exploring the fusion of culture and tourism through AI and VR.

In selecting the sources, the following criteria for comparison were employed: emphasis on digital technologies (AI, VR/AR), relevance to the cultural tourism sector, research methodologies, findings on the influence of technology on user engagement and the economic significance of cultural practices.

The study conducted by the author Guo and his colleagues examines generative artificial intelligence as a tool to stimulate cultural creativity and tourism development in rural areas of China. The paper analyzes the prospects and challenges associated with the creation of locally relevant digital cultural content using machine learning and aesthetic algorithms[7].

Within the framework of this study to the Dunhuang Mogao Cave case, this project has created high-precision VR cave expositions with a realistic 3D model of Cave 285 for remote exploration of cultural heritage. VR users can explore interiors, observe 360° murals and participate in interactive stories, which enhances cultural understanding[8]. This project highlights the increased level of visitor engagement through VR experiences, stimulating interest in physically visiting historic areas.

The study by Warsinke and his colleagues examines the interaction of users with digital counterparts in the field of tourism using augmented and virtual reality technologies. The results show that VR provides deeper immersion, while AR allows for a higher level of user satisfaction with less discomfort. This has a direct bearing on the value of impressions and the design of digital cultural spaces[9]. As part of this study, a confirmation is the project VR-an application for tourism in Khiva (mauzolei Pahlavon Mahmud) in Uzbekistan based on 3D scanning of an object and creating an interactive scene through which the user can freely navigate[10].

Other international projects, in the research of Zandi S., such as the study of AR/VR in the context of the revival of the historical Silk Road route, show how immersive technologies can contribute to the sustainable development of cultural tourism. They allow people to interact with computers and gain a deeper understanding of historical and cultural heritage[11]. For example, In Kermanshah (Iran), AR/VR expeditions integrated interactive elements into routes along the Silk Road sites, which made it possible to reveal cultural meanings and traditions of the past through visualization and interaction[11].

A comparative theoretical analysis of digital integration projects of culture and tourism in China, Uzbekistan and Iran has revealed a number of common patterns and features of the use of technology in the cultural and tourism sector.

In particular, a variety of technology applications have been discovered: in China, VR is used to create immersive museum exhibitions, such as a virtual tour of the caves of Dunhuang; in Uzbekistan, for virtual tours of historical sites, such as the Pahlavon Mahmud Mausoleum in Khiva; in Iran, AR/VR is integrated into the routes of historical sites of the Silk Road.

These examples demonstrate that digital technologies can encompass both classical museum spaces and 3D expositions, as well as fully virtual tours. This confirms the wide applicability of artificial intelligence and virtual reality in the cultural and tourism industry.

Secondly, virtual and augmented reality technologies enhance the value of cultural sites. The ability to freely move through virtual spaces, interact with interactive elements, and participate in story scenarios increases tourist engagement. This creates an impression economy in which the subjective

value of a cultural object is determined by the depth of the user experience and interactive interaction with the content.

Thirdly, there is an increase in the accessibility and immersiveness of cultural sites. VR applications in Uzbekistan allow users to explore the Pahlavan Mahmud Mausoleum regardless of their geographical location, expanding the audience and overcoming the limitations associated with physical access to cultural heritage sites.

Artificial intelligence helps to personalize and enhance the educational value of virtual cultural tours. As part of an Iranian project dedicated to Silk Road sites, the use of AI has made it possible to adapt virtual content to different user interests, providing multilingual descriptions and interactive historical information. This increases the convenience and value of the travel experience, making it more intense and personalized.

In general, the theoretical analysis shows that the integration of virtual, augmented reality and AI into cultural and tourism projects in China, Uzbekistan and Iran not only expands access to cultural heritage, but also enhances its educational and tourist value, creating a new economy of impressions.

The results of a comparative analysis of projects in the field of digital economy and tourism in China, Iran and Uzbekistan demonstrate that artificial intelligence performs a qualitatively different function compared to virtual reality technologies. While VR creates the spatial and sensory basis of the experience, causing visual effects and bodily immersion of the user in the cultural environment, artificial intelligence at the meta-level designs the scenic experience, controlling the logic, sequence and semantic structure of the impact.

From an analytical point of view, artificial intelligence in cultural and tourism projects should be considered not as an auxiliary tool for personalization or automation of content, but as a mechanism for scene orchestration, coordinating interaction between the user, cultural and digital change in real time.. It is this orchestration that transforms the immersive space from a static visualization environment into a dynamic environment that is able to adapt to the cognitive, emotional and behavioral characteristics of the user.

At the cognitive level, artificial intelligence analyzes data about a user, such as their previous experience, level of cultural competence, interests, and interaction patterns. Based on this analysis, artificial intelligence modifies the structure of the narrative and the semantic presentation of cultural content.

In projects related to the heritage of the Silk Road and the caves of Dunhuang, this is reflected in the variability of the forms of representation of the same cultural object. It can be presented as an object of academic research, as an elementary tourist route, or as an emotional and figurative symbol of an ancient era.

As a result, artificial intelligence does not just transmit information, but constructs an individual semantic trajectory, within which the user gradually immerses himself in the cultural context. This fundamentally changes the nature of consumption: knowledge ceases to be universal and standardized and becomes situational and personally significant. This increases the value of the experience.

At the time level, artificial intelligence regulates the rhythm and interaction of the user with the scene, determining the speed of movement, the duration of stay in individual zones and performing transformations in specific content elements.

Unlike traditional museum or tourist routes, where the temporal structure is determined by institutional constraints, managed digital scenes allow for the formation of an individualized temporal architecture. This is of fundamental importance for the economy of impressions, since the value of cultural experience is determined not by its formal duration, but by its exceptional saturation, effect, and continuity of impact.

Artificial intelligence, which controls the pace and smooth descent, reduces the risk of cognitive overload and maintains the level of engagement, thereby increasing the emotional effect and memorability of cultural interaction.

At the interactive level, artificial intelligence provides two-way communication between the user and the experience scene. User actions, such as route selection, focus of attention, and the nature of interaction with objects, are interpreted and used to form modification scenes. This means that the user ceases to be a passive consumer of a cultural product and becomes a co-author of the experience. The scene is considered as a result of the joint creativity of a person and an algorithm.

This is a key principle of economics: value is created not in an object of culture or technology as such, but in the process of their interaction, which is unique and inimitable for each user.

From an economic point of view, artificial intelligence facilitates the transition from an object-oriented model of value creation to a process-oriented one. In traditional cultural tourism, the value of an object is determined by its uniqueness and limited physical access to it. In digital scenes driven by artificial intelligence, the value of the system includes diverse, personalized, and replicable scenarios of experience based on the same cultural resource. As a result, the cultural facility turns into a platform for creating a multitude of experiences. Artificial intelligence is becoming a key tool for the scalability of the experience economy and has an impact on the development of cultural and tourism ecosystems.

In the theoretical aspect, the analysis allows us to conclude that artificial intelligence in cultural and tourist projects performs the function of a structural regulator of scenes, ensuring coordination between spatial immersion created using virtual reality technologies, cultural changes and the subjective perception of the user.

If virtual reality determines where and how the user is in the cultural space, then artificial intelligence determines what exactly, in what sequence and with what meaning the user experiences. This feature allows the user to "respond" to the transformation of digital projects into full-fledged elements of the economy, where value arises at the level of individual experience, rather than at the level of technological novelty or the amount of information provided.

The results of the previous stages of the analysis show that virtual reality and artificial intelligence perform fundamentally different but complementary functions. VR forms a spatial-sensory experience scene, creating the effect of presence and bodily immersion. AI acts as a mechanism for managing these scenes, defining the semantic structure, temporal logic, and personalization.

The conceptual model developed in the framework of the study systematizes these results and allows for a better understanding of how technologies of interaction, cultural content and user experience shape stage values.

Within the framework of the model, three key blocks of basic functions are distinguished (figure 2).

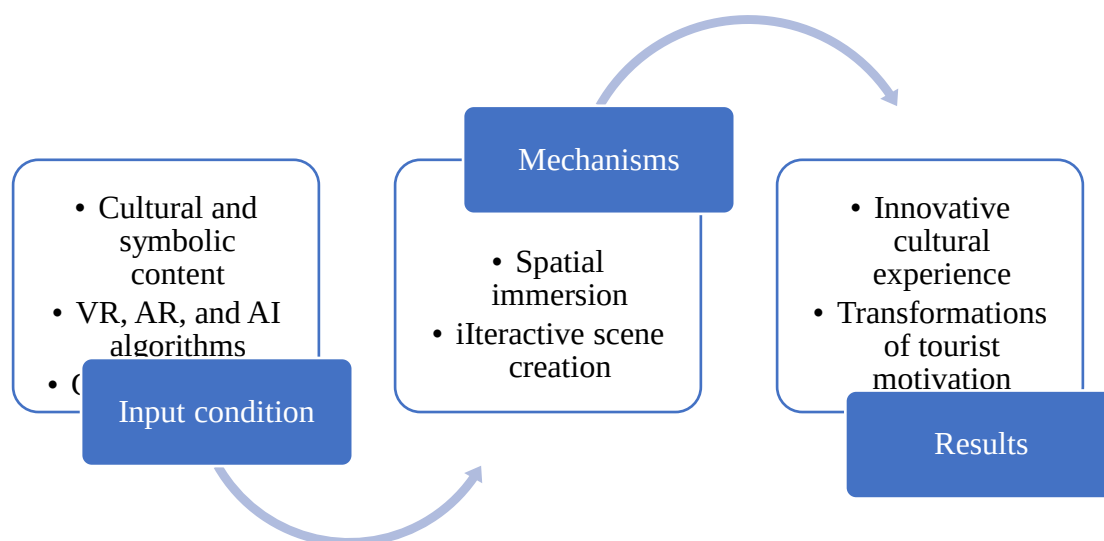


Figure 2. The conceptual model developed in the framework of the study

Source – developed by the author

Within the framework of the model, three key blocks of basic functions are distinguished. The first block includes the input conditions (inputs), which consist of cultural and symbolic content (heritage, narratives, historical meanings), digital technologies (VR, AR, AI algorithms) and the institutional and organizational context (cultural institutions, tourism ecosystems, platform solutions). These elements do not determine value by themselves, but they are the basis for its generation.

The second block of models describes the transformation mechanisms identified by the analysis. These include immersive spatial immersion, cognitive adaptation of storytelling, temporal adjustment of experience, and interactive co-creation of scenes using an algorithm. At this level, there is a transition from a digital representation of culture to a stage-organized experience. VR acts as a mediator of spatial perception, and artificial intelligence regulates semantic and behavioral dynamics, ensuring the adaptability of the scene and its response to user actions.

The third block represents the results expressed not only in economic indicators, but also in the forms of the constituent values. Emotional performance measures are applied to them, aimed at creating an innovative cultural experience, increasing the educational effect and transforming tourist motivation.

In the context of economics, it is these intangible results that are primary, while economic returns (expansion of external sources, new sources of income, tourist growth) are derived from the experience that is being experienced.

Thus, the conceptual model proposed in the framework of education represents a causal relationship between the convergence of artificial intelligence and virtual reality, the mechanisms of scenic design and economic mechanisms affecting the sphere of culture and tourism.

Unlike optical models, digital technologies are not a neutral factor of access or visualization, but lead to structural changes in the logic of cultural consumption, shifting it from an object-oriented paradigm to a process- and scene-oriented one.

The communication models presented earlier are based on the fact that empirical examples such as the Rome Reborn projects, the Dunhuang, Silk Road and Khiva projects are considered not as individual cases, but as private manifestations of the mechanism of scenic value generation. This makes it possible not only to explain the observed effects of algorithmicity and tourist motivation, but also to substantiate the universality of the proposed approach for analyzing and designing digital cultural and tourist ecosystems.

As a result, conceptual modeling in the framework of the study performs an explanatory function rather than an illustrative one, forming a theoretical basis for further empirical verification of the identified relationships and practical application of models in the development of digital cultural and tourism projects in border regions.

This approach allows us to conduct research aimed at describing the structure and consider the convergence of artificial intelligence and virtual reality as a systemic mechanism of development, including the industry of impressions and cultural identity in the digital economy.

The results obtained correspond to the research objectives and confirm their solution.

As part of the research on the task aimed at identifying the elements of the influence of culture and tourism in the context of digital transformation, it was found that the convergence of artificial intelligence and reality forms not just new mechanisms for representing cultural heritage, but a holistic stage-organized experience in which culture and tourism function as elements of a single ecosystem.

The solution of the second problem, related to the analysis of the role of digital technologies in the transformation of cultural and tourist consumption, showed that virtual reality provides immersive spatial immersion, and artificial intelligence implements the function of intellectual adaptation and personalization of cultural narratives, enhancing the cognitive and emotional ability of images. As part of the third task, aimed at conceptualizing the economy based on cultural tourism, it was found that the value created by digital technologies is exclusively intangible and manifests itself in the form of lasting impressions, cultural identity and long-term interest in places to visit. Economic effects are derived from these processes.

The results of the study confirm that digital technologies in cultural tourism perform a system-forming function, which leads to a transition from the model of "consumption of objects" to the model of "creation of cultural experience", which fully corresponds to the goals and logic of the study.

Conclusion

The study analyzed the mechanism of culture and tourism development in the context of digital transformation based on the convergence of artificial intelligence and virtual reality.

The results of the study showed that the digital transformation in the culture and tourism industry is structural, not instrumental. Cultural and tourist spaces in the digital economy are no longer passive objects of consumption and are turning into an environment of experience, the value of which is formed through engagement, emotional experience and individual user interaction.

The analysis revealed the advantages of virtual reality and artificial intelligence. Virtual reality creates the effect of presence and bodily involvement, while artificial intelligence provides adaptation and data analysis.

Within the framework of the study, special attention was paid to the analysis of internal links between the technological, cultural and economic aspects of the integration mechanism.

Based on a system-structural analysis and a conceptual approach, it was found that the internal logic of the integration mechanism is built along the chain "technological environment — value for the user — user experience — economic effect". The economic effect is derived from the value created.

Empirical examples of Rome Reborn projects and virtual tours of the mausoleum of Pahlavan Mahmud confirm the effectiveness of the proposed mechanism.

Thus, the integration of culture and tourism based on the convergence of artificial intelligence and virtual reality represents a systemic transformation of the logic of value creation. Digital technologies are not just used as an auxiliary tool, but form the basis for creating an impressive economy, cultural identity and competitiveness of tourist destinations. This creates the basis for further research and the development of strategies for the development of the nation.

References

1. Garbin Praničević D. Augmented reality and virtual reality-based technology in cultural tourism //ENTRENOVA-ENTERprise REsearch INNOVATION. – 2021. – T. 7. – №. 1. – P. 307-314.
2. Sánchez-Martín J. M., Guillén-Peñafiel R., Hernández-Carretero A. M. Artificial Intelligence in Heritage Tourism: Innovation, Accessibility, and Sustainability in the Digital Age //Heritage. – 2025. – T. 8. – №. 10. – P. 428.
3. Wang W., Zhang W., Wu Z. The influence of new productive forces on the evolution of cultural tourism and heritage site management //Herança. – 2025. – T. 8. – №. 3. – P. 51-63.
4. Murzakhmetov A. et al. Sentiment Analysis of Tourist Reviews About Kazakhstan Using a Hybrid Stacking Ensemble Approach //Computation. – 2025. – T. 13. – №. 10. – P. 240.
5. Pinto I., Huertas A. A comparative study of VR and AR heritage applications on visitor emotional experiences: a case study from a peripheral Spanish destination //Virtual Reality. – 2025. – T. 29. – №. 1. – P. 1-15.
6. This virtual 3D model lets you wander the streets of ancient Rome [Electronic resource]. – URL: <https://bigthink.com/the-past/rome-reborn-model/> (accessed 21.12.2025)
7. Guo M. et al. Exploring the intersection of complex aesthetics and generative ai for promoting cultural creativity in rural china after the post-pandemic era //International Conference on AI-generated Content. – Singapore : Springer Nature Singapore, 2023. – P. 313-331.
8. Dunhuang Mogao Cave No. 285 Virtually Opens to the Public for the First Time [Electronic resource]. – URL: https://www.chinakongzi.org/English/CulturalHighlights/202309/t20230924_564900.htm?utm_source (accessed 21.12.2025)
9. Warsinke M. et al. Digital Twins for Extended Reality Tourism: User Experience Evaluation Across User Groups //International Conference on Extended Reality. – Cham : Springer Nature Switzerland, 2025. – P. 22-41.
10. Miłosz M. et al. Virtual Reality in Supporting the Creation of Sustainable Tourism: A Case Study of Gen Z Technology Acceptance //Sustainability. – 2025. – T. 17. – №. 16. – P. 7173.
11. Zandi S. Revival of the Silk Road using the applications of AR/VR and its role on cultural tourism //arXiv preprint arXiv:2304.10545. – 2023.

REGIONAL ECONOMICS: THE STATE AND PRIVATE SECTOR PARTNERSHIP ENVIRONMENT AND DIRECTIONS FOR DEVELOPMENT

Dashgin Adgozalov
Azerbaijan Academy of Labor and Social Relations

REGIONAL İQTİSADİYYATDA DÖVLƏT VƏ ÖZƏL TƏRƏFDAŞLIQ MÜHİTİ VƏ İNKİŞAF İSTİQAMƏTLƏRİ

Daşqın Adgözəlov
Azərbaycan Əmək və Sosial Münasibətlər Akademiyası

Abstract

This topic discusses the role and importance of public and private sector partnerships in regional economic development. The collaboration established between the public and private sectors is a crucial mechanism for accelerating economic development and ensuring equality among regions.

In summary, public and private sector partnerships are one of the key factors supporting the socio-economic development of regions. This collaboration can lead to progress in various sectors of the economy by combining the state's legislative and economic incentive mechanisms with the private sector's potential for investment, innovation, and technological development.

Key development directions include infrastructure projects, industrial parks, technoparks, and cooperation in education and social sectors. Furthermore, it is important for the private sector to focus on innovative projects with the support of the state in regional economic development and integrate these projects into the local economy. The successful implementation of this partnership model can ensure the dynamic development of regional economies and improve the quality of life for the population.

Xülasə

Bu mövzu regional iqtisadiyyatın inkişafında dövlət və özəl sektor tərəfdaşlığının rolunu və əhəmiyyətini müzakirə edir. Dövlət və özəl sektor arasında qurulan əməkdaşlıq, iqtisadi inkişafı sürətləndirmək və regionlar arasında bərabərliyi təmin etmək üçün vacib bir mexanizmdir.

Xülasə olaraq, dövlət və özəl sektor tərəfdaşlığı, regionların sosial-iqtisadi inkişafını dəstəkləyən əsas amillərdən biridir. Bu əməkdaşlıq, dövlətin qanunvericilik və iqtisadi təşviq mexanizmləri ilə özəl sektorun investisiya, innovasiya və texnoloji inkişaf potensialını birləşdirərək iqtisadiyyatın müxtəlif sahələrində irəliləyişə gətirib çıxara bilər.

İnkişaf istiqamətləri arasında infrastruktur layihələri, sənaye parkları, texnoparklar, təhsil və sosial sahələrdə əməkdaşlıq önəmli yer tutur. Eyni zamanda, regional iqtisadiyyatın inkişafında dövlətin dəstəyi ilə özəl sektorun innovativ layihələrə yönəlməsi və həmin layihələrin yerli iqtisadiyyata integrasiyası əhəmiyyətlidir. Bu əməkdaşlıq modelinin uğurlu tətbiqi, regional iqtisadiyyatın dinamik inkişafını və əhalinin həyat səviyyəsinin yüksəlməsini təmin edə bilər.

Keywords: *regional economy, private sector, innovative projects, integration, infrastructure projects.*

Açar sözlər: *regional iqtisadiyyat, özəl sektor, innovativ layihələr, integrasiya, infrastruktur layihələr.*

Regional iqtisadiyyat, ölkələrin və bölgələrin iqtisadi fəaliyyətlərini və resurslarını daha səmərəli şəkildə idarə etməyə yönəlmiş bir yanaşmadır. Bu, yalnız mərkəzi hökumət səviyyəsində deyil, həm də yerli və regional səviyyələrdə iqtisadi inkişafın təşviqi və dayanıqlılığının artırılması üçün mühüm bir platformadır. Regional inkişafın təşviqi, əhalinin rifahını artırmaq, iqtisadi bərabərsizliyi azaltmaq və ətraf mühitin qorunmasına töhfə vermək məqsədini güdür. Bu kontekstdə, dövlət və özəl sektorun əməkdaşlığı, həm infrastruktur layihələrinin həyata keçirilməsində, həm də regionların iqtisadi inkişafının stimullaşdırılmasında əsas bir vasitə olaraq önə çıxır.

Azərbaycanda regionların inkişafı, ölkənin ümumi iqtisadiyyatının şaxələndirilməsi və müasir dünya iqtisadiyyatına integrasiyasının təmin edilməsi məqsədinə xidmət edir. Dövlət və özəl sektor arasında əməkdaşlığın gücləndirilməsi, iqtisadi dayanıqlılığın təmin edilməsi və regionlar arasındakı fərqlərin azaldılması üçün vacib bir mexanizm olaraq ortaya çıxır. Bu tədqiqat, Azərbaycan çərçivəsində dövlət və özəl tərəfdaşlığının mövcud vəziyyətini, çətinliklərini və gələcək inkişaf istiqamətlərini təhlil etməyi məqsəd qoyur.(13)

Bundan əlavə, dövlət və özəl tərəfdaşlığının regional iqtisadiyyatdakı rolu və inkişaf istiqamətləri, yalnız iqtisadi deyil, həm də sosial və siyasi amilləri də nəzərə alaraq daha geniş bir analiz tələb edir. Bu məqalə, həmin amillərin integrasiyasını və regional inkişafda dövlət-özəl əməkdaşlığının nə qədər mühüm olduğunu vurğulamağı hədəfləyir.

Dövlət və Özəl Tərəfdaşlığının Mahiyyəti və Əsas Xüsusiyyətləri

Dövlət və özəl tərəfdaşlıq modeli, dövlətin və özəl sektorun qarşılıqlı əməkdaşlıq etdiyi bir modeldir. Bu əməkdaşlıq, ümumiyyətlə infrastruktur layihələrinin həyata keçirilməsinə, sosial xidmətlərin göstərilməsinə və iqtisadi inkişafın sürətləndirilməsinə yönəlir. Dövlət və özəl tərəfdaşlığın əsas məqsədi, özəl sektorun maliyyə və idarəetmə bacarıqlarını dövlətin hüquqi və təşkilati dəstəyi ilə birləşdirərək, daha səmərəli və effektiv layihələr həyata keçirməkdir.

Dövlət və özəl tərəfdaşlığın hüquqi əsasları, dövlətin siyasətlərinin və qanunvericiliyinin inkişaf etmiş olmasından asılıdır. Azərbaycan Respublikasında bu sahədə atılan ən mühüm addım, "Dövlət-Özəl Tərəfdaşlığı haqqında" Qanununun qəbul edilməsidir. Bu qanun, dövlət və özəl sektor arasında əməkdaşlığın hüquqi əsaslarını təmin edir, Dövlət və özəl tərəfdaşlıq layihələrinin həyata keçirilməsini asanlaşdırır və şəffaflığı artırır. Azərbaycanda bu modelin tətbiqi, yalnız dövlətin iqtisadiyyatda aktiv rolunu artırmaqla qalmır, həm də özəl sektorun investisiya potensialını stimullaşdırır. (14)

Dövlət və özəl tərəfdaşlığın ən çox istifadə olunan modelləri, konsessiya və BOT (Build-Operate-Transfer) modelləridir. Konsessiya modelində dövlət, özəl sektora müəyyən bir layihəni həyata keçirmək üçün icazə verir, burada özəl sektor layihəni tamamladıqdan sonra gəliri əldə edir. BOT modelində isə, özəl sektor layihəni inşa edir, idarə edir və müəyyən müddət ərzində bu layihədən gəlir əldə edir. Bu modellər həm Azərbaycan, həm də digər regionlarda geniş istifadə olunur.

Azərbaycanda dövlət və özəl sektor arasındakı əməkdaşlıq, əsasən böyük infrastruktur layihələrində, iqtisadiyyatın şaxələndirilməsi və qeyri-neft sektorunun inkişafı sahələrində baş verir. Bakı-Tbilisi-Qars dəmir yolu, Bakı Beynəlxalq Hava Limanı, Azəri-Çıraq-Günəşli neft layihəsi kimi nümunələr, Dövlət və özəl tərəfdaşlığın ölkə iqtisadiyyatında uğurlu tətbiqləridir. Bu layihələr, özəl sektorun maliyyə və texnoloji resurslarını dövlətin infrastruktur ehtiyaclarını qarşılamaq üçün istifadə edir. (11)

Azərbaycanın regionlarında Dövlət və özəl tərəfdaşlıq tətbiqi xüsusilə əhəmiyyətlidir. Regionlar arasında iqtisadi inkişaf fərqlərini azaldmaq və yerli iqtisadiyyatları gücləndirmək üçün bu model effektiv bir vasitədir. Regionlarda sənaye parkları, aqroparklar və turizm layihələri ilə Dövlət və özəl tərəfdaşlıq tətbiq olunmaqdadır. Məsələn, Quba və Qusar sənaye parkları, kənd təsərrüfatı sahəsində özəl sektoru dövlətin dəstəyi ilə daha effektiv fəaliyyətə yönəldən Dövlət və özəl tərəfdaşlıq layihələridir.

Bununla yanaşı, Azərbaycanda Dövlət və özəl tərəfdaşlığın tətbiqi ilə bağlı müəyyən çətinliklər də mövcuddur. Əsas çətinliklərdən biri, hüquqi və inzibati prosedurların uzun sürməsi və qeyri-müəyyənliklərdir. Ayrıca, dövlətin layihələrə yönəldiyi maliyyə vəsaitlərinin məhdud olması və özəl sektorun maraqlarının uyğunlaşdırılması məsələləri də qarşıya çıxan əsas problemlərdəndir.

Dövlət və Özəl Tərəfdaşlığının İnkişaf İstiqamətləri

Dövlət və özəl tərəfdaşlığının inkişafı, regional iqtisadiyyatın gücləndirilməsi üçün vacib bir amildir. Azərbaycanda Dövlət və özəl tərəfdaşlığın effektiv şəkildə tətbiq edilməsinin gələcək inkişaf istiqamətləri aşağıdakı əsas sahələrdə cəmlənir:

1. Hüquqi və İnstitusional İslahatlar

Azərbaycanda Dövlət və özəl tərəfdaşlığın daha da inkişaf etdirilməsi üçün hüquqi və institusional islahatlar vacibdir. Qanunvericilik bazasının daha da təkmilləşdirilməsi, DÖT-in şəffaflığını artıracaq və özəl sektora daha çox inam yaradacaqdır. Eyni zamanda, dövlət və özəl sektor arasındakı münasibətlərin hüquqi tənzimlənməsi, layihələrin uzunmüddətli uğurunu təmin edəcəkdir.

2. Maliyyə vəsaitlərinin Cəlb Edilməsi

Dövlət və özəl tərəfdaşlıq layihələrinin inkişafı üçün özəl investisiyaların cəlb edilməsi mühüm rol oynayır. Bunun üçün maliyyə mexanizmləri və investisiya təşviq siyasətləri daha da genişləndirilməlidir. Azərbaycanda Dövlət və özəl tərəfdaşlıq sahəsində özəl investisiyaların artırılması, yalnız xarici deyil, həm də yerli investorları da cəlb edəcəkdir.

3. Regionların İqtisadi Potensialının Artırılması

Regionlar arasında iqtisadi inkişaf fərqlərinin azaldılması və regional balansın təmin edilməsi üçün Dövlət və özəl tərəfdaşlıq modellərinin tətbiqi vacibdir. Məsələn, kənd təsərrüfatı sahəsində özəl sektorun dəstəklənməsi və regionlara əsaslanan investisiya layihələri daha da genişləndirilməlidir. Həmçinin, turizm və ekoloji layihələrdə dövlət-özəl tərəfdaşlığının tətbiqi də regionların inkişafını dəstəkləyəcəkdir.

4. Rəqəmsal Texnologiyaların İnteqrasiyası

Azərbaycanın iqtisadiyyatını daha da şaxələndirmək üçün rəqəmsal texnologiyaların və innovasiyaların Dövlət və özəl tərəfdaşlıq layihələrinə inteqrasiyası böyük əhəmiyyət kəsb edir. Smart şəhərlər, ağıllı nəqliyyat sistemləri və rəqəmsal infrastrukturların yaradılması, iqtisadiyyatın daha modern və dayanıqlı şəkildə inkişaf etməsinə şərait yaradacaqdır.

Regional iqtisadiyyatın inkişafı, təkcə milli səviyyədə deyil, həmçinin yerli və regional səviyyədə davamlı iqtisadi artımın əldə edilməsində mühüm rol oynayır. Bu məqamda, dövlət və özəl sektor arasında möhkəm əməkdaşlıq, regional inkişafın sürətləndirilməsi və iqtisadiyyatın müasirləşdirilməsi üçün əsas vasitələrdən biridir. Dövlət-özəl tərəfdaşlıq (PPP) modeli, son dövrlərdə global səviyyədə populyarlaşaraq infrastruktur layihələrindən sosial xidmətlərin göstərilməsinə qədər bir çox sektorda əhəmiyyətli rol oynamışdır. Dövlət və özəl sektorun birgə fəaliyyəti, resursların daha effektiv istifadəsi, layihələrin zamanında və büdcəyə uyğun icra edilməsi və infrastrukturun müasir tələblərə uyğun gəlməsi baxımından önəmlidir. Dövlətin maliyyə vəsaitləri məhdud olduğu zaman, özəl sektorun texnoloji innovasiyaları və sərmayə yatırımı, çox hallarda dövlətin icra etməyə imkan tapmadığı iri layihələri reallaşdırmağı mümkün edir. Bu model, iqtisadiyyatda yeni iş imkanlarının açılması və yerli iqtisadiyyatın inkişafı baxımından əhəmiyyətli təsir yaradır. Regional iqtisadiyyatın inkişafında PPP-nin əhəmiyyəti xüsusilə vurğulanmalıdır, çünki regional səviyyədə icra olunan layihələr, həmçinin yerli əhalinin sosial və iqtisadi vəziyyətini yaxşılaşdırmaqla yanaşı, regional tarazlığın qorunmasına da dəstək olur. Dövlətin investisiya mühitini cəlb edici etməsi, qanunvericilik bazasının inkişaf etdirilməsi və şəffaflığın yüksəldilməsi özəl sektorun iştirakını təmin edən əlverişli mühit yaradır. Özəl sektor, davamlı inkişafı və müasir texnologiyaların tətbiqini həyata keçirərək bölgələrin iqtisadiyyatını yenidən formalaşdırır. Son zamanlarda regional inkişafda innovasiya və texnologiyanın əhəmiyyəti artmışdır.(2)

Rəqəmsal dəyişiklik, ağıllı şəhərlər, ekoloji enerji və nəqliyyat həlləri ilə dövlət-özəl tərəfdaşlığın gələcək inkişafı üçün yeni imkanlar təqdim edir. Bundan əlavə, PPP layihələrində risklərin ədalətli paylaşılması, sosial rifahın yüksəldilməsi və davamlı inkişaf hədəflərinə nail olmaq üçün mühüm amillərdəndir.

Bütün bu amilləri nəzərə alaraq, dövlət və özəl sektor arasında möhkəm əməkdaşlıq regional iqtisadiyyatda dayanıqlı inkişafın təmin olunması və sosial-iqtisadi rifahın yüksəldilməsi üçün əvəzsiz bir mexanizm kimi önə çıxır. Bu əməkdaşlığın səmərəli icrası, yalnız regional səviyyədə deyil, ümumi milli iqtisadiyyatda da müsbət nəticələrə sahib olma imkanına malikdir.(8)

"Region İqtisadiyyatında Dövlət-Özəl Tərəfdaşlıq (PPP) Ətraf Mühit və İnkişaf İstiqamətləri" mövzusu geniş bir sahəni əhatə edir və dövlət ilə özəl sektorlar arasında olan əməkdaşlığın regional inkişafa necə təsir edə biləcəyinin müxtəlif yönlerini ələ alır. Aşağıda bu mövzuda mübahisəni yönləndirmək üçün ətraflı hədəflər təqdim edilmişdir:

- Dövlət-özəl tərəfdaşlıqların regionun bütövlükdə iqtisadi inkişafına necə dəstək ola biləcəyini araşdırmaq. Təfərrüatlar: PPP-lərin iqtisadi inkişaf, iş imkanlarının yaradılması və nəqliyyat, səhiyyə və təhsil kimi önəmli infrastrukturların genişləndirilməsi üçün necə bir katalizator rolunu oynadığını tədqiq edilməlidir

- PPP Təşəbbüslərinin Yerli İqtisadiyyatlara İqtisadi Təsirini Anlayın

Məqsəd: PPP layihələrinin həyata keçirildiyi ərazilərdə həm birbaşa, həm də dolayı iqtisadi təsirlərini qiymətləndirmək. Təfərrüatlar: ÜDM artımı, iş imkanları, daha yaxşı infrastruktur və təkmilləşdirilmiş xidmətlər kimi PPP təşəbbüslərinin yaratdığı iqtisadi üstünlükləri araşdırın. Diqqəti regional disbalanslara və PPP təşəbbüslərinin region daxilində müxtəlif sahələr arasında iqtisadi fərqləri necə azalda biləcəyinə dair məlumatlandırma.

- PPP-nin icrasında maneələri və imkanları tanıyın

Məqsəd: Regional miqyasda PPP-lərin icrası zamanı yaranan çətinlikləri və perspektivləri tanımaq. Təfərrüatlar: Tənzimləmə problemləri, siyasi qeyri-müəyyənlik, maliyyə məhdudiyyətləri və PPP-ləri çətinləşdirə biləcək risklərin bölüşdürülməsi ilə bağlı narahatlıqlar kimi maneələri vurğulayın. Eyni zamanda, daha effektiv PPP-lərlə nəticələrə biləcək idarəçiliyi təkmilləşdirmək, innovasiyaları təşviq etmək və özəl sektorun iştirakını artırmaq yollarını axtarmalıyıq.

- PPP-lər üçün hüquqi və tənzimləyici strukturu təhlil edin.

Məqsəd: Regional iqtisadiyyatlarda PPP-lərin böyüməsini təşviq edən və ya maneə törədən hüquqi və tənzimləyici çərçivələri araşdırmaq. Təfərrüatlar: Müxtəlif sahələrdə hüquqi strukturların PPP-lərin formalaşmasına və effektivliyinə necə təsir etdiyini araşdırın. Regional inkişaf təşəbbüslərində özəl sektorun iştirakını təşviq edən və ya məhdudlaşdıran hökumət siyasətlərinin, qaydalarının və stimullarının təsirini araşdırılmalıdır.

- *PPP-lərin ictimai xidmətlərə və infrastrukturun artımına təsirini qiymətləndirin*

Məqsəd: Regional kontekstdə dövlət xidmətlərinin və infrastrukturun təkmilləşdirilməsinə PPP-lərin təsirini qiymətləndirmək. Təfərrüatlar: PPP-lərin kənd rayonlarında səhiyyə, təhsil, nəqliyyat və kommunal xidmətlər kimi ictimai xidmətlərin təkmilləşdirilməsinə təsirini araşdırın. Şəxsi maliyyələşdirmə və biliklər hesabına əldə edilən bu irəliləyişlərin yerli icmalar üçün yaxşı yaşayış şəraiti və artan iqtisadi perspektivlərlə necə nəticələndiyini araşdırılmalıdır.

- *PPP Təşəbbüslərində İnnovasiya və Texnologiyanın Önəmini İncələyin*

Məqsəd: Texnologiyaların və innovasiyaların regional inkişafda dövlət-özəl tərəfdaşlıqların səmərəliliyini və effektivliyini necə artırma biləcəyini araşdırmaq. Təfərrüatlar: Texnologiyaların dövlət-özəl tərəfdaşlıq (PPP) layihələrində ictimai xidmətlərin və infrastrukturun təmin edilməsini necə yaxşılaşdırdığını təhlil edin. Ağıllı şəhərlər, rəqəmsal çərçivələr və yerli iqtisadiyyatlarda davamlı artımı təşviq edən bilən ekoloji cəhətdən təmiz texnologiyalar kimi domenləri araşdırın.

- *Bölgədə PPP-lərin Sosial və Ekoloji Üstünlüklərini Araşdırın*

Məqsəd: Regional dövlət-özəl tərəfdaşlıqların sosial və ekoloji təsirlərini araşdırmaq. Təhsil, səhiyyə və mənzil sahəsində təkmilləşdirmələr vasitəsilə PPP layihələrinin sosial rifaha təsirlərini, eləcə də ətraf mühitin mühafizəsi strategiyalarını integrasiya etməklə davamlılığın təşviqində rolunu araşdırın. Regional kontekstdə yoxsulluq, bərabərsizlik və işsizlik kimi sosial problemlərin həllində PPP-lərin imkanlarını araşdırılmalıdır.

Bu məqsədlərə diqqət yetirməklə, regional iqtisadiyyatlarda PPP-lərin yoxlanılması dövlət və özəl sektorların yerli və regional inkişafı artırmaq, eləcə də əsas problemləri həll etmək və böyümə və davamlılıq üçün yeni imkanlardan istifadə etmək üçün necə birgə işləyə biləcəyinə dair mühüm perspektivlər verə bilər.

Metodlar

Dövlət-Özəl Tərəfdaşlıqlar (PPPs) dövlət xidmətləri və ya infrastruktur təşəbbüslərini təmin etmək məqsədi ilə dövlət qurumları və özəl şirkətləri əhatə edən əməkdaşlıq modelini ifadə edir. Bu əməkdaşlıqlar hər iki sahənin fərqli üstünlüklərindən - hökumətin dövlət siyasəti və tənzimlənməsindən, özəl sektorun innovasiyalarından, səmərəliliyindən və maliyyə dəstəyindən faydalanır. Regional iqtisadiyyatlar daxilində PPP-lər böyümənin sürətləndirilməsi, davamlı inkişafın təşviq edilməsi və yerli icmalarda davamlılığın yaradılması üçün vacibdir. Bu yanaşma PPP-lərin ətraf mühitə və regional iqtisadiyyatlarda inkişaf yollarına necə təsir göstərə biləcəyini təsvir edir, xüsusilə iqtisadi artımın təşviqini, sosial rifahın yüksəldilməsini və idarəetmənin gücləndirilməsini vurğulayır.

- *Regional iqtisadiyyatlarda Dövlət-Özəl Tərəfdaşlıq Çərçivəsinin Yaradılması*

PPP-lərin fəaliyyət göstərdiyi şərait regional miqyasda bir sıra iqtisadi, sosial və siyasi elementlərdən təsirlənir. Davamlı inkişafı təşviq etmək üçün PPP-lərin necə uğurla icra oluna biləcəyini qiymətləndirmək üçün bu elementləri dərk etmək çox vacibdir. İqtisadi kontekst: Regional iqtisadiyyatlar sənaye, kənd təsərrüfatı və xidmət sahələrini əhatə edən iqtisadi əsaslarına görə fərqlənirlər. PPP-lər regionun iqtisadi məqsədlərinə uyğun gələn infrastruktur, səhiyyə, təhsil və ya texnologiyada xüsusi tələblərə cavab vermək üçün istifadə edilə bilər. Sosial və Demografik Faktorlar: Regional inkişaf tez-tez əhalinin artması, qocalma demografikası, şəhər artımı və hərəkət meyilləri kimi sosial elementlərlə əlaqələndirilir. Müvəffəqiyyətli PPP-lər bu amilləri nəzərə almalıdır ki, tərəfdaşlığın üstünlükləri müxtəlif sosial qruplar, xüsusən də təcrid olunmuş və ya az xidmət göstərən əhali arasında ədalətli şəkildə bölüşdürülür. Siyasi və Hüquqi Struktur: Fərqli regional hökumətlər PPP-lərin effektivliyinə təsir edən fərqli tənzimləyici səlahiyyət səviyyələrinə və hüquqi strukturlara malikdirlər. Bu çərçivələr adətən müqavilə danışıqlarına, dövlət satınalmalarına, vergi güzəştlərinə və mübahisələrin həllinə nəzarət edən qaydaları əhatə edir. Bu tənzimləyici çərçivələrin hərtərəfli başa düşülməsi yerli kontekstlərdə effektiv PPP-lərin hazırlanması üçün vacibdir. İnfrastruktur və Texnologiyaların Hazırlığı: Regional infrastrukturun vəziyyəti (nəqliyyat, enerji, telekommunikasiya kimi) və texnologiyaların hazırlığı mümkün PPP layihələrinin miqyasını müəyyən etmək üçün vacibdir.(9)

- *PPP vasitəsilə Regional iqtisadiyyatlar üçün İnkişaf Yolları*

PPP vasitəsilə regional iqtisadiyyatların trayektoriyası bu tərəfdaşlıqların yerli və regional inkişaf strategiyalarına integrasiyasının effektivliyinə əsaslanır. PPP-lərin regional iqtisadi genişlənmə və irəliləyişdə böyük köməklik göstərə biləcəyi sonrakı sahələr çox vacibdir. İnfrastrukturun Təkmilləşdirilməsi: PPP-lər üçün əsas sahə nəqliyyat şəbəkələrini (yollar, dəmiryolları, hava limanları), kommunal xidmətlər (su təchizatı, elektrik enerjisi, tullantıların utilizasiyası) və rəqəmsal çərçivələri (genişzolaqlı qoşulma, məlumat qurğuları) əhatə edən əsas infrastrukturun inkişafıdır. Özəl sektorun maliyyə resursları və təcrübəsindən tez-tez iqtisadi fəaliyyətləri məhdudlaşdıran və çoxsaylı regional

yerlərdə artıma mane olan infrastruktur çatışmazlıqlarını həll etmək üçün istifadə edilə bilər. Yerli iqtisadi Gücləndirmə: Dövlət-Özəl Tərəfdaşlıqlar (PPP) əhəmiyyətli iş perspektivləri təmin edən və yerli dəyər yaradan sənayeləri hədəf olaraq yerli iqtisadi artımı gücləndirə bilər. Əməkdaşlıq vasitəsilə dövlət və özəl sektorlar kənd təsərrüfatı, istehsalat, turizm və bərpa olunan enerji sahələrində iş yerlərinin artımını artırabilir. Bu, yerli müəssisələrin böyüməsi, əmək bazarına daha çox cəlb olunması və regional iqtisadi dayanıqlığın güclənməsi ilə nəticələnir. Təhsil və İşçi Qüvvəsinin İnkişafı: Regional iqtisadiyyatlar insan kapitalı ilə bağlı problemlərlə tez-tez qarşılaşırlar, xüsusən də bacarıq çatışmazlığı və ya keyfiyyətli təhsilə kifayət qədər çıxışı olmayan regionlarda. PPP-lər vasitəsilə özəl sektor təhsil və peşə təhsili sistemlərinin keyfiyyətini artırmaq üçün hökumətlərlə əməkdaşlıq edə bilər. Bu əməkdaşlıqlar təhsil nəticələrini əmək bazarının tələbləri ilə uyğunlaşdırmağa kömək edə bilər və yerli iqtisadiyyatların yeni sənayelərin ehtiyaclarını ödəməyə hazır işçi qüvvəsinə malik olmasını təmin edə bilər. Səhiyyə və Sosial Rifah: Bir çox sahələrdə səhiyyə və sosial xidmətlər əldə etmək problemləli olmaqda davam edir. Səhiyyə sahəsində PPP-lər səhiyyə xidmətlərinin keyfiyyətini və əlçatanlığını artırmaq üçün yaradıcı həllər təqdim edə bilər. (5)

- Yerli inkişaf üçün PPP-lərdə maneələr və perspektivlər

PPP-lər regional inkişaf üçün əhəmiyyətli şanslar təqdim etsə də, bu əməkdaşlığın inkişafı üçün müxtəlif maneələrin öhdəsindən gəlmək lazımdır. Riskin bölüşdürülməsi və nəzarəti: PPP-lərdə əsas məsələ dövlət və özəl qurumlar arasında uyğun risk bölgüsünə nail olmaqdır. Özəl sektorun adətən innovasiya və maliyyə təmin etməsi gözlənilsə də, dövlət sektoru dəstəkləyici tənzimləyici baza yaratmalı və sosial və siyasi həyat qabiliyyətini təmin etməlidir. Mübahisələri azaltmaq və risklərin ədalətli və nəzarət edilə bilən olmasını təmin etmək üçün risklərin bölüşdürülməsi üçün müəyyən strukturlar yaradılmalıdır. Maliyyələşdirmə və Maliyyələşdirmə: Regional hakimiyyət orqanları əsas infrastruktur təşəbbüslərini maliyyələşdirmək imkanlarını məhdudlaşdıran maliyyə məhdudiyyətləri ilə qarşılaşa bilər. Özəl maliyyələşdirmə PPP vasitəsilə boşluğu doldura bilər, lakin maliyyələşdirmə şərtləri və investisiyadan uzunmüddətli gəlir əldə etmək zərurəti danışıqları çətinləşdirə bilər. Hər iki tərəfdaş üçün davamlı və sərfəli olan maliyyə modellərinin müəyyən edilməsi, eyni zamanda ədalətli xidmət göstərilməsinin təmin edilməsi vacibdir. Maraqlı Tərəflərin və İctimai Baxışların cəlb edilməsi: Effektiv PPP-lər onların dəstəyini təmin etmək üçün icma və yerli maraqlı tərəflərlə aydın ünsiyyətdən asılıdır. Müavinətlərin necə bölüşdürülməsində qeyri-kafi iştirak və ya ədalətsizliyin dərk edilməsi ictimai etirazla nəticələnə bilər. Maraqlı tərəflərin uğurlu idarə edilməsi və ictimaiyyətlə əlaqələr PPP layihələrinə dəstək almaq və müqaviməti azaltmaq üçün çox vacibdir. Nəzarət və Məsuliyyət: PPP layihələrinin gözlənilən üstünlükləri təmin etməsini təmin etmək üçün davamlı nəzarət və hesabatlılıq sistemləri yaradılmalıdır.

NƏTİCƏ

Dövlət və özəl tərəfdaşlıq modeli, Azərbaycanın regional iqtisadiyyatının inkişafında və qeyri-neft sektorunun şaxələndirilməsində mühüm rol oynayır. Bu model, özəl sektorun maliyyə və idarəetmə bacarıqlarını dövlətin hüquqi və təşkilati dəstəyi ilə birləşdirərək, yüksək effektivliklə həyata keçirilən infrastruktur və sosial layihələrə imkan yaradır. Azərbaycanda dövlət və özəl tərəfdaşlığın tətbiqi, həm ölkə daxilində, həm də beynəlxalq səviyyədə iqtisadi əlaqələrin gücləndirilməsində əhəmiyyətli bir vasitədir.

Dövlətin iqtisadiyyatda aktiv rolunu təmin edən dövlət və özəl tərəfdaşlıq, özəl sektorun təşviq edilməsinə və regionlar arasındakı inkişaf fərqlərinin azaldılmasına yönəlmişdir. Bu əməkdaşlıq, infrastruktur layihələrinin icrasından tutmuş, kənd təsərrüfatı, sənaye və turizm kimi sektorlarda da özünü göstərir. Bakı-Tbilisi-Qars dəmir yolu, Azəri-Çıraq-Günəşli neft layihəsi və regionlarda yaradılan sənaye parkları, Azərbaycanın dövlət və özəl tərəfdaşlıq sahəsindəki əsas uğurlarındandır.

Lakin, dövlət və özəl tərəfdaşlığın inkişafında qarşıya çıxan hüquqi və inzibati çətinliklər, maliyyə resurslarının məhdudluğu və özəl sektorun maraqlarının uyğunlaşdırılması kimi məsələlər hələ də mövcuddur. Buna baxmayaraq, hüquqi islahatlar, maliyyə mexanizmlərinin təkmilləşdirilməsi və regional iqtisadi potensialın artırılması kimi inkişaf istiqamətləri ilə dövlət və özəl tərəfdaşlığın daha da gücləndirilməsi mümkündür.

Gələcəkdə, rəqəmsal texnologiyaların inteqrasiyası, ekoloji layihələr və innovativ yanaşmalar vasitəsilə dövlət və özəl tərəfdaşlıq daha dayanıqlı və müasir hala gətirilə bilər. Bu, yalnız Azərbaycanın iqtisadiyyatının inkişafını sürətləndirməklə qalmaq deyil, həm də regional balansın və sosial ədalətin təmin edilməsinə töhfə verəcəkdir.

Son olaraq, dövlət və özəl sektor arasında güclü əməkdaşlıq, Azərbaycanın ümumi iqtisadi inkişafını və regional stabilliyini təmin edəcək, beynəlxalq arenada mövqeyini möhkəmləndirəcəkdir.

Ədəbiyyat

1. Azərbaycan Respublikasının Prezidenti (2016). "Dövlət-Özəl Tərəfdaşlığı haqqında" Qanun. Bakı: Azərbaycan Respublikası Prezidentinin rəsmi hüquqi sənədləri.
2. Abbasov, M. (2018). Azərbaycan iqtisadiyyatında dövlət-özəl tərəfdaşlığı: Mövcud vəziyyət və inkişaf perspektivləri. *İqtisadiyyat və İdarəetmə Jurnalı*, 10(2), 45-59.
3. Əliyev, R. (2019). Dövlət-özəl tərəfdaşlıq və regional inkişaf: Azərbaycanın təcrübəsi. *İqtisadi Tədqiqatlar*, 22(4), 73-85.
4. Quliyev, İ. (2020). Dövlət və özəl sektorun əməkdaşlığı: Beynəlxalq təcrübə və Azərbaycan modeli. *Beynəlxalq İqtisadiyyat və İnkişaf*, 15(1), 30-43.
5. Həsənov, Z. (2021). Azərbaycanda infrastruktur layihələrində dövlət-özəl tərəfdaşlığının rolu. *Azərbaycanın İqtisadi və Sosial İnkişafı*, 8(3), 95-112.
6. Şahbazov, S. (2017). Azərbaycanda dövlət-özəl tərəfdaşlığı modellərinin inkişaf perspektivləri. *İqtisadiyyat və Sosial Tədqiqatlar*, 14(1), 62-74.
7. World Bank (2020). *Public-Private Partnerships in Infrastructure: An Introduction*. Washington, DC: World Bank Group.
8. European Investment Bank (2018). *Public-Private Partnerships in Regional Development: Best Practices and Lessons Learned*. Luxembourg: European Investment Bank.
9. Rəhimov, F. (2022). Dövlət-özəl tərəfdaşlıq modellərinin regionlar üzrə təsirləri: Azərbaycan nümunəsi. *Regional İqtisadiyyat və İnkişaf*, 17(2), 134-147.
10. Mammadov, N. (2021). Azərbaycan iqtisadiyyatında DÖT-in inkişafı: Çətinliklər və imkanlar. *İqtisadiyyat və İdarəetmə Jurnalı*, 20(5), 85-97.
11. Məmmədov, H.A. "Regional iqtisadiyyatda dövlət və özəl tərəfdaşlıq mühiti və inkişaf istiqamətləri." // *İqtisadiyyat və İnkişaf Tədqiqatları*. - Bakı, 2023, Cild 15, Buraxılış 4, s. 45-53. DOI: 10.36962/iet1504202345.
12. Əliyev, F.T. "Dövlət və özəl tərəfdaşlığın regional iqtisadiyyatda rolu və perspektivləri." // *İqtisadiyyatın İnkişafı və Tətbiqi*. - Bakı, 2022, Cild 14, Buraxılış 2, s. 12-20. DOI: 10.36962/iet1402202212.
13. Həsənov, İ.K. "Özəl sektor və dövlət tərəfdaşlığının regionlararası əməkdaşlıqda əhəmiyyəti." // *Regional İqtisadiyyat və Strateji Tədqiqatlar*. - Gəncə, 2021, Cild 11, Buraxılış 1, s. 58-65. DOI: 10.36962/ris1101202165.
14. Rzayev, T.M. "Regional iqtisadiyyatda dövlətin özəl sektorla əməkdaşlıq imkanları." // *İqtisadiyyat və İdarəetmə Tədqiqatları*. - Bakı, 2020, Cild 9, Buraxılış 3, s. 18-26. DOI: 10.36962/iit0903202026.
15. Quliyev, R.P. "Dövlət və özəl tərəfdaşlığın regional iqtisadiyyata təsiri: Təcrübə və perspektivlər." // *İqtisadiyyat və Planlaşdırma*. - Sumqayıt, 2022, Cild 8, Buraxılış 2, s. 33-41. DOI: 10.36962/ip0802202233.
16. Vəliyev, A.X. "Regional inkişafda dövlət-özəl tərəfdaşlığının yeni modelləri." // *İnkişaf və İqtisadiyyat*. - Bakı, 2021, Cild 13, Buraxılış 1, s. 44-51. DOI: 10.36962/ii1301202144.
17. Məmmədova, N.S. "Dövlət və özəl sektor əməkdaşlığının regional iqtisadiyyatın inkişafına təsiri." // *Regional İqtisadiyyat və İnkişaf*. - Bakı, 2023, Cild 16, Buraxılış 5, s. 72-80. DOI: 10.36962/ri1605202372.
18. Əsgərov, C.M. "Regional iqtisadiyyatın inkişafında dövlət və özəl sektor tərəfdaşlığının strateji rolu." // *İqtisadiyyat və İnnovasiya*. - Bakı, 2020, Cild 7, Buraxılış 4, s. 25-33. DOI: 10.36962/ii0704202025.
19. Həsənov, A.B. "Özəl sektorun regional inkişafda dövlətlə tərəfdaşlıq imkanları." // *İqtisadiyyat və İdarəetmə*. - Bakı, 2022, Cild 10, Buraxılış 3, s. 56-64. DOI: 10.36962/ii1003202256.
20. Rzayev, K.H. "Dövlət və özəl tərəfdaşlığın regional iqtisadiyyatda inkişaf potensialı." // *Regional İqtisadiyyat və Stratejiya*. - Gəncə, 2023, Cild 12, Buraxılış 2, s. 19-28. DOI: 10.36962/ris1202202319.

INFLUENCE OF THE APPLICATION OF THE BLACK–SCHOLES MODEL ON TODAY’S FINANCIAL WORLD

*Jahangirzade Rahim Rasim**Faculty of Finance**Azerbaijan State University of Economics (UNEC), Baku, Azerbaijan**ORCID: 0009-0008-2043-4179**Huseynli Rasim Tahir**Faculty of Finance**Azerbaijan State University of Economics (UNEC), Baku, Azerbaijan**ORCID: 0009-0003-4998-3861***Abstract**

The Black–Scholes option pricing model has been considered a model of potential change in modern financial theory and practice since the early 1970s. It was introduced by Fischer Black, Myron Scholes, and developed further by Robert C. Merton, as the first closed-form solution for pricing European-style options under a no-arbitrage framework. The Black–Scholes model has developed into a theoretical framework that has become a reference approach for derivatives as well as for pricing, risk management, and market expectations analysis to this day. The paper considers in what way a Black–Scholes model application has affected modern financial life, but maintains an empirical relevance despite its recognized theoretical shortcomings. Specific attention is paid to the role of the model as a benchmark pricing tool, an implied volatility extractor as well as a hedging framework in equity, foreign exchange and fixed income derivatives markets. The work also discusses how contemporary financial behavior adjusted the Black–Scholes framework to account for empirical market phenomena like volatility clustering, fat tails and jump behaviour by extending the model, as opposed to replacing it completely. By embedding the Black–Scholes paradigm in the historical developments in financial markets, the general theory of financial markets is based upon the argument that its lasting impact rests not in its descriptive realism, but in structural clarity, analytical tractability, and institutional embeddedness. This influence matters for judging how modern finance reconciles theoretical simplicity with the complexity of empirical complexity in a global financial system becoming more integrated and more innovative as it becomes more and more embedded in an era of innovation.

Keywords: *Black–Scholes model, option pricing, implied volatility, derivatives markets, financial innovation*

Introduction

Modern financial markets are highly influenced by current developments in financial theory, in particular asset pricing and risk management. The Black–Scholes option pricing framework is probably the primary work in this field; it has massively changed the way that financial markets have characterized and valued uncertainty. When it emerged, option pricing was built on heuristic strategies and subjective assessment, leading to a patchwork of valuation methods that could come up short. The Black–Scholes framework used a mathematically rigorous and arbitrage-free mechanism, offering a mathematically sound method for market participants to price options consistently and systematically across different market conditions. The importance of the Black-Scholes model goes beyond the pricing targets for European options price. In developing the framework the model provided the basis for continuous-time finance: it built on stochastic calculus and integration of no-arbitrage and dynamic hedging into a single structure for analysis. Ultimately, the model quickly became a key player not only in academic finance but also in the operational underpinnings of global financial markets. Trading desks, risk management applications; regulatory stress testing frameworks and financial engineering utilities all continue to apply Black–Scholes-based approaches, directly or through intermediation. But the larger picture of financial markets in the late 20th and early 21st centuries has revealed significant limitations in the underlying assumptions of the model. The empirical evidence has proved that asset returns have time variable volatility, have non-normal distribution and have abrupt discontinuities, which oppose the model’s assumption of constant volatility and lognormal price dynamics. Major financial disruptions had brought home to the public the distance between theoretical simplicity and the reality of market conditions, as evidenced not only by the global financial crisis of 2007–2009 but also by more recent periods of market

stress. As a result, alternative models that incorporate stochastic volatility, jumps or local volatility dynamics were born. But, notwithstanding all such criticisms, the Black–Scholes model has emerged as the cornerstone of modern finance. Instead, it is reinterpreted and used as a benchmark framework (rather than a literal description of how asset prices function). Today, the model's key contribution is making use of observed option prices to estimate implied volatilities (indicative of market expectations and risk perception). Implied volatility surfaces calculated from Black–Scholes pricing are also used by investors, hedgebrokers, portfolio managers and policy makers to evaluate uncertainty and evaluate the risk between assets, as well as to look for stress in the market. Furthermore, the Black–Scholes model still provides the basis for dynamic hedging and risk sensitivities, called the 'Greeks' in other terms. These measures have always been employed by derivatives portfolio managers for hedging and hedging to a good extent in these volatile markets, e.g., for equity index options and foreign exchange options. And indeed, even when the more mature derivatives models are used, they are often calibrated and compared with Black–Scholes criteria, adding institutional credibility to more sophisticated ones like this model. Indeed, modern finance's persistence with respect to the Black–Scholes model mirrors a wider trend in financial innovation, in which the classical models, more often than not, are not tossed aside altogether, but are rather adapted, expanded and implanted into the dynamic market behaviour. It is rather like regulatory regulations and monetary tools that have been tested as a result of financial crises – to the extent that different forms of a theoretical model in finance are applied, it survives by reshaping its function, not its nature. This dynamic is a reflection of the changing face of financial systems: resilient but fragile, in the 21st century, often existing in complex institutional contexts.

The Black–Scholes Framework

The Black–Scholes Model is the basis of the key principles of contemporary financial economics, namely the idea of arbitrage-free pricing. Ultimately, the model states that in efficient and frictionless markets: identical cash flows have to produce identical prices. And any departure from that condition would lead to arbitrage opportunities, hence market participants would earn return without any risk. The Black–Scholes framework formalizes this intuition by creating a replicating portfolio that removes risk by ongoing dynamic hedging. The model provides a fundamental theoretical advancement by applying continuous-time stochastic processes to describe asset price dynamics. Since the underlying asset is assumed to have a geometric Brownian motion, price changes are proportional to current price and the underlying price is subject to both deterministic drift and a stochastic component. This assumption also ensures nonnegative prices and analytical tractability — two features that were essential for deriving a closed form solution. Though much later empirical work in the past has challenged the realism of this assumption, its very presence remains key to the model's internal cohesion and mathematical validity. Another important part of the Black–Scholes framework is the movement from the real-world probability measure to the risk-neutral measure. Under risk-neutral valuation, risky asset expected returns are substituted for the risk-free rate and in this way investors' risk preferences are effectively taken out of the pricing equation. This change makes it possible to express the option price as discounted expected payoffs in a probability distribution that actually reflects market-implied risk rather than subjective expectations. Theory-wise, this was a drastic departure from how previous asset pricing methods were carried out over the decades which tended to focus most on equilibrium-based expected returns. The partial differential equation obtained under the Black–Scholes framework is the compromise between time decay, diffusion-driven uncertainty and the cost of capital. This equation can be solved under suitable boundary conditions to obtain the well-known closed-form solutions applicable to European call and put options. Such solutions thus offered a valuable pricing tool but also set the standard language around discussion of option value, risk exposure and sensitivity to underlying parameters. Crucially, however, the structure of the Black–Scholes model has theoretical implications that are not confined to option-pricing. The same logic exists for a myriad of contingent claims: warrants, convertible bonds, structured products, and more. Therefore, the model informed financial engineering in general by allowing to design and assign values to complex payoff structures systematically. This diversity is the reason why the Black–Scholes doctrine soon bled from the pages of academic journals into trading floors, risk management systems, regulatory debates and elsewhere.

Black–Scholes as a Benchmark in Modern Financial Markets

The Black–Scholes model may take a simplified form, yet, it remains one of the most influential models in contemporary financial system, mostly applied to reference, not to convey prices. In practice, the Black–Scholes prices are seldom interpreted by market participants as the actual fair value measurements. Rather than using Black–Scholes as a universal reference point to apply observable market prices and then interpret against. With the Black–Scholes equation inverted, anyone who trades

derivatives is able to derive the degree of volatility which places the model price at the observed market price in the industry. In derivatives markets, this implied volatility becomes a key variable. It is a proxy for the uncertainty of the market and forward-looking risk anticipation. This inversion process creates volatility indices, option smiles and volatility surfaces, thus demonstrating the indirect yet pervasive centrality such a model can have in constructing market narratives. Additionally, Black–Scholes pricing-based implied volatility leads to cross-asset and cross-maturity comparisons that might be hard to standardize at all. Implied volatility can be used by traders and/or portfolio managers to estimate implied volatility for strikes and maturities in order to determine comparative value, spot mispricings, and build volatilities based trading strategies. The Black–Scholes model, in this respect, goes beyond a pricing oracle, and instead acts as a translation method to provide a common risk measure for heterogeneous option prices. Another area where the benchmark effect of the Black–Scholes framework is manifested is in the risk management practices we conduct. The sensitivity measures delta, gamma, vega, theta, aka the Greeks, are directly derived from the model analytical structure. They give first-and second-order estimations of how option values respond to variations in the fundamental variables that fund the system, which helps with the complexity of the portfolio with thousands of the derivative positions. Even in cases where alternative pricing models are used, risk sensitivities are typically reported and monitored in Black–Scholes terms as this provides transparency and is well-accepted. Moreover, regulatory frameworks and internal risk controls often use Black–Scholes-associated statistics. Option sensitivities and volatility estimates, grounded in the Black–Scholes framework, are also included for stress tests, margin requirements and capital adequacy measures. This institutionalization further underpins the relevance of the model, since it becomes incorporated into market practice as well as into the mechanisms of capital governance for financial stability. Nonetheless the Black–Scholes model does not have the status of being immune from criticism of benchmark. In empirical departures like volatility smiles or skews, consistent phenomena are observed that are less explainable by the original paradigm but indicate a systematic trend which has been established empirically. Instead of the model losing its validity, these trends have encouraged a series of add-ons and alternative specifications whose core arbitrage-free logic is maintained while loosening some of its more restrictive assumptions. In that perspective, the Black–Scholes model acts as the benchmark for measuring innovation in option pricing. Collectively, these considerations suggest that the Black–Scholes model has proven durable due to its potential for functional adoption. It gives a coherent conceptual framework, a generic language for pricing, and a yardstick with which to define and evaluate uncertainty, and, as such, continues to influence how markets conceptualize as well as navigate contemporary financial uncertainty. Its impact is to be seen as organizing framework in the increasing complexity of the financial system and not in terms of empirical precision.

Empirical Limitations of the Black–Scholes Model Despite its importance in financial economics today, the Black–Scholes model has not been replicated consistently throughout empirical literature or in the practice of market research. And that's just one big deviation — these mismatches are not just anomalies, but general trends across asset classes, across periods or across regimes. The limitations of the model have been made glaringly clear as financial markets have become more sophisticated and data more widely available. One of the better-known and well known empirical shortcomings of the Black–Scholes theory is the bias for constant volatility. In reality, volatility is neither static nor linear in character. Instead, it is empirically shown that volatility clusters, where periods of high volatility are followed by further high volatility, while calm periods persist over time. This behavior goes against the model's assumption that returns are independently and identically distributed, and this has major consequences for option valuation, especially for longer maturities. Asset return distributions show fat tails and excess kurtosis, which means extreme moves in price happen more often than a lognormal return distribution predicts. This tail event has a critical role to play in option pricing especially for deep out-of-the-money options as its structures have a higher sensitivity to rare extreme market fluctuations. Therefore the Black–Scholes model consistently underestimates the value of those options which hedge extreme downside risk, such trend which was more obvious when under financial stress such as in such cases as during the Global Financial Crisis and the COVID-19 market shock. Also inconsistent with the Black–Scholes model, yet a significant empirical distinction is the occurrence of jumps and discontinuities in asset prices. In practice, markets are subject to macroeconomic announcements, geopolitical events, earnings surprises, and fluctuations in investor sentiment, all of which can result in sudden changes in price. The Black–Scholes process of continuous diffusion, as a fundamental property of equilibrium markets, is not well-suited to explaining jump-type behavior, and pricing mistakes arise from this and are amplified during turbulent times in the market. Collectively, these discrepancies in the empirical work

indicate that the Black–Scholes model is not a simple model of market dynamics. Rather, what it is worth is giving a more simplified, analytically tractable benchmark that shows where and how things fail in a place in the real world they must break down from idealized beliefs. This understanding has been significant in shaping the subsequent development of sophisticated models that attempt to reconcile empirical realism with theoretical rigor.

Implied Volatility and Market Expectations

While the Black–Scholes model has had empirical drawbacks, its credibility has been revitalized in recent decades with the appearance of implied volatility. Instead of considering historical volatility as input, market participants reverse-engineer the Black–Scholes formula and estimate the volatility level that corresponds to observed option values. This implied volatility is the return of the market's pooled expectations about future uncertainty. It includes information concerning expected developments, risk aversion, and demand for hedging options. Implied volatility has become a leading organizing variable in contemporary derivatives markets. Volatility surfaces plotting implied volatility at various strike prices and multiple maturities are used as a comprehensive analysis of market sentiment and beliefs about the future of asset prices. The existence of volatility smiles and skews indicates systematic departures from the Black–Scholes notion of constant volatility, and exposes an overly asymmetric pricing of risk (upside and downside). However, these patterns are detected and examined exactly because Black–Scholes has a shared referent model. In addition, the risk-management/building framework of implied volatility is a major contributor. Implied volatility measures are often used by institutional investors to consider tail risk, allocate capital among strategies, and rate the insurance premiums for adverse market fluctuations. Option price-based volatility indices have also emerged as popular measurements of market stress and have frequently been understood as indicators of investors' 'fear' and their uncertainties. This indirect effect of the Black–Scholes model as far as how risk is measured, communicated, and priced has in this sense been an influence on the market's behavior. Crucially, implied volatility is forward-looking as opposed to backward-looking. Unlike historical volatility, which depends on past developments in prices, implied volatility incorporates information about future developments in the market (i.e. earnings reports, moves in monetary policy, macroeconomic news). This forward-looking feature makes implied volatility especially useful in an era characterized by fast-moving information and increased uncertainty. Thus, the Black–Scholes model supports decision-making even where its assumptions have been proven to be violated.

Model Extensions and Adaptations

The persistence of empirical anomalies has not made the Black–Scholes model irrelevant, but has catalyzed the establishment of a large class of alternative models in a similar direction that either enlarge or alter the structure of the Black–Scholes. Stochastic volatility models, jump-diffusion models, and local volatility methods seek to keep the arbitrage-free core of Black–Scholes but are also trying to include some realistic characteristics of asset price behavior. These models are usually adjusted to real-world implied volatility surfaces, demonstrating the centrality of Black–Scholes as a baseline reference. In reality, market participants tend to take a hybrid approach. Although pricing and hedging techniques might utilize higher-order constructs, Black–Scholes is still the language in which outcomes are communicated, compared, and reported. This harmonious interplay highlights a pragmatic equilibrium between theoretical rigor and operational brevity. Financial institutions highly appreciate transparent, interpretable, and highly efficient models that have continued to provide inspiration for the popularity of the Black–Scholes model. From an institutional level, it is reflected as the adaptiveness of the Black–Scholes model is consistent with the general trend within financial regulation and market evolution. In a similar way, regulatory frameworks develop gradually and are not universally abandoned, and base models in finance generally are retained by learning and adapting to empirical evidence. The Black–Scholes model explains this evolutionary transition in its evolution in so far as it is a theoretical anchor point and does not describe all market process behavior accurately, yet it remains to this day, because it has remained important not as a description of what action to do and market events, but because it is rather an epistemological model.

Risk Management and Hedging applications

Black–Scholes has been hugely impactful, beyond its role in pricing, on current risk management behaviour. One of its more enduring contributions is the formalization of dynamic hedging strategies through the Greeks — or known as option sensitivities. These sensitivity measures quantify how option values respond to changes in key variables such as the underlying asset price, volatility, time to maturity, and interest rates. The Black–Scholes model enabled financial institutions to effectively manage more complicated derivatives portfolios through an orderly approach to risk decomposition that had been

previously unfeasible for market participants. Delta hedging, in particular, stands as the quintessential example of the Black–Scholes model. At the same time that they adjust the position in the underlying asset to compensate for variation in option value, market participants will strive to develop portfolios which are locally insensitive to small price movements. While continuous hedging is not practical as transaction costs restrict it from being developed, discrete hedging strategies are still in common use. These strategies are the basis of options market-making activities where risk control is related to maintaining neutral exposure to the underlying price movements to manage inventory risk. In addition to delta, higher-order sensitivities (gamma, vega) are also crucial to modern risk management. Gamma indicates the curvature of the values of each chosen option with respect to the underlying price; this captures the risk associated with large price movements. In contrast, vega is reflective of sensitivity to changes in volatility and has gained increased importance as a result, as volatility itself has become a tradable asset class. Despite the open challenge to the assumptions of the Black–Scholes paradigm that characterize them, the prominence of volatility trading strategies indicates an indirect but important impact. The risk management framework in financial institutions frequently adopts Black–Scholes-based approximations to summarize exposures to a portfolio. In fact, even more advanced models are more common to utilize for the individual instrument pricing, so the risk metrics at the portfolio level remain in Black–Scholes Greek terms thanks to their interpretability and efficient use of computation. Such practice reflects a wider institutional preference for standardized instruments that encourage consistent outcomes such as communication, reporting, and regulation. Consequently, the Black–Scholes model still influences the understanding and scrutiny of risk at the systemic level.

Institutional and Regulatory Influence

The Black–Scholes model extends beyond trading desks and into the corporate infrastructure and regulatory framework of contemporary finance. Financial education, certification schemes, and internal trainings are consistently based on Black–Scholes methods as foundational knowledge. This pedagogical centrality continues to establish the model as dominant and helps to insulate financial professionals' development through subsequent generations to internalize the model's logic, terminology, and analytical techniques. Therefore, even where other models are employed, we generally see them as extensions or fine-tuning, not as stand-alone paradigms based on the Black–Scholes structure. The development of capital adequacy standards, margin requirements, and stress-testing methods from regulators has been influenced by Black–Scholes concepts. From the regulatory perspective, volatility estimates, option sensitivities, and scenario analyses often have their roots in the Black–Scholes paradigm. Regulators accept that simplified models have limits; however, for transparency, consistency, and comparability across institutions, standardized frameworks are required. Within this framework, the Black–Scholes model is a shared analytical vocabulary that supports both regulation and cross-organizational evaluation. One of the most important consequences of institutionalization of the Black–Scholes framework is wider trends observed in the evolution of financial systems. There is a genuine tension between model realism and practical applicability as markets become more sophisticated. High-level model architecture, especially for real-life data, may be more efficient in capturing empirical subtleties, but this model will not be transparent or implementable at a macro scale. Relying on these tools which are Black–Scholes-based is a pragmatic tradeoff, prioritizing strength and interpretability of the solution over accurate description. The emergence of a globally recognized Black–Scholes framework further aided in the global harmonization of derivatives markets. Standardization of pricing conventions and risk metrics helps facilitate cross-border trading, increase liquidity, and minimize informational frictions. With global options and volatility markets being consolidated across several jurisdictions, the impact of standardized valuation methodologies has become even more key.

Black–Scholes and Financial Innovation

Ironically, the limitations of the Black–Scholes model have fueled financial innovation. The systematic discrepancies between model predictions and observed prices have driven the emergence of new investment methods, trading strategies, and modes of modeling. Volatility derivatives, variance swaps, and structured products arose in reaction to the increasing awareness that volatility risk is distinct from price risk. Yet these innovations are often priced, hedged, and interpreted relative to Black–Scholes benchmarks. This phenomenon underscores an important insight about how foundational frameworks impact finance. Instead of constraining innovation, commonly used models are often the point of reference against which new ideas are evaluated and refined. Such concepts exist in widely adopted frameworks such as the Black–Scholes model, which remains relevant to all involved as a reference point that is used as a baseline against which deviations can be defined and measured. In doing so, the legacy

of both the creation and the development of financial theory—and the operation of modern markets—continues to flourish.

Theory–Practice Interaction

The analyses discussed in the previous section demonstrate that the Black–Scholes model's contribution to contemporary financial reality cannot be fully examined without measuring its empirical correctness. But instead, its continued importance is found in the tension between theoretical abstraction and technical pragmatism. Evidences of variances from what the model assumes are well reported and have shown little that the model is not central to financial markets. Rather, they have crystallized it as a benchmark framework that organizes interpretation, comparison, and innovation. In theory, the Black–Scholes model established a coherent arbitrage-free pricing paradigm which drastically recast financial economics. Its mathematical form created a direct relationship between stochastic processes, dynamic hedging, and valuation, thus being a unifying framework which was not confined to option pricing but embraced a variety of contingent claims. And, thanks to this theoretical certainty, later models were enabled to iterate progressively, retaining key no-arbitrage logic, but relaxing overly restrictive assumptions. Therefore, modern option pricing theory can be regarded more like an adaptation of the Black–Scholes model than a break with it. At a practical level, the model operates most obviously through the way in which market participants interpret and articulate information. The ubiquity of implied volatility, option sensitivities, and standardized pricing conventions is an example of how Black–Scholes has found itself woven into the operational DNA of financial markets. In doing so, trade, risk, and governance experts are able to distil difficult-to-understand price principles into easily interpretable measures that can be applied to their work in a fog of uncertainty. The Black–Scholes model persists as a reference for explaining risk and relative value even in more volatile and structurally altered markets. Likewise, the institutionalization of the Black–Scholes model demonstrates how, in many cases, finance now reflects a general aspiration to balance analytic power with operational simplicity, the broader features of the new finance paradigm. Although advanced models may lead to better empirical fit, they are inherently complex, and for many these too often fail to increase transparency and scale. By contrast, Black–Scholes approaches offer a common lens for the analysis that facilitates coordination among institutions, markets and regulatory systems. This standardization has led to a greater degree of globalization of derivatives markets, which reduces information frictions and enhances market liquidity.

Implications for Modern Financial Stability

The analysis of the Black–Scholes model also has clear relevance for financial stability. The framework indirectly influences market conduct and systemic dynamics by framing measurement and management of risk. Such a dependence on volatility-based metrics and delta-hedging practices can lead to exaggerated market movements under conditions and particularly during volatile stress-states where hedging needs sync. These dynamics highlight the importance of not only learning what the strong parts of one model are, but what the potential feedback effects can be in complex financial systems. Simultaneously, the elasticity of the Black–Scholes model has permitted these models to live alongside regulatory moves to improve system resilience. Stress tests, margin standards and capital adequacy tests typically feature indicators which are, to the extent known, Black–Scholes-derived measures, simply because of their transparency and comparability. While regulators appreciate the limitations of simplified models, the lack of widespread alternatives reinforces the continued dominance of Black–Scholes-based tools within a broader supervisory toolbox. Importantly, the experience of recent financial crises is that no single model can address all forms of financial risk and have it be taken with its entire scope. In this scenario, the Black–Scholes model's role is not to provide definitive answers but to give you a structured starting point from which analysis can begin. By revealing variances from benchmark assumptions, policymakers and investors can better comprehend growing vulnerabilities and develop targeted interventions. In this way, the model of financial stability adds value through diagnostic usefulness rather than predictive accuracy.

Conclusion

Thus, the Black–Scholes model survives, not as a model of reality exactly based on the Black–Scholes framework but as an enduring approach to managing aspects of uncertainty. Its presence within the contemporary financial context is well beyond what was intended of it, informing pricing codes, risk management strategies, policies, and financial innovation itself. The persistent applicability of the model is due to its functional adaptation in the face of evolving market conditions, while remaining fundamentally grounded in essential analytical foundations. The continuity of the Black–Scholes structure speaks to a very important truth about the development of financial theory: no foundational

model ever goes out of date; rather, it is continuously re-written in order to fit an ever-larger system. The Black–Scholes model has served as a yardstick against which empirical departures are judged, allowing for more advanced forms of analysis to emerge and still retain their core part. This blend of simplicity and flexibility provides a partial explanation for the privileged position of the model in both educational research and market operations. In the end, understanding the effect of the Black–Scholes model relies on more than just evaluating right or wrong. The real value of this model is how it structures thought, standardizes communication, and roots innovation in the contemporary world of finance as a whole. The Black–Scholes framework is likely to continue to be an instrumental point of reference not so much as a literal manifestation of how markets work and operate as a fundamental language for pricing, managing, and recognizing uncertainty, as financial markets adapt to changes in technology, globalization, and systemic risk.

Literature

1. Black, F., & Scholes, M. (1973). The pricing of options and corporate liabilities. *Journal of Political Economy*, 81(3), 637-654. <https://www.jstor.org/stable/1831029>
2. Merton, R. C. (1973). Theory of rational option pricing. *The Bell Journal of Economics and Management Science*, 4(1), 141-183. <https://www.jstor.org/stable/3003143>
3. Christopher Solbakke and Hampus Egly. Implied and Historical Volatility. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2%3A1678397/FULLTEXT01.pdf>
4. CFA Institute. Derivatives and risk management. CFA Program Curriculum, Level II, Study sessions 10-12.
5. Chicago Board Options Exchange (CBOE). (2024). Volatility index (VIX) and options market data. https://www.cboe.com/tradable_products/vix/
6. Investopedia Team. (2023). Black–Scholes model: Definition, formula, and limitations. Investopedia. <https://www.investopedia.com/terms/b/blackscholes.asp>
7. Investopedia Team. (2021). What Is a Volatility Smile and What Does It Tell Options Traders? <https://www.investopedia.com/terms/v/volatiltysmile.asp>
8. Hull, J. C., & White, A. (1987). The pricing of options on assets with stochastic volatilities. *Journal of Finance*, 281-300. <https://www.jstor.org/stable/2328362>
9. Bakshi, G., Cao, C., & Chen, Z. (1997). Empirical performance of alternative option pricing models. *Journal of Finance*, 2003-2049. <https://www.jstor.org/stable/2329472>
10. Bank for International Settlements (BIS). (2019). Sound practices: implications of fintech developments for banks and bank supervisors. <https://www.bis.org/bcbs/publ/d431.htm>
11. Financial Stability Board (2023). Global Monitoring Report on Non-Bank Financial Intermediation. <https://www.fsb.org/uploads/P181223.pdf>
12. Investopedia Team. (2025). Understanding Greeks in Finance: The Key to Options Risk Management <https://www.investopedia.com/terms/g/greeks.asp>
13. Yahoo Finance. (2024). How implied volatility works with options trading. <https://finance.yahoo.com/news/implied-volatility-works-options-trading-200000624.html>
14. Hull, J. C. (2022). Options, futures, and other derivatives (11th ed.). Pearson Education, Chapers 13-20.
15. Wilmott, P. (2006). Paul Wilmott on quantitative finance (2nd ed.). John Wiley & Sons, 93-150.
16. Björk, T. (2020). Arbitrage theory in continuous time (4th ed.). Oxford University Press, 331-360.
17. Dupire, B. (1994). Pricing with a smile. *Risk Magazine*, 18-20.
18. Cont, R., & Tankov, P. (2004). Financial modelling with jump processes. Chapman & Hall/CRC, 75-140.

Jurisprudence

LEGAL REGULATION OF E-COMMERCE IN KAZAKHSTAN AND RUSSIA: SIMILARITIES AND DIFFERENCES

Otzhan Akhmed

Turan Astana University, Master's student

Smoilov Samat Zhumagalievich

Turan Astana University, Ph.D. Associate Professor of the
Department of National and International Law

ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ КОММЕРЦИИ В КАЗАХСТАНЕ И РОССИИ: ТОЧКИ СОПРИКОСНОВЕНИЯ И РАЗЛИЧИЯ

Отжан Ахмед

Университет «Туран-Астана», Магистрант

Смоилов Самат Жумагалиевич

Университет «Туран-Астана», Ph.D., Доцент кафедры
Национального и Международного права

Abstract

The article provides a comprehensive comparative legal analysis of the legal regulation of e-commerce in the Republic of Kazakhstan and the Russian Federation. It examines national models for regulating electronic transactions, online payments, electronic money, consumer protection, personal data, as well as the activities of electronic trading platforms and marketplaces. Particular attention is paid to the role of integration processes within the Eurasian Economic Union and mechanisms for harmonizing the legislation of member states. Based on an analysis of current regulatory legal acts, key points of contact and fundamental differences in the approaches of Kazakhstan and Russia to the regulation of e-commerce in the digital economy are identified.

Аннотация

В статье проводится комплексный сравнительно-правовой анализ правового регулирования электронной коммерции в Республике Казахстан и Российской Федерации. Исследуются национальные модели регулирования электронных сделок, онлайн-платежей, электронных денег, защиты прав потребителей, персональных данных, а также деятельности электронных торговых площадок и маркетплейсов. Особое внимание уделяется роли интеграционных процессов в рамках Евразийского экономического союза и механизмам гармонизации законодательства государств-членов. На основе анализа действующих нормативных правовых актов выявляются ключевые точки соприкосновения и принципиальные различия подходов Казахстана и России к регулированию электронной коммерции в условиях цифровой экономики.

Keywords: E-commerce; electronic transactions; distance selling; personal data; marketplaces; Eurasian Economic Union; comparative law.

Ключевые слова: Электронная коммерция; электронные сделки; дистанционная торговля; персональные данные; маркетплейсы; ЕАЭС; сравнительное правоведение.

Введение

Развитие электронной коммерции и ускоренная цифровизация экономических процессов в последние годы стали одними из ключевых факторов трансформации национальных правовых систем. Электронная торговля, дистанционное оказание услуг, использование цифровых платформ и онлайн-платежей формируют новые модели экономического взаимодействия, требующие адекватного и сбалансированного правового регулирования. В этих условиях особую значимость приобретает анализ правовых механизмов, обеспечивающих юридическую определенность электронных сделок, защиту прав потребителей и безопасность цифровых финансовых операций.

В рамках Евразийского экономического союза правовое регулирование электронной коммерции в государствах-членах, а именно в Республике Казахстан и Российской Федерации, приобретает дополнительное измерение, связанное с задачами экономической интеграции и

развитием трансграничной торговли. Формирование общего рынка товаров и услуг, внедрение интегрированных информационных систем, а также создание трансграничного пространства доверия предполагают необходимость сопоставимости национальных правовых режимов и минимизации регуляторных барьеров в цифровой среде.

Несмотря на общее участие Казахстана и России в интеграционных процессах ЕАЭС, правовое регулирование электронной коммерции в этих государствах формируется на основе самостоятельных национальных моделей. В каждой из стран применяются собственные подходы к регулированию электронных сделок, онлайн-платежей, электронных денег, защиты персональных данных, а также деятельности электронных торговых площадок и маркетплейсов. При этом нормы права ЕАЭС, как правило, закрепляют лишь общие принципы и рамочные требования, оставляя детальное регулирование в сфере электронной коммерции на уровне национального законодательства.

Целью настоящей статьи является проведение сравнительно-правового анализа действующих нормативных правовых актов Республики Казахстан и Российской Федерации, регулирующих электронную коммерцию, с целью выявления точек соприкосновения и ключевых различий в правовых подходах. Научная новизна исследования заключается в систематизации и сопоставлении национальных моделей регулирования электронной коммерции с учетом интеграционных процессов в рамках ЕАЭС, а также в выявлении особенностей правового регулирования цифровых экономических отношений в условиях трансграничного взаимодействия.

Ключевые элементы правового регулирования электронной коммерции в РК и РФ

В Российской Федерации правовое регулирование электронной коммерции основывается на комплексном взаимодействии гражданского, финансового и информационного законодательства. Центральное место в данной системе занимает национальная платежная система, правовые и организационные основы которой закреплены в Федеральном законе «О национальной платежной системе». Указанный закон регулирует порядок оказания платежных услуг, включая использование электронных средств платежа и перевод электронных денежных средств, что формирует нормативную основу для осуществления расчетов в электронной коммерции[6].

Особое значение в российской модели регулирования имеют электронные денежные средства. Законодательством установлены дифференцированные ограничения на остаток электронных денежных средств в зависимости от уровня идентификации пользователя: для персонифицированных и корпоративных электронных средств платежа при полной идентификации допускается хранение средств в размере до 600 тысяч рублей, тогда как для неперсонифицированных электронных средств платежа установлен лимит в размере до 15 тысяч рублей. Перевод электронных денежных средств осуществляется посредством одновременного уменьшения остатка у плательщика и увеличения остатка у получателя, что обеспечивает юридическую определенность и прослеживаемость финансовых операций[6].

Важным элементом правового регулирования электронной коммерции в Российской Федерации является признание юридической силы электронных документов. Обмен электронными сообщениями, подписанными электронной подписью в порядке, установленном законом или соглашением сторон, рассматривается как надлежащий обмен документами в целях заключения гражданско-правовых договоров. При этом российское законодательство предусматривает использование различных видов электронных подписей, дифференцируя их юридическую силу в зависимости от способа формирования и уровня защищенности[9]–[10].

Защита прав потребителей при осуществлении электронной коммерции в Российской Федерации обеспечивается нормами Гражданского кодекса РФ и Закона «О защите прав потребителей». Указанные акты распространяют свое действие на отношения по розничной купле-продаже товаров, включая дистанционный способ продажи, устанавливая дополнительные гарантии для потребителей в условиях отсутствия непосредственного контакта с товаром до момента его приобретения.

Неотъемлемой частью правового режима электронной коммерции в Российской Федерации является регулирование вопросов информационной безопасности и обработки данных. Операторы обязаны осуществлять хранение и обработку персональных данных граждан Российской Федерации с использованием баз данных, находящихся на территории Российской Федерации, что направлено на обеспечение суверенитета в сфере информационных ресурсов. Кроме того, законодательством регулируется деятельность организаторов

распространения информации в сети «Интернет», включая требования к хранению и предоставлению данных уполномоченным государственным органам [5], [9].

В Республике Казахстан правовое регулирование электронной коммерции также носит комплексный характер и основывается на нормах гражданского и специального законодательства. Регулирование торговой деятельности в электронной форме осуществляется в соответствии с Гражданским кодексом Республики Казахстан и Законом «О регулировании торговой деятельности», в рамках которых определены правовой статус электронной торговой площадки и функции фулфилмент-центров как элементов инфраструктуры электронной торговли [5].

Финансовые аспекты электронной коммерции в Республике Казахстан регулируются Законом «О платежах и платежных системах». В соответствии с данным законом электронные деньги номинируются исключительно в национальной валюте — тенге, а их эмитентами могут выступать Национальный Банк Республики Казахстан, банки и Национальный оператор почты. Закон также устанавливает обязательное требование идентификации физического лица при приобретении электронных денег на сумму, превышающую пятидесятикратный размер месячного расчетного показателя, что направлено на предотвращение злоупотреблений и повышение прозрачности финансовых операций [7].

Правовой режим электронных документов и электронных цифровых подписей в Республике Казахстан закреплён специальным законом, регулирующим правоотношения, возникающие при создании и использовании электронных документов, удостоверенных посредством электронных цифровых подписей. Законодательно признается юридическая равнозначность электронного документа, подписанного электронной цифровой подписью, и документа на бумажном носителе, что обеспечивает возможность полноценного электронного документооборота в сфере электронной коммерции [12].

Защита прав потребителей в электронной коммерции в Республике Казахстан имеет ряд специфических особенностей. Продавец обязан предоставить потребителю информацию о процедуре оплаты и стоимости товара, а также обеспечить размещение сведений о контактных данных уполномоченного органа и субъектов досудебного урегулирования споров. Кроме того, законодательством прямо запрещается устанавливать цену на товары при приеме платежей с использованием платежных карточек, превышающую цену при оплате наличными денежными средствами, что направлено на предотвращение дискриминации потребителей по способу оплаты [13].

Дополняющим элементом правового регулирования электронной коммерции в Республике Казахстан является развитие цифровой инфраструктуры. Законодательством регулируется функционирование системы «электронного правительства», вопросы информатизации и обеспечения информационной безопасности, а также предусмотрена обязательная аккредитация удостоверяющих центров, осуществляющих выпуск и обслуживание электронных цифровых подписей [1], [12].

Общие черты и различия

Аспект	Общие черты	Различия
Основа регулирования	Обе страны используют Гражданский кодекс (ГК) как фундаментальную основу для регулирования имущественных прав и договорных отношений[4], [14].	-
Платежи и ЭДС	Обе страны имеют специализированное законодательство о платежных системах и регулируют электронные средства платежа (ЭСП) и электронные деньги (ЭДС) [7], [6].	РФ: Устанавливает четкие лимиты остатков ЭДС (15 тыс./600 тыс. рублей) в зависимости от уровня идентификации[6]. РК: Устанавливает требование идентификации при покупке ЭДС на сумму, превышающую 50 МРП. Эмитенты ЭДС в РК – НБ РК, банки и Национальный оператор почты[7].
Электронный документ	Обе страны признают юридическую силу электронных документов и подписей в соответствии со своими законами, регулирующими эту сферу[10], [12].	В РК детально регулируется использование ЭЦП и электронный документооборот, а также функционирование Национального удостоверяющего центра[12].
Защита потребителей	Обе страны имеют специальные законы по защите прав потребителей , которые распространяются и на дистанционные/электронные продажи[4], [13].	РФ: Законодательство регулирует защиту потребителей при дистанционной продаже и ограничивает возможность дифференциации цен в зависимости от способа оплаты (наличный/безналичный расчет)[4]. РК: Также ограничивает разницу в ценах между оплатой картой и наличными. Продавец в электронной торговле обязан предоставить информацию об оплате и ее стоимости[13].
ИТ/Данные	Обе страны регулируют информационные технологии и защиту информации (включая персональные данные) отдельными федеральными законами[9], [1], [11], [15].	РФ: Требуется локализация баз данных граждан РФ на территории РФ[11]. РК: Имеет развитую систему государственного регулирования ИТ через "электронное правительство", Сервисного интегратора и Оператора, что предполагает высокий уровень централизованного контроля за ИТ-инфраструктурой[1].

Оценка влияния интеграционных процессов ЕАЭС

Интеграционные процессы в рамках Евразийского экономического союза оказывают существенное влияние на формирование правового регулирования электронной коммерции в Республике Казахстан и Российской Федерации. Данное влияние проявляется прежде всего через механизмы гармонизации национального законодательства и создание условий для устойчивого трансграничного взаимодействия хозяйствующих субъектов в цифровой среде[2].

Одним из ключевых направлений интеграции является сближение и поэтапная гармонизация законодательства государств-членов Союза. В рамках ЕАЭС реализуются меры, направленные на либерализацию отдельных секторов услуг, а также на унификацию механизмов допуска к осуществлению экономической деятельности. Особое значение в этом контексте имеет гармонизация законодательства в сфере аккредитации на основе международных стандартов, что способствует формированию сопоставимых условий функционирования цифровых и финансовых сервисов на общем рынке Союза[2].

Важную роль в развитии электронной коммерции играет формирование трансграничного информационного взаимодействия и доверия. В ЕАЭС создано так называемое «трансграничное пространство доверия», обеспечивающее юридически значимый обмен электронными документами и данными между уполномоченными органами и хозяйствующими субъектами государств-членов. Электронный документ, оформленный в соответствии с правилами Евразийской экономической комиссии, признается равным по юридической силе аналогичному документу на бумажном носителе, заверенному подписью и печатью, что существенно снижает правовые барьеры при осуществлении трансграничных электронных сделок[2].

Дополняющим элементом интеграционной модели является функционирование интегрированной информационной системы Союза. Данная система обеспечивает информационное взаимодействие при реализации общих процессов в рамках ЕАЭС, включая таможенно-тарифное и нетарифное регулирование, макроэкономическую координацию, а также взаимодействие в агропромышленной сфере. Использование единой информационной инфраструктуры способствует повышению прозрачности и эффективности трансграничных торговых операций, в том числе осуществляемых в электронной форме[2].

Интеграционные процессы затрагивают и сферу налогового регулирования электронной коммерции. Во взаимной торговле товарами в рамках Союза применяется принцип страны назначения при взимании косвенных налогов, включая налог на добавленную стоимость и акцизы. Одновременно ведется работа по формированию согласованного перечня услуг, оказываемых в электронной форме, что имеет принципиальное значение для определения места осуществления деятельности покупателя и, соответственно, для целей налогообложения трансграничных электронных операций[2].

Особое внимание в рамках ЕАЭС уделяется защите прав потребителей на общем рынке. Государства-члены проводят согласованную политику в данной сфере, направленную на формирование равных условий обеспечения защиты прав и законных интересов граждан при приобретении товаров и услуг, в том числе посредством электронных торговых площадок и цифровых сервисов[2].

Таким образом, влияние Евразийского экономического союза на правовое регулирование электронной коммерции в Республике Казахстан и Российской Федерации выражается в формировании общей инфраструктурной и нормативной рамки, обеспечивающей взаимное признание правовых институтов, техническую совместимость цифровых решений и снижение правовых барьеров для трансграничной электронной торговли между государствами-членами Союза.

Понятие и особенности электронной коммерции

В международных правовых документах универсальное и единообразное определение электронной коммерции отсутствует. Ни документы Всемирной торговой организации, ни материалы Организации экономического сотрудничества и развития не содержат закреплённого на нормативном уровне определения данного явления. Вместе с тем в национальном законодательстве Республики Казахстан сформулировано легальное определение электронной коммерции, под которой понимается предпринимательская деятельность в области электронной торговли, а также оказание и продажа услуг, осуществляемые посредством информационно-коммуникационных технологий[5]. При этом электронная торговля в казахстанском законодательстве определяется как предпринимательская деятельность по реализации товаров, осуществляемая с использованием информационно-коммуникационных технологий[5].

В Российской Федерации, как и в Республике Казахстан, нормы, регулирующие электронную коммерцию, не сосредоточены в одном специализированном нормативном правовом акте, а интегрированы в более широкий массив законодательства. Правовое регулирование электронной коммерции осуществляется через положения гражданского законодательства, законодательства о регулировании торговой деятельности, о защите прав потребителей, а также о платежных системах и электронных средствах платежа[4][5][6][7][14]. Такой фрагментарный подход обусловлен межотраслевым характером электронной коммерции и многообразием общественных отношений, возникающих в цифровой среде.

Несмотря на отсутствие в законодательстве прямого использования классификаций B2C, B2B, C2C и G2C, правовое регулирование в Республике Казахстан и Российской Федерации фактически охватывает отношения, соответствующие данным моделям электронной коммерции. Так, модель B2C (Business-to-Consumer) реализуется через регулирование розничной купли-продажи товаров, включая дистанционный способ продажи, при котором потребитель — физическое лицо — приобретает товары для личных, семейных или домашних нужд[4]. В Казахстане аналогичные отношения охватываются понятием электронной торговли, представляющей собой реализацию товаров с использованием информационно-коммуникационных технологий[5].

- Модель B2B (Business-to-Business) охватывает отношения между субъектами предпринимательства и регулируется нормами, применимыми к оптовой торговле либо операциям между юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями[5]. В Российской Федерации при этом установлено правило, согласно которому расчёты между юридическими лицами и (или) индивидуальными предпринимателями осуществляются преимущественно в безналичном порядке, за исключением случаев использования электронных средств платежа[16].

- Модель C2C (Consumer-to-Consumer) в обеих странах регулируется опосредованно, прежде всего через нормы, касающиеся использования электронных денежных средств. Законодательство допускает переводы денежных средств между физическими лицами при

условии прохождения упрощённой либо полной идентификации клиента, что придаёт таким операциям правовую определённость и обеспечивает контроль за их осуществлением[6].

- Отдельное место занимает модель G2C и G2B (Government-to-Citizen / Government-to-Business), связанная с предоставлением государственных услуг в электронной форме. В Республике Казахстан данная модель реализуется через концепцию «электронного правительства», функционирующего в виде веб-портала, предназначенного для автоматизации государственных функций и оказания услуг гражданам и бизнесу в электронной форме. Такие услуги могут быть как полностью, так и частично автоматизированными, включая оказание проактивных услуг по инициативе услугодателя[1].

Ключевые юридически значимые элементы правового регулирования электронной коммерции в Республике Казахстан и Российской Федерации сосредоточены вокруг ряда базовых институтов. Прежде всего это касается электронных сделок и юридической силы электронных документов. В Республике Казахстан документ, в котором информация представлена в электронно-цифровой форме и удостоверена электронной цифровой подписью, признаётся электронным документом и приравнивается к документу на бумажном носителе, подписанному собственноручно, при условии подтверждения подлинности ЭЦП с использованием зарегистрированного открытого ключа. Такие документы влекут одинаковые юридические последствия[12]. В Российской Федерации обмен электронными сообщениями, каждое из которых подписано электронной подписью либо иным аналогом собственноручной подписи, в порядке, установленном законом или соглашением сторон, рассматривается как надлежащий обмен документами в целях заключения гражданско-правовых договоров[9].

Значительное место в регулировании электронной коммерции занимает оборот цифровых товаров и услуг. В российском гражданском праве признаются цифровые права, а положения о купле-продаже применяются к продаже имущественных, в том числе цифровых, прав[4]. В Республике Казахстан объектами гражданских прав также признаются имущественные права, цифровые активы и иное имущество. Законодательство РК, а также нормативные акты Международного финансового центра «Астана» определяют понятие цифровых активов, их виды и особенности правового режима оборота[14]. При этом программное обеспечение в Российской Федерации охраняется как объект авторского права, а программы для ЭВМ и базы данных могут быть зарегистрированы в установленном законом порядке[4].

Финансовую основу электронной коммерции образуют онлайн-платежи и использование электронных средств платежа. В обеих странах применяются электронные средства платежа и электронные деньги, при этом в Республике Казахстан электронные деньги номинируются исключительно в национальной валюте — тенге[6][7]. Перевод электронных денежных средств в Российской Федерации осуществляется путём одновременного уменьшения остатка электронных денежных средств плательщика и увеличения остатка у получателя, тогда как в Казахстане платёж электронными деньгами считается завершённым в момент получения электронных денег бенефициаром[6][7]. Деятельность по оказанию платёжных услуг находится под контролем центральных банков и уполномоченных государственных органов[6][7]. Дополнительно в Республике Казахстан на продавцов в сфере электронной торговли возлагается обязанность предоставлять потребителям информацию о процедуре оплаты товара и его стоимости, а также обеспечивать наличие внутренних процедур для предотвращения некорректных действий. Законодательно запрещается устанавливать цену при приёме платежей с использованием платёжных карточек, превышающую цену при оплате наличными денежными средствами[13].

Существенным элементом правового регулирования электронной коммерции является идентификация и авторизация участников цифровых отношений. В Российской Федерации перевод электронных денежных средств допускается с проведением полной, упрощённой либо без идентификации, что напрямую влияет на максимальный допустимый остаток средств, который, в частности, при отсутствии идентификации не может превышать 15 тысяч рублей[6]. В Республике Казахстан идентификация физического лица является обязательной при приобретении электронных денег на сумму, превышающую пятидесятикратный размер месячного расчётного показателя, и может осуществляться в том числе посредством удалённой или упрощённой идентификации с использованием информационно-коммуникационных технологий[7]. В Российской Федерации авторизация пользователей информационных ресурсов допускается с использованием абонентского номера оператора связи

либо единой системы идентификации и аутентификации, тогда как в Республике Казахстан допускается применение биометрической аутентификации личности[1][9].

Отдельного внимания заслуживает правовой режим обработки и защиты персональных данных в сфере электронной коммерции. В обеих странах сбор и обработка персональных данных допускаются при наличии согласия субъекта персональных данных, при этом в Республике Казахстан такое согласие может быть подтверждено электронной цифровой подписью либо посредством абонентского устройства сотовой связи[11][15][17]. Законодательство Республики Казахстан устанавливает требование хранения баз данных, содержащих персональные данные, на территории государства[1][15], в то время как в Российской Федерации обработка персональных данных граждан в сети «Интернет» должна осуществляться с использованием баз данных, находящихся на территории Российской Федерации[9][11]. Трансграничная передача персональных данных в Республике Казахстан допускается исключительно при условии обеспечения в соответствующем иностранном государстве надлежащего уровня защиты персональных данных[15].

Нормативная база Казахстана

Нормативная база Республики Казахстан, регулирующая отношения в сфере электронной коммерции, носит комплексный и межотраслевой характер и включает нормы конституционного, гражданского, финансового и информационного законодательства, а также акты подзаконного уровня.

Основные нормативные правовые акты

- Конституция Республики Казахстан является фундаментом правовой системы государства и закрепляет базовые принципы, имеющие непосредственное значение для электронной коммерции. В частности, Конституция гарантирует право каждого свободно получать и распространять информацию любым не запрещённым законом способом, а также устанавливает право на неприкосновенность частной жизни, личную и семейную тайну и защиту тайны переписки, телефонных переговоров и иных сообщений[18].

- Гражданский кодекс Республики Казахстан регулирует договорные отношения, лежащие в основе электронной коммерции. Кодекс закрепляет понятие публичной оферты как предложения, содержащего все существенные условия договора и выражающего волю лица заключить договор с любым, кто отзовется. Кроме того, ГК РК устанавливает требования к акцепту, который должен быть полным и безоговорочным, а также признаёт совершение действий по выполнению условий договора, включая уплату соответствующей суммы, надлежащей формой акцепта, что имеет принципиальное значение для электронных сделок[14].

- Закон Республики Казахстан «Об информатизации» и Закон «Об электронном документе и электронной цифровой подписи» формируют правовую основу цифровой среды. Закон об электронном документе закрепляет принцип юридической равнозначности электронного документа, удостоверенного электронной цифровой подписью, и документа на бумажном носителе. Закон об информатизации регулирует вопросы создания, эксплуатации и развития информационных систем и инфраструктуры, включая функционирование системы «электронного правительства»[1][12].

- Закон Республики Казахстан «О платежах и платежных системах» регулирует порядок осуществления онлайн-расчётов и устанавливает правовые основы использования электронных денег, которые в Республике Казахстан номинируются исключительно в национальной валюте — тенге. Закон определяет правила использования электронных кошельков и иных средств электронного платежа при совершении транзакций в рамках электронной коммерции[7].

- Закон Республики Казахстан «О защите прав потребителей» содержит специальные нормы, применимые к дистанционной торговле. При реализации товаров с использованием информационно-коммуникационных технологий продавец обязан предоставить потребителю достоверную информацию о наименовании, стоимости и условиях приобретения товара. Кроме того, на электронные торговые площадки возлагается обязанность по внедрению внутренних процедур, направленных на предотвращение незаконной торговли и защиту прав потребителей[13].

- Закон Республики Казахстан «О персональных данных и их защите» регулирует вопросы сбора, обработки и хранения персональных данных клиентов в электронной коммерции. Закон устанавливает обязанность получения согласия субъекта персональных данных на их

обработку, в том числе в электронной форме, а также требование обязательного хранения персональных данных на территории Республики Казахстан[15].

- Закон Республики Казахстан «О рекламе» устанавливает требования к рекламе в сфере электронной коммерции, включая обязательность её достоверности и распознаваемости в момент представления. Особенности распространения онлайн-рекламы дополнительно регулируются специальным законодательством, касающимся деятельности цифровых платформ и интернет-ресурсов[19].

Подзаконные нормативные правовые акты

Значительную роль в регулировании электронной коммерции играют подзаконные акты, принимаемые Правительством Республики Казахстан и уполномоченными государственными органами, которые конкретизируют и детализируют положения законов.

- Правительством Республики Казахстан устанавливается порядок деятельности Государственной корпорации «Правительство для граждан», а также правила функционирования инфраструктуры «электронного правительства»[17].

- Уполномоченными органами утверждаются правила оказания государственных услуг в электронной форме и порядок отображения цифровых документов в соответствующих сервисах, которые признаются равнозначными документам на бумажном носителе.

- Дополнительно утверждены правила ведения реестра государственных услуг и требования к обеспечению информационной безопасности объектов информатизации, что имеет существенное значение для устойчивого функционирования цифровых сервисов.

Институциональная среда: уполномоченные органы

Формирование и реализация государственной политики в сфере электронной коммерции обеспечиваются системой уполномоченных органов.

- Министерство цифрового развития, инноваций и аэрокосмической промышленности Республики Казахстан является центральным уполномоченным органом в сферах информатизации, развития «электронного правительства», защиты персональных данных и государственного регулирования в области связи[8][15][17].

- Агентство по защите и развитию конкуренции Республики Казахстан осуществляет функции антимонопольного органа, контролируя соблюдение принципов добросовестной конкуренции и пресечение антиконкурентных действий на товарных рынках, включая рынки цифровых услуг и платформ[20].

- Агентство Республики Казахстан по регулированию и развитию финансового рынка осуществляет регулирование и надзор за деятельностью финансовых организаций и поставщиков платёжных услуг, включая банки и организации, осуществляющие отдельные виды банковских операций[7].

- Национальный Банк Республики Казахстан обеспечивает организацию и мониторинг функционирования платёжных систем, а также регулирует выпуск электронных денег и деятельность платёжных организаций[7].

- Государственная техническая служба выполняет функции Национального координационного центра информационной безопасности, осуществляет мониторинг инцидентов информационной безопасности и проведение испытаний объектов информатизации на соответствие установленным требованиям[1].

- Антифрод-центр, функционирующий в рамках Национального Банка Республики Казахстан, является специализированной структурой, ответственной за координацию мер по выявлению и предотвращению мошеннических платёжных транзакций[7].

Нормативная база Российской Федерации

Нормативная база Российской Федерации в сфере электронной коммерции представляет собой комплекс взаимосвязанных норм конституционного, гражданского, финансового и информационного законодательства, а также подзаконных нормативных правовых актов, направленных на регулирование цифровых экономических отношений.

Основные нормативные правовые акты

- Конституция Российской Федерации служит фундаментом для формирования гражданского законодательства и законодательства о национальной платёжной системе, закрепляя базовые принципы правового регулирования имущественных и информационных отношений, имеющих значение для электронной коммерции[6].

- Гражданский кодекс Российской Федерации является ключевым источником регулирования имущественных и личных неимущественных отношений. В ГК РФ закреплено

понятие цифровых прав как разновидности имущественных прав, а статья 434.1 регулирует отношения, возникающие при ведении переговоров о заключении договора. Нормы о публичной оферте, в том числе размещённой в сети «Интернет» (статья 494), а также положения о дистанционном способе продажи товаров (статья 497) формируют правовую основу электронной коммерции. Кроме того, обмен электронными сообщениями, подписанными электронной подписью, признаётся равнозначным обмену документами в целях заключения гражданско-правовых договоров[4].

- Федеральный закон №149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» регулирует применение информационных технологий и функционирование цифровых сервисов. Закон содержит легальные определения электронного документа, сайта, провайдера хостинга и поисковой системы, устанавливает требования к локализации баз данных при обработке персональных данных граждан Российской Федерации, а также определяет обязанности организаторов распространения информации в сети «Интернет».

- Федеральный закон №152-ФЗ «О персональных данных» определяет условия и принципы обработки персональных данных, закрепляет обязательность получения согласия субъекта персональных данных, требования к обеспечению конфиденциальности, а также порядок и условия трансграничной передачи данных.

- Федеральный закон №161-ФЗ «О национальной платёжной системе» устанавливает правовые основы функционирования национальной платёжной системы и регулирует использование электронных средств платежа и перевод электронных денежных средств. Закон вводит дифференцированные лимиты на остатки электронных денежных средств в зависимости от уровня идентификации клиента, включая ограничение в размере до 15 тысяч рублей для неперсонифицированных электронных средств платежа[6].

- Закон Российской Федерации №2300-1 «О защите прав потребителей» содержит статью 26.1, специально регулиющую дистанционный способ продажи товара. Указанная норма обязывает продавца предоставлять потребителю информацию об основных свойствах товара, адресе продавца, цене, порядке оплаты и условиях возврата. Закон также распространяет своё действие на деятельность владельцев агрегаторов информации о товарах и услугах.

- Федеральный закон №38-ФЗ «О рекламе» регулирует распространение рекламы, в том числе в сети «Интернет» и по сетям электросвязи. Статья 18.1 данного закона устанавливает требования к маркировке интернет-рекламы, её учёту в специальных реестрах и присвоению идентификаторов, что направлено на обеспечение прозрачности и прослеживаемости рекламной деятельности.

- Федеральный закон №54-ФЗ «О применении контрольно-кассовой техники» обязывает использовать контрольно-кассовую технику при осуществлении всех расчётов на территории Российской Федерации. Закон допускает формирование онлайн-чеков и их направление покупателям в электронной форме, в том числе на абонентский номер либо адрес электронной почты.

Подзаконные нормативные правовые акты

Важное место в системе регулирования электронной коммерции занимают подзаконные нормативные правовые акты, принимаемые Правительством Российской Федерации.

- Правительство Российской Федерации наделено полномочиями утверждать обязательные правила, применяемые при заключении и исполнении публичных договоров, включая договоры розничной купли-продажи. Данные правила детализируют требования федеральных законов, устанавливая порядок дистанционной торговли и стандарты предоставления информации потребителям. В качестве примера реализации указанных полномочий можно привести постановление Правительства Российской Федерации №2463, утвердившее правила продажи товаров[4].

Институциональные органы

Реализация и контроль соблюдения законодательства в сфере электронной коммерции обеспечиваются системой федеральных органов исполнительной власти и иных уполномоченных институтов.

- Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации осуществляет функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере информационных технологий, аккредитует удостоверяющие центры и ведёт реестр российского программного обеспечения[10].

- Федеральная служба по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций далее — «Роскомнадзор» выполняет функции по контролю и надзору в сфере средств массовой информации, связи и защиты персональных данных. Орган ведёт специализированные реестры новостных агрегаторов, аудиовизуальных сервисов и социальных сетей, обеспечивая соблюдение требований информационного законодательства[9][11].

- Центральный банк Российской Федерации (Банк России) осуществляет надзор и наблюдение в национальной платёжной системе, устанавливает требования к форматам передачи данных и средствам защиты информации, применяемым кредитными организациями и иными участниками платёжного рынка[6][16].

- Федеральная антимонопольная служба Российской Федерации осуществляет контроль за соблюдением законодательства о рекламе, а также надзор за обеспечением конкуренции, включая контроль на трансграничных рынках в рамках Евразийского экономического союза[21].

- Федеральная служба безопасности Российской Федерации устанавливает обязательные требования к средствам электронной подписи, фискальным накопителям и иным средствам защиты информации, применяемым в цифровой среде[10][16].

Сравнительный анализ правового регулирования

Сравнительный анализ правового регулирования электронной коммерции в Республике Казахстан и Российской Федерации позволяет выявить существенные различия в подходах к терминологии и способах нормативного закрепления соответствующих общественных отношений.

В законодательстве Республики Казахстан используется модель прямого и формализованного понятийного аппарата. В соответствии с Законом «О регулировании торговой деятельности» под электронной коммерцией понимается предпринимательская деятельность в сфере электронной торговли, а также продажи услуг, осуществляемая посредством информационно-коммуникационных технологий. При этом электронная торговля выделяется как самостоятельный вид предпринимательской деятельности, связанный с реализацией товаров с использованием ИКТ. Дополнительно законодательство Республики Казахстан закрепляет ряд производных понятий, таких как «фулфилмент-центр» и «электронная торговая площадка», что свидетельствует о стремлении к комплексному и детализированному нормативному регулированию электронной коммерции[5].

В отличие от казахстанского подхода, в федеральном законодательстве Российской Федерации отсутствует единое легальное определение понятий «электронная коммерция» или «электронная торговля». Регулирование соответствующих отношений осуществляется посредством описания отдельных функциональных элементов цифровой торговли. Так, в Гражданском кодексе Российской Федерации и Законе «О защите прав потребителей» используется термин «дистанционный способ продажи товара», а в сфере расчётов применяется категория «безналичные расчёты в сети «Интернет». Таким образом, российская модель характеризуется фрагментарным, но функционально ориентированным подходом к регулированию электронной коммерции[4][16][21].

Близость к международным подходам регулирования

Несмотря на различия в терминологии и структуре законодательства, обе правовые системы демонстрируют стремление к соответствию международным стандартам, сформированным в рамках ВТО, ОЭСР и Евразийского экономического союза. Вместе с тем реализация данных стандартов осуществляется различными способами.

- **Широта охвата (подход Республики Казахстан).** Казахстанское определение электронной коммерции носит максимально широкий характер и охватывает как оборот товаров, так и оказание услуг посредством информационно-коммуникационных технологий. Такой подход соответствует современному международному пониманию электронной коммерции как комплексной экосистемы цифровых транзакций и прямо ориентирован на интеграцию в мировую систему торговли[5].

- **Функциональная эквивалентность (подход Российской Федерации).** В Российской Федерации, несмотря на отсутствие зонтичного термина, реализуется принцип функциональной эквивалентности, широко признанный в международном праве и документах ЮНСИТРАЛ. Обмен электронными сообщениями, удостоверенными электронной подписью, признаётся юридически значимым и приравнивается к обмену документами в письменной форме для целей заключения гражданско-правовых договоров. Это позволяет адаптировать

традиционные правовые конструкции к цифровой среде без введения новых терминологических категорий[9].

- **Приоритет международного права.** В обеих странах на конституционном уровне закреплён принцип приоритета ратифицированных международных договоров над национальным законодательством. Данный принцип обеспечивает прямое действие международных соглашений в сфере электронной коммерции и гарантирует, что нормы таких договоров будут иметь преимущественную юридическую силу в случае их имплементации в правовую систему Республики Казахстан или Российской Федерации[11][18].

- **Сближение в рамках Евразийского экономического союза.** Республика Казахстан и Российская Федерация активно участвуют в процессах гармонизации и унификации законодательства в рамках ЕАЭС. Договор о Евразийском экономическом союзе ориентирован на формирование единого экономического пространства с унифицированными механизмами регулирования, что объективно способствует сближению национальных подходов к регулированию цифровых услуг, трансграничной торговли и технического регулирования в сфере электронной коммерции[2].

Правовой режим электронных сделок

Правовой режим электронных сделок в Республике Казахстан и Российской Федерации основывается на принципе функциональной эквивалентности, в соответствии с которым сделки, совершённые в электронной форме, признаются юридически значимыми наравне со сделками, заключёнными на бумажном носителе, при условии соблюдения установленных законом требований. В обеих правовых системах порядок заключения договоров посредством оферты и акцепта регулируется нормами гражданских кодексов и имеет схожую структуру, адаптированную к особенностям цифровой среды.

Публичная оферта

- В Республике Казахстан предложением признаётся публичная оферта в случае, если оно содержит все существенные условия договора и выражает волю лица заключить договор с любым, кто отзовется. Законодательством отдельно закреплено, что в сфере общественного питания предоставление меню квалифицируется как публичная оферта. В контексте электронной торговли на продавца возлагается обязанность до заключения договора предоставить потребителю информацию о процедуре оплаты и стоимости товара, что имеет существенное значение для действительности электронной сделки[5][13][14].

- В Российской Федерации используются аналогичные подходы. Предложение признаётся офертой при наличии достаточной определённости и указании существенных условий договора. Размещение товаров в сети «Интернет» также рассматривается в качестве публичной оферты, если иное прямо не указано продавцом, что обеспечивает юридическую определённость при дистанционном заключении договоров[4].

Акцепт

- В Республике Казахстан и Российской Федерации акцепт должен быть полным и безоговорочным, что соответствует классическим принципам гражданского права.

- Молчание, как общее правило, не признаётся акцептом, если иное не вытекает из закона, обычая делового оборота либо ранее сложившихся отношений между сторонами.

- Конклюдентные действия имеют самостоятельное правовое значение. Совершение лицом, получившим оферту, действий по выполнению указанных в ней условий, включая оплату товара или его отгрузку, признаётся акцептом в обеих правовых системах.

- Специфика электронной формы проявляется в деталях регулирования. В Республике Казахстан электронная оферта, в которой не указан срок для акцепта, считается принятой, если акцепт получен в течение времени, необходимого для этого при обычных условиях оборота. В Российской Федерации обмен электронными сообщениями, осуществляемый в установленном законом или соглашением сторон порядке, официально признаётся обменом документами в целях заключения гражданско-правовых договоров[4][14].

Форма сделки и юридическая сила электронных документов

Важнейшим элементом правового режима электронных сделок является законодательное закрепление равнозначности электронных и бумажных документов.

- В Республике Казахстан Гражданский кодекс предусматривает возможность совершения сделок в письменной форме как на бумажном носителе, так и в электронной форме. Электронный документ, удостоверенный электронной цифровой подписью уполномоченного лица, признаётся равнозначным документу на бумажном носителе и влечёт идентичные

юридические последствия. Дополнительно в Республике Казахстан функционирует сервис цифровых документов, документы которого приравниваются к бумажным оригиналам, что расширяет практические возможности электронного документооборота[1][12][14].

- В Российской Федерации сделка в письменной форме может быть совершена с использованием электронных или иных технических средств, позволяющих воспроизвести её содержание в неизменном виде. Требование о наличии подписи считается выполненным, если использован любой способ, позволяющий достоверно установить лицо, выразившее волю. Информация в электронной форме, подписанная квалифицированной электронной подписью, по общему правилу признаётся электронным документом, равнозначным документу на бумажном носителе с собственноручной подписью[4][10].

- На наднациональном уровне в рамках Евразийского экономического союза действует принцип, согласно которому электронный документ, оформленный в соответствии с правилами Евразийской экономической комиссии, признаётся равным по юридической силе аналогичному документу на бумажном носителе, заверенному подписью и печатью, что обеспечивает правовую основу для трансграничных электронных сделок в пределах Союза[2].

Основное различие заключается в классификации видов подписей в России и более унифицированном подходе в Казахстане.

Критерий	Республика Казахстан	Российская Федерация
Виды подписей	Электронная цифровая подпись (ЭЦП).	Простая, усиленная неквалифицированная и усиленная квалифицированная.
Простая подпись	Используется в ограниченных случаях (например, через SMS-коды для получения госуслуг или в рамках пилотных проектов для бизнеса).	Широко применяется (коды, пароли). Юридическая сила признается, если это установлено законом или соглашением сторон.
Квалифицированная подпись	ЭЦП, выданная аккредитованным удостоверяющим центром (УЦ), считается аналогом собственноручной.	Усиленная квалифицированная подпись требует сертификата от аккредитованного УЦ и признается равнозначной собственноручной по закону.
Удостоверяющие центры	Должны быть аккредитованы уполномоченным органом (МЦРИАП). Функции национального УЦ выполняет Оператор.	Подлежат государственной аккредитации уполномоченным федеральным органом. Функции головного УЦ осуществляет этот же орган.
Признание иностранных подписей	Признаются, если подлинность подтверждена Доверенной третьей стороной РК или если УЦ зарегистрирован в ней.	Признаются подписями того вида, признакам которого они соответствуют по закону РФ.

Обязанности владельцев: В обеих странах владельцы обязаны обеспечивать конфиденциальность ключей и немедленно уведомлять УЦ при подозрении на их компрометацию[10], [12].

Правовое регулирование онлайн-платежей и электронных денег в Российской Федерации и Республике Казахстан направлено на обеспечение надежности финансовых операций и прозрачности деятельности поставщиков услуг.

Онлайн-платежи и электронные деньги

В Республике Казахстан и Российской Федерации деятельность по оказанию платёжных услуг подлежит строгому правовому регулированию, однако подходы к институциональному статусу организаций и детализации требований к участникам платёжного рынка имеют определённые различия.

Институциональная модель платёжных услуг

- Российская Федерация. В соответствии с законодательством оператором электронных денежных средств может выступать исключительно организация, имеющая право на перевод денежных средств, как правило, кредитная организация. Участниками национальной платёжной системы признаются операторы перевода денежных средств, операторы платёжных систем и операторы услуг платёжной инфраструктуры, включая операционные, клиринговые и расчётные центры[6]. На операторов возлагается обязанность информировать клиентов об условиях использования электронных средств платежа, в том числе об ограничениях и рисках, до заключения соответствующего договора.

• Республика Казахстан. Законодательство Республики Казахстан предусматривает более широкий круг поставщиков платёжных услуг. К ним относятся Национальный Банк Республики Казахстан, банки, организации, осуществляющие отдельные виды банковских операций, национальный оператор почты, а также платёжные организации[7]. Платёжные организации подлежат обязательной учётной регистрации в Национальном Банке РК, при этом их уставный капитал должен быть сформирован исключительно в национальной валюте — тенге — до подачи заявления о регистрации. Законодательством также установлены квалификационные требования к руководителю исполнительного органа, включая наличие высшего образования и безупречной деловой репутации. Дополнительно платёжным организациям запрещается осуществление иной предпринимательской деятельности, за исключением прямо установленного перечня, включающего, в частности, оказание IT-услуг, рекламную и логистическую деятельность.

Лимиты и правовой режим электронных кошельков

Законодательство обеих стран устанавливает дифференцированные лимиты использования электронных денег и электронных кошельков в зависимости от уровня идентификации клиента, что направлено на снижение рисков злоупотреблений и повышение прозрачности финансовых операций.

• В Российской Федерации электронные денежные средства учитываются оператором без открытия банковского счёта в виде остатка электронных денежных средств. Законодательно установлены следующие лимиты: до 15 тысяч рублей для неперсонифицированных электронных средств платежа, до 60 тысяч рублей при упрощённой идентификации и до 600 тысяч рублей для персонифицированных электронных кошельков[6]. При этом на остаток электронных денежных средств запрещается начисление процентов, а также предоставление кредитов, направленных на увеличение такого остатка.

• В Республике Казахстан электронные деньги номинируются исключительно в национальной валюте — тенге[7]. Электронный кошелёк рассматривается как способ учёта и хранения электронных денег. Эмитент обязан провести идентификацию физического лица в случае, если сумма приобретаемых электронных денег превышает пятидесятикратный размер месячного расчётного показателя. Законодательством установлены лимиты операций и хранения электронных денег: для неидентифицированных лиц максимальная сумма одной операции составляет 50 МРП, а максимальный объём хранения — 100 МРП; для лиц, прошедших упрощённую идентификацию, соответственно 100 МРП и 300 МРП[7]. Отдельно предусмотрены специальные электронные кошельки, предназначенные для получения пособий и социальных выплат, которые защищены от взысканий и арестов.

Обеспечение безопасности платёжных операций

Безопасность переводов электронных денежных средств обеспечивается сочетанием технических средств защиты и законодательно установленного порядка реагирования на инциденты, связанные с несанкционированным доступом и мошенническими операциями.

• В Российской Федерации оператор по переводу денежных средств обязан обеспечить клиенту возможность незамедлительно направить уведомление об утрате электронного средства платежа либо о его использовании без согласия клиента. В случае совершения операции без согласия клиента оператор обязан возместить сумму операции, если не докажет, что клиент нарушил установленный порядок использования электронного средства платежа. Сведения о транзакциях и направленных уведомлениях подлежат хранению оператором в течение не менее трёх лет[6].

• В Республике Казахстан система защиты платёжных операций включает использование электронной цифровой подписи, средств криптографического шифрования, паролей и биометрических данных. Дополнительно функционирует специализированный Антифрод-центр Национального Банка Республики Казахстан, координирующий меры по выявлению и предотвращению мошеннических платёжных транзакций. Поставщики платёжных услуг обязаны приостанавливать операции на срок до пяти рабочих дней при выявлении признаков мошенничества, а также включать сведения о подозрительных лицах в базу данных Антифрод-центра. Эмитенты электронных денег несут ответственность за ущерб, причинённый вследствие несанкционированного доступа к электронным деньгам либо сбоев в работе программного обеспечения[7].

Защита прав потребителей

Защита прав потребителей в Российской Федерации (РФ) и Республике Казахстан (РК) опирается на схожую законодательную базу, основанную на приоритете интересов физических лиц. Вместе с тем механизмы реализации прав в сфере электронной коммерции демонстрируют существенные различия.

Дистанционная продажа товаров в обеих странах характеризуется отсутствием возможности непосредственного ознакомления покупателя с товаром на момент заключения договора.

- В Российской Федерации:

- Дистанционная торговля регулируется статьей 26.1 Закона о защите прав потребителей и статьей 497 ГК РФ.

- Продавец обязан предоставить потребителю исчерпывающую информацию об основных потребительских свойствах товара, адресе продавца, месте изготовления, цене, условиях приобретения, доставке, сроке службы, годности и гарантийном сроке.

- Выставление товаров в сети «Интернет» признается публичной офертой, даже при отсутствии указания цены, за исключением случаев, когда продавец явно определил иное.

- В Республике Казахстан:

- Дистанционная торговля регулируется через понятия «торговля по заказам» и «электронная торговля».

- Продавец обязан до заключения договора предоставить информацию о процедуре оплаты, стоимости товара и разместить контактные данные (адрес и телефон).

- Информация должна быть представлена на казахском и русском языках, при этом стоимость товара обязательно указывается в тенге[5],[13].

Механизмы возврата товаров различаются по срокам и условиям, особенно в отношении товаров надлежащего качества, приобретенных дистанционно.

- В Российской Федерации:

- Для дистанционной торговли установлен специальный «период охлаждения»: потребитель вправе отказаться от товара до его передачи, а после передачи — в течение семи дней[4].

- Если информация о порядке и сроках возврата товара надлежащего качества не была предоставлена в письменной форме при доставке, потребитель вправе вернуть его в течение трех месяцев.

- Возврат товара ненадлежащего качества осуществляется по общим правилам: потребитель может требовать замены, ремонта, соразмерного уменьшения цены или возврата денежных средств.

- В Республике Казахстан:

- Общий срок для обмена или возврата недовольственного товара надлежащего качества составляет четырнадцать календарных дней при условии, что товар не был в употреблении[13].

- Определен перечень товаров, не подлежащих возврату, включая лекарственные средства, нательное белье, чулочно-носочные изделия, животных, растения и абонентские устройства сотовой связи.

- Продавец обязан возместить потребителю расходы, связанные с доставкой и возвратом товара ненадлежащего качества.

Общее:

В обеих странах отсутствие чека не является основанием для отказа в удовлетворении требований, поскольку факт покупки может быть подтвержден иными доказательствами или свидетельскими показаниями[4],[13].

Регулирование маркетплейсов Законодательство РФ и РК устанавливает особые субъекты, выполняющие функции посредников между продавцом и покупателем в сети.

- В Российской Федерации (владелец агрегатора):

- Агрегатор предоставляет возможность ознакомиться с предложением, заключить договор и внести предварительную оплату[4].

- Владелец агрегатора несет ответственность за убытки, возникшие в результате недостоверной информации о товаре или продавце, если он сам изменял эту информацию.
- Агрегатор обязан вернуть потребителю сумму предоплаты, если товар не доставлен в срок, а потребитель направил продавцу уведомление об отказе от договора.
- В Республике Казахстан (электронная торговая площадка):
- Площадка обязана обеспечить внутренние процедуры, исключающие некорректные действия продавцов и предоставление ими недостоверной информации[13].
- Инфраструктура площадки должна включать возможность безналичного расчета, координацию доставки и обеспечение взаиморасчетов при возврате товара[5].
- Продавец и владелец площадки обязаны обеспечивать хранение информации о сделках на условиях соглашения.

Для защиты прав потребителей запрещается устанавливать цену при оплате карточками выше, чем при оплате наличными[13].

Защита персональных данных

Защита персональных данных в Российской Федерации (РФ) и Республике Казахстан (РК) регулируется профильными законами, устанавливающими строгие правила сбора, обработки и обеспечения безопасности личной информации в цифровой среде. Обработка персональных данных должна соответствовать принципам законности и справедливости[11],[15], ограничиваясь достижением конкретных, заранее определённых и законных целей. В РФ запрещено объединение баз данных, созданных для несовместимых целей, а объём и содержание данных должны быть соразмерны заявленным задачам. Операторы обязаны обеспечивать точность, актуальность и достаточность информации, принимая меры по удалению или уточнению неполных сведений.

Ключевым требованием является локализация данных: в РФ операторы обязаны хранить персональные данные граждан исключительно на территории страны[9],[11], аналогично в Казахстане — в базах данных, расположенных на территории РК[1],[15].

Согласие субъекта является основным основанием для обработки данных, за исключением случаев, прямо установленных законом. В РФ согласие должно быть конкретным, информированным и однозначным[11], в РК — в форме, позволяющей подтвердить факт получения[15]. Письменная форма, включая электронную подпись, содержит сведения о субъекте и его представителе, реквизиты удостоверяющего документа, наименование и адрес оператора, цели обработки, перечень данных, срок действия согласия и способ его отзыва. В РК согласие может также оформляться через государственные и негосударственные сервисы контроля доступа или посредством абонентского номера сотовой связи.

Трансграничная передача данных регулируется в зависимости от уровня защиты прав субъектов. Передача в страны с адекватной защитой возможна без ограничений, тогда как в государствах с недостаточной защитой она возможна лишь при наличии письменного согласия субъекта или в исключительных случаях (исполнение международных договоров, защита жизни и здоровья). В РФ оператор обязан уведомить Роскомнадзор до начала передачи, который вправе запретить или ограничить её в интересах безопасности и экономических интересов государства; в РК аналогичные полномочия закреплены законодательно[15].

Регулирование интернет-рекламы

Регулирование интернет-рекламы в Российской Федерации и Республике Казахстан направлено на обеспечение прозрачности цифрового рынка, защиту потребителей от недобросовестного контента и усиление государственного контроля за информационными потоками. В обеих странах законодательство требует четкого разграничения рекламных материалов и обычного контента, однако технические и правовые механизмы маркировки имеют различия.

В Республике Казахстан реклама в любой форме, включая сферу электронной коммерции, должна быть достоверной и распознаваемой непосредственно в момент её представления[19]. Цены на товары и услуги в рекламе обязаны указываться в тенге, а особенности регулирования онлайн-рекламы дополнительно закреплены в специализированном законе «Об онлайн-платформах и онлайн-рекламе». При рекламе деятельности, подлежащей лицензированию, необходимо указывать номер лицензии и орган, её выдавший, за исключением радио[19].

В Российской Федерации интернет-реклама (за исключением размещенной в теле- и радиопередачах, транслируемых онлайн) должна содержать пометку «реклама» и указание на

рекламодателя или ссылку на его сайт[21]. Введен механизм прослеживаемости: каждая реклама получает уникальный идентификатор для обеспечения учёта и прозрачности. Рекламодатели и распространители обязаны предоставлять информацию о размещенной рекламе в Роскомнадзор через операторов рекламных данных (ОРД), а сведения в ЕРИР хранятся не менее трех лет[21].

Для владельцев онлайн-платформ и социальных сетей установлены ограничения на содержание и распространение рекламы. В Казахстане запрещается размещение рекламы электронного и интернет-казино, а также религиозных объединений, не зарегистрированных в установленном порядке[19]. Операторам связи запрещено рассылать SMS с рекламой азартных игр и пари. Кроме того, введен механизм оперативного реагирования: по предписанию уполномоченных органов (МЦРИАП или КНБ) платформы обязаны в течение двух часов временно блокировать доступ к нарушающей закон информации[8]. Реклама букмекерских контор и тотализаторов разрешена только на собственных официальных сайтах и специализированных спортивных медиа.

В Российской Федерации установлен полный запрет на рекламу на ресурсах иностранных агентов, а также организаций, признанных «нежелательными» или запрещенными[21]. Запрещено рекламировать товары на персональных страницах пользователей соцсетей с аудиторией более 10 тысяч человек, если страницы не включены в специальный реестр Роскомнадзора[9]. ФАС имеет право ограничивать распространение рекламы на ресурсах иностранных лиц при нарушении ими российского законодательства[21]. Владельцы платформ, использующих рекомендательные алгоритмы, обязаны информировать пользователей о применении технологий и размещать правила работы этих алгоритмов на русском языке. Для социальных сетей с охватом более 500 тыс. пользователей предусмотрена обязанность проводить мониторинг и самостоятельно удалять запрещенный контент, включая детскую порнографию, призывы к самоубийству и массовым беспорядкам[9].

Роль международно-правовых актов и ЕАЭС

Договор о Евразийском экономическом союзе (ЕАЭС) закладывает основу для формирования единого экономического пространства, в котором применяются сходные и унифицированные механизмы регулирования экономики, основанные на рыночных принципах[2]. В контексте цифровой торговли значение Договора проявляется в нескольких ключевых аспектах. Во-первых, обеспечение «четырёх свобод» — свободного перемещения товаров, услуг, капитала и рабочей силы создает критически важные условия для трансграничной электронной коммерции. Во-вторых, формируется интегрированная информационная система Союза, обеспечивающая информационную поддержку в сферах таможенно-тарифного регулирования, торговли услугами и инвестиций. В-третьих, государства-члены стремятся к гармонизации и унификации законодательств, что позволяет устанавливать сопоставимые или идентичные правовые нормы в отдельных сферах. Наконец, проводится либерализация рынка услуг, упрощаются избыточные разрешительные процедуры для поставщиков[2].

Соглашение ЕАЭС об электронной торговле товарами (2025 г.)

Хотя полный текст Соглашения 2025 года на текущий момент не представлен, закон РК «О ратификации Договора о Евразийском экономическом союзе» формирует нормативную основу для его принятия[2]. Регулирование направлено на формирование равных условий для граждан государств-членов, защиту их интересов от недобросовестной деятельности хозяйствующих субъектов, сближение законодательства о защите прав потребителей, включая дистанционную торговлю, а также устранение барьеров во взаимной торговле и создание прозрачной инфраструктуры интернет-площадок.

Трансграничная идентификация и платежи Для обеспечения функционирования цифровой торговли в ЕАЭС внедряются механизмы взаимного признания и доверия. Создается трансграничное пространство доверия, обеспечивающее безопасный межгосударственный обмен данными и электронными документами между государственными органами и бизнесом. Доверенные третьи стороны (ДТС) подтверждают подлинность иностранных электронных цифровых подписей (ЭЦП), а электронные документы, оформленные в соответствии с правилами Союза, признаются юридически равными бумажным[2],[12]. В области платежей государства-члены проводят согласованную валютную политику, расширяя использование национальных валют во взаимных расчетах и обеспечивая прямые взаимные котировки валют. Также функционирует механизм зачисления и распределения ввозных таможенных пошлин в национальных валютах.

Проблемы гармонизации законодательства РК и РФ Процесс сближения правовых систем Казахстана и России сталкивается с рядом трудностей. Сохраняются различия в национальных перечнях ограничений и изъятий, касающихся доступа к субсидиям, владения земельными участками и участия в государственных закупках[2]. Либерализация секторов услуг проводится поэтапно, что препятствует одновременному созданию единого рынка. Специфика финансовых рынков требует постепенной гармонизации законодательства в банковском и страховом секторах, а также на рынке ценных бумаг, которая планируется завершить к 2025 году. Кроме того, государства сохраняют право вводить временные ограничения, включая валютные, в случае угрозы экономической безопасности или резких колебаний курса[2].

Основные точки соприкосновения

- Общность подходов в защите персональных данных Правовые системы Российской Федерации и Республики Казахстан выстроены вокруг приоритета защиты прав и свобод человека при обработке его персональных данных[11],[15]. Основные принципы включают законность и целеполагание: обработка данных должна ограничиваться конкретными и заранее определёнными целями, а сбор информации, избыточной по отношению к этим целям, запрещён. В обеих странах обязательным условием является свободное и сознательное согласие субъекта на обработку данных с возможностью его отзыва в любой момент. Операторы обязаны хранить персональные данные на национальной территории, а граждане имеют право получать информацию о наличии своих данных, требовать их уточнения, блокирования или уничтожения, если данные неточны или получены незаконно.

- Схожие нормы о дистанционной торговле Регулирование интернет-продаж в Казахстане и России направлено на преодоление информационной асимметрии между продавцом и покупателем. Выставление товара в сети «Интернет» или предоставление его описания (каталогов, фотоснимков) признаётся публичной офертой[4],[6]. Продавец обязан предоставить потребителю информацию о цене в национальной валюте, основных свойствах товара, наименовании и адресе продавца, а также условиях доставки и возврата. Законодательство обеих стран запрещает навязывать покупку дополнительных товаров или услуг без явного согласия потребителя[4],[13].

- Похожие требования к онлайн-платежам Регулирование безналичных расчётов и электронных денег направлено на обеспечение финансовой стабильности и безопасности транзакций. Электронные деньги признаются безусловными и безотзывными обязательствами эмитента, хранящимися в электронной форме[6],[7]. Использование электронных платежных средств строго связано с процедурами идентификации пользователей для предотвращения отмыывания доходов, при этом существуют ограничения на операции для неидентифицированных лиц. Поставщики платежных услуг обязаны обеспечивать конфиденциальность и защиту от несанкционированных операций с помощью шифрования и средств аутентификации.

- Гармонизация через ЕАЭС Договор о ЕАЭС является ключевым инструментом сближения законодательства и создания единого экономического пространства. Гармонизация направлена на установление сопоставимого нормативного регулирования, включая технические стандарты, санитарные меры и защиту прав потребителей[2]. В рамках Союза создаются условия для межгосударственного обмена электронными документами, при этом электронные документы, подписанные ЭЦП в соответствии с правилами Союза, признаются равнозначными бумажным документам с печатью через механизмы «доверенной третьей стороны». Кроме того, государства-члены стремятся к устранению барьеров и дискриминации на рынке услуг, предоставляя поставщикам из других стран Союза национальный режим[2].

Ключевые различия регулирования

Законодательство Республики Казахстан характеризуется внедрением гибких механизмов, направленных на поддержку ИТ-сектора и цифровизацию государственных функций. В числе таких механизмов экспериментальный режим («регуляторные песочницы»), позволяющий апробировать инновационные проекты с временным освобождением от общего нормативного регулирования без риска нарушения закона[20]. Казахстан активно применяет сервисную модель информатизации: государственные органы приобретают готовые информационно-коммуникационные услуги вместо создания собственных ИТ-систем, что ускоряет внедрение инноваций и снижает капитальные затраты бюджета[1]. Значительное

внимание уделяется цифровым документам, приравнявшим электронные версии удостоверений и справок к бумажным оригиналам на уровне закона[1],[17]. Стимулирование ИТ-отрасли обеспечивается Национальным институтом развития в области ИКТ, который предоставляет инновационные гранты и поддерживает венчурное финансирование[1],[20].

В отличие от Казахстана, российская модель регулирования опирается на строгий контроль и централизованные государственные системы. **В РФ действует один из самых жёстких режимов применения контрольно-кассовой техники (ККТ)** — практически все расчёты, включая интернет-торговлю и операции через СБП, сопровождаются мгновенной передачей фискальных данных в налоговые органы[16]. Строгая идентификация пользователей обеспечивается через государственные системы, такие как ЕСИА и Единая биометрическая система; владельцы сайтов обязаны проводить авторизацию через российские номера телефонов или контролируемые государством системы[9]. Важным элементом регулирования является обязательная маркировка широкого перечня товаров и прослеживаемость их движения через ККТ[16]. Требования к локализации баз данных на территории РФ сопровождаются жестким регламентированием стандартов шифрования и фискальных накопителей со стороны ФСБ[9],[16].

Различия наблюдаются и в подходах к платформам и классификации услуг. В Казахстане действует детальная функциональная классификация электронных услуг, включающая полностью и частично автоматизированные сервисы, а также информационные, интерактивные, транзакционные, композитные и проактивные услуги[1]. Российское законодательство ввело четкое определение «владельца агрегатора», наделяя его ответственностью за достоверность информации о товаре и обязательствами по возврату предоплаты при недоставке[4]. Кроме того, в РФ специфические платформы — новостные агрегаторы, аудиовизуальные сервисы и сервисы размещения объявлений — регулируются отдельно с учетом посещаемости и гражданства владельцев[9]. Казахстанский подход делает упор на технологические требования к электронной торговле, включая обеспечение целостности и конфиденциальности данных, наличие внутренних процедур против незаконной деятельности и обязательное использование защищенных каналов связи[5],[13].

Проблемы и вызовы регулирования

Одним из ключевых вызовов в регулировании цифровой экономики является отсутствие единого понятийного аппарата. В Казахстане законодательство даёт прямое зонтичное определение «электронной коммерции», охватывающее как товары, так и услуги[5]. В Российской Федерации единое определение отсутствует: регулирование строится на функциональных понятиях, таких как «дистанционный способ продажи товара» или обмен электронными документами[4],[16]. Это создает значительные сложности для гармонизации, которая в рамках Договора о ЕАЭС понимается как формирование «сходного», а не идентичного регулирования[2].

Сложности возникают и в обеспечении трансграничного пространства доверия. Юридическая сила электронных документов при пересечении границ требует создания системы условий для признания ЭЦП и электронных документов между государствами. Для этого применяются механизмы «доверенной третьей стороны», которые подтверждают подлинность иностранных подписей в фиксированный момент времени. Различия в национальных стандартах ЭЦП — например, три вида подписей в РФ против единого стандарта в РК — усложняют взаимное признание документов[10],[12].

Защита данных и локализация также создают дополнительные барьеры для трансграничного бизнеса. В обеих странах базы данных с персональной информацией граждан должны находиться на национальной территории[9],[15]. Передача данных в государства без адекватной защиты возможна лишь при отдельном согласии субъекта или специальных межгосударственных решениях[11],[15]. В России организаторы распространения информации обязаны хранить данные внутри страны и предоставлять их спецслужбам, что накладывает на платформы значительные дополнительные издержки[9].

Фискальные и административные требования создают ещё один уровень сложности. В России действует жёсткий режим применения контрольно-кассовой техники (ККТ) и мгновенной передачи фискальных данных в налоговые органы, включая интернет-расчёты[16]. Введение систем прослеживаемости маркированных товаров требует интеграции ККТ с государственными информационными системами, что является техническим вызовом для участников рынка. Также существует необходимость унификации налогообложения

электронных услуг, в частности НДС, в зависимости от местонахождения покупателя; в ряде стран ЕАЭС отсутствуют необходимые информационные ресурсы для автоматизации этого процесса[2].

Различия в статусе и ответственности интернет-платформ также существенно влияют на регулирование. В России введено понятие «владельца агрегатора», с чёткой ответственностью за достоверность информации о товарах и обязательствами по возврату предоплаты[4]. В Казахстане используется термин «электронная торговая площадка», с акцентом на внутренние процедуры, препятствующие незаконной торговле[14],[13]. Регулирование интернет-рекламы также отличается: в РФ действует система прослеживаемости через операторов рекламных данных (ОРД), тогда как в Казахстане контроль направлен на распознаваемость рекламы и ограничение продвижения определённых услуг, таких как азартные игры и ставки, на онлайн-платформах[19],[21].

Наконец, несмотря на цель создания единого рынка ЕАЭС, сохраняются национальные перечни ограничений, касающиеся владения землей иностранцами, доступа к государственным субсидиям и участия в стратегических объектах. Эти ограничения продолжают препятствовать полной свободе перемещения услуг и капитала внутри Союза.

Заключение

Анализ законодательства Российской Федерации и Республики Казахстан показал, что обе страны сформировали развитую правовую базу для цифровой экономики, опираясь на принципы гражданского права и международные стандарты. Казахстан демонстрирует более консолидированный подход, закрепив зонтичное понятие «электронная коммерция» в профильном законе, в то время как в России регулирование распределено между Гражданским кодексом и специализированными законами об информации и связи. Основные общие черты включают признание интернет-оферты, обеспечение защиты прав потребителей, приравнивание электронных документов с ЭЦП к бумажным аналогам, жесткие требования к идентификации при онлайн-платежах и локализацию персональных данных. Вместе с тем различия проявляются в концептуальных подходах к регулированию электронной коммерции, классификации ЭЦП, моделях контроля и поддержки цифровых инноваций: Казахстан применяет более гибкую и сервисно-ориентированную модель, включая «регуляторные песочницы» и специализированные инструменты противодействия мошенничеству, тогда как Россия опирается на централизованный фискальный контроль, строгие процедуры идентификации и обязательное использование онлайн-касс. В рамках интеграции в ЕАЭС обе страны стремятся к гармонизации норм через создание «трансграничного пространства доверия» и взаимное признание ЭЦП, что обеспечивает единые условия для трансграничной электронной торговли.

Предложения по гармонизации законодательства в рамках ЕАЭС

Для создания полноценного единого цифрового рынка Союза целесообразно:

1. Унифицировать понятийный аппарат, приняв единые определения для «электронной коммерции» и «интернет-агрегатора» на уровне всего ЕАЭС.
2. Завершить создание «трансграничного пространства доверия», обеспечив безусловное взаимное признание электронных цифровых подписей через механизм «доверенной третьей стороны».
3. Сблизить нормы ответственности маркетплейсов перед потребителями, установив единые стандарты проверки продавцов и возврата средств.
4. Синхронизировать технические требования к защите данных и маркировке товаров, чтобы исключить избыточную нагрузку на бизнес при трансграничной торговле.
5. Оптимизировать налоговое администрирование электронных услуг, создав общую информационную систему для автоматического исчисления и уплаты НДС по месту нахождения покупателя.

Список источников

1. Law of the Republic of Kazakhstan No. 418-V ZRK dated November 24, 2015, "On Informatization." [Опубликовано на русском языке]
2. Law of the Republic of Kazakhstan No. 240-V ZRK dated October 14, 2014, "On Ratification of the Treaty on the Eurasian Economic Union." [Опубликовано на русском языке]
3. Civil Code of the Russian Federation, Part One dated November 30, 1994, No. 51-FZ, Part Two dated January 26, 1996, No. 14-FZ, Part Three dated November 26, 2001, No. 146-FZ, and Part Four dated December 18, 2006, No. 230-FZ. [Опубликовано на русском языке]

4. *Law of the Russian Federation dated February 7, 1992, No. 2300-I “On the Protection of Consumer Rights.”* [Опубликовано на русском языке]
5. *Law of the Republic of Kazakhstan No. 544 of April 12, 2004, “On the Regulation of Commercial Activities.”* [Опубликовано на русском языке]
6. *Federal Law of the Russian Federation No. 161-FZ of June 27, 2011, “On the National Payment System.”* [Опубликовано на русском языке]
7. *Law of the Republic of Kazakhstan No. 11-VI ZRK dated July 26, 2016, “On Payments and Payment Systems.”* [Опубликовано на русском языке]
8. *Law of the Republic of Kazakhstan No. 567 dated July 5, 2004, “On Communications.”* [Опубликовано на русском языке]
9. *Federal Law of the Russian Federation No. 149-FZ of July 27, 2006, “On Information, Information Technologies, and Information Protection”* [Опубликовано на русском языке]
10. *Federal Law No. 63-FZ of April 6, 2011, “On Electronic Signatures”* [Опубликовано на русском языке]
11. *Federal Law No. 152-FZ of July 27, 2006, “On Personal Data.”* [Опубликовано на русском языке]
12. *“On Electronic Documents and Electronic Digital Signatures,” Law of the Republic of Kazakhstan No. 370 of January 7, 2003.* [Опубликовано на русском языке]
13. *“On the Protection of Consumer Rights” Law of the Republic of Kazakhstan dated May 4, 2010 No. 274-IV.* [Опубликовано на русском языке]
14. *“Civil Code of the Republic of Kazakhstan” Code of the Republic of Kazakhstan dated May 27, 2003 No. 274-IV.* [Опубликовано на русском языке]

DECENTRALIZATION OF LOCAL POWER IN ALBANIA

Mentor Isufaj

Phd., Department of Justice
Faculty of Political and Legal Sciences
"Aleksandër Moisiu" University, Durrës

Abstract

Decentralization is defined as the process of transferring political, fiscal and decision-making powers from the central level of government to the local level¹. This transfer of powers to the local level makes this process as important as it is difficult to implement.

This democratizing reform has spread almost all over the world, mainly in developing countries as well as in those countries that come from deep political transformations².

Decentralization of power is a challenge to the decision-making monopoly of the central government. This reform aims to make the democratic system more stable and increase governance efficiency and effectiveness. Also, the decentralization of power aims to stimulate the creation of a stable basis for economic development at the local and national level by increasing the transparency of governance and ensures the involvement of citizens in decision-making.

Through decentralization, the central government transfers part of its powers to the local level.

Now, the central government plays its role in the design of big strategies and the local one carries out part of their execution. In this way, both levels are more efficient in performing their functions. The ownership of one's own financial resources and their administration at the local level promotes economic development, firstly in the local area and then in the development of the entire country.

The principle of responsibility works better at the local government level³. The transfer of powers makes the government more responsible for the realization of its tasks. Decentralization also increases the level of citizen participation in making the most important decisions that directly affect the community. As an integral part of democratization, this process is closely related to the strengthening of citizen participation in decision-making.

Keywords: decentralization, effectiveness, local government, decision-making.

Introduction

The process of decentralization includes three levels: deconcentration, delegation and transfer. They are considered as levels of decentralization since in each of them we have a transition of competences from the central to the local level⁴. What fundamentally distinguishes them is the degree of autonomy that local government units enjoy from central ones.

Deconcentration is a transfer of resources, responsibilities and authority within a central institution or administration. In this case, while the power is "decentralized", there is no transfer of authority to the peripheral units. In some cases this process is not related to decentralization. However, as long as it reduces the workload of the center and brings governance closer to the citizens, deconcentration can be considered the first level of decentralization.

Delegation is used when we have the transfer of functions to non-governmental, private entities or government agencies, to which the government's control is limited and is a level of decentralization, which sends the responsibility and authority in the performance of certain functions to semi-state institutions or agencies autonomously located at the local level. These delegated units of local government act as an agent of the state in performing the delegated functions⁵.

Transfer represents the highest level of decentralization. Transfer refers to the situation in which the central government transfers political, financial and administrative authority to quasi-autonomous local government units. Decentralized units in the form of transfer have a greater degree of autonomy than those decentralized in the form of decentralization or delegation.

¹ Swedish Institute for Public Administration, "Strengthening Decentralization And Local Governance" Final Report, 2002, fq. 15

² UNDP, "Changlens of Local Governance and Regional Development" Tiranë 2002, fq.22

³ UNDP, "Changlens of Local Governance and Regional Development" Tiranë 2002, fq.26

⁴ Ministry of Interior: Donors' Conference on Decentralization, dt. 12.04.2006

⁵ Goventa. J, Valderrama. C, "Strengthening Participation in Local Government", Conference, 1999 p.24

⁶ Institute for Effective Public Policies, "Decentralization of Power in Southeastern European Countries" Friedrich Ebert Stiftun

⁷ Beci.Z, "Transparency and Community Participation in Local Government", Tirana 2004.p. 10

Political decentralization, fiscal decentralization and administrative decentralization constitute the dimensions of decentralization. The transfer of powers to local government should be carried out including the three dimensions of decentralization⁶.

Political decentralization refers to the situation in which political authority and power are transferred from the central level of government to the local one. Through it, three basic concepts are promoted: civil liberties, political rights and democratic pluralism⁷.

In this way, decision-making becomes more transparent, this increases political representation and makes institutions more accountable.

Fiscal decentralization means the transfer of responsibilities for income and expenses from central to local government. Determining resources and autonomy in fiscal decision-making, in favor of local government, are elements that are shaped through this process. Through it, the power of the local government in financing public services increases and this results in a higher degree of accountability towards the central government and citizens.

Administrative decentralization consists in the transfer of authority, responsibility and decision-making resources for the distribution of public services from the central government to the lower governing levels. The distribution of public services at a level as close as possible to the citizens simultaneously increases the responsibility of the government and the citizens themselves. Through this process, the administrative capacity is improved, increasing transparency at this level.

The transfer of power to the local government can be successful and produce appropriate responsibilities, only if the local government has the political, fiscal and administrative capacities. As a result of these three dimensions of decentralization, services to citizens will be more efficient and in line with the interests of the community.

Due to the variety of services offered in state institutions, whether central or local, the legal definitions go as far as defining these basic principles that were analyzed at this point, which have a general character. It is the duty of each public organization that in the internal regulations of the institution, adapting it to the type and field of activity in which it operates, to define more precise and detailed rules, the preliminary moments of decision-making as well as the essential and determining competence.

The role of decentralization in citizen participation in decision-making

Decentralization of local government is a process, the implementation of which brings results, which affect almost every aspect of human activity. One of the goals of this process is to bring citizens closer to decision-making. The European Charter of Local Autonomy gives citizens the right to participate in local government⁸.

The decentralization of local government is based on the principle of sub-solidarity, in providing services as close as possible to citizens⁹. These services must be in accordance with the demands and needs of citizens. In order to provide the most effective services to the citizens, their conditions, requirements and needs must be known¹⁰. By recognizing the needs of citizens, local government units "transmit" their needs to the central government. In order for the policies in their influence to be as close as possible to their own needs, citizens become participants. When the citizens control the main decisions of the local government and are free to give their contribution in the design, construction and changes for the good governance of the city, then the citizens are considered as active actors of governance. The decentralization of local government units is a reform, which is about a division of functions between the central and local government, with the main aim of passing the decision-making responsibilities as close as possible to the citizens. This convergence of the level of governance makes the path of converting requests into answers shorter. This leads to the avoidance of bureaucracy. It is now easier for citizens to participate in local government. Decentralization is considered an integral part of democratization, through which the transition is made from a vertical division of power between government units to agreements that promote representation. Through decentralization, the means of communication available to citizens increase. The granting of political, administrative and financial autonomy to the local government requires the increase of capacities and ways of communication with the citizens, because it is the closest governing link to the citizens.

⁸ Goventa. J, Valderrama. C, "Strengthening Participation in Local Government", Conference, 1999, fq. 24

⁹ Institute for Effective Public Policies, "Decentralization of Power in Southeastern European Countries" Friedrich Ebert Stiftung fq. 16

¹⁰ Beci. Z, "Transparenca dhe Pjesëmarrja e Komunitetit në Qeverisjen Vendore", Tiranë 2004, fq. 11

In order to have a successful governance, citizens should be considered as active actors in decision-making and not as subjects who simply choose their governing bodies¹¹.

Decentralization of power in Albania

The fiscal revenue planning system in Albania is undergoing a major restructuring, which began with the inclusion of the new law on local taxes, duties and fees at the end of 2002. This fiscal reform aims to strengthen the local tax regime and criticize a sound basis of fiscal revenue of local authorities. It represents a break with the local government financing structure in the past that was characterized by an excessive degree of centralization¹².

In order to increase the local autonomy of fiscal revenues, the government should consider the implementation of three main lines of action:

1. Encouraging fiscal capacity and accountability, improving local fiscal revenue autonomy and promoting a healthy local tax base. This would enable local authorities to effectively utilize their tax bases and certainly serves as a means of reducing vertical imbalance. This measure would provide local governments with a predictable fiscal revenue mechanism and at the same time would eliminate any political or bureaucratic influence in determining the size of the transfer/grant fund.

2. Maximizing the collection of local fiscal revenues to provide local authorities with the necessary tools to fulfill their responsibilities.

3. Increasing equality in the fiscal system by compensating horizontal inequalities. The use of mechanisms for establishing fiscal equality, which already partially exist, e.g. "unconditional grants", over time must be supplemented, adapted and strengthened in order to compensate for the limited fiscal revenue capacity of poorer jurisdictions¹³.

Decentralization is defined in the general sense as a transfer of governance functions from the central level to the local level. This transfer includes power, authority, functions and responsibilities.

The main purpose of decentralization over the responsibilities and authority of local government units is to ensure regular distribution of public services, which is associated with increasing the quality of services provided by the local level¹⁴.

This became possible only when we have a legal transfer of responsibilities as clearly as possible, from the central level to the local level. The experiences of many countries have shown that local government units have more knowledge to perform efficiently than central units, at the local level. At this level, programs and services can be more easily adopted considering the circumstances, conditions and needs of the community¹⁵.

The local government has knowledge and is better informed about the local conditions, thus it gives priority to the issues that are more urgent for the citizens.

Consequently, this makes local government units more accountable to central government and citizens. Accountability to the central government is centered on the good administration of the income and grants they receive, and accountability to the citizens appears in their investments, responding to the shortages and emergency issues of local citizens, in the improvement of public services that are considered the most priority for the community.

In fact, in accordance with accountability, those who decentralized it must also decentralize autonomy and authority in the use of transfers.

The European Charter of Local Autonomy ratified in 1999, the National Strategy for Decentralization also ratified in 1999 and the Law "On the Organization and Functioning of Local Government" approved in 2000 built the foundations of the decentralization process in Albania.

The European Charter of Local Autonomy is the legal instrument of the Council of Europe that defines common standards for the protection and promotion of the principles and rights of local autonomy in all countries that have signed and ratified it. The Albanian government became a party and ratified it on November 11, 1999.

One of the basic principles of the European Charter is that local government expresses the right and ability of local authorities, within the legal framework, to regulate and manage an essential part of public affairs under their responsibility and for the benefit of the local population¹⁶. Article 9 of the

¹¹ Beci, Z., "Transparenca dhe Pjesëmarrja e Komunitetit në Qeverisjen Vendore", Tiranë 2004. fq. 11

¹² Schroeder, L., "Fiscal Decentralization Policy Study", Albania 2000

¹³ LGDA, "Fiscal Design Across Levels of Government Framework and Survey Finding", Tiranë 2001

¹⁴ Swedish Institute For Public Administration, "Strengthening Decentralization And Local Governance", Final Report, 2002

¹⁵ Goventa, J., Valderrama, C., "Strengthening Participation in Local Government" Conference, 1999 fq 24

¹⁶ European Charter of Local Self-Government, Strasbourg, dated 10.01.1985. Article 3.1

European Charter of Local Autonomy clearly defines the financial resources of local authorities. It attributes the right to supplement their own financial resources to the local authorities.

The resources of local government units should come from local taxes and the right of local authorities to decide on taxes and levies should be determined by law. Also, the same article states that grants to local government units should not be specified for a certain project, but local authorities should have the freedom to decide which project they will finance.

So they have to allocate the financial resources themselves¹⁷.

The European Charter of Local Autonomy serves as a model for the decentralization strategy.

The National Decentralization Strategy is a summary political document, which defines the vision of local government, the goals and objectives of decentralization, describes the tasks and the plan for their implementation, the resources needed as well as the role and participation of the main actors in the decentralization process¹⁸.

The aim of the Decentralization Strategy is to implement the provisions of the Constitution (1998) on the Decentralization of local government and local autonomy in accordance with the principles of the European Charter of Local Autonomy¹⁹.

This strategy was created to build and implement a new vision of the local government, for increasing the participation of citizens in decision-making, giving them more opportunities to control the developments in their community.

Based on the Organic Law, local government bodies in Albania have exclusive functions given by law to the local government unit, for which it is responsible for their implementation.

In this case, the law gives local authorities the right to complete decision-making, including administration and provision of services, investments and regulations.²⁰

In performing their functions, local government units take into consideration their implementation in accordance with national and regional policies. For these functions, the central government can establish specific standards and norms, but which cannot limit or undermine the autonomy of local units. In the realization of these functions, the central government supports the local government units with funds²¹.

The areas in which local government units exercise their functions are:

a) Public infrastructure and utilities that include: drinking water supply, sewage and drainage systems, construction, rehabilitation and maintenance of local roads, sidewalks and public squares, operation of urban transport, cemetery administration, decoration service, administration of parks, flower gardens and public green areas, waste collection and processing, urban planning and housing;

b) Services with a social, cultural and sports character that include: preservation and development of small business, organization of services in support of local economic development such as information, necessary structure and infrastructure, veterinary service, preservation and development of forests, pastures and natural resources with a local character.

c) Local economic development that includes: the preparation of local economic development programs, the establishment and operation of public markets, the development of small business, the organization of services in support of local economic development such as information, the necessary structure and infrastructure, the veterinary service, preservation and development of forests, pastures and natural resources with a local character.

d) Order and civil protection that include: maintaining public order for the prevention of administrative violations and civil protection²².

Shared functions are functions for which the local government unit has its share of responsibility distinct from the share of responsibility given to the central government, and are proportionally associated with powers that it exercises autonomously²³. These functions are financed from the central government budget through conditional transfers. Relations between local government units and central institutions for common functions are regulated by law²⁴.

¹⁷ European Charter of Local Self-Government, Strasbourg, dated 10.01.1985. Article 3.1

¹⁸ Grupi i Eksperteve për Decentralizim, "Strategjia Kombëtare e Decentralizimit dhe Autonomisë Vendore, Tiranë, 1999

¹⁹ Ligji Nr. 8652 "Për Organizimin dhe Funksionimin e Qeverisë Vendore" dt. 31.01.2000

²⁰ Shoqata e Bashkive të Shqipërisë, "Local Government in Albania, Tiranë, 2001 fq. 24

²¹ Dokument i Bankës Botërore, "Shqipëria: Decentralizimi në Tranzicion", 2002 fq.

²² Ligji Nr. 8652 "Për Organizimin dhe Funksionimin e Qeverisë Vendore" dt. 31.01.2000

²³ Grupi i Eksperteve për Decentralizimin, "Strategjia Kombëtare e Decentralizimit dhe Autonomisë Vendore, Tiranë 1999.

²⁴ Dokument i Bankës Botërore, "Shqipëria: Decentralizimi në Tranzicion", 2002 fq.25

References

1. *Constitution of the Republic of Albania, Tirana, 1998.*
2. *European Charter of Local Self-Government, Strasbourg, dt. 10. 1985.*
3. *Group of Experts on Decentralization, "National Strategy for Decentralization and Local Autonomy, Tirana, 1999.*
4. *Law No. 8652, "On the Organization and Functioning of Local Government" dated 31.07.2000*
5. *Political Program of the Albanian Government, for the period 2005-2009.*
6. *Institute of Contemporary Studies "Local tax and free system in Albania", Tirana, 2002*
7. *Institute of Contemporary Studies "Unconditional Transfers For Local Government And Objective Formula for Distribution", Tirana, 2001*
8. *Association of Municipalities of Albania, "Local Government in Albania", Tirana, 2001*
9. *Institute of International Studies, "Democracy in Local Government-The Case of Albania", Tirana, 2003.*
10. *Institute of Urban Research, "Assessment of National Costs and Fiscal Capacities of Local Government Units", Tirana 2005.*
11. *UNDP, Decentralization Progress Report in Albania, Tirana 2004.*
12. *Reinholdson. Y, UNDP Report, Tirana 2003. UNDP, "Reform in Fiscal Decentralization" Annual Progress Raport, Tiranë, 2002.*
13. *UNDP, "Changllengs of Local Governance and Regional Development" Tiranë, 2002.*
14. *UNDP, "Mission Advisory Note", Tiranë 2005.*
15. *LGDA "National Human Development Report", Tiranë 2005.*
16. *LGDA, Transfers of Resposibility Basic Public Service", Tiranë 2003.*
17. *LGDA, resurset Financiare Lokale, Tiranë 2003.*
18. *LGDA, "Fiscal Design Across Levels og Goverment Framework and Survey Finding, Tiranë 2001.*
19. *LGDA, Decentralization Progress Report Tiranë, 2005.*
20. *Decentralization Guidelines Project, Tirana, 2001.*
21. *Suedish Institute For Public Administration, "Strengthening Decentralization and Local Governance", Final Raport, 2002*
22. *Burki. Sh, Perry. G, Dillinger, "Beyand the Center: Decentralizing the State".*

Medical sciences

METHODS FOR IMPROVING IMAGE QUALITY IN CLINICAL X-RAY IMAGING SYSTEMS

Rauf Mirzəzadə Rahib oğlu
Azərimed, Baku, Azerbaijan
ORCID: 0009-0002-2680-8211

Sevinc Abdullayeva
Azerbaijan State Oil and Industry University, Department of Instrument Engineering, Candidate of
Technical Sciences, Associate Professor
20 Azadlig Avenue, AZ1010 Baku, Azerbaijan

KLINIK RENTGEN GÖRÜNTÜLƏMƏ SİSTEMLƏRİNDƏ TƏSVİR KEYFİYYƏTİNİN TƏKMİLLƏŞDİRİLMƏSİ ÜSULLARI

Rauf Mirzəzadə
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti,
Cihaz mühəndisliyi kafedrası, magistr
Sevinc Abdullayeva

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Cihaz mühəndisliyi kafedrası, texnika elmləri namizədi,
dosent
20 Azadlıq prospekti, AZ1010 Bakı, Azərbaycan

Abstract

Image quality is essential for clinical radiography systems to enable accurate and effective diagnosis of patients. A difficult balance must be struck between reducing radiation exposure and enhancing the visibility of anatomical details to improve image quality. This article reviews the main physical, digital processing, and artificial intelligence (AI)-based methods for improving X-ray image quality. While digital processing methods such as contrast enhancement (e.g., CLAHE) and noise reduction algorithms are highlighted, physical approaches, including the reduction of scattered radiation through the use of collimation and anti-scatter grids, are emphasised. Furthermore, the use of deep learning models, particularly Convolutional Neural Networks (CNNs), is being explored to effectively remove noise and restore image details in low-dose photographs. In conclusion, these integrated methods have been demonstrated to enhance diagnostic accuracy and reduce radiation exposure for patients.

Xülasə

Klinik rentgen görüntülmə sistemlərinin xəstələrə dəqiq və effektiv diaqnoz qoyması üçün görüntü keyfiyyəti vacibdir. Təsvir keyfiyyətini artırmaq üçün radiasiya məruz qalmasının azaldılması və anatomik detalların görünürülüğünün artırılması arasında çətin bir tarazlıq tapılmalıdır. Bu məqalədə rentgen görüntü keyfiyyətini artırmaq üçün əsas fiziki, rəqəmsal emal və süni intellekt (Sİ) əsaslı üsullar nəzərdən keçirilir. Rəqəmsal emal metodları arasında kontrastın artırılması (məsələn, CLAHE) və səs-küyün azaldılması alqoritmləri vurğulansa da, fiziki yanaşmalar arasında kollimasiya və səpələnmə əleyhinə şəbəkələrin istifadəsi ilə səpələnmiş radiasiyanın azaldılması vurğulanır. Bundan əlavə, aşağı dozalı fotoşəkillərdə səs-küyü effektiv şəkildə aradan qaldırmaq və görüntü detallarını bərpa etmək üçün dərin öyrənmə modellərinin, xüsusən də Konvolyusiya Neyron Şəbəkələrinin (CNN) istifadəsi araşdırılır. Nəticə etibarilə, bu integrasiya olunmuş üsulların diaqnostik dəqiqliyi artırdığı və xəstələr üçün radiasiya təsirini azaltdığı nümayiş etdirilib.

Keywords: X-ray, Image Quality, Noise Reduction, Contrast Enhancement, Artificial Intelligence

Açar sözlər: Rentgen, Təsvir Keyfiyyəti, Səs-küyün Azaldılması, Kontrastın Artırılması, Süni İntellekt

GİRİŞ

Tibbi diaqnostikanın əsasını təşkil edən ən populyar və əhəmiyyətli üsullardan biri rentgen görüntülməsidir. Klinik praktikada patoloji dəyişikliklərin erkən və dəqiq müəyyən edilməsi rentgen şəkillərinin keyfiyyətindən birbaşa təsirlənir. Kontrast (müxtəlif toxumalar arasında parlaqlıq fərqi), məkan qətnaməsi (xırda detalları ayırd etmək qabiliyyəti) və səs-küy (görüntüdəki istənməyən təsadüfi dəyişikliklər) kimi parametrlər görüntü keyfiyyətinin əsas müəyyənediciləridir. Yüksək keyfiyyətli

görüntü əldə etmək üçün adətən daha yüksək şüalanma dozası tələb olunur ki, bu da xəstənin şüalanma yükünü artırır. ALARA (Mümkün qədər aşağı) prinsipinə əsasən, müasir radiologiyada əsas çətinlik ən az şüalanma ilə diaqnostik cəhətdən kifayət qədər təsvir keyfiyyəti yaratmaqdır [1]. Məsələnin hazırkı vəziyyəti, kompüter tomoqrafiyası (KT) və rəqəmsal radioqrafiya (DR) kimi texnologiyaların inkişafı ilə əlaqədar olaraq görüntü keyfiyyətinin artırılması üçün yeni imkanlar yaratmışdır. Ənənəvi fiziki üsullarla yanaşı, rəqəmsal görüntü emalı və süni intellektin istifadəsi, xüsusən də aşağı dozalı görüntü kontrastının optimallaşdırılması və səs-küyün azaldılması sahələrində inqilabi irəliləyişlər təklif edir.

TƏDQIQATIN MƏQSƏDİ, MƏSƏLƏNİN QOYULUŞU

Tədqiqatın əsas məqsədi klinik rentgen görüntüləmə sistemlərində görüntü keyfiyyətini artırmaq üçün ən səmərəli və qabaqcıl üsulları təşkil etmək və onların diaqnostik dəqiqliyə necə təsir etdiyini qiymətləndirməkdir. Məsələ təsviri görüntü keyfiyyətinə təsir edən əsas amilləri (səs-küy, kontrast və artefaktları) müəyyən etmək və bu amilləri aradan qaldırmaq üçün rəqəmsal emal alqoritmlərinin, dərin öyrənmə texnologiyalarının və fiziki avadanlıq tənzimləmələrinin integrasiya olunmuş tətbiqini təklif etməkdir. Bundan əlavə, tədqiqat rentgen borusu gərginliyi (kVp), şüşə dozası, detektor həssaslığı və səpələnmə əleyhinə barmaqlıqların səmərəliliyi kimi bir neçə xüsusiyyətin fiziki aspektlərlə yanaşı, görüntü keyfiyyətinə necə təsir etdiyini metodik şəkildə araşdırmaq niyyətindədir. Bu kontekstdə süni intellekt əsaslı texnikaların ənənəvi rekonstruksiya texnikalarından üstünlükləri araşdırılır. Xüsusilə, dərin öyrənmə modellərinin aşağı dozalı rentgen görüntülərində səs-küyü azaltmaq, struktur sərhədlərini daha dəqiq bərpa etmək və diaqnostik detalların müəyyənləşdirilməsini yaxşılaşdırmaq qabiliyyəti qiymətləndirilir. Klinik praktikada istifadə edilə biləcək ideal bir prosesin hazırlanması tədqiqatın əsas məqsədlərindən biridir. Radioloqlar və texniklər üçün iş yükünü azaltmaq üçün avtomatlaşdırılmış şəkil təmizləmə və keyfiyyətə nəzarət metodları təklif olunur. Xəstənin radiasiya riskini azaltmaqla və klinik qərar qəbul etməni artırmaqla yanaşı, məlumatlar roentgen diaqnostikasını daha təhlükəsiz, daha sürətli və daha dəqiq etməyə kömək edəcəkdir.

MƏSƏLƏNİN HƏLLİ ÜSULLARI VƏ APROBASİYASI

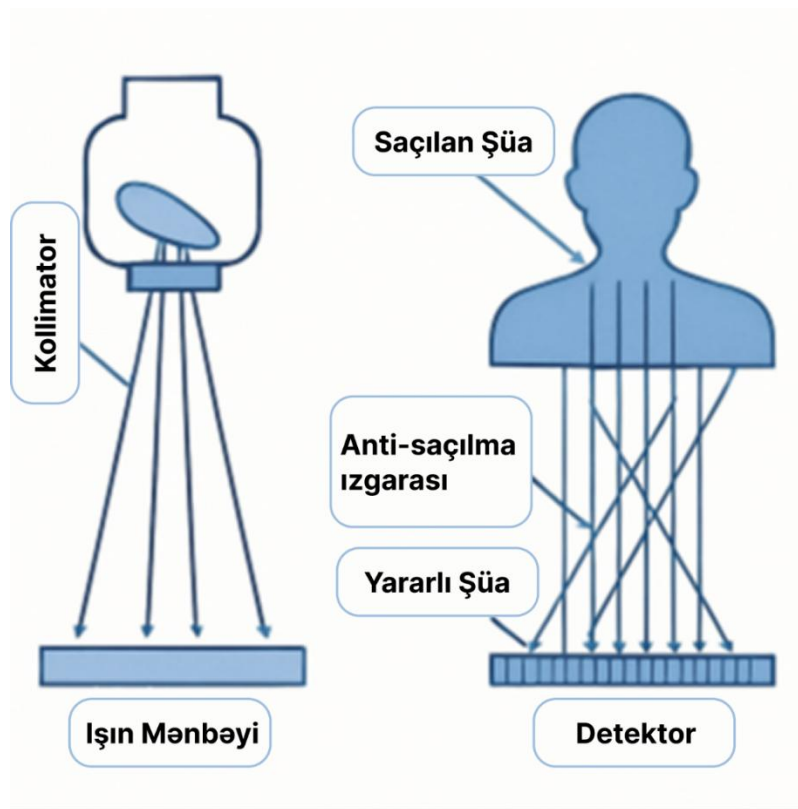
Təsvir keyfiyyətini artırmaq üçün üç əsas yanaşma istifadə olunur: rəqəmsal təsvir emalı, süni intellekt əsaslı optimallaşdırma və əldə etmə mərhələsi (fiziki metodlar).

1. Fiziki Texnikalar: Səpələnmiş Radiasiyanın Azaldılması

Təsvirdəki əsas səs-küy mənbəyi kontrastı azaldan və Kompton effekti ilə yaranan səpələnmiş radiasiyadır. Bu problem iki əsas fiziki texnika ilə həll olunur:

***Kollimasiya:** Xəstəyə düşən şüalanma dozası azaldılır və rentgen şüasının sahəsi yalnız maraq dairəsi ilə məhdudlaşdırılmaqla dağılmış şüalanmanın miqdarı minimuma endirilir. Kollimatorun işləmə prinsipi Şəkil 1-də təsvir edilmişdir.*

***Səpələnmə əleyhinə şəbəkələr:** Detektorun qarşısında yerləşdirildikdə, bu şəbəkələr dağılmış şüalanmanı bloklayır və eyni zamanda düz irəliləyən faydalı şüaların detektora çatmasına imkan verir. Nəticədə, görüntünün kontrastı xeyli artır [2].*



Şəkil 1. Rentgen görüntüleməsində səpələnmiş şüalanmanı azaltmaq üçün səpələnmə əleyhinə şəbəkə və kollimasiyanın tətbiqi.

2. Rəqəmsal Emal Üsulları: Kontrastın və Səs-küyün Optimallaşdırılması

Rəqəmsal görüntülemə sistemləri (DR, CR) proqram təminatına şəkillər əldə edildikdən sonra onları emal etməyə imkan verir. Ən çox istifadə edilən metodlar bunlardır:

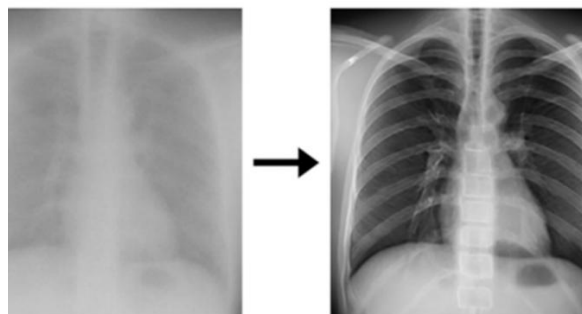
Kontrastın artırılması: Müxtəlif toxumalar arasındakı parlaqlıq fərqi görüntü histoqramını dəyişdirməklə vurğulanır.

Yerli kontrastı artırmaqla, Kontrastla Məhdudlaşdırılmış Adaptiv Histoqram Bərabərləşdirməsi (CLAHE) kimi alqoritmlər diaqnostik xüsusiyyətlərin görünüşünü artırır [3]. Kontrast emalının təsiri Şəkil 2-də göstərilib.

Səs-küy salma: Təsvirdən təsadüfi səs-küyü, həmçinin kvant səs-küyü kimi tanınan səs-küyü aradan qaldırmaq üçün Qaus və median filtrlər kimi filtrləmə üsullarından istifadə olunur. Xüsusilə aşağı dozalı fotoşəkillərdə bu, görüntü keyfiyyətini artırır.

**Orijinal Görüntü
(Düşük Kontrast)**

**Kontrast Artırılmış
Görüntü (CLAHE)**



Şəkil 2. Rəqəmsal emal vasitəsilə rentgen təsvirində kontrastın artırılması (CLAHE tətbiqi).

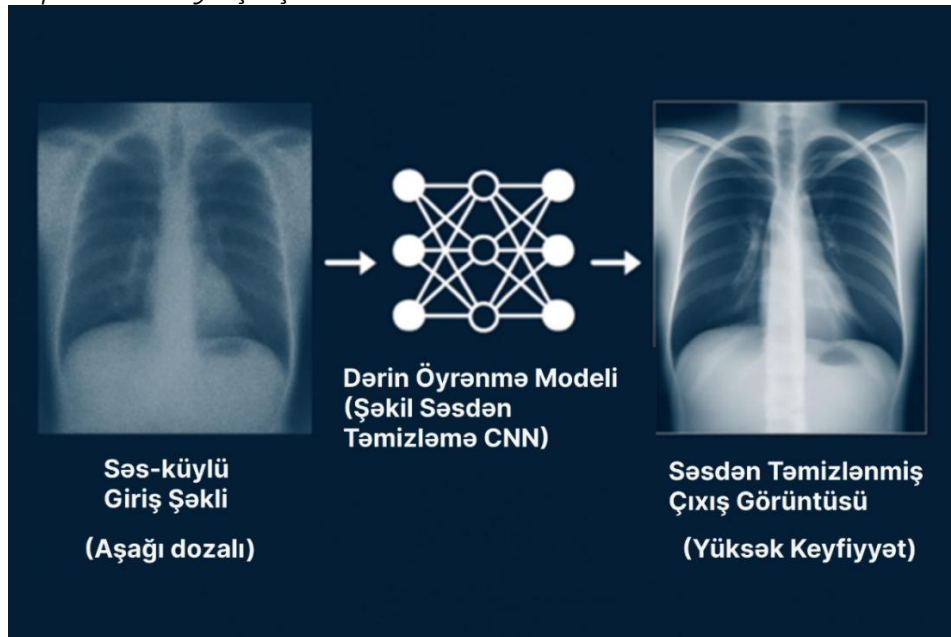
3. Süni İntellekt (Sİ) Əsaslı Üsullar

Son illərdə dərin öyrənmə modelləri, xüsusən də Konvolyusion Neyron Şəbəkələri (CNN) sayəsində görüntü keyfiyyətində əhəmiyyətli irəliləyişlər müşahidə olunub.

Süni intellekt əsaslı səs-küyün azaldılması: Ən kiçik anatomik detalları qoruyarkən səs-küyü aradan qaldırmaq üçün CNN-lər yüksək dozalı (təmiz) və aşağı dozalı (səs-küylü) şəkillər cütünü üzərində təlim

keçirlər. Aşağı dozalı görüntülmə artıq praktik olaraq mümkündür, çünki bu texnika ənənəvi filtrlərdən daha yaxşı işləyir [4]. Səs-küyün azaldılmasında süni intellekt funksiyası Şəkil 3-də göstərilir.

Super-Resolution: Aşağı qətnaməli şəkilləri yüksək qətnaməli şəkillərə çevirməklə bu modellər əsasən məkan qətnaməsini yaxşılaşdırır.



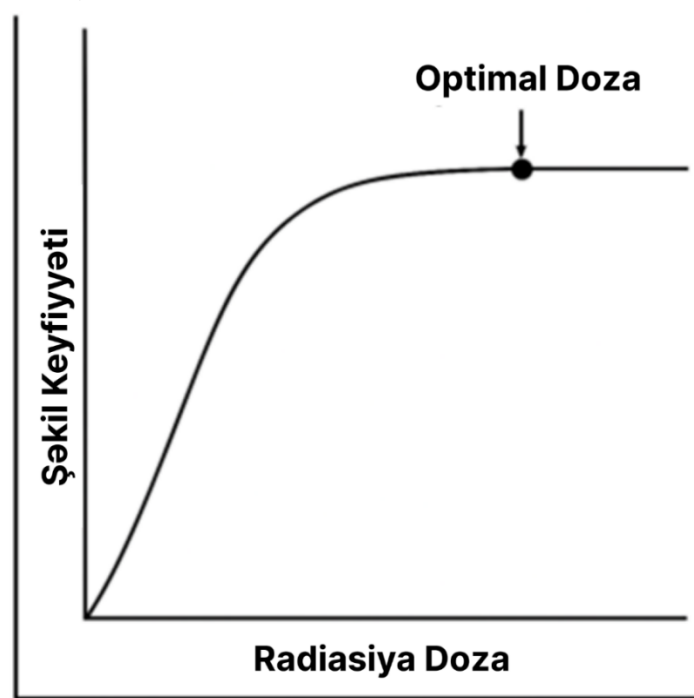
Şəkil 3. Süni intellekt (Dərin Öyrənmə Modeli) əsasında rentgen təsvirində səs-küyün azaldılması prosesi.

ALINAN NƏTİCƏLƏRİN TƏTBİQİ

Təsvir keyfiyyətinin artırılması üsullarının tətbiqindən iki əsas nəticə var:

1. **Diagnostik Etibarlılığın Artırılması:** Kontrastın və səs-küyün azaldılmasının yaxşılaşdırılması sayəsində kiçik xəstəlikləri (məsələn, erkən ağciyər düyünləri və incə sınıqlar) görmək daha asandır ki, bu da həkimin diaqnozunu dəqiqliyini artırır.

2. **Radiasiya Dozasının Optimallaşdırılması:** Rentgen dozasında 50% azalma olsa belə, Sləsaslı səs-küy azaldılması texnologiyası sayəsində yüksək keyfiyyətli şəkillər əldə etmək mümkündür. Bu, xəstənin radiasiya riskini azaldan dozanın optimallaşdırılması üçün vacibdir [5]. Doza ilə keyfiyyət arasındakı əlaqə Şəkil 4-də təsvir edilmişdir.



Şəkil 4. Radiasiya dozası və təsvir keyfiyyəti arasındakı əlaqənin qrafik təsviri.

NƏTİCƏ

Ənənəvi rəqəmsal emal üsulları (CLAHE, filtrlər) daxil olmaqla fiziki komponentlərin (kollimatorlar, şəbəkələr) optimallaşdırılması və xüsusilə süni intellektə əsaslanan dərin öyrənmə modelləri klinik rentgen görüntüləmə sistemlərində görüntü keyfiyyətini artırmağın yollarıdır. Bu hərtərəfli strategiya diaqnostik məlumatların itirilməsi ehtimalını azaldır və xəstənin radiasiya məruz qalmasının əhəmiyyətli dərəcədə azaldılmasına imkan verir. Süni intellekt texnologiyaları inkişaf etməyə davam etdikcə gələcəkdə rentgen görüntüləmə keyfiyyəti və təhlükəsizlik tələblərinin artacağı gözlənilir. Bu tapıntılar göstərir ki, rentgen görüntüləmə sistemlərinin ümumi performansı həm ənənəvi rəqəmsal emal üsullarının, həm də dərin öyrənməyə əsaslanan strategiyaların birgə istifadəsi ilə xeyli artır. Kollimasiya səviyyəsinin optimallaşdırılması, düzgün səpələnmə əleyhinə barmaqlıqların seçilməsi və detektor həssaslığının artırılması daha sabit və balanslaşdırılmış görüntü keyfiyyəti yaratmaq üçün emal alqoritmləri ilə birlikdə işləyən fiziki parametrlərin tənzimləmələrinə nümunədir. Bu hərtərəfli texnika xəstəlik proseslərini daha erkən müəyyən etməyi və yumşaq toxuma strukturlarını daha aydın şəkildə seçməyi mümkün edir.

Ədəbiyyat siyahısı

1. FDA. Medical X-ray Imaging. [Online]. Available: <https://www.fda.gov/radiationemitting-products/medical-imaging/medical-x-ray-imaging>
2. Tompe A. X-Ray Image Quality Assurance. StatPearls. [Online]. Available: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK564362/>
3. Gamara RPC. Medical Chest X-ray Image Enhancement Based on Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization. IEEE. [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10109585/>
4. David-Olawade AC. AI-Driven Advances in Low-Dose Imaging and Enhancement. PMC. [Online]. Available: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11941271/>
5. Song L. Artificial intelligence for chest X-ray image enhancement. ScienceDirect. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666555724001205>

UDC: 616.8-006

**MULTIVARIATE ANALYSIS OF ETIOPATHOGENETIC ASPECTS AND CLINICAL DIAGNOSTIC APPROACHES
IN TUMORS OF THE CENTRAL NERVOUS SYSTEM****Arman Khozhayev**

Professor, Oncologist,

Asfendiyarov Kazakh National Medical University, Almaty, Kazakhstan

Maksat Aidarkhan

Resident neurologist,

Asfendiyarov Kazakh National Medical University, Almaty, Kazakhstan

Aida Shoraeva

Resident neurologist,

Asfendiyarov Kazakh National Medical University, Almaty, Kazakhstan

Alibek Altayev

Resident neurologist,

Asfendiyarov Kazakh National Medical University, Almaty, Kazakhstan

Anar Abdimomunova

Resident neurologist,

Asfendiyarov Kazakh National Medical University, Almaty, Kazakhstan

Arman Erdykhanuly

Resident neurologist,

Asfendiyarov Kazakh National Medical University, Almaty, Kazakhstan

Abstract

This scientific and analytical work presents modern global and local-regional data on morbidity, mortality, lethality rates and five-year survival rates of such a common oncological pathology as tumors of the central nervous system. The issues of etiology and pathogenesis, features of distribution, clinical manifestations, modern principles of diagnosis and treatment, and prognosis are covered in detail. The features and innovations of the new classification of central nervous system tumors have been thoroughly studied and reflected. The epidemiological characteristics of this pathology in our republic are presented in the context of regions of the country.

Keywords: oncology, tumors of the central nervous system, biomarkers, classification, epidemiology, morbidity, mortality, lethality, five-year survival rate, prognosis.

Primary tumors of the central nervous system (CNS) include a heterogeneous group of benign and malignant neoplasms that develop from cellular elements of the nervous system and other tissues (meninges, blood vessels, connective tissue) located in the cranial cavity and inside the spinal canal [1,2].

Symptoms for CNS tumors are varied. Headache most often comes to the fore. With an increase in intracranial pressure, the pain becomes intense, diffuse, constant, intensifies in attacks and is accompanied by nausea and vomiting. Among supratentorial tumors, early headaches are accompanied by frontal and temporal tumors. Vomiting due to brain tumors is characterized by features typical of so-called "cerebral vomiting." In most cases, vomiting occurs during a severe headache attack. According to the nature of subjective perception, dizziness can be visual and tactile. In the first case, it is perceived by patients as visual rotation or movement of the environment. In the second case, dizziness is perceived as a tactile or proprioceptive sensation of rotation or movement of objects with which the patient is in contact, and can persist with closed eyes. Tactile dizziness also includes lateropulsion, i.e. feeling of attraction aside. With subtentorial tumors, specific symptoms that may alert a medical professional usually occur after the development of other symptoms of increased intracranial pressure. It is felt in the form of "taking off into the air," rotation of the environment, or the patient himself. With supratentorial neoplasms, objects "dance," which is called "death of the world syndrome." Convulsive seizures in most cases follow a general pattern and, often, as the first sign of the disease, develop long before the development of hypertension syndrome. They are most often observed in slow-growing benign tumors [1].

General syndromes and specific symptoms for tumors of the CNS include: 1) hypertension syndrome associated with increased intracranial pressure (increased intracranial pressure occurs as a result of an increase in brain volume and impaired hemo- and liquor dynamics; headache, vomiting,

dizziness, mental epileptic seizures are observed, congestive optic discs); 2) focal neurological symptoms (epileptic seizures of various types are observed, impaired coordination of movements in the form of frontal ataxia (disorders of standing and walking), isolated disturbance of the innervation of the facial muscles of the central type, impaired sense of smell, impaired function of the optic nerves); 3) occlusive hydrocephalus (closed form of hydrocephalus occurs with occlusion of the foramen of Monroe, the aqueduct of Sylvius, the 4th ventricle, the foramen of Magendie or Luschka; the causes are complete or partial occlusion of the cerebrospinal fluid tract, impaired resorption of cerebrospinal fluid, and in case of tumors of the lateral ventricles - hyperproduction of cerebrospinal fluid); 4) dislocation syndrome - caused by compression of the brain by a tumor, hemorrhage or other focal process, which leads to the appearance of secondary symptoms of brain damage at a distance from the pathological focus; with an increase in intracranial pressure, the brain matter is squeezed into various cracks formed by dense processes of the dura mater (large falciiform process, cerebellar tentorium), partitioning the cranial cavity into different floors and separating parts of the brain from each other, as well as into the foramen magnum); 5) with tumors of the spinal canal, paresis, paralysis of the upper and lower extremities, paresthesia, hyperesthesia, dysfunction of internal organs, pain along the spinal column or at the site of the tumor, and pathological neurological symptoms occur [1].

Physical examination includes: 1) assessment of neurological status: the presence of complaints of headache, nausea and vomiting, dizziness, seizures, cerebral syndromes and focal neurological symptoms; 2) general somatic status according to the Karnofsky scale and status according to the Glasgow scale. Laboratory tests include: 1) general clinical and specific laboratory tests to assess the somatic status and identify pathologies of internal organs according to indications; 2) histological, immunohistochemical and molecular genetic examination of biopsy and surgical material according to indications; 3) to clarify the prognosis, patients with anaplastic astrocytoma and glioblastoma undergo a molecular genetic study of mutations in the IDH1 and IDH2 genes in biopsy (surgical) material, determination of methylation of the MGMT gene in biopsy (surgical) material, for oligodendroglioma (Grade II-III) and oligoastrocytoma (Grade II-III) – molecular genetic study of 1p/19q translocation in biopsy (surgical) material. When conducting instrumental studies, a clinical diagnosis is made on the basis of magnetic resonance imaging (MRI) data of the brain or spinal cord with contrast enhancement, when a space-occupying formation - a tumor - is detected. In cases where MRI is contraindicated, the diagnosis is made on the basis of computed tomography (CT) with contrast. If necessary, CT or magnetic resonance (MR) angiography, MR tractography, functional MRI, positron emission tomography (PET) - PET/CT can be performed. PET/CT examination of the brain using the radiopharmaceutical drug ^{11}C methionine is used to determine the malignancy of the primary tumor and to differentiate tumor recurrence from radiation necrosis. CT examination of the brain with contrast is also used to diagnose early postoperative complications [1].

Risk factors for CNS tumors include [3,4,5]:

1. Exposure to ionizing radiation. People at risk of developing brain cancer due to radiation include people who work in nuclear energy or radiology, and patients who have undergone radiation therapy. Radiation increases the risk of meningiomas and malignant gliomas.

2. Exposure to chemicals in the workplace for people working in hazardous industries, especially those associated with the production of plastics, as well as in such areas as the oil refining and electrical industries, etc. At the same time, the question of the role of such common forms of radiation as electromagnetic fields, radio emissions from mobile phones and microwave ovens in inducing the growth of brain tumors remains controversial.

3. Genetic causes of brain cancer. About 5-10% of brain tumors are caused by a genetic factor. Risk factors in this group also include some syndromes (congenital conditions) caused by disturbances in the structure of certain genes: neurofibromatosis types 1 and 2 (disorders of the NF1 and NF2 genes, respectively); Turco syndrome (changes in the APC gene); Gorlin syndrome or basal cell nevus syndrome (PTCH gene disorder); tuberous sclerosis, or Bourneville disease (damage to the TSC1 and TSC2 genes); Li-Fraumeni syndrome (damage to the TP53 gene). Most of the genetic changes that lead to brain tumors are not hereditary. Viruses, hormonal imbalances and toxins negatively affect the structure of DNA and can trigger the development of brain cancer.

4. Age - the risk of a brain tumor increases with age, especially in people 45 years of age and older; At the same time, some brain tumors, such as medulloblastomas or benign cerebellar astrocytomas, develop mainly only in children.

5. Other risk factors: 1) gender (tumors of the CNS are more common in men than in women; except for meningiomas); 2) general somatic health (in people with a weakened immune system - HIV,

AIDS, after organ transplantation, bone marrow transplantation, the risk of developing cancer, including CNS tumors, increases); 3) race - CNS tumors are more often detected in white-skinned people than in dark-skinned people.

As noted by Vienne-Jumeau A. et al. [6], Primary CNS tumors in adults are rare, but the morbidity is increasing in some European countries. Several environmental exposures have been investigated as potential risk factors, but scientific evidence is still lacking for most of them. The authors examined environmental factors potentially involved in brain tumor carcinogenesis: the potential association between primary CNS tumors and ionizing radiation, certain toxic agents (N-nitroso compounds, pesticides), air pollution, and radiofrequency electromagnetic waves. Ionizing radiation to the brain, especially in childhood, is a generally recognized risk factor for the development of brain tumors. Exposure to environmental toxins is poorly understood, and data provide conflicting evidence regarding N-nitroso compounds or pesticides as risk factors for brain tumors, even with prenatal exposure. Results from large prospective studies regarding environmental pollution and brain tumor risk are inconsistent. The effect of mobile phones on brain tumor risk for glioma and meningioma in adults has not been established, but the association with acoustic neuroma is emerging as robust. The effect of mobile phones on children has not yet been studied.

According to American researchers Ostrom Q.T. et al. [7], primary brain tumors account for approximately 1% of new cancer cases and approximately 2% of cancer deaths in the United States; however, they are the most common solid tumors in children. These tumors are highly heterogeneous and can be broadly classified into malignant and benign, and the incidence of specific histologies varies by age, sex, and race/ethnicity. Epidemiological studies have identified numerous potential risk factors, and to date the only confirmed association with CNS tumors is exposure to ionizing radiation (which increases the risk in both adults and children) and a history of allergies (which reduces the risk in adults). Studies of genetic risk factors have identified 32 germline variants associated with an increased risk of developing these tumors in adults (25 in glioma, 2 in meningioma, 3 in pituitary adenoma, and 2 in primary CNS lymphoma). Further studies are currently being conducted in other histological subtypes, as well as in various pediatric brain tumors. Although identifying risk factors for these tumors is difficult due to their rarity, many existing datasets can be used for future discoveries through interinstitutional collaborations. Many institutions continue to develop large clinical databases, including prediagnostic risk factor data, and developments in the molecular characterization of tumor subtypes continue to allow the study of more refined phenotypes.

Alegria-Loyola M.A. et al. [8], in their work, indicate that recent advances in the study of the underlying oncogenic mechanisms of these tumors have led to the creation of new classification systems, which, in turn, can improve the diagnostic approach and therapeutic planning. Most of these neoplasms occur sporadically, and several risk factors have been found to be associated with their development, not only exposure to ionizing radiation or electromagnetic fields, but also the presence of comorbidities such as diabetes, hypertension and Parkinson's disease. A relatively small proportion of primary CNS tumors arise against the background of hereditary syndromes.

In addition, there are publications such as the work of Fallahi P. et al. [9]. In it, the authors note that the scientific literature suggests a connection between military profession and the development of brain tumors; however, no Italian study has examined the impact of this work on the morbidity of CNS tumors. In this study, information was obtained from patients recruited from the neurosurgical department of the University Hospital of Pisa, Italy, from 1990 to 1999. The study was conducted on a case-control basis. 161 newly diagnosed cases of brain tumors (glioma and meningioma, histologically confirmed), as well as 483 control patients (with other non-neoplastic neurological diseases such as trauma, hemorrhagic brain diseases, aneurysm, etc.) were recruited by matching cases and controls (1:3), by age (± 5 years) and gender. Cases and controls were interviewed at the Neurosurgical Department of the University Hospital of Pisa, Italy, and the professional histories of cases and controls were compared. Cases and controls showed a statistically significant difference based on their profession (military vs. non-military). A statistically significant association was observed between brain tumors and military profession among the patients studied ($p = 0.013$). The researchers say further research is needed in this population to determine the reasons for the increased risk of developing CNS tumors. In addition, subsequent re-evaluation of other patients collected in recent years will be required to assess the trend of this association.

Ostrom Q.T. et al. presented a "CBTRUS statistical report: Primary brain and other central nervous system tumors diagnosed in the United States in 2013-2017" [10]. The authors note that the Central Brain Tumor Registry of the United States (CBTRUS), created in collaboration with the Centers for

Disease Control and the National Cancer Institute (NCI), is the largest population-based registry focused exclusively on the CNS in the United States (US) and represents representing the entire population of the US. This report contains the most recent population-based data on primary brain tumors (malignant and benign) and supersedes all previous CBTRUS reports in terms of completeness and accuracy. All rates (morbidity and mortality) are age-adjusted using the standard US population for 2000 and are presented per 100 thousand population. The age-adjusted annual incidence rate (AAAIR) for all CNS tumors was 23.79 (malignant AAAIR = 7.08, benign AAAIR = 16.71). The rate was higher for women compared to men (26.31 vs. 21.09), blacks compared to whites (23.88 vs. 23.83), and non-Hispanics compared to Hispanics (24.23 vs. from 21.48). The most common malignant tumor of the brain and other CNS tumors was glioblastoma (14.5% of all tumors), and the most common non-malignant tumor was meningioma (38.3% of all tumors). Glioblastoma was more common in men, and meningioma was more common in women. In children and adolescents (ages 0-19 years), the incidence of all primary brain tumors and other CNS tumors was 6.14. Between 2013 and 2017, 81,246 deaths were reported from malignant brain tumors and other CNS tumors. This corresponds to an average annual mortality rate of 4.42. The five-year relative survival rate after diagnosis of malignant brain tumors and other CNS tumors was 23.5%, and for benign brain tumors and other CNS tumors it was 82.4%.

A very interesting and extraordinary work was published by Frandsen C.L.B. et al. [11]. The purpose of the study was to examine the association between fertility drugs and CNS tumors. This cohort study was based on the Danish Infertility Cohort and included 148,016 infertile women living in Denmark (1995-2017). The study cohort was linked to national registries to obtain information on specific fertility medication use, cancer diagnoses, covariates, emigration, and vital status. Cox proportional hazards regression models were used to calculate hazard ratios (HR) and 95% confidence intervals (CI) for all CNS tumors and separately for gliomas, meningiomas, and various benign tumors of the brain and other parts of the CNS. During an average of 11.3 years of follow-up, 328 women were diagnosed with CNS tumors. No significant association was observed between the use of the fertility drugs clomiphene citrate, gonadotropins, gonadotropin-releasing hormone and progesterone receptor modulators and CNS tumors. However, use of human chorionic gonadotropin was associated with a reduced incidence of meningiomas (RR 0.49, 95% CI 0.28-0.87). No clear associations with CNS tumors were observed as a function of time since first use or cumulative dose of any of the fertility drugs. As a result, the authors concluded that no association was observed between the use of most types of fertility drugs and CNS tumors. However, as the researchers point out, the findings only apply to premenopausal women and additional studies with a longer follow-up period are needed.

The new 2021 World Health Organization (WHO) classification of CNS5 tumors has opened up a number of possibilities when interpreting clinical data. Louis D.N. et al. [12] note that the fifth edition of the WHO Classification of CNS Tumors, published in 2021, is the sixth version of the international standard for the classification of tumors of the brain and spinal cord. Building on the updated 2016 fourth edition and the work of the Consortium to Aware Molecular and Practical Approaches to CNS Tumor Taxonomy, the 2021 fifth edition introduces major changes that enhance the role of molecular diagnostics in the classification of CNS tumors. At the same time, it remains faithful to other established approaches to tumor diagnosis, such as histology and immunohistochemistry. In doing so, the fifth edition establishes some different approaches to both the nomenclature and classification of CNS tumors, and also emphasizes the importance of comprehensive diagnosis and multilevel reporting. New tumor types and subtypes are being introduced, some of which are based on new diagnostic technologies such as DNA methylome profiling.

As Gritsch S. [13] et al. point out, the 2016 revised fourth edition of the WHO classification of tumors of the CNS4 incorporated molecular features with histological classification, which revolutionized the way primary tumors of the brain and spinal cord are conceptualized, and also provided new insights into their treatment and prognosis. The 2021 revised fifth edition of the WHO classification further includes molecular changes for the classification of CNS tumors, updating the current understanding of the pathophysiology of many of these diseases. The authors review changes in the new classification of the most common primary adult tumors, gliomas (including astrocytomas, oligodendrogliomas, and ependymomas) and meningiomas, highlighting key genomic changes for each classification group to help clinicians interpret them when considering treatment options, including clinical trials and targeted therapies, and to discuss the prognosis of these tumors with their patients.

Kurokawa R. et al. [14] emphasize that the new WHO CNS5 classification describes in detail numerous recently identified tumor types, including those for which limited information is available on neuroimaging characteristics. The authors describe the major changes made to WHO CNS5, including

revisions to tumor nomenclature. For example, WHO stage IV tumors in the fourth edition are equivalent to WHO stage IV CNS tumors in the fifth edition, and diffuse midline glioma, H3 K27M mutant, is equivalent to midline glioma, altered H3 K27. Regarding tumor typing, glioblastoma with isocitrate dehydrogenase (IDH) mutation was modified to astrocytoma with IDH mutation. Tumor classifications now classify IDH-mutant astrocytomas based on the presence or absence of a homozygous CDKN2A/B deletion. In addition, the molecular mechanisms of tumorigenesis as well as the clinical and imaging features of tumor types recently identified in WHO CNS5 are summarized. Given that WHO CNS5 has become the basis of daily practice, radiologists should be familiar with this new edition of the WHO CNS tumor classification system.

Meredith D.M., Alexandrescu S. [15] note that the 5th edition of the WHO classification of CNS tumors presents new concepts and updated recommendations regarding the diagnostic criteria for CNS tumors. Embryonal tumors of the CNS and nonmeningothelial mesenchymal tumors of the CNS can present challenges to practicing pathologists because histologic features are not always specific and integration of microscopic and molecular data is required. This review of embryonal and nonmeningothelial mesenchymal tumors of the CNS aims to provide updated information with an emphasis on WHO changes and additions, as well as recent discoveries of diagnostic, prognostic, and therapeutic implications. Tauziède-Espariat A. et al. [16] suggest that this version of the classification of CNS tumors aligned the terminology of mesenchymal tumors with their soft tissue counterparts. New tumor types were added, such as "FET-CREB fusion-positive intracranial mesenchymal tumor," "CIC-rearranged sarcoma," and "Primary intracranial sarcoma, DICER1 mutant." Other tumors (such as rhabdomyosarcoma) have remained in the current WHO classification because these tumor types may exhibit CNS specificity compared to their soft tissue counterparts. Pizzimenti C. et al. are unanimous with previous colleagues [17]. In their literature review, they summarized the clinical, histopathological and molecular features of CNS tumors with BCOR internal tandem duplication, intracranial mesenchymal tumors with FET/CREB fusion, CNS CIC rearrangement sarcomas and primary intracranial sarcoma with DICER1 mutant, according to the 2021 WHO classification of CNS tumors.

Now, regarding the various morphological forms of CNS tumors. Zhao Z. et al. [18] provide evidence that diffuse gliomas are the most common and lethal primary tumors of the CNS. The authors emphasize that the latest 2021 WHO classification of CNS tumors has significantly changed the approach to diagnosis and decision-making. As part of the Chinese Glioma Genome Atlas project, the researchers' goal was to provide genomic profiling of gliomas in a Chinese cohort. Over the past decade, 286 gliomas of varying degrees of malignancy have been collected. The Illumina HiSeq platform generated more than 75.8 million high-quality paired-end 150-bp reads per sample, for a total of 43.4 billion reads. Colleagues also collected clinical and pathological information from each patient and used it to annotate their genetic data. All patients were diagnosed and classified by a neurologist according to the new classification. This dataset provides important reference information for researchers and will significantly advance the understanding of glioma.

Next, about germ cell tumors. As indicated by Kong Z. et al. [19], germ cell tumors of the CNS are fairly rare intracranial tumors that are mainly found in pediatrics, with significant differences in incidence depending on region and gender. Histologically, germ cell tumors of the CNS can be divided into germinomas and non-germ cell tumors. The molecular pathology of CNS germ cell tumors, especially germinomas, is mainly based on the presence of isochromosome 12p, gain of KIT gene function, and a globally low DNA methylation profile. Diagnosis and differential diagnosis are made using imaging, detection of tumor markers, surgical biopsy, and cerebrospinal fluid cytology. Germinomas are often treated with whole-ventricular radiation therapy or neoadjuvant chemotherapy combined with reduced-dose whole-ventricular radiation therapy, whereas non-germ cell tumors are primarily treated with chemotherapy, surgical resection, and radiation therapy (individually or in combination), depending on the composition tumors. Since the main patient population is children, increasing overall survival and reducing treatment side effects should be the main goals of future research.

As noted by Marker D.F., Pearce T.M. [20], germ cell tumors of the CNS arise predominantly in the middle parts of the CNS and affect young patients in the first to third decades of life. It is believed that CNS damage is a consequence of residual primordial germ cells with incomplete embryological migration. Clinically, germ cell tumors of the CNS manifest themselves as symptoms of ventricular obstruction or compression of the affected brain structures. Histologically, these tumors are similar to their gonadal and extragonadal counterparts. Diagnosis depends largely on morphology and immunohistochemical findings and may be complicated by the limited number of tumor samples. Currently, the role of molecular research is limited. Treatment of these lesions is difficult due to the involvement of deep and

vital brain structures, so accurate pathological diagnosis is necessary for proper therapy. Diagnosis should include history, imaging studies, and evaluation of tumor markers in serum and cerebrospinal fluid. Current therapeutic strategies, including radiation therapy with or without chemotherapy, are highly effective, despite localization difficulties that often prevent complete total resection.

Very rare - primary melanocytic tumors of the CNS are described by Küsters-Vandeveld H.V. et al. [21]. As the authors point out, primary melanocytic tumors of the CNS represent a spectrum of rare tumors. They can be benign or malignant and occur in both adults and children, the latter often occurring in the setting of neurocutaneous melanosis. Until recently, the genetic changes in these tumors were largely unknown. This is in contrast to cutaneous and uveal melanomas, which are known to harbor a variety of oncogenic mutations that could be targeted for treatment with small molecule inhibitors in advanced stages. New insights into the molecular alterations underlying primary melanocytic CNS tumors have recently emerged, including various oncogenic mutations in tumors from adult patients (especially GNAQ, GNA11) and children (especially NRAS).

Also rare forms (only 4 cases), such as secondary INI1-deficient rhabdoid tumors of the CNS, are described by Nobusawa S. et al. [22]. The authors point out that atypical teratoid/rhabdoid tumors (AT/RT) are rare, highly malignant neoplasms of the CNS that occur predominantly in young children and are characterized by the presence of rhabdoid cells and inactivation of INI1 or (extremely rarely) BRG1. The vast majority of AT/RTs are recognized as primary tumors; however, rare RT/RT or INI1-deficient RT have been reported arising from other primary tumors. To better characterize secondary PT, the investigators performed histological and molecular analyzes of four PT arising from pleomorphic xanthoastrocytoma (PXA), anaplastic PXA, low-grade astrocytoma, or ependymoma. Histologically, although conventional AT/RTs are not typically composed primarily of rhabdoid cells, three secondary RTs were composed primarily of rhabdoid cells, two of which, arising from (anaplastic) PXA, exhibited marked nuclear pleomorphism reminiscent of those in precursor lesions. Regarding INI1 changes, although mutations including small indels are common in conventional AT/RT, only one secondary RT had a mutation. Moreover, along with previously reported cases, biallelic inactivation of INI1 in secondary RT was mainly due to biallelic focal and/or broad deletions. Although traditional AT/RTs have stable chromosomal profiles, e.g. the frequency of copy number changes involving chromosomes other than chromosome 22 is surprisingly low, comparative genomic array hybridization analysis has revealed numerous copy number changes in secondary RT.

The so-called ghost tumors of the CNS, which are indicated by Frassanito P. et al. [23] are also very rare tumors of the CNS. As the authors note, a ghost tumor (GhT) is a mass with radiographic features consistent with a tumor diagnosis that, upon further investigation, is not a tumor, although definitions in the literature are inconsistent and the incidence of GhT remains uncertain. A review of the relevant literature was conducted to identify pediatric patients in whom an initial misdiagnosis of a mass was described. An analysis of the differential features of the final diagnosis and related clinical and radiological issues was carried out. Based on the study, GhT was classified as follows: GhT I – lesions that disappear spontaneously during observation, also known as “vanishing tumors”; GhT II, non-neoplastic tumor-like mass lesions, also known as “tumor-like lesions”; GhT III, anatomical variants of normal structures that mimic a tumor, also called “false tumors.” The most misleading conditions and critical points in the differential diagnosis of these cases are discussed. The following conclusions are drawn: GhT is a phenomenon with significant implications for treatment and outcomes. In this context, the integration of clinical and radiological data is critical for a thorough differential diagnosis and a consistent diagnostic approach, which is necessary to make adequate treatment decisions. A thorough x-ray examination is required. Atypical radiological images should raise a high level of suspicion, including incidental lesions, which are increasingly encountered in daily practice as a result of increased access to radiological testing, increased imaging sensitivity and exposure to defensive medicine. If necessary, watchful waiting should be considered.

A very pressing issue, which is also covered in literary sources, is the presence of CNS tumors during pregnancy. Eckenstein M., Thomas A.A. note [24] that CNS tumors, which typically affect the very young or very old but span a spectrum of disease, can occur in any age group. Women of reproductive age are more likely to suffer from benign tumors, including pituitary adenomas and meningiomas, as well as aggressive intracranial malignancies, such as brain metastases and glioblastoma, which are rare during pregnancy. Definitive treatment of CNS tumors may involve multimodal therapy including surgery, radiation therapy, and chemotherapy, and each of these treatments carries risks for the mother and developing fetus. CNS tumors often present with complex and painful symptoms, such as headache and seizures, which must be monitored throughout pregnancy. Decisions about timing of treatment during

pregnancy or delaying treatment until delivery, continuation or elective termination of pregnancy, and future family planning and fertility are complex and require a multidisciplinary health care team to assess the consequences for both mother and child. There are no guidelines or consensus recommendations for the treatment of brain tumors during pregnancy, so individual treatment decisions are made by the treating team based on experimental data, extrapolation of recommendations for nonpregnant patients, and patient values and preferences.

Now let's discuss the aspects of diagnosing CNS tumors. EANO recommendations for the diagnosis and treatment of diffuse adult gliomas are given by Weller M. et al. [25]. The authors point out that in response to major changes in diagnostic algorithms and the publication of mature results from various large clinical trials, the European Association of Neuro-Oncology (EANO) has recognized the need to provide updated recommendations for the diagnosis and treatment of adult patients with diffuse gliomas. Through these evidence-based guidelines, the EANO Task Force provides recommendations for the diagnosis, treatment, and follow-up of adult patients with diffuse gliomas. The diagnostic component is based on the updated WHO classification of CNS tumors and subsequent recommendations from the Consortium to Inform Molecular and Practical Approaches to CNS Tumor Taxonomy - not formally WHO (cIMPACT-NOW). Regarding therapy, the authors formulated recommendations based on the results of recent practice-changing clinical trials and also provided recommendations for neuropathological and neuroradiological evaluation. In these guidelines, our colleagues defined the role of the primary treatment modalities of surgery, radiation therapy, and systemic pharmacotherapy, embracing current advances and recognizing that unnecessary interventions and costs should be avoided. This document is intended to be a reference resource for professionals involved in the management of adult patients with diffuse gliomas, patients and caregivers, and healthcare professionals.

Advances in diagnostic immunohistochemistry of primary CNS tumors were presented by Meredith D.M. [26]. The author notes that as genomic characterization becomes increasingly necessary for the accurate diagnosis of CNS tumors, the identification of rapidly detectable biomarkers is equally important to avoid excessive costs and delays in initiating therapy. A colleague describes new immunohistochemical markers that can be used to determine mutation status, activation of signaling pathways, druggable targets, and cellular origin in many different tumor types. In particular, recently added to the WHO classification of CNS tumors are gliomas with IDH mutation, diffuse midline glioma, epithelioid glioblastoma, angiocentric glioma, ependymoma with RELA rearrangement, embryonal tumors (medulloblastoma, atypical teratoid/rhabdoid glioma), pineoblastoma, embryonal tumor with multilayered rosettes and other genetically defined high-grade neuroepithelial tumors and meningiomas associated with germline changes.

Sledzińska P. et al. [27] in their study describe prognostic and predictive biomarkers of gliomas. The authors note that gliomas are the most common tumors of the CNS. New technologies, including genetic testing and advanced statistical methods, are revolutionizing the therapeutic approach to patients and opening up new treatment options. Moreover, the 2021 WHO classification of CNS tumors fundamentally changed the classification of gliomas and included multiple molecular biomarkers. In adult patients, IDH mutations are a positive prognostic marker and have the greatest prognostic significance. However, CDKN2A deletion in IDH-mutant astrocytomas is a marker of higher grade of malignancy. Moreover, the presence of TERT promoter mutations, EGFR alterations, or a combination of chromosome 7 gain and chromosome 10 loss converts IDH-wild-type astrocytoma to glioblastoma. In pediatric patients, changes in H3F3A are the most important markers predicting worse outcome. MGMT promoter methylation has the greatest clinical significance in predicting responses to temozolomide (TMZ). Conversely, mismatch repair defects cause a hypermutation phenotype predictive of poor response to TMZ. Finally, the authors discuss liquid biopsy as a promising diagnostic and prognostic tool, but further work is needed to translate these new technologies into clinical practice.

The importance of the family of disintegrins and metalloproteinases (ADAM) in malignant tumors of the CNS is discussed by Łukaszewicz-Zajac M. et al. [28]. The authors point out that despite significant advances in diagnostic methods in medicine, CNS tumors, especially the most common of them, gliomas, remain incurable with similar morbidity and mortality rates. A growing body of literature suggests that extracellular matrix degradation by matrix metalloproteinases (MMP) may be involved in the pathogenesis of CNS tumors. However, a subfamily of MMP known as disintegrin and metalloproteinase (ADAM) proteins are unique due to both adhesive and proteolytic activities. The authors note that ADAM12, ADAMTS4 and 5 have already been proven to be involved in the proliferation and invasion of glioma cells. In addition, ADAM8 and ADAM19 correlate with glioma cell invasiveness and unfavorable survival, while ADAM9, -10 and -17 are associated with tumor stage and histological type of gliomas,

and can be used as prognostic factors. Finally, colleagues conclude that several ADAM may serve as potential diagnostic and prognostic biomarkers, as well as therapeutic targets, for CNS malignancies. However, future studies on the biology of ADAM should be conducted to elucidate new strategies for tumor diagnosis and treatment of patients with these malignancies.

Khan I.N. et al. [29] also talk about modern new biomarkers of CNS tumors and the possibilities of their diagnostic, prognostic, and therapeutic use. In their work, the authors note that recent investments in research related to the discovery of specific tumor biomarkers important for effective diagnosis and prognosis are beginning to bear fruit. Key biomarkers have the potential to outweigh traditional radiological or pathological methods, providing specificity for early detection when combined with tumor molecular profiling and clinical associations. Few biomarkers have been approved by regulatory authorities for the treatment of CNS tumors, despite the evaluation of a large number of CNS tumor-related markers in clinical trials. Traditional CNS tumor biomarkers include 1p/19q co-deletion, O6-methylguanine-DNA methyltransferase methylation, and IDH1/IDH2 mutations. Recently tested CNS tumor biomarkers include VEGFR-2, EGFRvIII, IL2, PDGFR, MMP, BRAF, STAT3, PTEN, TERT, AKT, NF2, and BCL2. Additional studies have identified more and more novel microRNA, circular RNA, and long noncoding RNA as promising biomarkers. Microvesicle studies point to exosomes as promising, less invasive biomarkers that can be isolated from the serum of cancer patients. In addition, cancer stem cell-related (CSC) molecules such as CD133, SOX2, and Nestin, used as CNS tumor biomarkers, can provide effective monitoring of cancer progression and/or surveillance for the emergence of new drug-resistant cells. Established protocols using new molecular markers in diagnosis, prognosis and drug development will usher in a new era of precision and personalized neuro-oncology. It is expected that the presented data will help optimize the process of biomarker research and development.

The visualization of primary CNS tumors before and after treatment in the molecular and genetic epoch is discussed by Ahn S.S. and Cha S. [30]. They point out that recent advances in the molecular and genetic characterization of CNS tumors have opened a new page in the classification, diagnosis, and prognostic evaluation of tumors. In this emerging and rapidly evolving era of molecular genetics, imaging plays a critical role in preoperative diagnosis and surgical planning, molecular marker prediction, targeted treatment planning, and posttherapeutic evaluation of CNS tumors. The authors provide an overview of modern imaging methods related to the molecular genetic classification of CNS tumors. Researchers have emphasized correlations between imaging features and specific molecular genetic markers and post-therapy imaging used for therapeutic evaluation.

Also, modern advances in the field of imaging of CNS tumors are reported by Huang R.Y., Pope W.B. [31]. In this article, the authors review recent advances in the use of standard and advanced imaging techniques for the diagnosis and treatment of CNS tumors, including glioma and brain metastases. With the recent shift from a histological approach to classifying CNS tumors to an approach that integrates histology with molecular information about the tumor, imaging approaches for CNS tumors have also been adapted to this new framework. Several challenges associated with the diagnosis and treatment of CNS tumors, such as tumor differentiation from treatment-related imaging changes, require further progress to bring advanced imaging techniques to clinical use.

An interesting and advanced method for molecular pathological profiling of selected CNS tumors using MLPA is described by Dolinová I. et al. [32]. The authors note that modern progress and growing knowledge about the genetic causes of cancer are opening up new possibilities for its treatment. However, it is necessary to combine the results obtained using classical pathological methods with sensitive, multiplex molecular pathological methods. A method that meets the necessary criteria is MLPA, based on a multiplex PCR reaction. This method detects both changes in gene copy number and DNA methylation, and, equally important, point mutations. The MLPA reaction is applicable even to highly fragmented DNA. At the same time, it is a reliable method that can be used on standard thermal cyclers: the fluorescent label on the tip requires automatic sequencers. Up to 50 genetic markers can be tested in one reaction, allowing diagnostic and prognostic conclusions to be drawn. All these features lead to the routine use of MLPA analysis not only in diagnosis but also in cancer research.

The current role and future potential of detecting circulating tumor DNA (ctDNA) in the cerebrospinal fluid for the diagnosis and treatment of pediatric CNS tumors is presented by Miller A.M., Karajannis M.A. [33]. The authors point out to clinicians that most CNS tumors in children are located in distinct anatomical regions, making surgical resection, and in some cases even biopsy, risky or impossible. This diagnostic difficulty, coupled with the move toward molecular classification for diagnosis, has highlighted the urgent need to develop minimally invasive ways to obtain diagnostic information. In non-CNS solid tumors, detection of ctDNA in plasma and other body fluids has become part of routine practice

and clinical trial design to guide molecular targeted therapy selection and longitudinal monitoring. However, in primary CNS tumors, detection of ctDNA in plasma is challenging. This is likely due, at least in part, to anatomical factors such as the blood-brain barrier. Because of the proximity of primary CNS tumors to the cerebrospinal fluid (CSF) space, researchers have turned to CSF as a rich alternative source of ctDNA. Although numerous studies have now demonstrated the feasibility of detecting CSF ctDNA in various types of pediatric CNS tumors, the optimal role and utility of CSF ctDNA in the clinical setting has not been established. Additionally, this work explores the promising opportunities that lie ahead for the integration of CSF ctDNA liquid biopsy into clinical care and clinical trial design.

Speaking about the treatment of CNS tumors, it is multifaceted and corresponds to accepted protocols. For example, Redjal N. et al. [34], in their work on guidelines for the treatment of CNS tumors, emphasize that evidence-based clinical practice guidelines for the treatment of CNS tumors continue to be developed and updated through the work of the Joint Tumor Section of the Congress of Neurological Surgeons and the American Neurological Association. The guidelines are created using the most current and clinically relevant evidence using systematic methodologies that categorize the available evidence and provide recommendations for clinical practice. This update summarizes the Tumor Section recommendations developed over the past 5 years for non-functioning pituitary adenomas, low-grade gliomas, vestibular schwannomas, and metastatic brain tumors.

The modern role of radiation therapy in the treatment of malignant tumors of the CNS is discussed by Farooqi A. et al. [35]. The researchers note that the current WHO classification of CNS tumors has undergone significant restructuring, and for the first time, gliomas are classified according to both molecular and histological parameters that determine the treatment of glioma. Radiation for intermediate-risk meningiomas improves progression-free survival compared with historical controls, and studies of atypical meningiomas are ongoing. For brain metastases, the use of stereotactic radiosurgery has entered clinical practice for a larger number of lesions. In addition, whole-brain irradiation while sparing the hippocampus holds promise for preserving neurocognitive function. This work summarizes the evolving role of radiation therapy in the treatment of CNS malignancies.

The role of partial therapy in the treatment of tumors of the skull base and CNS tumors is revealed in their study by Diehl C.D. et al. [36]. The authors point to the fact that radiation therapy is the basis of interdisciplinary treatment of tumors of the skull base and brain. Technical innovations over the past two decades have allowed for more precise treatment with better preservation of adjacent healthy tissue to prevent treatment-related side effects that affect patients' quality of life. Proton and charged ion particle therapy provides favorable kinetics with a sharp accumulation of dose at a well-defined depth (Bragg peak) and a sharp decline in radiation beyond this maximum. This review highlights the role of particle therapy in the treatment of primary brain tumors and skull base tumors.

The effectiveness of therapeutic targeting of membrane-bound proteins in CNS tumors was reported by Roy P.K. et al. [37]. Colleagues draw attention to the fact that the activity of the most complex system, which is the CNS, is deeply regulated by a huge number of membrane-associated proteins (MAP). A slight change stimulates huge chemical changes, and the induced reaction is organized by MAP, which acts as a receptor for that chemical or a channel that allows for the flow of ions. Small changes in the activity or expression of these MAP lead to serious consequences such as cognitive impairment, memory loss, or cancer. CNS tumors are heterogeneous in nature and difficult to treat due to random mutations in MAP; for example, overexpression of EGFRvIII/TGF β R/VEGFR, alteration of adhesion molecules α 5 β 3, integrin/SEMA3A, imbalance of ion channel proteins, etc. Extensive research is currently being carried out to develop new therapeutic approaches using these proteins, such as targeted cytotoxic radiotherapy, drug delivery, and prodrug activation, blocking receptors such as GluA1, development of a viral vector against a cell surface receptor. The combinatorial approach of these strategies along with the traditional one may turn out to be more promising.

The pharmacokinetic properties of anticancer drugs for the treatment of CNS tumors are covered in detail in their work by Jacus M.O. et al. [38]. The authors emphasize that despite significant improvements in outcomes for patients with hematologic malignancies and solid tumors over the past 10 years, patients with primary or metastatic brain tumors continue to have a poor prognosis. The primary reason for this is the inability of many chemotherapy drugs to enter the brain and brain tumors in concentrations high enough to produce antitumor effects due to unique barriers and efflux transporters. Several studies have recently been published examining the CNS pharmacokinetics of various anticancer drugs in patients with primary and metastatic brain tumors. To summarize recent advances in the field, this review critically examines studies published over the past 9 years examining the brain and cerebrospinal fluid penetration of clinically available anticancer agents in patients with

CNS tumors. Researchers note that despite advances in the treatment of many types of cancer, CNS tumors continue to be one of the most difficult to treat malignancies, accounting for a significant portion of cancer deaths in adults and children. Between 1995 and 2011, 5-year survival rates ranged from ~5% for patients with glioblastoma to ~83% for patients with ependymal tumors, with little change in survival over this time period. In children under 19 years of age, malignant brain tumors are the leading cause of cancer death. Five-year survival rates for pediatric CNS tumors vary widely depending on tumor type: patients with glioblastoma tumors have an 18% survival rate, compared with patients with pilocytic astrocytoma, who have a 97% survival rate. In addition to primary CNS tumors, the incidence of CNS metastases in patients with hematologic malignancies and solid tumors is increasing, and treatment options for these patients remain limited. The morbidity and poor prognosis of patients with primary CNS tumors and CNS metastases highlight the need to develop new and more successful treatments. It is critical that researchers in drug development for these indications utilize knowledge of the unique pharmacokinetic properties required for drug penetration into the CNS, as well as the biological properties of the disease. Although many studies have been published describing the pharmacokinetics of drugs used to treat brain tumors in the CNS, interpretation of the results can be controversial due to differences in study designs and methodologies. Therefore, the purpose of this review is to provide a comprehensive and critical assessment of pharmacokinetic studies conducted from 2006 to the present that have examined the CNS distribution of drugs used to treat primary CNS tumors or CNS metastases.

I would also like to dwell on the work of Gatson N.T.N. [39], dedicated to the treatment of CNS tumors during pregnancy. This article discusses current recommendations and special considerations for the treatment of CNS tumors in pregnant women and provides case examples to highlight important clinical concepts. The researchers note that given that nearly 60% of all intracranial and spinal tumors, including both primary and metastatic tumors, malignant or benign, are diagnosed in women, it is fair to draw attention to the unique management considerations that relate to women during specific phases of their lives, such as pregnancy. The pregnancy phase is characterized by changes in hormonal, immunological and other physiological reactions. Although substantial evidence supports the influence of pregnancy on tumor tumorigenicity, the cumulative effect of the pregnancy state on brain tumor biology remains elusive. Moreover, as innovative cancer treatments and surveillance technologies develop, healthcare providers must consider new potential risks to safely maintain a pregnancy. The authors emphasize that informed neuro-oncology practice regarding safer surgical, radiation, medical, device, and imaging modalities is critical to maintaining pregnancy and fertility in cancer patients. Expanding this knowledge depends on advocacy and commitment to developing equitable and interdisciplinary research in this area. It also requires a focus on patient-reported outcomes and patient-centered conversations to provide the best care for pregnant women with CNS tumors.

Now, as for this pathology in our country. The morbidity of CNS tumors in the Republic of Kazakhstan in 2022 was 4.2 (4.1 - men; 4.3 - women) per 100 thousand population with a growth rate compared to the previous year of 4.5% (4.0 - in 2021 year), which in absolute numbers amounted to 815 people (765 cases in 2021), taking 16th rank. The share of cases diagnosed for the first time in life, recorded by oncology organizations, was 2.3%, the same as a year earlier. At the same time, 387 people fell ill among men (specific gravity - 2.6%, rank 12), women - 428 (specific gravity - 2.1%, rank 14). Despite the fact that more women fell ill, the share and ranking of places turned out to be lower. This is, of course, due to the high morbidity of breast cancer in the female population (5171 people) and oncogynecological pathology - cervical cancer (1934 women), uterine cancer (1315 cases) and ovarian cancer (1201 women [40]).

The morbidity of CNS tumors was found to be higher than the national average in 9 regions of the country: Zhetysu - 7.4 (maximum); Aktobe - 6.2; Almaty city - 5.4; Pavlodar - 5.0; Karaganda - 4.8; Kostanay - 4.7; North Kazakhstan - 4.6; Zhambyl - 4.5 and Akmola - 4.3. In parity with the republican average - Astana. The indicator is also lower than the national average in 9 regions: in Shymkent city - 2.2 (the lowest level); Turkestan - 2.3; West Kazakhstan - 2.8; Abay - 3.1; Mangystau - 3.5; Almaty and Kyzylorda - 3.8; East Kazakhstan and Atyrau - 4.1 regions per 100 thousand population.

The mortality rate from this pathology was 1.6 (men - 1.9; women - 1.4) per 100 thousand population. In the structure of causes of mortality for people of both sexes in 2022, this pathology ranks 13th, amounting to 2.4%, and in absolute numbers - 319 people. Of these: 182 are men (share: 2.6%, 12th place); 137 - women (share - 2.2%, 13th place).

The regions where the mortality rate from CNS tumors is higher than the national average (1.6 per 100 thousand population) include: North Kazakhstan - 3.2 (maximum level); East Kazakhstan - 3.0; Pavlodar - 2.4; Kostanay - 2.2; Karaganda - 2.1; Zhetysu and Almaty city - 2.0; Akmola and Astana - 1.9;

Zhambyl and West Kazakhstan – 1.8. The lowest indicators were noted in Kyzylorda - 0.6 (minimum level); Shymkent city – 0.7; Mangystau - 0.9; Almaty – 1.0; Turkestan and Aktobe - 1.1; Abay and Atyrau regions – 1.5 regions per 100 thousand population [40].

The number of deaths from malignant tumors of the CNS that were not registered with oncology organizations and were diagnosed posthumously in the Republic of Kazakhstan was 15 people; at the same time, the share was 1.8% and 6th ranking place.

At the same time, the one-year mortality rate was 18.2%, taking, together with malignant tumors of connective and soft tissues, 11th ranking place in this indicator. The ratio between one-year mortality and neglect (stage IV) was 11.3 in 2022 and this is the highest figure among all nosological forms of malignant neoplasms in our country. At the same time, let us recall that the furthest distance from “1” is the worst ratio between the indicators of one-year mortality and neglect. In other words, this is the worst indicator, and the closest “competitor” - esophageal cancer - lagged behind by more than 2 times (the ratio between one-year mortality and neglect is 5.2).

The regions where the proportion of patients with early stage I of the pathology in question is above the national average (6.3% - 6th rank among the worst indicators) include the following regions: Astana city - 39.6%; (maximum indicator); North Kazakhstan - 20.0%; Aktobe - 14.0% and Almaty city - 8.9%.

The lowest rates of early diagnosis were stated in: Abay, Almaty, East Kazakhstan, West Kazakhstan, Zhambyl, Zhetysu, Mangystau, Kyzylorda, Kostanay, Turkestan and Shymkent city - 0.0% (i.e., not a single patient with tumors of the CNS detected at stage I of the disease); Pavlodar - 2.8%; Karaganda - 3.2%; Atyrau - 3.6% and Akmola - 5.9% regions of the country [40].

Unfortunately, for a number of reasons, which include objective reasons, only every fourth patient with malignant neoplasms of the CNS is detected in the early (I-II) stages of this pathology.

The regions where the proportion of patients with CNS tumors detected at stages I-II is above the national average (23.3% - 4th rank “from the bottom”) include the following regions. There are 3 regions in the top three uncontested leaders: Aktobe - 86.0% (the maximum value in the republic); Shymkent city - 84.0% and Pavlodar - 72.2%. Next, by a large margin, are: Astana city - 41.5%; North Kazakhstan - 36.0%; Karaganda - 29.0% of the region and Almaty city - 28.6%. At the same time, not a single patient was identified at the early stages in: Abay, Almaty, Zhambyl, Zhetysu, Mangystau, Kyzylorda and Kostanay regions - 0.0%. Low rates of early diagnosis were also stated: in Turkestan - 2.1%; East Kazakhstan – 4.0%; West Kazakhstan – 6.3%; Atyrau - 7.1% and Akmola - 8.8% regions of our republic [40].

As is clearly seen from the above data across the country, there is a very wide range in early diagnosis indicators, from very good to depressing. Of course, it is necessary to take into account migration processes and other factors influencing early diagnosis rates, but nevertheless, the results speak for themselves.

The proportion of stage IV CNS tumors among all nosological forms of malignant neoplasms was 3.8%. Despite the fact that this is only the 24th ranking place for this indicator, there are no illusions in this regard, since in the early (I-II) stages, as noted above, 23.3% of patients were identified. The overwhelming number of patients with CNS tumors were identified at locally advanced stage III of the disease with locoregional involvement, amounting to 72.9%.

As for the average republican indicator of the share of stage IV, the Karaganda region stands out against this background, where this parameter was 35.5%. This is followed by the following regions: Pavlodar - 5.6%; Turkestan - 4.3%; Shymkent city – 4.0%; Astana city – 1.9%; Aktobe - 1.8%; Almaty city – 0.9%. In the remaining 12 areas, advanced stage IV was not detected [40].

Statistical data on patients diagnosed with malignant neoplasm who have been under observation for 5 years or more and continue to be observed in 2022 showed that the number of patients under the supervision of oncological organizations in Kazakhstan for more than five years continued to grow and at the end of the reporting year amounted to 110790 people, with an increase of 6.6% (2021 - 103,935 people, +4.4%) (form No. 7). The share of this category of patients or five-year survival rate for malignant neoplasms with an upward trend is 55.3% (55.0% in 2021).

We cannot ignore such an important clinical aspect as the coverage in the Republic of Kazakhstan of special treatment for patients diagnosed with a malignant neoplasm of the CNS for the first time in their lives. At the end of 2022, the absolute number of people who completed specialized treatment was 334 people, with even more continuing treatment - 344 patients. The following results were obtained in percentage terms by methods and types of treatment. Only 19.8% of patients received surgical treatment, only radiation – 16.8%, only medication – 4.8%, combined – 31.4%, complex – 21.9% and chemo-radiation – 2.1%.

Further regarding the five-year survival rate of patients. As for CNS tumors, at the end of 2022, 4,730 people were registered at the dispensary, or 24.3 per 100 thousand population. At the end of 2021 - 4487 patients or 23.5 per 100 thousand population, respectively.

At the same time, the mortality rate of the observed contingents in 2022 decreased compared to the previous year and amounted to 6.7% in 2022 (8.1% in 2021).

The five-year survival rate of patients with CNS tumors was 55.6% in 2022 and 54.2% in 2021 [40].

Summarizing the above, we can conclude that malignant neoplasms of the CNS occupy a significant place among all existing malignant tumors of other localizations. At the same time, despite the small percentage of patients detected at stage IV, taking into account a number of factors, early diagnostic indicators do not allow oncologists to "sleep peacefully", since locally advanced stage III, which significantly predominates over all stages, in addition to its prevalence itself, gives a large number of complications in connection with the location of vital centers and tissue structures near the primary focus and locoregional metastases. The variability and veiling of symptoms, its similarity with various non-core processes, leads to neglect of the disease. All this requires both oncologists and, first of all, primary health care workers and, of course, neurologists to increase the level of oncological alertness, inform the population about early symptoms that may indicate this pathology or the onset of proliferative changes and carrying out high-tech diagnostic measures and, as a result, timely treatment. People at risk due to a genetic factor are recommended to visit a neurologist annually and, if necessary, undergo examination.

The new version of the WHO CNS5 Tumor Classification has opened up a number of possibilities for the interpretation of clinical data, as well as major changes that increase the role of molecular diagnostics in the classification of CNS tumors and discoveries of diagnostic, prognostic and therapeutic value by informing specialists about molecular and practical approaches to CNS tumor taxonomy. The molecular mechanisms of oncogenesis have been systematized. Both updated recommendations regarding diagnostic criteria for CNS tumors and new tumor types and subtypes are presented, some of which are based on new diagnostic technologies such as DNA methyloma profiling.

An epidemiological assessment of the situation with tumors of the central nervous system in our country suggests that there are sometimes significant differences between regions not only in morbidity rates, but also in the parameters of early diagnosis and mortality from this pathology. In connection with the above, this pathology continues to be a serious problem of modern clinical oncology.

References

- 1 Klinicheskij protokol diagnostiki lechenija «Dobrokachestvennyye i zlokachestvennyye novoobrazovaniya central'noj nervnoj sistemy» - Odobren Ob#edinennoj komissiej po kachestvu medicinskih uslug Ministerstva zdravooohranenija Respubliki Kazahstan ot «08» sentjabrja 2023 goda, Protokol №189. – 44 s (In Russ.).
- 2 Salari N., Ghasemi H., Fatahian R., Mansouri K., Dokaneheifard S., Shiri M.H., Hemmati M., Mohammadi M. The global prevalence of primary central nervous system tumors: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Med Res.* 2023 Jan 20;28(1):39. doi: 10.1186/s40001-023-01011-y.
- 3 Ostrom Q.T., Francis S.S., Barnholtz-Sloan J.S. Epidemiology of Brain and Other CNS Tumors. *Curr Neurol Neurosci Rep.* 2021 Nov 24;21(12):68. doi: 10.1007/s11910-021-01152-9.
- 4 Francis S.S., Ostrom Q.T., Cote D.J., Smith T.R., Claus E., Barnholtz-Sloan J.S. The Epidemiology of Central Nervous System Tumors. *Hematol Oncol Clin North Am.* 2022 Feb;36(1):23-42. doi: 10.1016/j.hoc.2021.08.012.
- 5 Francis S.S., Ostrom Q.T., Cote D.J., Smith T.R., Claus E., Barnholtz-Sloan J.S. The Epidemiology of Central Nervous System Tumors. *Hematol Oncol Clin North Am.* 2022 Feb;36(1):23-42. doi: 10.1016/j.hoc.2021.08.012.
- 6 Vienne-Jumeau A., Tafani C., Ricard D. Environmental risk factors of primary brain tumors: A review. *Rev Neurol (Paris).* 2019 Dec;175(10):664-678. doi: 10.1016/j.neurol.2019. 08.004.
- 7 Ostrom Q.T., Adel Fahmideh M., Cote D.J., Muskens I.S., Schraw J.M., Scheurer M.E., Bondy M.L. Risk factors for childhood and adult primary brain tumors. *Neuro Oncol.* 2019 Nov 4;21(11):1357-1375. doi: 10.1093/neuonc/noz123.
- 8 Alegría-Loyola M.A., Galnares-Olalde J.A., Mercado M. Tumors of the central nervous system. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc.* 2017 May-Jun;55(3):330-340.
- 9 Fallahi P., Elia G., Foddiss R., Cristaudo A., Antonelli A. High risk of brain tumors in military personnel: a case control study. *Clin Ter.* 2017 Nov-Dec;168(6):e376-e379. doi: 10.7417/T.2017.2037.
- 10 Ostrom Q.T., Patil N., Cioffi G., Waite K., Kruchko C., Barnholtz-Sloan J.S. CBTRUS Statistical Report: Primary Brain and Other Central Nervous System Tumors Diagnosed in the United States in 2013-

2017. *Neuro Oncol.* 2020 Oct 30;22(12 Suppl 2):iv1-iv96. doi: 10.1093/neuonc/noaa200.
- 11 Frandsen C.L.B., Jensen A., Poulsen F.R., Møller M., Lindquist S., Albieri V., Nøhr B., Kjær S.K. Tumors of the central nervous system among women treated with fertility drugs: a population-based cohort study. *Cancer Causes Control.* 2022 Oct;33(10):1285-1293. doi: 10.1007/s10552-022-01610-w.
- 12 Louis D.N., Perry A., Wesseling P., Brat D.J., Cree I.A., Figarella-Branger D., Hawkins C., Ng H.K., Pfister S.M., Reifenberger G., Soffiatti R., von Deimling A., Ellison D.W. The 2021 WHO Classification of Tumors of the Central Nervous System: a summary. *Neuro Oncol.* 2021 Aug 2;23(8):1231-1251. doi: 10.1093/neuonc/noab106.
- 13 Gritsch S., Batchelor T.T., Gonzalez Castro L.N. Diagnostic, therapeutic, and prognostic implications of the 2021 World Health Organization classification of tumors of the central nervous system. *Cancer.* 2022 Jan 1;128(1):47-58. doi: 10.1002/cncr.33918.
- 14 Kurokawa R., Kurokawa M., Baba A., Ota Y., Pinarbasi E., Camelo-Piragua S., Capizzano A.A., Liao E., Srinivasan A., Moritani T. Major Changes in 2021 World Health Organization Classification of Central Nervous System Tumors. *Radiographics.* 2022 Sep-Oct;42(5):1474-1493. doi: 10.1148/rg.210236. Epub 2022 Jul 8.
- 15 Meredith D.M., Alexandrescu S. Embryonal and non-meningothelial mesenchymal tumors of the central nervous system - Advances in diagnosis and prognostication. *Brain Pathol.* 2022 Jul;32(4):e13059. doi: 10.1111/bpa.13059.
- 16 Tauziède-Espariat A., Hasty L., Métails A., Varlet P. Mesenchymal non-meningothelial tumors of the central nervous system: a literature review and diagnostic update of novelties and emerging entities. *Acta Neuropathol Commun.* 2023 Feb 3;11(1):22. doi: 10.1186/s40478-023-01522-z.
- 17 Pizzimenti C., Gianno F., Gessi M. Expanding the spectrum of "mesenchymal" tumors of the central nervous system. *Pathologica.* 2022 Dec;114(6):455-464. doi: 10.32074/1591-951X-826.
- 18 Zhao Z., Zhang K.N., Sun Z., Yang C., Wang Q., Li G., Wang Z., Zeng F., Chai R., Qian Z., Wang Z., Liu Y., Ma W., Wu F., Jiang T. WES data from 286 diffuse gliomas under the 2021 WHO Classification of Tumors of the Central Nervous System. *Sci Data.* 2022 Nov 11;9(1):692. doi: 10.1038/s41597-022-01823-3.
- 19 Kong Z., Wang Y., Dai C., Yao Y., Ma W., Wang Y. Central Nervous System Germ Cell Tumors: A Review of the Literature. *J Child Neurol.* 2018 Aug;33(9):610-620. doi: 10.1177/0883073818772470.
- 20 Marker D.F., Pearce T.M. Germ cell tumors of the central nervous system: A brief review and site-specific considerations. *Semin Diagn Pathol.* 2023 Jan;40(1):47-51. doi: 10.1053/j.semmp.2022.07.002.
- 21 Küsters-Vandeveld H.V., Küsters B., van Engen-van Grunsven A.C., Groenen P.J., Wesseling P., Blokx W.A. Primary melanocytic tumors of the central nervous system: a review with focus on molecular aspects. *Brain Pathol.* 2015 Mar;25(2):209-26. doi: 10.1111/bpa.12241.
- 22 Nobusawa S., Nakata S., Yoshida Y., Yamazaki T., Ueki K., Amano K., Yamamoto J., Miyahara M., Sugai T., Nakazato Y., Hirato J., Yokoo H. Secondary INI1-deficient rhabdoid tumors of the central nervous system: analysis of four cases and literature review. *Virchows Arch.* 2020 May;476(5):763-772. doi: 10.1007/s00428-019-02686-7.
- 23 Frassanito P., Tamburrini G., Massimi L., Caldarelli M., Di Rocco C. Ghost Tumors of the Central Nervous System: Definition, Clinical Implications, and Proposal of Classification. *World Neurosurg.* 2015 Sep;84(3):663-70. doi: 10.1016/j.wneu.2015.03.063.
- 24 Eckenstein M., Thomas A.A. Benign and malignant tumors of the central nervous system and pregnancy. *Handb Clin Neurol.* 2020;172:241-258. doi: 10.1016/B978-0-444-64240-0.00014-3.
- 25 Weller M., van den Bent M., Preusser M., Le Rhun E., Tonn J.C., Minniti G., Bendszus M., Balana C., Chinot O., Dirven L., French P., Hegi M.E., Jakola A.S., Platten M., Roth P., Rudà R., Short S., Smits M., Taphoorn M.J.B., von Deimling A., Westphal M., Soffiatti R., Reifenberger G., Wick W. EANO guidelines on the diagnosis and treatment of diffuse gliomas of adulthood. *Nat Rev Clin Oncol.* 2021 Mar;18(3):170-186. doi: 10.1038/s41571-020-00447-z.
- 26 Meredith D.M. Advances in Diagnostic Immunohistochemistry for Primary Tumors of the Central Nervous System. *Adv Anat Pathol.* 2020 May;27(3):206-219. doi: 10.1097/PAP.0000000000000225.
- 27 Śledzińska P., Bebyn M.G., Furtak J., Kowalewski J., Lewandowska M.A. Prognostic and Predictive Biomarkers in Gliomas. *Int J Mol Sci.* 2021 Sep 26;22(19):10373. doi: 10.3390/ijms221910373.
- 28 Łukaszewicz-Zajac M., Dulewicz M., Mroczko B. A Disintegrin and Metalloproteinase (ADAM) Family: Their Significance in Malignant Tumors of the Central Nervous System (CNS). *Int J Mol Sci.* 2021

Sep 26;22(19):10378. doi: 10.3390/ijms221910378.

29 Khan I.N., Ullah N., Hussein D., Saini K.S. Current and emerging biomarkers in tumors of the central nervous system: Possible diagnostic, prognostic and therapeutic applications. *Semin Cancer Biol.* 2018 Oct;52(Pt 1):85-102. doi: 10.1016/j.semcancer.2017.07.004.

30 Ahn S.S., Cha S. Pre- and Post-Treatment Imaging of Primary Central Nervous System Tumors in the Molecular and Genetic Era. *Korean J Radiol.* 2021 Nov;22(11):1858-1874. doi: 10.3348/kjr.2020.1450.

31 Huang R.Y., Pope W.B. Imaging Advances for Central Nervous System Tumors. *Hematol Oncol Clin North Am.* 2022 Feb;36(1):43-61. doi: 10.1016/j.hoc.2021.08.002.

32 Dolinová I., Tvrzníková E., Janoušková V., Vícha A., Krsková L., Jirásek T. Molecular pathological profiling of selected tumors of the central nervous system using the MLPA method. *Cesk Patol.* 2022 Fall;58(3):138-149.

33 Miller A.M., Karajannis M.A. Current Role and Future Potential of CSF ctDNA for the Diagnosis and Clinical Management of Pediatric Central Nervous System Tumors. *J Natl Compr Canc Netw.* 2022 Dec;20(12):1363-1369. doi: 10.6004/jnccn.2022.7093.

34 Redjal N., Venteicher A.S., Dang D., Sloan A., Kessler R.A., Baron R.R., Hadjipanayis C.G., Chen C.C., Ziu M., Olson J.J., Nahed B.V. Guidelines in the management of CNS tumors. *J Neurooncol.* 2021 Feb;151(3):345-359. doi: 10.1007/s11060-020-03530-8.

35 Farooqi A., Li J., de Groot J., Yeboa D.N. Current Role of Radiation Therapy in the Management of Malignant Central Nervous System Tumors. *Hematol Oncol Clin North Am.* 2020 Feb;34(1):13-28. doi: 10.1016/j.hoc.2019.08.015.

36 Diehl C.D., Halasz L.M., Wilkens J.J., Grosu A.L., Combs S.E. The Role of Particle Therapy for the Treatment of Skull Base Tumors and Tumors of the Central Nervous System (CNS). *Top Magn Reson Imaging.* 2019 Apr;28(2):49-61. doi: 10.1097/RMR.0000000000000197.

37 Roy P.K., Rajesh Y., Mandal M. Therapeutic targeting of membrane-associated proteins in central nervous system tumors. *Exp Cell Res.* 2021 Sep 15;406(2):112760. doi: 10.1016/j.yexcr.2021.112760.

38 Jacus M.O., Daryani V.M., Harstead K.E., Patel Y.T., Throm S.L., Stewart C.F. Pharmacokinetic Properties of Anticancer Agents for the Treatment of Central Nervous System Tumors: Update of the Literature. *Clin Pharmacokinet.* 2016 Mar;55(3):297-311. doi: 10.1007/s40262-015-0319-6.

39 Gatson N.T.N. Managing Central Nervous System Tumors During Pregnancy. *Continuum (Minneap Minn).* 2022 Feb 1;28(1):122-146. doi: 10.1212/CON.0000000000001107.

40 Kaidarova D.R., Shatkovskaya O.V., Ongarbayev B.T., Seisenbayeva G.T., Azhmagambetova A.E., Zhylkaidarova A.Zh., Lavrentieva I.K., Sagi M.S. Indicators of the oncology service of the Republic of Kazakhstan, 2022: statistical and analytical materials – Almaty, 2023. – 430 p.

Philological sciences

MYTHICAL WORLDVIEW AND THE IMAGE OF GODS IN ANCIENT LITERATURE

Ahmadova Latifa Karam

Agjabedi Branch of Azerbaijan State Pedagogical University, Azerbaijan

Abstract

Ancient period literature is an important stage in the formation of successful civilizations and scientific thought, and clearly reflects the ways of human beings to comprehend and interpret the world. One of the main ideological pillars of this era's literary and literary thought system is the mythical worldview. Mythology emerged as the first form of thought created by ancient man to explain natural phenomena, the formation of the cosmos, human life and social relations. In ancient literature, mif appears not only as a system of beliefs, but also as the carrier of aesthetic, ethical and philosophical ideas.

The mythical worldview has a syncretic character, and here religious beliefs, various imaginations, philosophical thoughts and social norms exist in the unified system without being separated from each other. This feature has conditioned the primary role of miflar in the ancient literature. Miflar, while being the symbolic expression of reality for ancient people, emerged as the main means of formalizing the collective identity of society. In ancient Greek and Roman literature, mythological subjects were translated into the main source of artistic creativity and had a strong influence on the development of epic, dramatic and lyrical genres.

At the center of ancient Greek mythology is the system of images of the gods. This system has an institutional structure and is formed around the Olympian gods. He has the function of divine sovereignty and protector of the cosmic order, like the blissful god. Other Olympian gods create functional groups by representing natural bodies, social institutions and spiritual values. Aphina stands for wisdom and intelligence, Apollo for harmony and subtlety, Aphrodite for love and beauty, Hera for family and marriage, Ares for war, and Poseidon for the sea and the dispersing power of nature.

One of the main features of ancient Greek mythology is the anthropomorphic depiction of gods. Gods are presented in human faces and have human feelings and passions. This anthropomorphism makes the images of God in ancient literature seem vivid, dramatic and psychologically profound. At the same time, the fact that gods have supernatural power raises them to the level of divine beings who influence human life. God-human relations appear as the main source of conflict and dramatism in ancient literature.

In Roman literature, Greek mythology is presented in the context of a new ideology. By relating the monuments to the ideology of statehood, law and empire, Roman authors gave political and historical functionality to the monuments of God. In Vergil's "Eneida", the gods appear as forces that ensure the divine authority of the Roman state, and in Ovid's "Metamorphoses", the gods appear as forces that ensure the divine authority of the Roman state, and in Ovid's "Metamorphoses", the gods appear as forces that represent the variability of human desire and the influence of divine will. It expresses itself in different ways.

Keywords: *Ancient period literature, mif, mific worldview, ancient Greek mythology, images of gods, Olympian gods, anthropomorphism, divine sovereignty, mif and literature, god-human relations.*

The ancient literature constitutes one of the first, yet most influential, foundations of the modern civilization and scientific thought. The literary examples of this period are not only of aesthetic value, but also of the ways of humanity to understand the world, the first philosophical ideas about the cosmos, nature, society and human relations. It has an important importance in terms of reflecting the imaginations. The mythical worldview, which constitutes the ideal-aesthetic basis of ancient literature, emerged as the systematic expression of ancient people's thoughts about existence. Through mifology, Mahz tried to explain the world that encompasses the human essence and to make sense of incomprehensible and frightening natural events.

Mifik worldview, unlike rational thought, has an expressive, symbolic and collective character. In ancient times, mechanism was not only a system of beliefs, but also an important ideology that regulated social relations, determined moral norms and formalized aesthetic ideals. In this respect, mifologia appears as the main source of the subject structure of ancient literature, the system of patterns and

genre features. Particularly in Greek and Roman literature, it has become an integral part of creativity and has defined the primary idea of poetry and dramaturgy.

The temple of the gods stands in the center of ancient Mythology. Gods are formalized as a vast embodiment of ancient man's conceptions of natural forces, social relations and spiritual values. These gods, who have anthropomorphic characteristics, think, feel, love, hate and engage in conflicts like humans. This ignorance makes the images of God in ancient literature more vivid, dramatic and deeper than psychological ignorance. At the same time, the fact that gods have supernatural power elevates them to the level of divine beings who directly influence human life (1, p. 38).

In ancient Greek literature, gods such as Zeus, Hera, Athena, Apollo and Aphrodite are not only objects of religious culture, but also carriers of certain ideas, spiritual qualities and social functions. For example, while Zeus is the symbol of divine sovereignty and justice, Athena is the symbol of wisdom and intelligence, Apollo is the symbol of harmony and subtlety, and Aphrodite is the symbol of love and beauty. Through these gods, ancient literature expresses in many ways the ethical standards of human behavior, the spiritual ideals of society and the understanding of cosmic order.

Although in Roman literature, the mythical worldview was formed under the influence of Greek mythology, here the images of God are mostly related to the ideology of nationalism, law and empire. In the creativity of authors such as Vergil and Ovid, the history of God carries the function of guarantor of the society and political legitimation. Therefore, the representation of gods in ancient literature is not only the product of mythological thought, but also the expression of the social, political and philosophical thought of the time.

The main purpose of the presented article is to explain the nature of the mythical worldview in the ancient literature, to analyze the physical system of the gods and their aesthetic and philosophical functions. It is to make it specific. In this article, the influence of ancient mythology on literature, God-human relations, the understanding of divine demand and the influence of mythical thought on later literary processes are investigated in a complex way. This analysis makes it possible to reveal more clearly the intellectual-aesthetic depth of ancient literature and to evaluate the role of mythical worldview in successful civilization.

The understanding of myth is related to the initial stage of the formation of successful thought and has an important place in the history of man's understanding of the world. In its simplest form, Mif is a clear and symbolic explanation of natural phenomena, social relations, life and death, and the creation of the cosmos. For ancient man, mif was not just a story or a fabrication, but an expression of the essence of reality, a means of understanding and giving meaning to the world. In this respect, mythological thought is valued as the first form of perception that existed before scientific and philosophical thought (2, p.48).

One of the main features of mythological thought is that it has syncretic characters. Syncretism refers to the existence of religious beliefs, philosophical ideas, ethical norms and aesthetic sensations inseparably from each other. Ancient man accepted nature, society and humanity as a single system and did not distinguish them. Accordingly, natural forces are depicted as living beings, mountains, streams, and celestial bodies are deified and equipped with human characteristics.

First of all, Mif is not based on rational logic like a form of thought, but on observant thought. Here, cause and effect relations are explained not with scientific explanations, but with divine will and human beings. For example, lightning strikes, drought or crop failure are perceived as the will of God. This phrase shows that it is the expression of human emotional states such as fear, hope and faith. Psychology, which created a sense of both danger and safety for ancient man, played the role of mechanism.

One of the important aspects of mythological thought is its collective character. Mif is not the product of individual creativity, but of collective consciousness. He has formalized the social alienation by verbally expressing it from generation to generation. Through this foreign society, the society has preserved and preserved its own origin, system of values and norms of behavior. It has fulfilled the function of a kind of "unwritten laws" for the society and played an important role in regulating social relations (3, p. 116).

In ancient times, mif was closely linked to religious images. However, there is no complete sameness between religion and culture. Although religion is mostly connected with worship and rituals, mif is the explained and illustrated expression of these beliefs. Mif gives meaning to religious rituals, bases them on ideology and ignorance. For this reason, mythology emerged as an integral part of the religious system in ancient societies.

The role of mif as a form of thought at first also reveals its essence in its philosophical nature. It tries to answer fundamental questions such as the creation of the universe, the origin of man, the purpose

of life and the nature of death. These questions later formed the main problem area of philosophy. So, *mifologia* emerges as the first basis of philosophical thought. Mythological representations played an important role in the formation of ancient Greek philosophy.

In the context of literature, *mif* is primarily a form of creativity. It was widely used in the ancient literature, such as the subject and *obraz* sources. Homer's epics, Hesiod's "Theogonia", examples of ancient disasters are the literary transformation of mythological thought. In these works, the themes are not just repeated, they are reworked with new ideas and aesthetics. Therefore, *mif* *bedi* has given a strong support to the development of thought.

As a result, the concept of *mif* is the main expression of humanity's first thought form. It has been the primary means of understanding the world, organizing society, and formalizing artistic creativity. Mythological thought in the ancient literature should be evaluated not only as a historical period, but also as an ideal-aesthetic basis of human civilization. This role of *Mif* enabled him to survive in literature and science in the following periods.

In the ancient world, myth and religion were not sharply separated from each other. *Miflar* formed the ideological basis of religious rituals and rites. Gods appeared as both the symbol of cosmic forces and the protector of social relations.

In ancient literature, *mif* is not only a group of beliefs, but also a beautiful material with high aesthetic value. Authors such as Homer, Hesiod, Sophocles and Euripid reworked the verses and turned them into literary texts.

Ancient Greek mythology stands out as one of the most developed and influential structures among the world's mythology systems. This mythological system reflects the ancient Greeks' ideas about the cosmos, nature, humans and society in a comprehensive way. At the center of Greek mythology are the images of the gods, and these images are not only the expression of religious beliefs, but also the carrier of ethical, aesthetic and philosophical ideas. In ancient Greek literature, gods are presented as a system of *obrazlar* and this system is established on the basis of certain structures, functional divisions and mutual relations.

In ancient Greek mythology, the pantheon of gods has an ink and multi-pillar structure. At the top of this pantheon rest the Olympian gods. Mount Olympia is depicted as the abode of God, and here divine sovereignty is represented in a centralized form. Zevs appears as the supreme god of the Olympian pantheon, the symbol of the sky, lightning and divine justice. His sovereignty is considered the main force that maintains the cosmic order.

After Zevs, Hera, Poseidon, Demetra, Afina, Apollon, Artemis, Ares, Afrodita, Hefest, Hermes and Hestia (in some places Dionis) are included in the order of Olympian gods. Each of these gods oversees certain landscapes, natural conditions, social relations and spiritual values. Thus, the pantheon reflects the distributed system of cosmic and social functions.

One of the most characteristic features of ancient Greek mythology is the anthropomorphic depiction of gods. Gods are presented in human faces, they have human-like feelings, passions and weaknesses. They love, get jealous, get angry, take revenge and get into arguments. This anthropomorphism distinguishes Greek mythology from other ancient mythology systems and makes its images more vivid than the ancient world (4, p. 74).

The anthropomorphic understanding of God is closely tied to the ancient Greek aesthetic ideal. For the Greeks, the human body and human mind were the measure of perfection. For this reason, gods are also presented as ideal human images. For example, Apollo symbolizes physical beauty and harmony, and Afina symbolizes wisdom and awareness.

Zevs is the main symbol of divine sovereignty in Greek mythology. Since he is the god of the sky, he has supreme authority over gods and people. In Homer's epics, the ink that defines Zevs tale, and sometimes follows it, is presented as clear. His decisions serve to preserve both cosmic and human order.

In the observance of pleasure, the understanding of power and responsibility develops in parallel. He is the judge who inflicts punishment and establishes justice, but he is also the divine being who can show mercy. This dual character deepens the narrative of Zevs in dramatic and philosophical terms.

Afina is the goddess of knowledge, strategy and fair combat in Greek mythology. He is presented as the protector of the city's civilization, state administration and science. The Afina symbol symbolizes the power of the mind and the superiority of thoughtful behavior.

Apollo is the god of subtlety, poetry, music and harmony. He is also the symbol of light and truth. The statue of Apollo rests at the center of ancient aesthetic thought and beautifully embodies the unity of the mind. Hera appears as the protector of family and marriage. In his view, female loyalty and jealousy motives develop in parallel. Hera is the divine idea that tries to protect the sacredness of the family

institution. Aphrodita is the goddess of love and beauty. It is the symbol of passion, attraction and aesthetic sensation. The image of Aphrodite reflects the power of human emotions and the distributive and creative nature of love. Ares and Poseidon represent the elements of chaos and dispersion in Greek mythology. Ares is the symbol of fierce battle, and Poseidon is the symbol of the uncontrolled power of the sea. These gods embody natural and instinctive forces that humans cannot control.

In ancient Greek mythology, mutual influence between gods and people is strong. Gods directly intervene in human life, helping or punishing heroes. This relationship is the main source of conflict and dramatism in ancient literature.

In ancient literature, images of God appear as the moving force of the subject, the bearer of ideas and the expression of the aesthetic ideal. Homer's epics are classic examples of the transformation of ancient disasters and lyrical God images.

The Zevs chant appears in ancient literature as the embodiment of divine will. In Homer's epics, Zevs is both a punishing and a merciful judge. His decisions sometimes have a stronger impact than the very essence of the story. Afina stands for knowledge and Apollo stands for subtlety, poetry and harmony. These gods are presented as the bearers of the ancient aesthetic ideal. Roman mythology is essentially an adaptation of Greek mythology. They are called Zevs – Yupiter, Hera – Yunona, Afina – Minerva. However, in Roman literature, gods are mostly associated with nationalism and legal ideas.

In Vergil's work "Eneida", the gods appear as a force that ensures the divine authority of the Roman empire. In Ovid's work "Metamorphoses", gods are dramatic ideas that intervene in human history.

In ancient literature, there were no hard limits between gods and humans. Heroes often submit to the will of God, but sometimes they go against them. This conflict is the main source of dramatic tension. The idea of \u200b\u200bdivine tale constitutes the main concept in Sophocles' "Tsar Edip" tragedy. Man cannot escape his own fate, because divine will is superior to everything else (5, p.27).

Ancient mythology answers fundamental questions such as the origin of the universe, life and death, sin and punishment. Gods are the symbolic answers to these questions. Ancient man tried to make sense of his own existence through myths.

The research carried out shows that the ancient literature was an important stage that played a decisive role in the formation of the modern civilization and modern thought. My philosophical worldview, which constitutes the ideal-aesthetic basis of this era, is the systematic expression of man's efforts to comprehend the world, to explain natural phenomena and to make sense of his own existence. Mythological thought first created the basis for the creation of scientific and philosophical thought as a form of perception, and formed the ideological structure of the subsequent civil and literary processes.

In ancient literature, mif is not only the survival of archaic beliefs, but also a decorative material with high aesthetic value. Mifs emerged as the main source of subject and visual style in the formation of epic, dramatic and lyrical genres. Homer's epics, Hesiod's cosmogonic imaginations, the idea of divine tale in ancient disasters are the classic examples of the literary transformation of mythological thought. In these works, the objects were reworked and gained a philosophical and ethical meaning, thus rising to the level of generalization.

One of the main results of the research is that the system of God images in ancient Greek mythology has inherited many different characters. This system, which is formed around the Olympian gods, presents a solid model of cosmic order, natural forces and social relations. Zevs appears as the symbol of divine sovereignty and justice and plays the role of the main idea that ensures discord between the cosmos and society. Other deities – Afina, Apollo, Hera, Afrodita, Ares, Poseidon and others – represent certain functional areas, creating a whole of ideas and meanings in the mythological system.

Anthropomorphism, which is a specific feature of ancient Greek mythology, increased the profound effect of the images of God. Presenting Gods in human faces with human feelings and passions created depth in dramatism and psychology in ancient literature. This feature also shows that ancient man placed his essence at the center of the universe, and that man was accepted as the measure and measure of perfection. God-human relations emerged as the main conflict source of mythology subjects and influenced the formation of understandings such as morality, responsibility, sin and punishment.

Presenting the mythological worldview in Roman literature in the new ideological context is one of the important results of the research. Greek myths were transformed into the expression of the ideology of statism, law and empire under the creativity of Roman authors. In Vergil's work "Eneida", the history of God emerges as forces that direct the tale and confirm the divine legitimacy of the Roman state. In Ovid's creativity, the values are related to the variability of human desire and the multifaceted nature of divine will.

In general, the mythical worldview and the manifestation of gods in the ancient literature should be interpreted not only as a historical-civil phenomenon, but also as the course of development of successful thought. Mythology system aims to reflect the ancient man's model of understanding the world, his ethical values and aesthetic ideals, and has had a strong influence on the literary and philosophical thought of later periods. Ancient mythology maintains its relevance today as one of the ideal-aesthetic principles of world literature and maintains its importance as an important source of artistic creativity.

Literature

1. Qafarov A. *History of ancient literature*. Baku: Elm, 2008.
2. Huseynov R. *Ancient world literature*. Bakı: Maarif, 2010.
3. Əliyev R. *Mif and ədəbiyyat*. Bakı: Nurlan, 2012.
4. Ahmadow T. *Literature theory*. Bakı: Elm ve Təhsil, 2015.
5. Tronsky I. M. *History of ancient literature*. Moscow, 1983.

SYNESTHETIC METAPHOR AS AN INTERMODAL COGNITIVE MECHANISM

Anna Chikvaidze

PhD in Philology,

Assistant-Professor, Department of Slavic Languages

Akaki Tsereteli State University (Georgia)

Abstract

The paper examines the phenomenon of synesthesia within the framework of intermodality and polymodality, which occupy a central place in contemporary linguistic, cognitive, and philosophical research. Synesthesia is considered not merely as a neurological or psychological anomaly, but as a fundamental cognitive and perceptual mechanism involved in meaning construction, metaphorical thinking, and artistic creativity. The study conceptualizes synesthesia as a specific type of metaphor and as a unique intermodal mode of perception and cognition based on cross-sensory associations.

The paper outlines major theoretical approaches to synesthesia, tracing its interpretation from early philosophical accounts to modern interdisciplinary perspectives. Particular attention is paid to the distinction between clinical synesthesia, traditionally studied within medical and neuropsychological frameworks, and associative or cultural synesthesia, which functions productively in language, literature, and the arts. The analysis highlights the contribution of phenomenological philosophy, especially theories of embodied perception, to understanding the unity of sensory experience and the synesthetic nature of unconscious perceptual processes.

Drawing on cognitive linguistic approaches to metaphor, the paper argues that synesthetic metaphor constitutes an essential cognitive mechanism. This claim is illustrated by examples from literary discourse, which demonstrate how intersensory associations contribute to meaning formation, aesthetic effect, and conceptual innovation. Special emphasis is placed on the role of synesthetic metaphor in revealing the interdependence of perception, imagination, and language.

The aim of the paper is to conceptualize synesthetic metaphor as an intermodal cognitive mechanism underlying perception, language, and meaning formation. It is argued that synesthetic thinking is not limited to exceptional individuals but represents a universal cognitive capacity inherent, to varying degrees, in all humans. This universality is reflected in conventional synesthetic expressions found across languages. The paper concludes by emphasizing the need for a comprehensive interdisciplinary approach integrating linguistic, cognitive, psychophysiological, and cultural perspectives in order to account for the diversity of synesthetic phenomena and their role in human cognition and communication.

Keywords: synesthesia; synesthetic metaphor; intermodality; polymodality; cross-sensory association; metaphorical thinking; cognition; perception.

A characteristic feature of contemporary linguistic research is a growing interest in issues of intermodality and polymodality. One of the most relevant aspects of this problem is synesthesia, which I consider a special type of metaphor, a unique intermodal mode of perceiving and cognizing the surrounding world, grounded in cross-sensory association. The paper aims to conceptualize synesthetic metaphor as an intermodal cognitive mechanism underlying perception, language, and meaning formation.

The synesthete Olga Balla vividly and expressively describes her perception of sounds and numbers in her article "Crunching the Number 'Three'": "How can one possibly doubt the thick, dense, dark, and somehow grainy - like damp sand - yellowness of 'B'? Or that peculiar, ringing, reddish-brownness (wet clay!) of 'V', which always insistently demands, for harmonious balance, the presence of something dark, dark bluish-green nearby, like 'N' or the number '7'? One only has to think of the number '4', and it is invariably blue, somewhat dull, firm and plastic-like. Altogether a mediocre number. Quite unlike '3' - sweetish, burgundy-red, like crystallized raspberry jam - a cozy and warm number, wise and dark. Only the deep-cherry '8' surpasses it. '5' is briskly orange-red, like carrot juice - superficial, straightforward, foolishly clear" [Balla]. Some might dismiss this as mere imagination; however, a true synesthete genuinely experiences such cross-modal correspondences.

The phenomenon of synesthesia is one of the most enigmatic and least studied aspects of human perception. It has been known since the late seventeenth–early eighteenth centuries and described in the works of philosophers and natural scientists such as R. Descartes, J. Locke, G. Leibniz, D. Diderot, and J.

G. Herder, among others. Naturally, instances of synesthesia were interpreted in accordance with the scientific knowledge and aesthetic views of their time, which initially determined its status as an "anomalous" phenomenon. Synesthesia has been examined across various domains of science and art: in the psychology of artistic creativity (G. Fechner, T. Ribot, etc.), in psychology, clinical medicine, and psychiatry (M. Clarins, R. Wheeler, O. I. Tabidze, A. R. Luria, etc.), and later in literary studies and linguistics (S. V. Voronin, C. Castellano, K. T. Dunn, S. Day, B. M. Galeev, among others). In the twentieth century, the concept gained prominence in art studies (L. Sabaneev in music, S. Eisenstein in cinema, V. Vanslov in painting and theatre, B. Meilakh, E. Murina, B. M. Galeev, etc.). Synesthesia has also attracted the attention of international scholars such as A. Wellek, C. Osgood, R. Jakobson, and S. Ullmann.

Despite sustained interdisciplinary interest, there is still no consensus regarding the scope of the concept of synesthesia, nor does a generally accepted theory of intermodality exist. The term synesthesia (from Greek, meaning "combined sensation") entered linguistics from psychology. Synesthesia involves the correlation and integration of sensations originating from different sensory modalities. Only a few decades ago, synesthetes often sought psychiatric help, as synesthesia was regarded, from a medical perspective, as a mental deviation. As neurologist Richard Cytowic notes, individuals with synesthetic perception may admire golden spheres while listening to vibraphone sounds, or feel geometric shapes pressing upon them while tasting food. The Russian journalist Shereshevsky, a genuine synesthete, reported that when pronouncing different sounds, his consciousness filled with blots, bumps, and lines. However, cross-sensory associations functioning in language and art differ fundamentally from clinical synesthesia of an intrusive nature.

In the 1930s, a distinction was established between synesthetic phenomena of associative origin (normative), functioning within culture and interpersonal communication, and anomalous forms, termed clinical by the German scholar A. Wellek. At the end of the twentieth century, American researchers proposed distinguishing between true synesthesia and pseudosynesthesia. The former is treated exclusively as a medical phenomenon, whereas the latter reflects cognitive processes and incorporates interactions among the arts. Literary synesthesia is studied primarily from a tropological perspective. For a long time, such "deviations" were believed to be characteristic solely of creative personalities. Synesthetes are often said to include Arthur Rimbaud, who drew attention to synesthesia in his provocative sonnet "Vowels"; poets such as K. Balmont, M. Tsvetaeva, B. Pasternak, and A. Voznesensky; the abstract painter W. Kandinsky, for whom colors "sounded"; writers I. Bunin, L. Tolstoy, and V. Nabokov; and composers N. Rimsky-Korsakov and C. Debussy, among others. Balmont asserted that a creatively thinking and feeling artist knows that sounds shine, colors sing, and scents fall in love.

Nevertheless, research suggests that all humans are born synesthetes, a fact attributable to the syncretism of children's thinking. Over time, most people simply lose this ability. It is also often claimed that synesthetic perception cannot be developed; however, practice suggests otherwise. For example, "musical graphics" foster creative synesthetic thinking. As Cytowic aptly observed, synesthesia is not merely a curiosity but an intensified form of perception shared, to some extent, by everyone. Each person encounters synesthetic experiences throughout life, such as widely understood intersensory metaphors ("warm reception," "sweet happiness," "bitter reproach," "light sound," etc.). In many languages, these expressions are similar or even identical, confirming their ontological universality and their rootedness in human cognition [Bardovskaya, 2005].

Forms of synesthesia are diverse, though the connection between vision and hearing is most common. Additional sensations (gustatory, auditory, olfactory, etc.) may accompany both individual impressions and entire perceptual domains. These additional sensations may be entirely unexpected. Sean Day, President of the American Synesthesia Association, identified more than fifty types of synesthesia, ranging from common ("letter-color," "time unit - color," "musical sound - color," "word - taste") to rare ("letter - personality," "sound - pain," "touch - smell," "pain - shape," "pain - color," "pain - taste").

In the 1950s, the French philosopher Maurice Merleau-Ponty developed the idea of individual perception. In his view, everything a person perceives is mediated by the body, which explains the unity of the senses. The body functions as a subjective organ of perception: stimuli directed at it elicit responses that merge into a stream of impressions even before conscious awareness. Perceptual experience is formed and consolidated by the body at an unconscious level. Merleau-Ponty argued that unconscious bodily experience is inherently synesthetic. Since perception is subjective, the resulting holistic image (Gestalt) is likewise unique. Only upon reflection do we realize that our images differ from those of others. For a synesthete, a "colored letter" constitutes an indivisible Gestalt - a unified perceptual whole.

Thus, the letter K may be intensely blue; yet only upon reflection does the synesthete become aware of the unique fusion of these elements in personal experience [Cretien van Campen].

Synesthesia as the basis of one model of active cognition is examined by V. B. Kashkin and D. G. Shatalov in the article "Metaphor as a Means of Active Cognition." They argue that objective essence is cognized on a subjective basis - through similarity with another objective essence. In this process, concepts denoting human sensations and consciousness are correlated. Considering six senses - vision, hearing, smell, taste, touch, and temperature - it becomes evident that a more complex sensation or understanding is often structured within the framework of another sense. Understanding is frequently conceptualized metaphorically as sensation, since all our thinking is determined by sensory factors. Because vision provides the greatest amount of information about the world, cognition is conceptualized within the synesthetic metaphor UNDERSTANDING IS SEEING; to understand means to have a particular view or point of view [Kashkin, 2006].

The renowned American neurologist and writer Oliver Sacks, in his review of Wednesday Is Indigo Blue: Discovering the Brain of Synesthesia by R. Cytowic and D. Eagleman, emphasized that synesthesia should be recognized as an integral and astonishing component of subjective human experience. Moreover, he regarded synesthesia as a possible foundation and stimulus for figurative and metaphorical thinking. The American neuroscientist V. S. Ramachandran similarly noted that synesthesia not only sheds light on normal sensory processing but also reveals pathways leading to the most enigmatic aspects of consciousness, such as abstract and metaphorical thought, and may illuminate the neural and genetic bases of creativity and imagination [Sidorov-Dorso & Day: 90]. Both scholars underscore the undeniable connection between synesthesia and metaphorical cognition.

B. M. Galeev explicitly linked synesthesia to metaphor, arguing that it represents a manifestation of metaphorical thinking and constitutes a systemic cross-sensory association. Metaphors, grounded in associations based on similarity, operate in synesthesia through the perceived similarity of seemingly incompatible senses (e.g., vision and hearing), producing the apparent paradox of "mixed sensations." Such intersensory transfer is already an operation of thought, albeit one confined to the sensory-imagistic, nonverbal domain [Galeev, 1999].

By generating unexpected intersensory associations, synesthetic metaphors impart originality and - using a synesthetic metaphor - a vivid, memorable "taste" to literary works, as exemplified by V. Nabokov. The syncretism of feelings is one of the sources of Nabokov's metaphor. In his prose, the sky resembles sour milk, an express train is colored coffee-and-cream, an image on a wet sheet is gelatinous and inedible, a puddle is filled with cocoa, and the color of a house resonates in the mouth with an unpleasant oat flavor or halva, the whistle has a sunny, salty sound, the crunch of a crushed beetle is rich, on the street you might encounter an elderly woman with a taste for coffee, etc. For Nabokov, childhood represents an apotheosis of sensory perception, characterized by syncretism, where senses intermingle freely, allowing the world to flow into the child's soul in its entirety [Spivak, 1990].

An additional aspect of synesthesia research concerns its cultural conditioning. Some scholars argue that synesthetic manifestations are shaped by culture (Cretien van Campen, Sidorov-Dorso, Galeev, etc.). Synesthesia is not a separate area of perception, but rather a series of interconnected phenomena of perception, within which an incredible variety of forms can be found. And yet, many types of synesthesia suggest a connection with the culture to which a particular person belongs. To my knowledge, no synesthete has ever reported that their sense of taste is connected to smell, since Western culture does not make a clear distinction between smells and tastes. However, representatives of Western culture often report colour-smell synesthesia, since this type of connection is not typical for them. Contrary to our ideas about smell and colour, the Desana people of the Amazon merge them into something called 'colour energy,' so it is unlikely that any member of this people would call the connection between colour and smell synesthesia, since it is accepted as normal in their culture. This example demonstrates the possibility of stereotypical synesthetic manifestations depending on the culture in which they appear [Cretien van Campen].

In conclusion, the study of synesthesia and synesthetic metaphor requires not only linguistic analysis of intersensory expressions but also an examination of the interaction between language and synesthesia as a psychophysiological phenomenon, approached from a comprehensive, interdisciplinary perspective. In my view, the origins of synesthesia, like those of metaphor, lie in deep creative cognitive processes that enable the development of new meanings. Synesthetic metaphor constitutes a unique intermodal mode of perceiving and cognizing Gestalts of the surrounding world through cross-sensory association. At the same time, synesthetic thinking appears to be universal, inherent to all humans to varying degrees. Despite numerous insightful studies, large-scale, integrative research remains lacking.

The development of a robust theory of intermodality capable of explaining synesthesia in all its diversity requires a multilevel, systemic approach synthesizing insights from multiple disciplines. Only then can the nature of this psychophysiolinguistic phenomenon be fully understood.

References

1. Balla, O. Crunching with the number "three" [Electronic resource; Published in Russian]. Retrieved from http://www.znanie-sila.ru/?issue=zsr/issue_6.html&r=1
2. Bal'mont, K. (1990). *The scent of the sun* [Published in Russian]. Moscow: Khudozhestvennaya Literatura.
3. Bardovskaya, A. I. (2005). *Means of nomination of synesthetic sensations: Based on English and Russian literary texts* [Dissertation; Published in Russian]. Tver. Retrieved from <http://www.lib.ua-ru.net/diss/cont/91952.html>
4. Chikvaidze, A. (2016). *On the problems of studying synesthesia. In Fundamental and Applied Science: Main Results of 2016* (pp. 58–65). Saint Petersburg – North Charleston: CreateSpace [Published in Russian].
5. Chikvaidze, A. (2012). *The phenomenon of synesthesia. In Modern problems of linguistics and methodology of teaching Russian language in universities and schools, Issue 19* (pp. 23–30). Voronezh: Scientific and Publishing Center "Nauchnaya Kniga" [Published in Russian].
6. Campen, C. van. (2007) *The Hidden Sense: Synesthesia in Art and Science*. Cambridge MA: MIT Press.
7. Cytowic, R. E. (2002). *Synesthesia: A union of the senses* (2nd ed.). Cambridge, MA: MIT Press.
8. Galeev, B. M. *Synesthesia in the world of metaphors* [Electronic resource; Published in Russian]. Retrieved from http://synesthesia.prometheus.kai.ru/sinmet_r.htm
9. Galeev, B. M. *Synesthesia in language and the art of the word* [Electronic resource; Published in Russian]. Retrieved from http://synesthesia.prometheus.kai.ru/slovo_r.htm
10. Galeev, B. M. (1999). "Colored hearing" – Chimera or a miracle of poetic thinking? *Day and Night*, (5–6), 220–221 [Published in Russian].
11. Kashkin, V. B., & Shatalov, D. G. (2006). *Metaphor as a means of active cognition. Language, Communication and Social Environment, Issue 4*. Voronezh: VSU [Electronic resource; Published in Russian]. Retrieved from <http://lse2010.narod.ru>
12. Merleau-Ponty, M. (1964). *Phenomenology of perception* (C. Smith, Trans.). London: Routledge & Kegan Paul
13. Molodkina, Y. N. (2010). *Synthetic metaphor of smell* [Author's abstract, PhD dissertation; Published in Russian]. Kursk. Retrieved from <http://www.kursksu.ru/dissertations/dis243.doc>
14. Nabokov, V. (1989). *Speak, memory: An autobiography revisited*. New York: Vintage International.
15. Ramachandran, V. S., & Hubbard, E. M. (2001). *Synaesthesia — A window into perception, thought and language. Journal of Consciousness Studies*, 8(12), 3–34.
16. Sidorov-Dorso, A. *What is synesthesia?* [Electronic resource; Published in Russian]. Retrieved from <http://www.synaesthesia.ru/whatis.html>
17. Sidorov-Dorso, A. V., & Day, S. E. (2019). *Synesthesia: Opinions and perspectives*. Moscow: MGPPU [Published in Russian].
18. Spivak, M. (1990). *The cradle rocks over the abyss...* *Children's Literature*, (7), [Published in Russian].

LONDON AS A LIMINAL AND MYTHOLOGICAL SPACE IN SIMON R. GREEN'S «THE DARK SIDE OF LONDON» SERIES

Frolov Igor Mikhailovich

Master of Science, lecturer

M. Utemisov West Kazakhstan University, Uralsk, Kazakhstan

ЛОНДОН КАК ЛИМИНАЛЬНОЕ И МИФОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОСТРАНСТВО В ЦИКЛЕ «ТЁМНАЯ СТОРОНА ЛОНДОНА» САЙМОНА Р. ГРИНА

Фролов Игорь Михайлович

Магистр наук, преподаватель

Западно-Казахстанский университет им. М.Утемисова, Уральск, Казахстан

Abstract

This article provides a comprehensive analysis of Simon R. Green's The Dark Side of London series from the perspectives of spatial poetics, mythopoetics, and social philosophy. Particular attention is paid to the representation of London as a liminal and mythological space, where the city functions not merely as a narrative backdrop but as an active subject within the fictional world. The study examines principles of liminality, characteristics of the chronotope, mechanisms of mythologization and demythologization of traditional motifs, as well as the social and philosophical functions of the Dark Side. It is demonstrated that the city's mythological space forms an autonomous mythos system, governed by internal rules and taboos, serving as a survival tool in conditions of instability and identity crisis. The article highlights the features of alternative power structures, the blurring of boundaries between norm and anomaly, and the allegorical connection to issues of late modernity. The study allows for interpreting the Dark Side of London as a literary model of the contemporary metropolis, where myth, liminality, and social anomalies act as the primary mechanisms of meaning-making.

Аннотация

В статье проводится комплексный анализ цикла романов Саймона Р. Грина «Тёмная сторона Лондона» с точки зрения пространственной поэтики, мифопоэтики и социальной философии. Особое внимание уделяется репрезентации Лондона как лиминального и мифологического пространства, где город выступает не фоном повествования, а активным субъектом художественного мира. Рассматриваются принципы лиминальности, особенности хронотопа, механизмы мифологизации и демифологизации традиционных образов, а также социальная и философская функция Тёмной стороны. Показано, что мифологическое пространство города формирует автономную мифосистему, регулируемую внутренними правилами и табу, и служит инструментом выживания в условиях нестабильности и кризиса идентичности. Выделяются особенности альтернативных властных структур, разрушения границ нормы и аномалии, а также аллегорическая связь с проблемами поздней модерности. Статья позволяет интерпретировать Тёмную сторону Лондона как художественную модель современного мегаполиса, в которой миф, лиминальность и социальные аномалии выступают основными механизмами смыслообразования.

Keywords: The Dark Side of London, Simon R. Green, urban fantasy, liminality, mythological space, chronotope, social anomalies, late modernity

Ключевые слова: Тёмная сторона Лондона, Саймон Р. Грин, городское фэнтези, лиминальность, мифологическое пространство, хронотоп, социальные аномалии, поздняя модерность.

ВВЕДЕНИЕ**Актуальность исследования**

В конце XX - начале XXI века жанр **городского фэнтези** занимает одно из центральных мест в англоязычной массовой литературе, что обусловлено общекультурными процессами глобальной урбанизации, кризиса идентичности и переосмысления традиционных мифологических структур в условиях современного мегаполиса. Город в подобных произведениях перестаёт выполнять функцию нейтрального фона и приобретает статус самостоятельного художественного феномена, формирующего особую мифопоэтику и систему ценностей. В этом

контексте Лондон выступает одним из наиболее насыщенных и многослойных литературных образов, сочетающим историческую глубину, культурную символику и потенциал для мифологизации.

Цикл романов Саймона Р. Грина *«Тёмная сторона Лондона»* представляет собой значимый пример трансформации образа Лондона в пространстве современной жанровой литературы. В отличие от традиционных репрезентаций города как центра цивилизации, прогресса и рационального порядка, Грин конструирует альтернативную модель мегаполиса — Тёмную сторону Лондона, существующую параллельно «нормальному» миру и подчиняющуюся собственным законам. Данное пространство функционирует как зона радикальной нестабильности, где размываются границы между реальным и фантастическим, сакральным и профанным, человеческим и чудовищным.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью осмысления Тёмной стороны Лондона не только как жанрового приёма **городского фэнтези**, но и как сложного лиминального и мифологического пространства. Концепт лиминальности, разработанный в трудах А. ван Геннепа и В. Тёрнера, позволяет рассматривать Тёмную сторону как пороговую зону, в которой привычные социальные, этические и онтологические структуры утрачивают устойчивость. В этом смысле Лондон у Саймона Р. Грина становится не просто местом действия, а моделью пограничного существования, отражающей кризисные состояния современного общества.

Дополнительную значимость теме придаёт тот факт, что в отечественном и зарубежном литературоведении творчество Саймона Р. Грина остаётся сравнительно малоизученным. Научные работы, посвящённые **городскому фэнтези**, преимущественно фокусируются на произведениях Нила Геймана, Джима Батчера или Чайны Мьевия, тогда как цикл *«Тёмная сторона Лондона»* зачастую рассматривается фрагментарно или в рамках общих обзоров жанра. Между тем именно у Грина образ города достигает предельной степени мифологизации и превращается в автономную мифосистему, что делает его особенно ценным объектом анализа.

Актуальность настоящего исследования также определяется возможностью междисциплинарного подхода, объединяющего литературоведение, мифологию, культурологию и теорию пространства. Анализ Лондона как лиминального и мифологического пространства позволяет выявить механизмы конструирования городского мифа в современной массовой литературе, а также проследить, каким образом фантастический нарратив отражает социальные страхи, маргинальные идентичности и кризис традиционных моральных координат.

Объект, предмет и цели исследования

Объектом настоящего исследования является цикл романов Саймона Р. Грина *«Тёмная сторона Лондона»* (*The Dark Side of London*), представляющий собой серию произведений в жанре городского фэнтези, объединённых общим художественным пространством, системой персонажей и сквозной мифологией. Цикл формирует целостную нарративную структуру, в рамках которой Лондон выступает не только местом действия, но и активным компонентом художественного мира, определяющим логику событий, характер конфликтов и особенности взаимодействия персонажей.

Выбор данного цикла в качестве объекта исследования обусловлен его концептуальной завершённостью и устойчивостью пространственной модели, которая сохраняется и развивается на протяжении всех произведений серии. Тёмная сторона Лондона функционирует как автономное художественное пространство со своими законами, иерархиями и мифологическими структурами, что позволяет рассматривать цикл Саймона Р. Грина как репрезентативный пример современной мифологизации мегаполиса в жанре городского фэнтези.

Предметом исследования является **репрезентация Лондона как лиминального и мифологического пространства** в цикле романов *«Тёмная сторона Лондона»*. В центре внимания находится способ художественного конструирования города как пограничной зоны, в которой нарушаются традиционные пространственно-временные, социальные и онтологические границы.

В рамках предмета исследования анализируются особенности формирования Тёмной стороны Лондона как пространства перехода между реальностью и фантастическим измерением, сакральным и профанным, человеческим и нечеловеческим. Особое внимание уделяется мифопоэтическим механизмам, посредством которых город приобретает черты

самостоятельного субъекта повествования и превращается в носителя коллективных страхов, архетипических образов и культурных кодов.

Целью настоящего исследования является **выявление специфики репрезентации Лондона как лиминального и мифологического пространства** в цикле романов «Тёмная сторона Лондона» Саймона Р. Грина, а также определение его функциональной роли в поэтике произведений.

Для достижения поставленной цели в работе предполагается решение следующих исследовательских задач:

1. рассмотреть образ Лондона в контексте традиций британской городской мифологии и жанра городского фэнтези;
2. проанализировать Тёмную сторону Лондона как пороговое (лиминальное) пространство, опираясь на концепции лиминальности и хронотопа;
3. выявить основные мифологические мотивы и образы, формирующие художественную модель города;
4. определить способы взаимодействия персонажей с лиминальным пространством и влияние города на их идентичность;
5. установить социально-философские функции мифологизированного городского пространства в структуре цикла;
6. охарактеризовать роль Лондона как активного нарративного и смыслообразующего элемента произведений.

Научная новизна настоящего исследования заключается в комплексном анализе цикла романов «Тёмная сторона Лондона» Саймона Р. Грина с точки зрения пространственной поэтики и мифопоэтики. Впервые образ Лондона в данном цикле рассматривается как целостная лиминальная и мифологическая система, а не как вторичный элемент жанрового оформления.

Новизна работы также определяется применением концепта лиминальности к анализу городского пространства в произведениях Саймона Р. Грина, что позволяет выявить новые аспекты интерпретации городской фантастики и расширить представления о функциях мегаполиса в современной жанровой литературе. Результаты исследования вносят вклад в развитие изучения городского фэнтези, а также в более широкое осмысление литературной мифологизации города в культуре XXI века.

Теоретико-методологическая база исследования

Теоретико-методологическую основу настоящего исследования составляют труды отечественных и зарубежных исследователей, посвящённые проблемам лиминальности, пространственной поэтики, мифологизации культуры и анализа художественного текста. Комплексный характер исследования обуславливает обращение к междисциплинарному подходу, сочетающему элементы литературоведения, культурологии и мифологии, что позволяет всесторонне рассмотреть образ Лондона в цикле «Тёмная сторона Лондона» как лиминальное и мифологическое пространство.

Ключевым теоретическим понятием настоящего исследования является концепт лиминальности, впервые сформулированный в работах французского этнографа Арнольда ван Геннепа. В его теории обрядов перехода лиминальность определяется как промежуточная стадия между прежним и новым статусом, характеризующаяся неопределённостью, утратой привычных социальных ролей и временным выходом за пределы нормативного порядка.

Развитие данного понятия было осуществлено в трудах Виктора Тёрнера, который расширил рамки применения концепта лиминальности, распространив её на социальные и культурные процессы в целом. По Тёрнеру, лиминальные пространства и состояния отличаются нарушением иерархий, амбивалентностью, нестабильностью и возможностью трансформации идентичности. Лиминальность, таким образом, становится не только антропологическим, но и культурным феноменом, применимым к анализу художественных текстов.

В рамках настоящего исследования Тёмная сторона Лондона рассматривается как лиминальное пространство в тернеровском понимании: зона постоянного перехода, в которой отсутствует возможность окончательного возвращения к «нормальному» состоянию. Город в цикле Саймона Р. Грина функционирует как порог между реальностью и мифом, где персонажи оказываются в состоянии экзистенциальной неопределённости, а традиционные социальные и моральные структуры утрачивают свою регулятивную функцию.

Важным методологическим инструментом исследования является концепция хронотопа, разработанная М. М. Бахтиным. Под хронотопом понимается единство пространственных и временных отношений, художественно осмысленных в литературном произведении. Хронотоп определяет не только организацию повествования, но и характер персонажей, тип конфликтов и логику сюжетного развития.

Применение бахтинской концепции позволяет рассматривать Лондон в цикле «Тёмная сторона Лондона» как особый хронотоп, в котором пространственные и временные параметры подчинены логике мифологического и лиминального существования. В данном хронотопе наблюдается размытость временных границ, цикличность катастрофических событий и отсутствие линейного прогресса, что сближает его с архаическими мифологическими моделями мира.

Анализ хронотопа Тёмной стороны Лондона позволяет выявить специфическую организацию художественного времени и пространства, в которой город перестаёт быть географическим объектом и превращается в семиотически нагруженную структуру, формирующую смысловое ядро произведений.

При анализе образа Лондона как мифологического пространства существенное значение имеют идеи Ролана Барта и Мирчи Элиаде, посвящённые функционированию мифа в современной культуре. Согласно Барту, миф представляет собой вторичную семиотическую систему, в которой культурные и социальные значения маскируются под естественные и самоочевидные. В этом контексте город может рассматриваться как текст, насыщенный мифологическими кодами и символами.

Концепция Мирчи Элиаде, связанная с разделением сакрального и профанного пространства, также является значимой для настоящего исследования. Элиаде подчёркивает, что сакральное пространство обладает качественной неоднородностью и организуется вокруг «центров», нарушающих однородность профанного мира. Тёмная сторона Лондона в цикле Саймона Р. Грина демонстрирует сходные характеристики, выступая как сакрализованное пространство иного порядка, где действуют особые законы и иерархии.

Использование данных теоретических положений позволяет интерпретировать Лондон в анализируемом цикле как мифологический текст, в котором городская среда превращается в носителя коллективных архетипов, страхов и культурных смыслов.

В процессе анализа художественного материала в работе применяются следующие методологические подходы:

Структурно-семиотический подход используется для выявления знаковых и символических структур, формирующих образ Тёмной стороны Лондона. Данный подход позволяет рассматривать город как систему взаимосвязанных элементов, обладающих устойчивыми значениями в рамках художественного мира цикла.

Мифопоэтический подход направлен на анализ мифологических мотивов, архетипических образов и ритуальных структур, присутствующих в произведениях Саймона Р. Грина. Он позволяет проследить, каким образом традиционные мифологические элементы трансформируются и адаптируются в условиях современной городской фантастики.

Интертекстуальный подход применяется для выявления связей цикла «Тёмная сторона Лондона» с более широкой литературной и культурной традицией, включая готический роман, детективную прозу и классические мифологические сюжеты. Данный подход способствует выявлению механизмов переосмысления и деконструкции жанровых и мифологических клише.

Комплексное использование указанных теоретических и методологических оснований обеспечивает целостный анализ Лондона как лиминального и мифологического пространства в поэтике цикла Саймона Р. Грина.

ЛОНДОН КАК ЛИТЕРАТУРНЫЙ И МИФОЛОГИЧЕСКИЙ КОНСТРУКТ

Лондон в британской литературной традиции

Образ Лондона занимает особое место в британской литературной традиции, выступая не только географическим пространством, но и сложным культурным и символическим конструктом. На протяжении нескольких столетий город осмысливается как место концентрации социальных противоречий, моральных конфликтов и исторических травм, что делает его благодатной почвой для художественной мифологизации. Лондон в литературе формируется как пространство, в котором пересекаются различные социальные слои, культурные коды и мировоззренческие установки, а потому город неизменно приобретает черты амбивалентности и внутренней раздвоенности.

Для британской традиции характерно восприятие Лондона как города контрастов, где соседствуют богатство и нищета, порядок и хаос, цивилизация и варварство. Именно эта внутренняя противоречивость становится основой для дальнейшего развития образа города как пограничного и потенциально лиминального пространства, что впоследствии получает особое развитие в литературе фантастического и готического направлений.

Одной из устойчивых характеристик образа Лондона в британской литературе является его репрезентация как пространства социальной и моральной поляризации. Уже в произведениях XVIII–XIX веков город изображается как место резкого социального расслоения, где физическая близость различных социальных групп не приводит к их интеграции, а, напротив, подчёркивает глубину разделения.

В викторианской литературе Лондон часто предстаёт как сцена морального испытания, на которой сталкиваются добродетель и порок, респектабельность и преступность. В произведениях Ч. Диккенса город изображён как лабиринт, в котором легко утратить моральные ориентиры, а социальная несправедливость приобретает зримые, почти материальные формы. Подобное осмысление города закрепляет за Лондоном статус пространства, провоцирующего деградацию личности и обнажающего тёмные стороны человеческой природы.

Данная традиция формирует представление о Лондоне как о городе, в котором моральные категории утрачивают однозначность, а социальные границы становятся подвижными и нестабильными. Этот мотив впоследствии оказывается принципиально важным для городского фэнтези, в том числе для цикла «Тёмная сторона Лондона», где социальная и моральная поляризация достигает предельной формы и получает фантастическое воплощение.

Особую роль в формировании мифологического образа Лондона сыграла готическая традиция XIX века. В готическом романе город превращается в пространство страха, тайны и скрытого зла, существующего под покровом внешнего порядка. Произведения Р. Л. Стивенсона, Б. Стокера и других авторов закрепляют за Лондоном статус города двойственности, где за фасадом респектабельности скрывается мир насилия и иррационального ужаса.

Готический Лондон характеризуется мотивами лабиринта, тьмы, ночного пространства и утраты контроля над реальностью. Улицы, дома и подвалы города становятся метафорами внутреннего разлома личности и общества. В романе «Странная история доктора Джекила и мистера Хайда» Лондон выступает как пространство расщепления идентичности, что впоследствии становится одним из ключевых мотивов городской фантастики.

Наследие готического Лондона сохраняется и трансформируется в литературе XX–XXI веков. Готическая эстетика ужаса и скрытой угрозы становится важным компонентом жанра городского фэнтези, где город продолжает функционировать как пространство опасности и иррационального, но приобретает новые формы и смыслы.

В литературе XX века образ Лондона подвергается активной мифологизации, выходящей за рамки реалистического и готического дискурсов. Город всё чаще осмысливается как автономная символическая система, обладающая собственной логикой и исторической памятью. В модернистской и постмодернистской литературе Лондон становится текстом, подлежащим интерпретации и деконструкции.

Особое значение в этом процессе приобретает превращение города в носителя коллективных мифов и архетипов. Лондон в произведениях XX века нередко изображается как живой организм, способный воздействовать на судьбы персонажей и формировать их идентичность. Городская среда наполняется мифологическими смыслами, в которых переплетаются история, фольклор и современная культура.

Данная тенденция подготавливает почву для появления жанра городского фэнтези, в рамках которого мифологизация города достигает высокой степени интенсивности. Цикл «Тёмная сторона Лондона» Саймона Р. Грина наследует и развивает эту традицию, предлагая радикально мифологизированную модель мегаполиса, где город окончательно утрачивает статус фона и становится центральным смыслообразующим элементом повествования.

Концепт «города внутри города»

Концепт «города внутри города» является одним из устойчивых и продуктивных мотивов британской литературной традиции, особенно в рамках фантастического и мифологизированного дискурса. Он предполагает существование скрытого, альтернативного городского пространства, сосуществующего с «официальным» городом, но недоступного или частично доступного для большинства его обитателей. Данный концепт позволяет авторам

художественно осмысливать социальные, культурные и онтологические разломы городской цивилизации, переводя их в плоскость мифа и фантастического нарратива.

В рамках городского фэнтези модель «скрытого города» выполняет функцию медиатора между реальностью и фантастическим измерением, создавая особое лиминальное пространство, в котором размываются границы нормы и аномалии. Лондон, обладающий богатой историей, многослойной топографией и насыщенной культурной памятью, оказывается особенно подходящим объектом для подобного художественного моделирования.

Топос скрытого Лондона формируется в британской литературе как реакция на ощущение непрозрачности и фрагментарности современного мегаполиса. Реальный город воспринимается как пространство, в котором значительная часть процессов, сообществ и смыслов оказывается скрытой от повседневного взгляда. Художественное воображение трансформирует это ощущение в образ параллельного города, существующего «под», «между» или «внутри» привычной городской реальности.

Скрытый Лондон часто репрезентируется как пространство маргиналов, изгоев и тех, кто не вписывается в социальный порядок «нормального» города. Он может принимать форму подземного мира, сети тайных улиц и кварталов или альтернативного измерения, связанного с мифологическими и сверхъестественными силами. Подобная модель позволяет авторам исследовать вытесненные аспекты городской жизни и придать им символическую и мифологическую форму.

Устойчивость данного топоса обусловлена его универсальностью: скрытый город становится метафорой социальной невидимости, культурной памяти и подавленных страхов. В дальнейшем этот мотив получает развитие и усложнение в произведениях городского фэнтези, где он приобретает статус системообразующего элемента художественного мира.

Одной из наиболее известных репрезентаций скрытого Лондона является роман Нила Геймана «Никогда», в котором альтернативное городское пространство — Лондон Нижний — существует как мир изгнанных и забытых. Модель Геймана строится на чёткой бинарной оппозиции «верхнего» и «нижнего» города, где фантастическое измерение функционирует как отражение социальной маргинальности и утраты идентичности. Лондон Нижний сохраняет сказочно-мифологический характер и, несмотря на свою опасность, допускает возможность возвращения в «нормальный» мир.

Иной подход демонстрирует Питер Акройд, в произведениях которого Лондон мифологизируется через историческую и культурную память. Его «скрытый город» не является отдельным измерением, а существует как наложение временных и символических слоёв, превращающих Лондон в палимпсест. У Акройда мифологизация города носит менее жанровый и более культурно-философский характер, акцентируя внимание на непрерывности городской истории и повторяемости архетипических сюжетов.

По сравнению с данными моделями, концепция скрытого города у Саймона Р. Грина отличается большей радикальностью и жанровой жёсткостью. Тёмная сторона Лондона не является ни временным убежищем для маргиналов, ни метафорическим наложением исторических слоёв, а представляет собой автономную реальность с собственной онтологией и законами существования.

Модель «города внутри города» в цикле «Тёмная сторона Лондона» принципиально отличается от традиционных репрезентаций, характерных для городского фэнтези. В отличие от многих произведений жанра, где скрытое пространство сохраняет элементы сказочности или романтизированного иного мира, Тёмная сторона Лондона у Саймона Р. Грина лишена утешительного потенциала.

Ключевым отличием является отсутствие чёткой границы между «нормальным» и «скрытым» городом. Тёмная сторона не противопоставляется Лондону как исключение, а существует как его неизбежная изнанка, постоянно угрожающая прорваться в повседневную реальность. Более того, переход в Тёмную сторону зачастую оказывается необратимым, что усиливает её лиминальный характер.

Кроме того, у Грина скрытый город не выполняет функцию пространства инициации или личностного роста, типичную для городского фэнтези. Напротив, Тёмная сторона Лондона выступает как зона деградации, утраты идентичности и постоянного выживания. Город здесь не помогает герою обрести себя, а проверяет пределы его человеческой устойчивости.

Тёмная сторона как мифологическая инверсия реального города

Тёмная сторона Лондона в цикле Саймона Р. Грина представляет собой не просто альтернативное или параллельное пространство, а мифологическую инверсию реального города. В основе данной модели лежит принцип переосмысления привычной городской среды через искажение, гиперболизацию и символическое «переворачивание» её структурных элементов. Реальный Лондон сохраняет узнаваемость, однако его привычные функции и значения подвергаются радикальной трансформации, в результате чего город превращается в пространство постоянной угрозы и экзистенциальной нестабильности.

Мифологическая инверсия проявляется в том, что Тёмная сторона не отрицает реальный город, а паразитирует на нём, существуя как его теневая проекция. Данное пространство аккумулирует вытесненные страхи, насилие и хаос, которые в «нормальном» Лондоне скрыты за социальными и культурными механизмами контроля. Таким образом, Тёмная сторона функционирует как гротескно обнажённая истина города, лишённая иллюзий порядка и цивилизованности.

Одним из ключевых механизмов мифологической инверсии является принцип зеркальности, основанный на искажённом отражении реального Лондона. Тёмная сторона сохраняет пространственные ориентиры и топографическую логику города, однако наполняет их иными, зачастую противоположными значениями. Знакомые элементы городской среды превращаются в символы опасности, хаоса и утраты контроля.

Зеркальность в данном контексте не предполагает симметрии или точного воспроизведения. Напротив, она носит деформированный характер, при котором привычные социальные и культурные функции подвергаются гиперболизации. То, что в реальном городе служит поддержанию порядка, в Тёмной стороне становится источником насилия и разрушения. Подобное искажение подчёркивает иллюзорность стабильности «нормального» Лондона и выявляет его скрытую зависимость от подавления хаотического начала.

Принцип зеркальности позволяет интерпретировать Тёмную сторону Лондона как пространство истины в мифологическом смысле, где город лишается масок и демонстрирует свою подлинную, хотя и чудовищную, сущность. В этом отношении инверсия выполняет критическую функцию, разоблачая культурные мифы о рациональности и гуманистической природе мегаполиса.

Важным элементом мифологической инверсии является трансформация знакомых городских топонимов в зоны повышенной опасности. Улицы, площади и районы Лондона, обладающие устойчивыми культурными и историческими ассоциациями, в пространстве Тёмной стороны приобретают новые, зачастую угрожающие значения.

Подобная трансформация усиливает эффект отчуждения и тревоги, поскольку разрушает привычные ориентиры безопасности. Городская топография перестаёт выполнять навигационную функцию и становится источником угрозы. Пространство больше не поддаётся рациональному контролю, а его освоение требует постоянной готовности к насилию и утрате.

Мифологизация топонимов превращает Лондон в лабиринт, где каждое место потенциально опасно и несёт в себе следы катастрофического прошлого. В этом лабиринте невозможно окончательно освоиться, что подчёркивает лиминальный характер пространства и усиливает ощущение постоянного пребывания на границе между жизнью и смертью.

Одной из принципиальных особенностей поэтики цикла «Тёмная сторона Лондона» является представление города как активного субъекта повествования. Лондон в произведениях Саймона Р. Грина не ограничивается ролью декорации или нейтрального пространства действия, а проявляет собственную волю, логику и способность воздействовать на персонажей.

Город формирует условия существования героев, определяет их поведение и зачастую становится источником конфликтов. Персонажи вынуждены не столько действовать в пространстве Лондона, сколько вступать с ним в постоянное взаимодействие, напоминающее борьбу за выживание. В этом смысле Тёмная сторона Лондона выступает как квазиперсонаж, обладающий собственной «характерологией», выражающейся в непредсказуемости, жестокости и равнодушии к человеческим судьбам.

Подобная субъектность города усиливает мифологический характер пространства и сближает его с архаическими представлениями о мире как одушевлённой и враждебной человеку среде. Лондон становится не только местом действия, но и носителем смысла, организующим нарратив и определяющим экзистенциальный тон произведений цикла.

ЛИМИНАЛЬНОСТЬ ПРОСТРАНСТВА ТЁМНОЙ СТОРОНЫ

Тёмная сторона как пороговое пространство

Пространство Тёмной стороны Лондона в цикле Саймона Р. Грина может быть осмыслено как классический пример лиминального пространства, функционирующего по логике порога. В антропологической традиции порог представляет собой не просто точку перехода, но особое состояние бытия, в котором прежние структуры утрачивают силу, а новые ещё не сформированы. В художественном мире «Тёмной стороны Лондона» данная модель получает устойчивое и системное воплощение.

Тёмная сторона не является ни полностью автономным миром, ни простой вариацией реального Лондона. Она существует в состоянии постоянного «между», нарушая привычные бинарные оппозиции: реальность и фантастика, жизнь и смерть, порядок и хаос. Это пространство не предполагает завершённости перехода и не предоставляет персонажам возможности окончательной стабилизации, что делает лиминальность его ключевой онтологической характеристикой.

Одной из фундаментальных черт лиминального пространства Тёмной стороны является специфика перехода между мирами. В отличие от традиционных фантастических нарративов, где переход в иной мир часто носит временный характер и предполагает возможность возвращения, у Саймона Р. Грина пересечение границы между «нормальным» Лондоном и Тёмной стороной редко бывает полностью обратимым.

Попадание в Тёмную сторону знаменует собой не столько перемещение в пространстве, сколько изменение онтологического статуса персонажа. Герои, вступившие в это пространство, оказываются вовлечёнными в систему правил, которые подчиняют себе их дальнейшее существование. Возвращение в «нормальный» мир, даже если оно формально возможно, не восстанавливает прежнюю идентичность: персонажи сохраняют следы лиминального опыта, проявляющиеся в утрате иллюзий, изменении ценностей и постоянном ощущении угрозы.

Лиминальность Тёмной стороны Лондона проявляется также в систематическом нарушении пространственных и временных границ. Пространство здесь утрачивает стабильность и предсказуемость: расстояния и направления перестают подчиняться логике реального города, а привычные ориентиры теряют надёжность. Город превращается в лабиринт, сопротивляющийся попыткам рационального освоения.

Временная организация Тёмной стороны также носит искажённый характер. Линейное течение времени уступает место цикличности и повторяемости катастрофических событий. Прошое, настоящее и будущее могут сосуществовать в пределах одного пространства, что сближает хронотоп Тёмной стороны с архаическими мифологическими моделями мира. Подобное нарушение временной логики лишает персонажей возможности планирования и усиливает ощущение перманентного кризиса.

Нарушение пространственно-временных границ выполняет не только эстетическую, но и смыслообразующую функцию. Оно подчёркивает принципиальную инаковость Тёмной стороны по отношению к «нормальному» миру и фиксирует её статус как лиминального пространства, находящегося за пределами рационального контроля.

В цикле «Тёмная сторона Лондона» пороговое состояние утрачивает временный характер и превращается в устойчивую форму существования. Тёмная сторона не ведёт к обновлению или трансформации в позитивном смысле, как это происходит в классических обрядах перехода, а закрепляет кризис в качестве нормы.

Постоянное пребывание на пороге порождает особую модель бытия, в которой насилие, нестабильность и угроза становятся повседневностью. Кризис перестаёт быть исключительным событием и приобретает структурный характер, формируя этику выживания вместо системы моральных норм. Персонажи вынуждены существовать в условиях непрекращающегося давления, где любое равновесие носит временный и иллюзорный характер.

Хронотоп Тёмной стороны

Хронотоп Тёмной стороны Лондона в цикле Саймона Р. Грина представляет собой особую модель художественного времени и пространства, в которой доминируют размытость, нестабильность и нарушение линейной причинно-следственной логики. В соответствии с концепцией М. М. Бахтина, хронотоп определяет не только формальную организацию повествования, но и глубинные смысловые структуры произведения. В данном случае хронотоп

Тёмной стороны функционирует как выражение перманентной лиминальности, в которой кризисное состояние мира не имеет разрешения.

Временные и пространственные параметры Тёмной стороны не поддаются рациональному описанию и не соотносятся напрямую с хронологией «нормального» Лондона. Это создаёт эффект изолированного измерения, в котором события разворачиваются по собственной логике, подчинённой мифологическим и катастрофическим ритмам.

Одной из ключевых характеристик хронотопа Тёмной стороны является размытость временных границ. В этом пространстве отсутствует чёткое разделение между прошлым, настоящим и будущим: различные временные пласты сосуществуют и взаимно проникают друг в друга. Подобная организация времени сближает хронотоп Тёмной стороны с архаическими мифологическими моделями, в которых время носит циклический, а не линейный характер.

Катастрофические события в пространстве Тёмной стороны не воспринимаются как уникальные или исключительные. Напротив, они воспроизводятся с определённой регулярностью, формируя устойчивый ритм разрушения. Апокалиптические угрозы, массовое насилие и крах локальных порядков становятся повторяющимися элементами художественного мира, что лишает их статуса поворотных моментов и превращает в фон существования.

Цикличность катастроф подрывает само понятие исторического времени, поскольку любое разрушение оказывается лишённым окончательности. Мир Тёмной стороны постоянно находится в состоянии «после конца», где катастрофа уже произошла и в то же время продолжает происходить, не приводя к качественным изменениям.

Отсутствие идеи прогресса является одной из фундаментальных характеристик хронотопа Тёмной стороны Лондона. В отличие от классических нарративов, предполагающих развитие, накопление опыта и движение к устойчивому порядку, мир Тёмной стороны лишён направленности в будущее. Любые попытки изменить существующий порядок носят локальный и временный характер и не приводят к системным трансформациям.

Герои цикла действуют в условиях, где прошлый опыт не гарантирует выживания, а знания быстро утрачивают актуальность. Это лишает персонажей возможности опереться на рациональные стратегии и усиливает экзистенциальную неопределённость. Отсутствие прогресса делает хронотоп Тёмной стороны принципиально антиисторичным, что сближает его с мифологическими моделями мира, основанными на повторяемости и стагнации.

Данная особенность хронотопа усиливает критическое измерение цикла, поскольку разрушает иллюзию линейного развития, характерную для модернистского сознания. Тёмная сторона Лондона предстает как пространство, в котором идея улучшения и рационального контроля утрачивает смысл.

Следствием размытости времени и отсутствия прогресса становится состояние стагнации, определяющее экзистенциальный модус существования Тёмной стороны. Мир оказывается зафиксированным в состоянии вечного «сейчас», где прошлое не осмысливается как завершённый этап, а будущее не мыслится как пространство надежды.

Вечное «сейчас» порождает ощущение замкнутости и безысходности, которое пронизывает как пространство города, так и внутренний мир персонажей. Любое действие утрачивает перспективу долгосрочного значения и подчиняется логике немедленного выживания. Подобная временная структура способствует формированию особой этики, ориентированной не на развитие или моральный выбор, а на краткосрочную адаптацию к постоянно меняющимся угрозам.

Лиминальность как экзистенциальное состояние персонажей

Лиминальность пространства Тёмной стороны Лондона в цикле Саймона Р. Грина не ограничивается пространственно-временными характеристиками художественного мира, но распространяется и на антропологическое измерение повествования. Персонажи цикла существуют в условиях перманентного порога, что определяет специфику их идентичности, формы поведения и способы взаимодействия с окружающей реальностью.

В данном контексте лиминальность приобретает экзистенциальный характер, превращаясь из временной фазы перехода в устойчивое состояние бытия. Герои Тёмной стороны оказываются лишены возможности окончательного возвращения в «нормальный» мир, а также перспективы полноценной интеграции в мифологическое пространство города. Это двойное исключение формирует особый тип субъекта, существующего вне стабильных онтологических и социальных координат.

Большинство персонажей цикла «Тёмная сторона Лондона» репрезентируются как фигуры, застрявшие между различными уровнями реальности. Они утрачивают принадлежность к миру повседневного Лондона, но при этом не становятся полноценными обитателями Тёмной стороны. Подобное положение соответствует антропологическому пониманию лиминальности как состояния утраты прежнего статуса без обретения нового.

Персонажи лишены устойчивой социальной роли и вынуждены постоянно адаптироваться к изменяющимся условиям пространства. Их существование характеризуется нестабильностью, отсутствием гарантированной защиты и постоянной угрозой утраты человечности. Лиминальное положение делает героев уязвимыми, но одновременно наделяет их особой чувствительностью к скрытым структурам мира Тёмной стороны.

Центральной фигурой цикла является Джон Тейлор, чья роль в художественной структуре произведений наиболее полно воплощает лиминальность как экзистенциальное состояние. С одной стороны, Тейлор выступает в качестве проводника по пространству Тёмной стороны, обладая знаниями, навыками и сверхъестественными способностями, позволяющими ориентироваться в хаотичном мире города.

С другой стороны, его связь с Тёмной стороной носит принудительный и необратимый характер. Способности Тейлора не являются свободно избранным инструментом, а выступают формой зависимости от пространства, которое определяет его судьбу и ограничивает возможности выхода за пределы лиминального мира. Он одновременно необходим Тёмной стороне и ею же поработён.

Двойственная позиция Джона Тейлора подчёркивает ключевой парадокс лиминальности: обладание доступом к скрытому знанию не гарантирует свободы, а напротив, закрепляет субъект в пограничном состоянии. Тейлор не принадлежит ни миру обычных людей, ни миру мифологических сущностей, что делает его фигуру символом невозможности окончательного выбора и завершения перехода.

Выживание в пространстве Тёмной стороны Лондона предполагает отказ от стабильной идентичности. Персонажи вынуждены жертвовать элементами своей личности, моральными ориентирами и социальными привязанностями, чтобы адаптироваться к жестоким условиям лиминального мира. Идентичность в данном контексте оказывается не устойчивой характеристикой, а изменчивым конструктом, подверженным постоянной трансформации.

Процесс утраты идентичности проявляется как на индивидуальном, так и на коллективном уровнях. Герои теряют прошлые имена, статусы и биографии, заменяя их функциональными ролями, необходимыми для выживания в конкретной ситуации. Подобная редукция личности усиливает ощущение деперсонализации и отчуждения, характерное для мифологизированного городского пространства.

МИФОЛОГИЗАЦИЯ И ДЕМИФОЛОГИЗАЦИЯ ЛОНДОНА

Использование традиционных мифологических образов

В цикле романов «Тёмная сторона Лондона» Саймон Р. Грин активно использует традиционные мифологические образы, заимствованные из различных культурных пластов — от архаических мифов и средневековых легенд до библейских и апокалиптических нарративов. Однако данные образы не воспроизводятся в их канонической форме, а подвергаются системной трансформации и переосмыслению в контексте городского пространства.

Мифологизация Лондона осуществляется через включение знакомых мифологических сюжетов в ткань повседневного мегаполиса, что создаёт эффект одновременной сакрализации и профанации. С одной стороны, город приобретает черты мифологического центра, в котором концентрируются сверхъестественные силы, с другой — миф утрачивает возвышенный статус и становится частью жестокой и прагматичной реальности Тёмной стороны. Таким образом, в произведениях Грина мифологизация неизбежно сопровождается демифологизацией, подрывающей традиционные символические значения.

Особое место в мифологическом корпусе цикла занимает артурианский миф, традиционно связанный с британской культурной идентичностью и представлением о сакральной природе власти. В классической литературной традиции артурианский цикл символизирует идею справедливого правления, морального порядка и гармонии между миром людей и трансцендентным измерением.

В «Тёмной стороне Лондона» данные мотивы подвергаются радикальной деконструкции. Образы, восходящие к артурианской традиции, утрачивают ореол благородства и оказываются вписанными в мир насилия, коррупции и экзистенциального хаоса. Легендарные

символы власти и героизма в пространстве Тёмной стороны перестают выполнять стабилизирующую функцию и, напротив, становятся источниками угрозы.

Подобная трансформация артурианского мифа отражает критическое отношение автора к идее сакрального происхождения власти и к возможности восстановления утраченного «золотого века». В результате миф функционирует не как источник утешения или надежды, а как напоминание о разрушении традиционных оснований культурной идентичности.

Наряду с высокими мифологическими сюжетами в цикле широко представлены фольклорные существа и городские легенды, которые органично вписываются в ткань Тёмной стороны Лондона. Эти элементы формируют гибридный мифологический слой, объединяющий архаические верования и современные страхи мегаполиса.

Фольклорные образы в интерпретации Грина утрачивают свою локальную и этнографическую привязку, превращаясь в универсальные символы скрытой угрозы. Они населяют не леса и деревни, а подземные переходы, заброшенные кварталы и ночные улицы города, что усиливает эффект «ожившего мифа» в повседневном пространстве.

Городские легенды, в свою очередь, выполняют функцию коллективного бессознательного мегаполиса, отражая тревоги и опасения современного общества. Их включение в структуру повествования подчёркивает мифологический характер городского опыта, в котором слухи и страхи обретают онтологический статус.

Важным компонентом мифологического пространства Тёмной стороны являются образы демонов, ангелов и апокалиптические мотивы, восходящие к библейской традиции. Однако и здесь Саймон Р. Грин избегает прямого воспроизведения религиозных канонов, предлагая их секуляризованную и иронически переосмысленную версию.

Ангелы и демоны в пространстве Тёмной стороны лишены чёткой моральной оппозиции и выступают как силы, преследующие собственные интересы. Их противостояние не связано с идеей космической справедливости, а становится частью бесконечной борьбы за власть и контроль над городским пространством. Апокалиптические сценарии, регулярно возникающие в повествовании, теряют статус уникального события и превращаются в повторяющийся элемент городской реальности.

Подобная демифологизация сакральных образов подчёркивает кризис религиозных и метафизических оснований современного мира. Апокалипсис в «Тёмной стороне Лондона» не означает конца истории, а лишь очередную фазу разрушения, после которой город продолжает существовать в изменённой, но не обновлённой форме.

Демифологизация сакрального

В цикле романов «Тёмная сторона Лондона» Саймон Р. Грин последовательно осуществляет демифологизацию сакрального, разрушая традиционное противопоставление священного и профанного. Мифологические и религиозные образы, включённые в пространство мегаполиса, утрачивают статус трансцендентных сущностей и подчиняются логике городского выживания, насилия и прагматизма.

Демифологизация сакрального в данном контексте не означает полного отказа от мифа, а представляет собой процесс его переосмысления и «приземления». Сакральное перестаёт функционировать как источник высшего смысла и превращается в ещё один уровень реальности Тёмной стороны, подверженный деградации, коррупции и энтропии. Таким образом, миф сохраняется формально, но лишается своей онтологической исключительности.

Одним из ключевых механизмов демифологизации сакрального в цикле является снижение «высокого» мифа. Традиционно сакральные образы — боги, герои, мифологические правители — в пространстве Тёмной стороны утрачивают возвышенный статус и оказываются включёнными в повседневную, зачастую жестокую городскую реальность.

Снижение мифа проявляется в ироническом и прагматическом отношении к сакральным фигурам, которые больше не являются носителями абсолютной истины или морального авторитета. Их действия мотивированы не универсальными законами, а частными интересами, страхами и стремлением к выживанию. В результате сакральное становится функциональным, а не ценностным элементом художественного мира.

Данный приём сближает поэтику Саймона Р. Грина с постмодернистской традицией, в рамках которой миф утрачивает статус недостижимого метанарратива и подвергается критическому переосмыслению. Снижение «высокого» мифа отражает кризис веры в устойчивые сакральные структуры в условиях современного мегаполиса.

В пространстве Тёмной стороны боги и легендарные фигуры представлены как уязвимые существа, подверженные разрушению, физической гибели и утрате влияния. Их сверхъестественная природа не гарантирует безопасности и не освобождает от действия жестоких законов города.

Подобная репрезентация подрывает традиционное представление о сакральных фигурах как о сущностях, находящихся за пределами человеческого опыта. В интерпретации Грина боги и легендарные персонажи вынуждены бороться за ресурсы, власть и территорию наравне с другими обитателями Тёмной стороны. Их сакральность становится условной и временной, зависящей от текущего баланса сил.

Демифологизация легендарных фигур усиливает трагическое измерение повествования, поскольку разрушение сакрального не приводит к освобождению человека, а лишь обнажает пустоту и отсутствие устойчивых ориентиров. Мифологические персонажи перестают быть гарантом смысла и превращаются в свидетельство его утраты.

Процесс демифологизации сакрального в цикле «Тёмная сторона Лондона» тесно связан с образом мегаполиса как пространства, враждебного трансцендентному. Город поглощает и нейтрализует сакральное, лишая его способности функционировать как источник высшего смысла и морального порядка.

В условиях мегаполиса сакральное подвергается фрагментации и коммерциализации, утрачивая целостность и глубину. Оно превращается в элемент городского ландшафта, лишённый прежней символической силы. Храмы, ритуалы и мифологические символы существуют в Тёмной стороне наравне с рынками, притонами и зонами насилия, что подчёркивает утрату их исключительного статуса.

Создание нового городского мифа

Несмотря на последовательную демифологизацию традиционных сакральных структур, цикл романов «Тёмная сторона Лондона» не сводится к отрицанию мифа как такового. Напротив, разрушение классических мифологических моделей сопровождается формированием нового городского мифа, адаптированного к условиям современного мегаполиса. В этом контексте Тёмная сторона Лондона выступает не как производная существующих мифологических систем, а как самостоятельная мифопоэтическая конструкция.

Новый городской миф, создаваемый Саймоном Р. Грином, основан не на идее сакрального центра или гармоничного порядка, а на признании хаоса, нестабильности и насилия как фундаментальных характеристик мира. Миф здесь утрачивает утешительную функцию и превращается в инструмент ориентации в опасном и непредсказуемом пространстве.

Тёмная сторона Лондона в цикле Грина функционирует как автономная мифосистема, обладающая собственной онтологией, внутренней логикой и набором устойчивых символов. Она не сводится к отражению реального города или совокупности аллюзий на существующие мифы, а формирует самостоятельное мифологическое измерение, существующее по собственным законам.

Автономность данной мифосистемы проявляется в устойчивости её структуры: повторяемости образов, типологии персонажей и сценариев катастроф. Тёмная сторона воспроизводит собственные мифологические сюжеты, которые не требуют обращения к внешним культурным источникам для понимания их значимости. Таким образом, город превращается в самодостаточный миф, замкнутый на собственное воспроизводство.

Подобная мифосистема не стремится к универсальности и не претендует на объяснение мироустройства в целом. Её функция ограничена пространством города, что подчёркивает локальный характер нового мифа и его привязанность к конкретному культурному и социальному контексту.

Как и любая мифологическая система, Тёмная сторона Лондона обладает набором правил, табу и ритуалов, регулирующих поведение её обитателей. Эти нормы не кодифицированы в форме законов, но передаются через устную традицию, личный опыт и коллективную память персонажей.

Нарушение установленных правил влечёт за собой немедленные и зачастую фатальные последствия, что придаёт им статус сакральных запретов. Табу в пространстве Тёмной стороны выполняют не моральную, а прагматическую функцию, направленную на поддержание минимального уровня выживаемости. Ритуалы, в свою очередь, служат способом временной стабилизации хаотичного пространства и восстановления утраченного баланса.

В условиях перманентной угрозы миф в пространстве Тёмной стороны Лондона приобретает утилитарный характер и функционирует как инструмент выживания. Знание мифологических правил, легенд и скрытых закономерностей города позволяет персонажам прогнозировать опасности и выстраивать стратегии поведения.

Миф перестаёт быть формой символического осмысления мира и превращается в практическое руководство к действию. Его ценность определяется не эстетическими или моральными критериями, а способностью обеспечивать физическое и экзистенциальное выживание. Подобная трансформация мифа отражает адаптацию архаических форм мышления к реалиям современного мегаполиса.

В результате Тёмная сторона Лондона предстает как пространство, в котором миф не исчезает, а меняет свою функцию. Он утрачивает сакральную возвышенность, но сохраняет жизненную необходимость, становясь неотъемлемой частью городского опыта и коллективного сознания его обитателей.

СОЦИАЛЬНАЯ И ФИЛОСОФСКАЯ ФУНКЦИЯ ТЁМНОЙ СТОРОНЫ

Тёмная сторона как пространство вытесненного

В цикле романов «Тёмная сторона Лондона» Тёмная сторона функционирует как художественная репрезентация вытесненных элементов социальной реальности мегаполиса. Пространство города становится вмещителем тех явлений, которые исключаются из официального дискурса, но продолжают существовать в искажённой и гипертрофированной форме.

Тёмная сторона аккумулирует маргинальные практики, социальные страхи и формы инаковости, не вписывающиеся в нормативную модель общества. В этом контексте город предстает не только как физическое пространство, но и как символическая структура, в которой реализуется механизм вытеснения, описываемый в психоаналитической и социальной теории. Лондон, разделённый на «светлую» и «тёмную» зоны, отражает раскол между социально приемлемым и отвергнутым.

Обитатели Тёмной стороны Лондона в значительной степени представлены маргинальными группами, вытесненными за пределы официального городского пространства. Это персонажи, лишённые доступа к социальным институтам, правовой защите и экономической стабильности. Их существование протекает в зонах, скрытых от взгляда «нормального» города.

Маргинальность в данном случае носит не только социальный, но и онтологический характер. Персонажи оказываются исключёнными не просто из общества, но и из общепринятой реальности, что усиливает эффект отчуждения. Тёмная сторона становится пространством, где «отбросы» общества обретают видимость и голос, пусть и в искажённой, фантастической форме.

Тёмная сторона Лондона выполняет функцию контейнера коллективных страхов, аккумулируя тревоги, связанные с утратой безопасности, разрушением социальных связей и неопределённостью будущего. В художественном мире цикла страхи не вытесняются полностью, а получают зримое, материальное воплощение в образах монстров, катастроф и пространственных аномалий.

Город в данном контексте выступает как проекция коллективного бессознательного, в котором скрытые опасения приобретают форму мифологических угроз. Подобная репрезентация позволяет интерпретировать Тёмную сторону как символическое пространство, где общество сталкивается с собственными страхами, не признаваемыми на уровне официального дискурса.

Фигура монстра в пространстве Тёмной стороны Лондона функционирует как метафора социальной инаковости. Монстры и чудовища в произведениях Грина не являются исключительно внешним злом; они воплощают формы отклонения от нормы, которые общество не готово принять или интегрировать.

Монструозность в данном контексте является результатом социальной стигматизации и вытеснения. Существо становится монстром не столько по своей природе, сколько по причине исключения из нормативного пространства. Подобный подход позволяет рассматривать образ монстра как отражение механизмов социальной категоризации и дискриминации.

Власть и контроль в мифологическом городе

В пространстве Тёмной стороны Лондона власть и контроль функционируют по принципам, радикально отличающимся от механизмов управления в «нормальном» городе. Официальные социальные и правовые институты здесь утрачивают эффективность, уступая место альтернативным формам организации, основанным на насилии, страхе и временных союзах.

Мифологический город в интерпретации Саймона Р. Грина представляет собой пространство, в котором власть не закреплена институционально и не обладает легитимностью в традиционном смысле. Она носит фрагментарный и нестабильный характер, постоянно перераспределяясь между различными акторами. Подобная модель подчёркивает кризис классических форм социального контроля и демонстрирует, каким образом мифологизированное пространство обнажает скрытые механизмы власти.

В Тёмной стороне Лондона формируются альтернативные структуры власти, не основанные на законе или демократических принципах. Эти структуры возникают стихийно и существуют до тех пор, пока способны поддерживать контроль над определёнными территориями или ресурсами.

Власть в данном пространстве носит персонализированный характер и часто сосредоточена в руках харизматических или сверхъестественных фигур. Лидерство определяется не формальными полномочиями, а способностью внушать страх, демонстрировать силу или обладать доступом к скрытому знанию. Подобная организация власти сближает Тёмную сторону с архаическими и мифологическими моделями общества, в которых доминирует принцип силы.

Альтернативные структуры власти не стремятся к стабильности и воспроизводству порядка в долгосрочной перспективе. Их основная функция заключается в кратковременном удержании контроля, что усиливает ощущение постоянной угрозы и нестабильности.

В пространстве Тёмной стороны Лондона закон утрачивает нормативную силу и превращается в фикцию. Формальные правила, если и существуют, не обладают обязательным характером и легко нарушаются в условиях постоянного кризиса. Право уступает место насилию как основному регулятору социальных отношений.

Насилие в мифологическом городе становится не исключением, а нормой существования. Оно выполняет функцию быстрого и эффективного инструмента контроля, заменяя собой юридические и моральные ограничения. Подобная нормализация насилия отражает деградацию социальных институтов и утрату доверия к абстрактным формам регулирования.

Отсутствие устойчивых правовых структур приводит к формированию пространства, находящегося вне традиционных моральных категорий. В Тёмной стороне Лондона размывается граница между добром и злом, а моральные суждения утрачивают универсальный характер.

Этические решения персонажей носят ситуативный и прагматический характер, определяемый логикой выживания, а не абстрактными принципами. Мораль становится индивидуальной стратегией, а не коллективной нормой. Подобная этическая дезориентация усиливает лиминальный характер пространства и подчёркивает его экзистенциальную жестокость.

Лондон Тёмной стороны как модель современного мира

Образ Тёмной стороны Лондона в цикле Саймона Р. Грина выходит за рамки жанровой условности городского фэнтези и приобретает характер универсальной модели современного мира. Мифологизированный город становится пространством, в котором художественно репрезентируются ключевые кризисные процессы поздней модерности: утрата устойчивой идентичности, размывание нормативных границ и кризис смыслообразующих структур.

Тёмная сторона функционирует как гиперболизированное отражение реальности мегаполиса, обнажающее те тенденции, которые в «нормальном» городе остаются скрытыми или вытесненными. Фантастическое измерение в данном случае выполняет аналитическую функцию, позволяя выявить фундаментальные противоречия современного социального и культурного опыта.

Одной из центральных тем цикла является кризис идентичности, обусловленный существованием в пространстве мегаполиса. Персонажи Тёмной стороны лишены устойчивых социальных и культурных ориентиров, что делает их идентичность фрагментарной и нестабильной.

В условиях постоянной угрозы и неопределённости идентичность перестаёт быть результатом осмысленного выбора или социальной принадлежности и превращается в набор

временных ролей. Персонажи вынуждены адаптироваться к меняющимся условиям, жертвуя целостностью личности ради выживания. Подобная ситуация отражает кризис субъекта в современной культуре, где традиционные формы самоидентификации утрачивают актуальность.

В пространстве Тёмной стороны происходит радикальное разрушение границы между нормой и аномалией. То, что в «обычном» мире воспринимается как отклонение, в мифологическом городе становится частью повседневности. Аномалия утрачивает статус исключения и превращается в структурный элемент реальности.

Подобное смещение нормативных границ приводит к переосмыслению самой категории нормы. В мире Тёмной стороны она больше не определяется общепринятыми социальными или моральными стандартами, а формируется в процессе адаптации к экстремальным условиям существования. Норма становится подвижной и ситуативной, что усиливает ощущение онтологической нестабильности.

Данная особенность позволяет интерпретировать Тёмную сторону как аллегорию общества, в котором кризис становится постоянным состоянием, а чрезвычайное положение — нормой.

В философском измерении Тёмная сторона Лондона может быть прочитана как аллегория поздней модерности — эпохи, характеризующейся утратой универсальных метанарративов, кризисом доверия к институтам и фрагментацией социального опыта. Мир Тёмной стороны лишён устойчивого центра и окончательных ответов, что отражает состояние культурной дезориентации современного общества.

Лиминальность, стагнация и демифологизация сакрального в данном пространстве соотносятся с ключевыми чертами позднемодерного сознания: ощущением перманентного кризиса, невозможностью окончательного выбора и утратой веры в прогресс. Мифологический город Грина не предлагает альтернативного утопического проекта, а фиксирует состояние хронической нестабильности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе проведённого исследования был осуществлён комплексный анализ цикла романов Саймона Р. Грина «Тёмная сторона Лондона» с точки зрения пространственной поэтики, мифопоэтики и социальной философии. Было установлено, что образ Лондона в данном цикле выполняет не вспомогательную, а системообразующую функцию, определяя структуру художественного мира, характер повествования и специфику персонажей.

Тёмная сторона Лондона репрезентируется как автономное художественное пространство, обладающее собственными законами, хронотопом и мифологической логикой. Город выступает не просто местом действия, а активным участником нарратива, влияющим на судьбы персонажей и формирование смыслов. Анализ показал, что пространственная организация цикла строится на принципах нестабильности, кризиса и постоянного перехода, что позволяет рассматривать Тёмную сторону как художественную модель лиминального мира.

Поставленная в исследовании гипотеза о лиминальной природе Лондона в цикле «Тёмная сторона Лондона» была подтверждена. Лондон предстает как пороговое пространство, находящееся между реальностью и мифом, нормой и аномалией, сакральным и профанным. Лиминальность проявляется на всех уровнях художественного текста: пространственном, временном, антропологическом и социальном.

Тёмная сторона функционирует не как временная зона перехода, а как устойчивое состояние мира, в котором кризис утрачивает переходный характер и становится нормой существования. Персонажи цикла оказываются «застрявшими» в лиминальном пространстве, что определяет их экзистенциальную неопределённость и фрагментарность идентичности. Таким образом, лиминальность в произведениях Грина приобретает онтологический статус.

Мифологическое пространство Тёмной стороны Лондона играет ключевую роль в поэтике цикла, выступая основным механизмом смыслообразования. Использование и последующая демифологизация традиционных мифологических образов позволяют автору создать новый городской миф, адаптированный к условиям современного мегаполиса.

Миф в произведениях Саймона Р. Грина утрачивает сакральную исключительность, но сохраняет функциональную значимость, превращаясь в инструмент ориентации и выживания в условиях хаоса. Мифологизация города позволяет художественно выразить социальные и

философские проблемы современности, включая кризис идентичности, разрушение нормативных структур и утрату веры в прогресс.

Перспективы дальнейших исследований связаны с расширением сравнительного и междисциплинарного анализа городского фэнтези как жанра. В частности, представляется продуктивным сопоставление модели Тёмной стороны Лондона с образами мифологизированных мегаполисов в произведениях других авторов, работающих в рамках городской фантастики.

Дополнительный интерес представляет изучение рецепции цикла Саймона Р. Грина в контексте культурной теории поздней модерности, а также анализ визуальных и медийных репрезентаций мифологизированного города в современной культуре. Результаты данного исследования могут быть использованы в курсах по современной литературе, культурологии и теории мифа, а также послужить основой для дальнейших научных разработок в области пространственной поэтики и жанровых исследований.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А. Карта Тёмной стороны Лондона



Приложение В. Таблица соответствий мифологических мотивов

Классический миф / образ	Трансформация в цикле	Функция в тексте
Артурианский миф	Коррумпированные рыцари, разрушенный трон	Критика власти, демифологизация
Ангелы и демоны	Силы, действующие по прагматическим правилам	Инструмент выживания, моральная неоднозначность
Фольклорные существа	Городские легенды, аномалии Тёмной стороны	Создание мифосистемы города

Приложение С. Краткая хронология ключевых событий

Том / рассказ	Событие	Место действия	Значение для мифологического пространства
Том 1	Появление Джона Тейлора в Тёмной стороне	Подземелья Лондона	Введение лиминальности
Том 2	Конфликт с альтернативной властью	Заброшенные кварталы	Демонстрация нестабильности власти
Сборник рассказов	Апокалиптические аномалии	Центр города	Подчеркивает цикличность и стагнацию времени

References

1. Green, S. R. *The Dark Side of the Road: John Taylor*. Volume 1. Moscow: Eksmo, 2010. [Published in Russian]
2. Green, S. R. *The Dark Side of the Road: John Taylor*. Volume 2. Moscow: Eksmo, 2011. [Published in Russian]

3. Green, S. R. *The Dark Side of the Road: Short Stories Collection*. Moscow: Eksmo, 2012. [Published in Russian]
4. van Gennep, A. *The Rites of Passage*. Moscow: Nauka, 1987. [Published in Russian]
5. Turner, V. *Rituals, Social Processes and Liminality*. Moscow: Akademicheskii Proekt, 2000. [Published in Russian]
6. Bakhtin, M. M. *Problems of Dostoevsky's Poetics*. Moscow: Khudozhestvennaya Literatura, 1970. [Published in Russian]
7. Barthes, R. *Myth Today*. Moscow: Progress, 1991. [Published in Russian]
8. Eliade, M. *Myth and Reality*. Moscow: Respublika, 1997. [Published in Russian]
9. Lotman, Y. M. *The Structure of the Artistic Text*. Moscow: Iskusstvo, 1970. [Published in Russian]

CONTEMPORARY AZERBAIJANI LITERATURE: CONCEPTS OF HOMELAND, WAR, AND VICTORY

Valili Rasim Alamdar

Adjunct (PhD student)

Military Scientific Research Institute, Azerbaijan

ORCID ID:0009-0000-5613-7362

Contemporary Azerbaijani literature reflects the nation's historical memory, cultural heritage, and deep attachment to the homeland. Since the early 1990s, the Nagorno-Karabakh conflict, territorial losses, and forced displacement have become central themes in literary works. In these narratives, the homeland is portrayed not only as a physical space but also as a symbol of national identity, moral resilience, and cultural continuity. Writers such as Anar, Elchin, Aqil Abbas, Chingiz Abdullayev, Afaq Masud, and Sabir Rustamkhanli explore the psychological, social, and ethical impacts of war, emphasizing both individual and collective experiences.

Poetic works by Ramiz Rovshan, Sabir Rustamkhanli, Nariman Hasanov, and Mammad Araz highlight the emotional dimensions of loss, longing, and loyalty to the homeland. Following the 2020 44-day Patriotic War, Azerbaijani literature entered a new stage, emphasizing pride, victory, and national revival. Victory is depicted not only as military success but also as the restoration of historical justice, reinforcement of national confidence, and celebration of heroism and martyrdom. Key cities, particularly Shusha, are represented as symbols of resilience and renewal. Many prose and poetry works also document the lives of veterans, martyrs' families, and post-war social realities, serving as both literary expression and historical record for future generations.

Contemporary Azerbaijani literature thus functions as both a reflection of history and a moral force, contributing to the development of patriotism, national consciousness, and cultural identity. By blending historical reality with emotional and ethical depth, it serves as a crucial medium for preserving memory and inspiring future generations.

Contemporary Azerbaijani literature constitutes a vital cultural and spiritual space, reflecting national memory, historical realities, and deep attachment to the homeland. Since the early 1990s, following the Nagorno-Karabakh conflict, the occupation of territories, and forced displacement, literary works have increasingly focused on themes of homeland, war, and national suffering (Şərifova, 2022; Mehraliyev, 2000). The concept of the homeland is presented not merely as a geographic entity but as a profound symbol of national identity, moral resilience, and the continuity of cultural heritage, carrying a responsibility to educate and inspire future generations (Mirzayeva, 2024).

The literature of this period often highlights the occupation of key regions, such as Shusha, Khankendi, Fuzuli, Jabrayil, and Lachin, portraying the intersection of individual and collective experiences. War is depicted not only as physical destruction but also as psychological trauma, moral anguish, and a trial of national dignity (Elm.info.az, 2025). Prominent authors such as Anar, Elchin, Aqil Abbas, Chingiz Abdullayev, Afaq Masud, and Sabir Rustamkhanli explore these multidimensional effects, emphasizing both personal struggles and the broader social implications of conflict (Edebiyyatqazeti.az, 2022).

Aqil Abbas's novel *Dolu*, for example, vividly presents the realities of the Karabakh war, including battle scenes, soldiers' psychological experiences, and acts of self-sacrifice for the homeland. The novel interweaves realism with an exploration of national spirit, pride, and resilience, allowing readers to engage simultaneously with grief and admiration (Mehraliyev, 2000). Similarly, Elchin's *Baş* examines the tension between historical memory and contemporary existence, highlighting the necessity of preserving collective memory and sustaining national consciousness in times of crisis (Şərifova, 2022). In poetry, figures such as Ramiz Rovshan, Sabir Rustamkhanli, Nariman Hasanov, and Mammad Araz articulate themes of lost lands, longing for return, and loyalty to the homeland, employing rich emotional and symbolic language to evoke both personal and collective sentiment (Mirzayeva, 2024).

Following the 2020 44-day Patriotic War, Azerbaijani literature entered a new stage, emphasizing pride, victory, and national revival. Victory in these narratives is portrayed not merely as military achievement but also as the restoration of historical justice, the strengthening of national self-confidence, and the affirmation of collective resilience (Baku Art, 2020). Contemporary works highlight heroism, martyrdom, and military valor, while positioning cities such as Shusha as symbolic loci of national rebirth, pride, and continuity (Elm.info.az, 2025). Prose and poetry frequently depict the experiences of veterans, martyrs' families, and the post-war social environment, functioning

simultaneously as artistic expression and historical documentation for posterity (Edebiyyatqazeti.az, 2022).

Moreover, contemporary Azerbaijani literature integrates moral and philosophical reflections on the meaning of patriotism, national identity, and ethical responsibility. Through narratives and poetic works, authors encourage readers to confront the human cost of conflict while fostering a sense of collective belonging and resilience. The literature functions as both a record of historical events and a moral guide, offering insights into the emotional and ethical dimensions of war and victory (Mirzayeva, 2024; Şərifova, 2022).

In conclusion, contemporary Azerbaijani literature constructs a complex conceptual framework where the homeland, war, and victory are central to the formation of national self-awareness. By combining historical accuracy, emotional depth, and ethical reflection, it plays a crucial role in cultivating patriotism, moral resilience, and cultural identity. This literature serves as a medium through which future generations can understand, internalize, and be inspired by the sacrifices and victories of their predecessors, thereby sustaining a living memory of the nation's struggles and triumphs.

References

1. Mirzayeva, G. (2024). The concept of "Karabakh" and "Victory" in the language of modern Azerbaijan poetry. *Linguistic Researches*. Retrieved from <https://dergipark.anas.az/index.php/lingres/article/view/11110>
2. Şərifova, S. (2022). *Müstəqillik dövrü Azərbaycan ədəbiyyatında Qarabağ mövzunu əks etdirən əsərlərin janr xüsusiyyəti, problematikası, obrazları və bədii dili* [Monograph]. Azerbaijan National Academy of Sciences.
3. Mehraliyev, E. (2000). *Müharibə və ədəbiyyat: Qarabağ uğrunda mübarizə və 90-cı illərin Azərbaycan ədəbiyyatı*. Azerbaijan National Academy of Sciences.
4. Elm.info.az. (2025). *Müasir Azərbaycan bədii ədəbiyyatının struktur tərkibi və Qarabağ mövzusu*. Retrieved from <https://elm.info.az/elm/humanitar/6753-masr-azrbaycan-bd-dbyyatinin-struktur-trkb.html>
5. Edebiyyatqazeti.az. (2022). *Həbbəbəyli, İ. Müharibə və ədəbiyyat. Zəfər diskursu*. Retrieved from <https://edebyyatqazeti.az/news/edebi-tenqid/8575-muharibe-ve->
6. Baku Art. (2020). *Qarabağ müharibəsinin ədəbi-bədii təəcəssümü*. Retrieved from <https://az.baku-art.com/az/qarabag-muharibesinin-ed-bi-b-dii-t-c-ss-m>

Political sciences

NON-STATE ACTORS AS KEY PARTICIPANTS IN 21ST-CENTURY HYBRID CONFLICTS: FROM PRIVATE MILITARY COMPANIES TO CYBER GROUPS

Alishanova Aynur Arif

Public service and personnel policy

The Academy of Public Administration Under

The President of The Republic of Azerbaijan

ORCID:0009-005-3586-8584

Abstract

The main purpose of this research is to critically assess the increasingly central role of non-state actors in 21st-century hybrid conflicts, with particular focus on armed groups, private military companies (PMCs), and hacktivist networks. Contemporary conflicts no longer conform to traditional inter-state models of warfare, but instead combine conventional force with cyber operations and information warfare, thereby eroding established legal distinctions between state and non-state conduct. As a consequence, non-state actors have emerged as strategic tools through which states may project power while seeking to evade direct legal responsibility, exposing significant weaknesses within existing international legal frameworks. The research argues that the fusion of kinetic and digital methods of warfare fundamentally challenges the adequacy of current international law. While armed groups and PMCs routinely engage in combat operations, training, and security provision, their legal status remains uncertain and unevenly regulated across jurisdictions. Simultaneously, hacktivist networks and cyber groups conduct cyberattacks and disinformation campaigns capable of destabilizing democratic institutions and civilian infrastructure without crossing clear thresholds of armed conflict. Moreover, this deliberate ambiguity undermines the effective application of international humanitarian law and complicates attribution and enforcement mechanisms. Against this background, the research is guided by the following research question: Which tools, mechanisms, and legal frameworks (legal bases) can international organizations develop to regulate the involvement of non-state actors in hybrid conflicts? The study maintains that international organizations are obliged to implement robust regulatory frameworks, encompassing binding oversight of private military companies, precise attribution protocols for cyber activities, and harmonized sanction regimes. Such initiatives are vital for closing legal loopholes, safeguarding the rule of law, and preserving the relevance of international law in governing modern warfare.

Key words: *Hybrid Conflicts, Non-state Actors, Private military companies, Attribution standards, Cyber operations, Armed Groups, Hacktivist networks, Oversight mechanisms, Cybersecurity, Humanitarian law, Enforcement mechanisms.*

Introduction. *The 21st century has witnessed a profound transformation in the conduct of armed conflict, in which non-state actors including armed groups, private military companies (Hereinafter referred PMCs), and hacktivist networks have assumed a central and increasingly influential role. In depth, Hacktivism emerged from early hacking cultures of the 1960s and 1970s, when individuals viewed themselves as technological "explorers" pushing the limits of computer systems. In the 1980s and 1990s, the term "hacktivism" was coined and digital activism expanded with groups such as the Chaos Computer Club and the Electronic Disturbance Theater, which used hacking and virtual protests to advocate for free information and political causes. In the 2000s, the rise of Anonymous and WikiLeaks brought hacktivism into the global spotlight, transforming it into a prominent form of digital activism targeting state and corporate power (RocketMe Up Cybersecurity, 2024).*

Armed groups, ranging from loosely organised militias to transnational networks, play an increasingly central role in contemporary conflicts, also by the degree of organization required for them to be bound by international humanitarian and human rights law, and to bear responsibility for potential international crimes (Rodenhäuser, 2018). PMCs, meanwhile, operate in a legal grey zone, providing combat, security, and logistical services across conflict zones.

Countries such as the United States, Russia, and China have increasingly relied on PMCs to support their military and foreign operations, including training allied forces, securing critical infrastructure, and gathering intelligence. For instance, the U.S. has employed companies such as Blackwater and DynCorp,

while Russia utilises the Wagner Group in Syria and parts of Africa (Hamdan, 2024). The critical challenge is where traditional laws such as the Geneva Conventions designed for state-controlled forces offer limited applicability, resulting in uncertainty regarding accountability, exemplified by incidents like the Blackwater massacre in Iraq (Hamdan, 2024), while the dual role of these companies as both military providers and commercial actors further complicates monitoring, contributing in some cases to human rights violations and resource exploitation in fragile states, and highlighting the urgent need for robust regulatory mechanisms to ensure compliance with humanitarian principles in outsourced conflicts. On the other hand, hacktivist networks are increasingly targeting critical infrastructure, such as industrial control systems (ICS) and operational technology, moving beyond traditional website defacements and DDoS attacks. "According to the research from Cyble, 31% of hacktivist attacks included industrial control system (ICS), access-based attacks, and data breaches". See Chart below.

These attacks are often coordinated and aligned with geopolitical objectives, exploiting vulnerabilities in identity management and third-party access. "Research from Alger (2025) shows, the groups have aligned messaging, coordinated timing, and shared targeting priorities, suggesting deliberate collaboration supporting Russian strategic cyber objectives."; "These internal systems often represent a softer target for hacktivists as they may be able to target vendors and 3rd parties who have privileged credentials and access to the target network via a VPN."

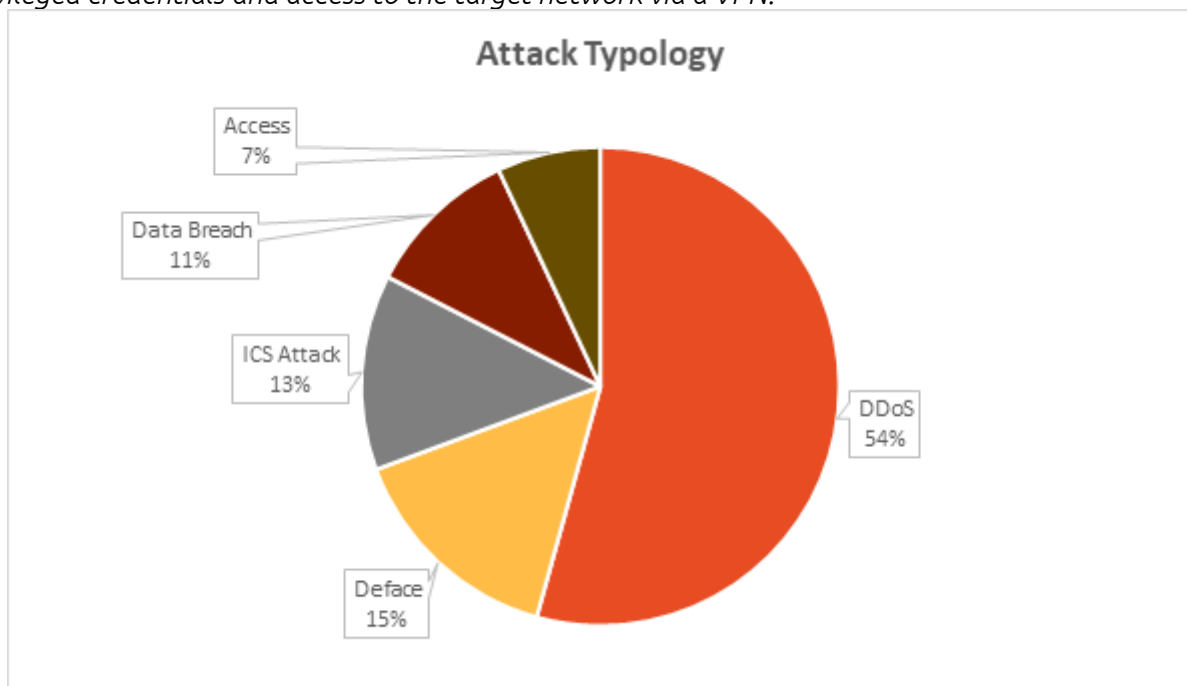


Figure 1. Cyble, Hacktivist Attacks. <https://cyble.com/blog/hacktivist-attacks-on-critical-infrastructure/>

Modern conflicts increasingly exhibit a fusion of traditional and digital forms of warfare, where conventional military operations are complemented by information attacks, the deliberate dissemination of disinformation, and sophisticated cyber operations. To make this argument strong, let's exemplify the 2017 WannaCry incident, it widely attributed to North Korean actors, disrupted over 200,000 computers across more than 150 countries, affecting critical services and major industrial actors such as FedEx, Honda, and Nissan, while severely impacting the United Kingdom's National Health Service, which was forced to divert ambulances to alternative hospitals (Cloudflare, n.d.). This incident illustrates how cyber operations often conducted by non-state or state-affiliated actors can generate large-scale civilian and economic harm comparable to conventional military attacks, while remaining below the traditional legal thresholds of armed conflict and exposing significant gaps in international legal accountability.

Moreover, the increasing integration of digital tools into armed group operations further complicates legal regulation. Armed groups now routinely employ cyber capabilities, online recruitment strategies, and disinformation campaigns to influence civilian populations and undermine state authority (Ruben Stewart, 2025). These activities blur the distinction between combatant and civilian participation in hostilities, challenging the principle of distinction under IHL as codified in Common Article 3 of the Geneva Conventions (1949) and Additional Protocol II (1977) and raising concerns about the protection of civilians in hybrid conflict settings.

Main Part. *One of the most persistent legal challenges posed by hybrid conflicts involving non-state actors is the problem of attribution. As established in Article 2, International law traditionally relies on clear links between conduct and state authority in order to establish responsibility (Mundi, 2025). However, the involvement of armed groups, PMCs, and hacktivist networks often deliberately obscures these links. States may provide varying degrees of support financial, logistical, operational, or ideological without exercising direct command or control, thereby complicating the application of established attribution tests. Moreover, the jurisprudence of the International Court of Justice (ICJ), particularly in *Nicaragua v United States* (1986), established the “effective control” test for attributing the conduct of non-state actors to states. While this standard has been reaffirmed in later cases, such as *Bosnia and Herzegovina v Serbia and Montenegro* (2007), it has been criticised as excessively restrictive in the context of modern proxy warfare. Hybrid conflicts often involve indirect coordination, intelligence sharing, and strategic alignment rather than direct command, which allows states to influence outcomes while remaining formally detached from the actions of non-state actors.*

A further legal difficulty arises in determining when hybrid activities trigger the existence of an armed conflict. International humanitarian law applies only once a threshold of armed conflict is crossed, either international or non-international (Maurer, n.d.). Consequently, cyber operations, disinformation campaigns, and economic disruption conducted by non-state actors often fall below this threshold, even when their cumulative effects are severe. The International Court of Justice affirmed that International Humanitarian Law (IHL) applies to “all forms of warfare and to all kinds of weapons, those of the past, those of the present and those of the future.” (Cleveland Experts Meetings, 2024). Nevertheless, international law lacks clear criteria for assessing when cyber operations or information attacks amount to an “armed attack” under Article 51 of the UN Charter or constitute hostilities under IHL. The absence of physical violence, direct casualties, or territorial intrusion allows actors to exploit legal grey zones, conducting operations that significantly harm civilian populations without triggering legal consequences associated with armed conflict. Thus, the WannaCry attack exemplifies this problem. Despite its widespread impact on UK’s National Healthcare service (NHS), and industrial facilities, it did not result in the formal recognition of an armed conflict. As a result, the protections and obligations of IHL were not clearly engaged, leaving victims reliant on domestic criminal law and ad hoc international responses. In the internet age, this may go without saying, WannaCry attacks continue to occur and “many organizations still assume that their networks cannot be penetrated from the outside (like a castle with a moat). WannaCry showed that unless a network is air-gapped —meaning it is completely separate from all outside connections — external threats can likely still get in.” Cloudflare. (n.d.). This illustrates how hybrid methods enable non-state and state-affiliated actors to operate below legal thresholds while achieving strategic objectives comparable to those of conventional military operations.

In light of the limitations of international humanitarian law, international human rights law (IHRL) has increasingly been invoked as a complementary framework for regulating the conduct of non-state actors in hybrid conflicts. Unlike IHL, IHRL applies at all times and is not contingent upon the existence of armed conflict. However, its application to non-state actors remains controversial. Traditionally, human rights obligations bind states rather than private actors. Nevertheless, scholarly debate and international practice increasingly recognise that certain non-state actors particularly armed groups exercising de facto control over territory and population may bear human rights obligations (Clapham, 2006). As previously discussed, Rodenhäuser’s spectrum-based approach provides a useful analytical framework, distinguishing between groups with quasi-governmental authority, groups exercising territorial control, and groups with no territorial control. Furthermore, the degree of power and organisation exercised by the group determines the scope and content of its potential obligations.

In hybrid conflicts, this approach is particularly relevant. Armed groups controlling territory may be responsible for ensuring basic human rights, while PMCs operating in support of state functions may engage state responsibility through delegation or acquiescence (ICRC, 2020). Hacktivist networks, while less likely to exercise territorial control, may still infringe human rights such as privacy, and access to essential services through cyber operations. However, the lack of enforcement mechanisms, tools and clear legal standards continues to limit the effectiveness of human rights law in regulating non-state conduct.

International organisations play a crucial role in responding to the regulatory challenges posed by non-state actors in hybrid conflicts. Although they lack direct enforcement powers, such actors function as norm entrepreneurs that facilitate coordination, nonetheless, where acts commonly labelled as “hybrid warfare” neither reach the threshold of an armed conflict nor take place within one, they remain

regulated solely by peacetime legal frameworks and fall outside the scope of international humanitarian law (ppakter, 2025).

The United Nations through the General Assembly has taken incremental steps to address cyber-related threats through initiatives such as the Group of Governmental Experts (GGE) and the Open-Ended Working Group (OEWG) (United Nations, 2021). These forums have helped develop norms for responsible state behaviour, such as respect for sovereignty, non-intervention, and due diligence in cyberspace. However, because their outcomes are non-binding and depend on consensus, their impact is limited, especially in periods of geopolitical tension.

At the regional level, the European Union has adopted more concrete measures, including the EU Cyber Diplomacy Toolbox and cyber sanctions regimes targeting individuals and entities responsible for malicious cyber activities. This is part of the EU's approach to cyber diplomacy within the Common Foreign and Security Policy, and it contributes to conflict prevention, the mitigation of cybersecurity threats, and greater stability in international relations. It influences the behaviour of potential aggressors (The EU Cyber Diplomacy Toolbox, n. Furthermore, these mechanisms represent an important shift toward accountability but remain reactive and dependent on attribution determinations that are often politically sensitive. Similar challenges affect NATO's approach, which recognises cyberspace as an operational domain but remains cautious in applying collective defence principles to cyber incidents.

Sanction's regimes represent one of the few tools available to international organisations. However, sanctions are often criticised for being slow, selective, and vulnerable to politicisation. for addressing misconduct by non-state actors. Targeted sanctions against individuals, companies, and networks involved in hybrid operations can impose economic and reputational costs (Sabatini & Isard, 2025).

To sum up, in order to mitigate these challenges, international organisations must adopt a multi-pronged approach. This includes binding oversight and licensing for PMCs, precise attribution standards and transparency protocols for cyber and digital operations, harmonised sanctions regimes, and the integration of human rights obligations into the operational conduct of armed groups. Cooperation with private sector actors, civil society, and technical experts is also essential to enhance monitoring, rapid response, and accountability in the evolving hybrid conflict environment. Thereby, sanctions alone cannot address the underlying structural issues that enable non-state actors to thrive in hybrid conflicts. Without clear legal standards, reliable attribution mechanisms, and coordinated enforcement, hereby, sanctions risk becoming symbolic rather than transformative. As proven from the early discussion, criminal accountability through international courts remains limited, as jurisdictional thresholds and evidentiary challenges restrict the prosecution of non-state actors involved in hybrid activities. Ultimately, hybrid conflicts demonstrate that the traditional distinction between state and non-state conduct is increasingly blurred. Strengthening international law, clarifying responsibilities, and developing enforceable tools and mechanisms are critical to protecting civilians, safeguarding critical infrastructure, and ensuring that international norms remain relevant in a 21st-century conflict landscape. Without such measures, non-state actors will continue to exploit legal grey zones, undermine accountability, and challenge the fundamental principles of international humanitarian and human rights law.

References

1. Rodenhäuser, Tilman, *Organizing Rebellion: Non-State Armed Groups under International Humanitarian Law, Human Rights Law, and International Criminal Law* (Oxford, 2018; online edn, Oxford Academic, 24 May 2018), <https://doi.org/10.1093/oso/9780198821946.001.0001>, accessed 19 Dec. 2025
2. Hamdan, M. (2024, October 21). *The Shadow Army: Private Military Companies and Their Impact on Modern Defense Policy*. Modern Diplomacy. <https://moderndiplomacy.eu/2024/10/21/the-shadow-army-private-military-companies-and-their-impact-on-modern-defense-policy/>
3. Shread, P. (2025, July 11). *Hacktivists Attacks on Critical Infrastructure Surge in 2025*. Cyble. <https://cyble.com/blog/hacktivists-attacks-on-critical-infrastructure/>
4. Alger, J. (2025, July 17). *Hacktivism Increasingly Targeting Critical Infrastructure*. Securitymagazine.com; Security Magazine. <https://www.securitymagazine.com/articles/101769-hacktivism-increasingly-targeting-critical-infrastructure>
5. Cloudflare. (n.d.). *What was the WannaCry ransomware attack?* Cloudflare. <https://www.cloudflare.com/learning/security/ransomware/wannacry-ransomware/>

6. Ruben Stewart. (2025, May 22). *The shifting battlefield: technology, tactics, and the risk of blurring lines in warfare* - Humanitarian Law & Policy Blog. Humanitarian Law & Policy Blog. <https://blogs.icrc.org/law-and-policy/2025/05/22/the-shifting-battlefield-technology-tactics-and-the-risk-of-blurring-lines-of-warfare/>
7. International Committee of the Red Cross (ICRC). (1977). Geneva Conventions of 12 August 1949: Common Article 3. <https://ihl-databases.icrc.org/ihl/385ec082b509e76c41256739003e636d>
8. International Committee of the Red Cross (ICRC). (1977). Protocols additional to the Geneva Conventions of 12 August 1949. <https://ihl-databases.icrc.org/ihl/385ec082b509e76c41256739003e636d>
9. Mundi, J. (2025). ILC (International Law Commission) Draft Articles on Responsibility of States for Internationally Wrongful Acts. Jusmundi.com. <https://jusmundi.com/en/document/rule/en-ilc-draft-articles-on-responsibility-of-states-for-internationally-wrongful-acts-ilc-draft-articles-on-responsibility-of-states-for-internationally-wrongful-acts>
10. Singh, N., Judge Lachs Judge, Judge, R., Judge, E., Judge, A., Judge, S.-C., Ni, & Judge Oda Judge. (1986). CASE CONCERNING MILITARY AND PARAMILITARY ACTIVITIES IN AND AGAINST NICARAGUA. <https://www.ilsa.org/Jessup/Jessup08/basicmats/icjnicaragua.pdf>
11. Summary of the Judgment of 26 February 2007 | INTERNATIONAL COURT OF JUSTICE. (n.d.). [Www.icj-cij.org. https://www.icj-cij.org/node/103898](https://www.icj-cij.org/node/103898)
12. Maurer, P. (n.d.). ICRC. INTERNATIONAL HUMANITARIAN LAW ANSWERS TO YOUR QUESTIONS. <https://www.icrc.org/sites/default/files/external/doc/en/assets/files/other/icrc-002-0703.pdf>
13. Cleveland Experts Meetings. (2024). White paper on the need to strengthen international humanitarian law to address the challenges of 21st century warfare. Case Western Reserve University School of Law. <https://case.edu/law/sites/default/files/2025-01/White%20Paper%20on%20The%20Need%20to%20Strengthen%20International%20Humanitarian%20Law%20to%20Address%20the%20Challenges%20of%2021st%20Century%20Warfare.pdf>
14. Cloudflare. (n.d.). What was the WannaCry ransomware attack? Cloudflare. <https://www.cloudflare.com/learning/security/ransomware/wannacry-ransomware/>
15. Clapham, A. (2006). Human rights obligations of non-state actors in conflict situations [Review of Human rights obligations of non-state actors in conflict situations]. *International Review of the Red Cross*, 88(863). https://www.icrc.org/sites/default/files/external/doc/en/assets/files/other/irrc_863_clapham.pdf
16. ICRC. (2020, May 19). Armed Groups and International Law - The legal regime protecting persons living in territory under the control of non-State armed groups. *Armed Groups and International Law*. <https://www.armedgroups-internationallaw.org/2020/05/19/the-legal-regime-protecting-persons-living-in-territory-under-the-control-of-non-state-armed-groups/>
17. RocketMe Up Cybersecurity. (2024, October 29). Hacktivism — The Rise of Political Cyber Attacks and Their Impact on Global Security. Medium. <https://medium.com/@RocketMeUpCybersecurity/hacktivism-the-rise-of-political-cyber-attacks-and-their-impact-on-global-security-059985e8e06e>
18. ppakter. (2025, January 16). "Hybrid threats", "grey zones", "competition", and "proxies": When is it actually war? Humanitarian Law & Policy Blog. <https://blogs.icrc.org/law-and-policy/2025/01/16/hybrid-threats-grey-zones-competition-and-proxies-when-is-it-actually-war/>
19. United Nations. (2021). Open-ended working group on information and communication technologies (2021) | United Nations. Meetings.unoda.org. <https://meetings.unoda.org/open-ended-working-group-on-information-and-communication-technologies-2021>
20. The EU Cyber Diplomacy Toolbox. (n.d.). www.cyber-Diplomacy-Toolbox.com.
21. Sabatini, C., & Isard, L. (2025). Understanding and improving sanctions today Why and how many sanctions fail, and what to do about it. <https://www.chathamhouse.org/sites/default/files/2025-07/2025-07-14-understanding-improving-sanctions-sabatini-and-isard.pdf>

Technical sciences

CREATING DIGITAL TWINS OF RESPONSIBLE MANUFACTURING PROCESSES TO MINIMIZE ENVIRONMENTAL IMPACT

Sazhin Victor

*Doctor of Technical Sciences, Distinguished Professor, Director of the Fund,
Russian investment and innovation Fund "Scientific Perspective",
Moscow, Russian Federation*

СОЗДАНИЕ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ ОТВЕТСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ДЛЯ МИНИМИЗАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УЩЕРБА

Сажин Виктор Борисович

*доктор технических наук, профессор, академик, директор Фонда,
Российский инвестиционно-инновационный Фонд «Научная Перспектива»,
г. Москва, Российская Федерация*

Abstract

The Russian systems integration market is expanding in response to business and government demands for digitalization and the transition to domestic IT solutions. Key players are consolidating, adapting to sanctions, and rebuilding their business models to meet customer needs, creating full-fledged ecosystems based on Russian software and hardware solutions. This article examines the specifics of creating digital twins (DTs) in the chemical industry using a mineral fertilizer plant as an example. Digitalization requires technological and technical modernization before proceeding. Production lines are ranked by technological importance (or problematic nature), and DTs are created in stages, moving from complex process units to simpler ones. Drying is a problematic unit in the industry (due to thermal and dust emissions). A new approach to modernizing drying is proposed. A digital model of a disk vortex dryer is also proposed.

Аннотация

Российский рынок системной интеграции расширяется в ответ на запросы бизнеса и государства на цифровизацию и переход к отечественным ИТ-решениям. Ключевые игроки укрупняются, адаптируются под санкционные условия и перестраивают бизнес-модели под запросы заказчика, создавая полноценные экосистемы на базе российских программных и аппаратных решений. Рассмотрены особенности создания цифровых двойников (ЦД) в химической промышленности на примере завода минеральных удобрений. Перед цифровизацией нужна технологическая и техническая модернизация. Производственные линии ранжируются по технологической важности (или проблемности), ЦД создаются поэтапно от сложных технологических узлов к простым. Проблемным узлом в промышленности является сушка (из-за тепловых и пылевых выбросов). Предложен новый подход к модернизации сушки. Предложена цифровая модель дисковой вихревой сушилки.

Keywords: digitalization, systems integration, digital twin, drying, efficiency, exergy, ecology.

Ключевые слова: цифровизация, системная интеграция, цифровой двойник, сушка, эффективность, эксергия, экология.

Мир стоит на пороге четвёртой промышленной революции (рисунок 1), что по концепции К. Шваба (немецкого экономиста, основателя Всемирного экономического форума в Давосе (ВЭФ) и его председателя в 1971-2025 годах), предполагает внедрение киберфизических систем (КФС) в производство [1]. Директор по встроенным и гибридным системам Национального научного фонда США Хелен Джилл ввела термин «киберфизические системы» (2006 год) для обозначения комплексов, состоящих из природных объектов, искусственных подсистем и контроллеров. Именно с такими системами связана важнейшая проблема модернизации производства и экономики.

Современное определение: КФС - это гибридные системы, тесно интегрирующие вычислительные (кибернетика) и физические процессы, способные воспринимать среду,

принимать решения и воздействовать на нее через сети. Ключевая особенность - замкнутый цикл: датчики собирают данные, компьютер обрабатывает, а исполнительные механизмы управляют физическими объектами, обеспечивая адаптацию и оптимизацию. Киберфизическая система (включающая в себя спроектированные, взаимодействующие сети физических и вычислительных компонентов) определяется Европейскими стандартами NIST (NIST SP 800-160, том 1, раздел «Киберфизические системы»). Взаимодействующие цифровые, аналоговые, физические и человеческие компоненты, спроектированные для функционирования посредством интегрированной физики и логики). В России с января 2025 года действует ГОСТ Р 71576-2024 «Системы киберфизические», стандартизирующий терминологию и архитектуру. Примеры КФС, связывающей вычислительные ресурсы с физическими объектами (датчики, контроллеры, исполнительные механизмы): умные города, беспилотный транспорт, умные электросети, автоматизированные производства, медицинское оборудование, умный дом, в промышленности – цифровой двойник.

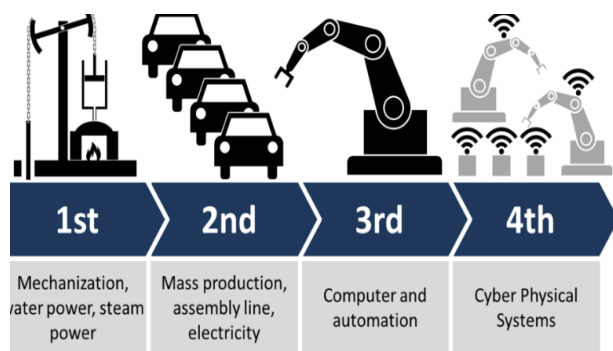


Рис. 1. Схема первых четырёх последовательных промышленных революций [1]:

1. Механизация, гидроэнергия, паровая машина
2. Электричество, конвейер, поточное производство
3. Компьютер и автоматизация
4. Киберфизическая система

В России происходит структурная перестройка промышленности в ходе её обновления: на смену старым предприятиям появляются новые в высокотехнологичных отраслях (микроэлектроника, космос, авиапром). Сокращается число предприятий в промышленности (с 401,3 тыс. в 2017 г. до 325,1 тыс. в 2020 г.). В первом полугодии 2025 года наблюдается заметный отток компаний (за полгода закрылось 141 тыс., открылось 95 тыс.). Промышленность России демонстрирует рост в обрабатывающих секторах (рост 7,5% в 2023 г.), при увеличении доли высокотехнологичных производств и некотором снижении общего числа предприятий сектора.

Принятый государством курс на развитие цифровой среды определил преимущественное внимания к ряду направлений: Искусственный интеллект и машинное обучение; Интернет вещей (IoT); Большие данные и аналитика;; Облачные технологии; Мобильные технологии и конвергенция устройств; Цифровая трансформация бизнеса; Кибербезопасность и защита данных.

К ожидаемым положительным последствиям цифровизации можно отнести: Улучшение эффективности и производительности работы; Снижение рутины и упрощение административных процедур; Улучшение доступности информации и упрощение ее обработки; Повышение безопасности информации; Оперативное получение и анализ данных; Улучшение качества образования и здравоохранения; Увеличение открытости и прозрачности государственных процессов; Улучшение качества жизни граждан.

Вместе с тем, надо учитывать и возможные риски: Утечка конфиденциальной информации; Высокая зависимость от технологий; Риск возникновения технических проблем и сбоев; Недостаточная защита от взлома и кибератак; Отсутствие этического контроля и защиты личных данных; Риск замедления или прекращения работы в случае отсутствия резервных копий или недостаточных ресурсов; Отсутствие профессиональной подготовленности и квалификации сотрудников в области цифровых технологий.

Есть три основных пути цифровой трансформации: 1. Проводить самостоятельно (силами специалистов и аффилированных программистов) с помощью специальных платформ, использующих технологию «низкого кода», когда методом «перетягивания» блоков можно скомпоновать собственное программное обеспечение, выполняющее необходимые функции. Подобный путь - наиболее дешёвый и не требует специальных знаний в области информационных технологий (ИТ). 2. Привлечь специализированную фирму, оказывающую подобные услуги (ИТ-подрядчика) с договорными расценками и расходами, определяемыми

объёмом работ заказчика. 3. Заключить договор с компанией – системным интегратором, представляющей комплексные услуги «под ключ» в обмен на серьёзное финансирование.

По мнению эксперта. О. Почепского [2], системный интегратор закрывает весь цикл развития ИТ-инфраструктуры заказчика: Анализ потребностей клиента и аудит текущей инфраструктуры; Выбор и адаптация программного и аппаратного обеспечения; Разработка архитектуры ИТ-решения; Интеграция программных продуктов и систем хранения данных; Внедрение, настройка и обучение пользователей; Обслуживание, поддержка и развитие ИТ-решений. Интеграторы также могут участвовать в цифровой трансформации бизнеса, подключать системы аналитики, машинного обучения, автоматизацию производства и логистики.

Многие путают понятия «ИТ-подрядчик» и «системный интегратор». Разница между ними принципиальная. Выбор между подрядчиком и интегратором зависит от зрелости задач: если нужна конкретная настройка — подойдет ИТ-подрядчик, если требуется продуманное и масштабируемое решение — лучше привлечь системного интегратора.

Таблица.

Различия в функционале ИТ-подрядчика и системного интегратора (по данным [2])

Критерий	ИТ-подрядчик	Системный интегратор
Уровень ответственности	Ответственность только за конкретный этап или задачу	Полная ответственность за результат и бизнес-эффект решения
Подход к работе	Узкофункциональный: выполнение задания по ТЗ	Комплексный: от анализа до сопровождения
Инициатива	Работает по заранее заданным инструкциям	Предлагает лучшие практики и решения под задачи клиента
Гибкость	Ограничен рамками исполнения	Адаптирует решения, масштабирует и совершенствует

Российский рынок системной интеграции показывает устойчивую динамику расширения в ответ на запросы бизнеса и государства на цифровизацию и переход к отечественным ИТ-решениям. Ключевые игроки активно адаптируются под санкционные условия и перестраивают свои стратегии развития. Основной фокус смещается в сторону создания полноценных экосистем на базе российских программных и аппаратных решений.

Наиболее заметные рыночные тенденции: Рост спроса на комплексные интеграционные проекты с высоким уровнем кастомизации; Переход от отдельных услуг к модели «интегратор как сервис» (Integrator-as-a-Service); Развитие узкопрофильных решений для отраслей — от машиностроения до госсектора; Участие интеграторов в формировании отраслевых ИТ-стандартов и платформ.

Вектор цифровой трансформации определяет логику развития системной интеграции. Бизнес всё чаще переходит от традиционных моделей к платформенной архитектуре: интеграторы берут на себя не только внедрение решений, но и обеспечивают связанность бизнес-процессов, автоматизацию, аналитику и безопасность на всех уровнях. На практике это означает: Проактивную оценку цифровой зрелости клиента и выбор оптимальной архитектуры решений; Интеграцию CRM, ERP, MES, DLP и других систем с учётом отраслевой специфики; Переход к модульным платформам с возможностью масштабирования под новые задачи.

Особую роль здесь играет накопленная экспертиза: интеграторы не только внедряют решения, но и участвуют в формировании цифровой повестки предприятий. В условиях отказа от части зарубежного ПО вырастает ценность архитекторов интеграции с глубоким знанием отечественного ИТ-ландшафта. В целом рынок интеграции неизбежно сместился в сторону российских разработок. Отечественные продукты уже занимают ключевые позиции в ИТ-инфраструктуре компаний — от операционных систем и баз данных до систем виртуализации, сетевого ПО и платформ аналитики. Системные интеграторы стали «проводниками» между клиентом и российскими ИТ-вендорами, помогая адаптировать решения под задачи конкретных организаций. Важной частью этого процесса является валидация совместимости продуктов и их стабильной работы в средах заказчиков.

Системный интегратор — это компания или специалист, который помогает бизнесу выбрать и внедрить ИТ-решения, объединяющие программы, оборудование и процессы в единую работающую систему. Среди его задач: анализ потребностей компании, проектирование ИТ-инфраструктуры, выбор ПО и оборудования, их интеграция, настройка, обучение персонала и техническая поддержка. В числе услуг интегратора: внедрение ИТ-решений, автоматизация,

информационная безопасность, хранение данных, мультимедийная интеграция, консалтинг и сопровождение всей ИТ-инфраструктуры. По итогам 2024 года определилась группа лидеров: КРОК, ЛАНИТ, СберТех и Корус Консалтинг. Эти компании реализуют крупные проекты, включая ERP, автоматизацию и кибербезопасность: анализ текущих процессов, подбор ИТ-решений, внедрение и интеграция систем, автоматизированный учет, логистика, документооборот и поддержка на всех этапах; проектирование безопасной ИТ-среды, включая защиту от атак, внедрение DLP, SIEM, SOC-сервисов, систему резервного копирования и обеспечение соответствия законодательным требованиям.

По мнению аналитиков ООО «КТ Групп» [3], определяющими факторами развития отрасли системной интеграции в 2025 году являются: курс на технологический суверенитет, активное внедрение ИИ и необходимость обеспечения киберустойчивости бизнеса.

В 2024 году ИТ-рынок вырос на 25%, в основном за счет программ импортозамещения. Крупные интеграторы активно развивают компетенции в работе с отечественным ПО и оборудованием, помогая клиентам создавать устойчивые технологические стеки. Искусственный интеллект трансформирует подходы к интеграции. «Бизнес автоматизирует процессы в первую очередь с помощью чат-ботов, систем искусственного интеллекта и BPM-платформ», — отмечается в исследовании TAdviser о практиках гиперавтоматизации. Организации, способные предложить заказчикам эффективные. ИИ-решения, существенно укрепляют свои позиции на рынке.

К основным трендам. 2025 года можно отнести гиперавтоматизацию, киберустойчивости, экосистемные решения и услуги по подписке.

- **Гиперавтоматизация.** Компании автоматизируют процессы, объединяя роботов для рутинных задач (RPA), искусственный интеллект для анализа и системы управления процессами (BPM). Например, кредитная заявка в банке автоматически проверяется, анализируется ИИ и передается дальше без участия сотрудника. Это ускоряет работу и сокращает ошибки.

- **Киберустойчивость.** Системы быстро восстанавливаются после атак, а не только предотвращают их. При заражении сети программа изолирует поврежденный участок и переключает критичные службы на резервные мощности. Бизнес продолжает работать, пока специалисты устраняют проблему.

- **Экосистемные решения.** Клиенты получают связанные между собой сервисы вместо разрозненных программ. К примеру, при продаже квартиры в девелоперской компании данные автоматически передаются в управляющую компанию и бухгалтерию, что исключает ручной ввод и потерю информации.

- **Услуги по подписке (XaaS).** Компания платит регулярный фиксированный платеж за полный комплекс услуг: облачную инфраструктуру, поддержку и обновления. Например, ритейлер арендует систему управления запасами, экономя на покупке серверов и содержании ИТ-специалистов.

Особое внимание в отрасли уделяется киберустойчивости. По данным экспертов, лишь каждая третья компания успевает восстановить работу в установленные сроки после кибератаки. Однако эффективная защита не может быть задачей только одного отдела информационной безопасности. Продакт-менеджеры и владельцы продуктов лучше всего знают уязвимые места своих решений, потому они должны изначально закладывать вопросы защиты в процессы проектирования и развития, а не перепоручать их целиком ИБ-специалистам. Для повышения киберустойчивости следует использовать решения, которые не только предотвращают угрозы, но и помогают быстро восстановиться после инцидентов - например, ИИ-мониторинг, позволяющий выявлять аномалии в работе систем и реагировать до, а не После сбоя.

Аналитики портала IT-World [4] отмечают складывающийся тренд - переход системных интеграторов к роли технологического партнёра: им приходится менять свою бизнес-модель, так как они гарантируют стабильную работу всей ИТ-инфраструктуры клиента (даже в условиях отсутствия зарубежной поддержки).

Поставщики ИТ-решений уже не просто внедряют системы — они помогают бизнесу понять, какие технологии действительно работают. В условиях переориентации на отечественные решения компании ждут от партнера не продажи продуктов, а участия в стратегии: как выстроить ИТ-архитектуру, избежать лишних расходов и выбрать решения с долгим сроком жизни. Крупные интеграторы создают собственные R&D-подразделения, которые

дорабатывают решения под конкретные задачи заказчиков и формируют индивидуальные ИТ-стеки. Такой подход позволяет бизнесу получать не универсальный софт, а точные инструменты, которые соответствуют его процессам и повышают операционную эффективность. Интеграторы создают технологические экосистемы — объединяя дочерние компании и смежные сервисы в единое предложение. Всё чаще клиент получает не набор разрозненных услуг, а согласованное решение с единой поддержкой. Таким образом, системный интегратор становится полноправным ИТ-партнёром, который не только решает технические задачи, но и разделяет с клиентом риски, обеспечивая бесперебойность и развитие его бизнеса. Компании усиливают внутренние ИТ-компетенции и работают стабильно даже в условиях изменений. По мнению экспертов [3], происходит укрупнение системных интеграторов при сужении рынка предложений. Однако очевидно, что системные интеграторы укрепляются, трансформируют свои бизнес-модели под запросы рынка и могут предложить всё более комфортные условия заказчикам.

Компании выбирают крупных системных интеграторов, когда нужно гарантировать успех сложного ИТ-проекта и снизить риски. Такие партнеры ведут проект от начала до конца, отвечая за результат на каждом этапе. Они помогают не только внедрять технологии, но и перестраивать бизнес-процессы, что ускоряет работу команды и помогает снизить затраты. Крупный интегратор реализует проект полностью — изучает процессы заказчика, предлагает подходящую ИТ-архитектуру и внедряет решение, что снимает необходимость координировать нескольких подрядчиков, так как вся ответственность лежит на одном партнере. Интегратор предоставляет доступ к экспертизе, которую невыгодно содержать заказчику, а также постоянно отслеживает рынок и может предложить заказчику наиболее эффективные (иногда неочевидные) решения для его задач. Услуги системного интегратора дороги, но в долгосрочной перспективе они часто оказываются выгоднее. За счет объемов и ресурсов такие интеграторы могут предлагать более конкурентные цены на оборудование и ПО, а их решения минимизируют будущие расходы на исправление ошибок и простои. Интегратор работает по формализованным методологиям, которые включают этапы обследования, проектирования, тестового внедрения (Proof of Concept) и управления изменениями. Этот системный подход значительно снижает вероятность сбоев и гарантирует, что проект будет реализован в срок и в рамках бюджета. Крупная компания-интегратор дорожит своей репутацией и финансово устойчива. Она способна предоставить долгосрочную сервисную поддержку с соблюдением Соглашения об уровне сервиса (SLA), что критически важно для непрерывной работы бизнеса.

По мнению эксперта М. Кириенко [5], системным интеграторам приходится существенно менять свой бизнес под требования рынка. Сегодня российские компании вынуждены перестраивать ИТ-инфраструктуру под требования технологического суверенитета. Им приходится исследовать большое количество новых для себя отечественных цифровых продуктов и выбирать те, которые лучше всего смогут встроиться в существующий ИТ-контур вместо зарубежных решений, оставшихся без обновлений и вендорской поддержки. Интегратор из ИТ-подрядчика и исполнителя становится стратегическим партнером заказчика. Клиенты ожидают от системного интегратора не просто продажи лицензий или реализации проекта внедрения. Им нужен полноценный консалтинг, от выбора продуктов для решения конкретных бизнес-задач до поддержки и сопровождения ИТ-инфраструктуры с множеством разнородных ИТ-решений.

При выборе системы для импортозамещения заказчики нередко сталкиваются с тем, что функционально ее можно заменить только несколькими продуктами от разных российских разработчиков. Эффективность такого проекта будет во многом зависеть от того, сможет ли интегратор превратить ИТ-инфраструктуру из «лоскутного одеяла» в единый складно работающий механизм. Поэтому все чаще интеграторов привлекают еще на этапе аудита ИТ-инфраструктуры и формирования стратегии импортозамещения или цифровой трансформации. Многие из них запускают новые консалтинговые услуги, в том числе связанные с развитием внутренних ИТ-компетенций заказчика. Это может быть, например, организация расширенного корпоративного обучения для сотрудников компании-клиента или внутреннего центра компетенций по продуктам. В последнем случае укомплектовывается квалифицированная команда на стороне клиента, способная полноценно отрабатывать заявки пользователей, корректировать ИТ-решения под их потребности и планировать их развитие. Отдельно развивается направление поддержки. В связи с уходом из страны западных вендоров системные интеграторы начали брать на себя не только первую-вторую, но и третью линию

технической поддержки, где решаются более узкоспециализированные задачи, связанные с масштабными инцидентами, исправлением ошибок или доработкой продуктов. Раньше этим, как правило, занимались сами поставщики. Для того чтобы сопровождать, кастомизировать, масштабировать и дорабатывать цифровые продукты, лишенные вендорской поддержки, нужны серьезные компетенции. Некоторые интеграторы сами начинают заниматься доработкой или полноценной разработкой цифровых продуктов.

По прогнозам М. Кириенко [5], в структуре доходов системных интеграторов все меньшую роль станет играть сама интеграция и все большую — услуги поддержки решений, доработки продуктов и развития компетенций на стороне заказчиков. Так к 2050 году в объеме выручки интеграторов поддержка и другие дополнительные услуги займут около 40%, а услуги внедрения — только 25%. Еще 35% будут приходиться на другие источники доходов, в том числе на разработку собственных продуктов. Причем компании начнут развивать экосистемный подход — и чаще благодаря взаимовыгодному партнерству с вендорами, а не M&A, где интеграторы видят все больше рисков.

Концепция цифрового двойника (ЦД) [6-7] является частью четвертой промышленной революции и призвана помочь предприятиям быстрее обнаруживать физические проблемы, точнее предсказывать их результаты и производить более качественные продукты. ЦД — это динамическая виртуальная копия физического объекта, процесса или системы, которая в реальном времени получает данные с датчиков реального аналога, моделирует его поведение и позволяет прогнозировать результаты, выявлять проблемы и оптимизировать работу, от отдельных машин до целых городов и даже людей. Технология помогает принимать взвешенные решения, улучшать дизайн, производство, обслуживание и повышать эффективность в различных отраслях, включая промышленность, логистику, медицину и сельское хозяйство. Выполняется непрерывный цикл процедур: Сбор данных (датчики на физическом объекте (например, турбина, автомобиль, здание) непрерывно отправляют данные о его состоянии и работе в цифровую модель); Моделирование (ЦД использует эти данные для точного воспроизведения поведения реального объекта в виртуальной среде); Анализ и прогнозирование (система анализирует данные, сравнивает показания виртуальных и реальных датчиков, выявляет аномалии и предсказывает будущие состояния, поломки или эффективность); Принятие решений (на основе этих прогнозов можно оптимизировать процессы, спланировать обслуживание или внести изменения в дизайн, не затрагивая реальный объект). Применение технологии ЦД весьма широко: оптимизация производственных процессов, прогнозирование отказов оборудования в промышленности, оптимизация маршрутов и управление пассажиропотоками в логистике, создание точных копий человека для прогнозирования реакций на лечение в медицине, тестирование запусков и отработка нештатных ситуаций в космонавтике, в муниципальной среде - моделирование ЦД городов для управления инфраструктурой и ресурсами (геопространственные двойники).

Подчеркнем, что кроме очевидных преимуществ (повышения эффективности и снижения затрат, улучшения качества продукции и услуг, снижения рисков за счет моделирования и прогнозирования, ускорение инноваций за счёт возможности тестирования новых решений в виртуальной среде) ЦД несёт и риски. Для создания ЦД требуется серьёзное финансирование, значительный объем работы и данных (это не просто 3D-модель, а динамическая, функциональная копия, которая "живет" вместе с реальным объектом), а окупаемость может занимать годы.

В химической промышленности ЦД - это виртуальная копия физического объекта, процесса или всего завода, которая в реальном времени отражает его состояние, позволяя моделировать, анализировать и оптимизировать сложные химические процессы, прогнозировать качество продукции, состояние оборудования и аварии, а также обучать персонал, что снижает риски, повышает эффективность и сокращает затраты. Он объединяет данные интернета вещей IoT (датчики, сенсоры и т.д.), ИИ и машинного обучения для симуляции (например, тепломассообмена), и позволяет тестировать режимы работы без остановки реального производства. Функционал ЦД в химической промышленности включает: Оптимизацию процессов (нахождение оптимальных параметров для максимизации качества и минимизации затрат); Управление качеством (непрерывный контроль и автоматическая коррекция параметров для достижения заданных характеристик продукта - например, влажности, состава); Прогнозирование и предиктивное обслуживание (предсказание отказов оборудования и вероятности аварий, планирование ТОиР -технического обслуживания и

ремонта); Моделирование и симуляцию (имитация различных сценариев и режимов работы, включая опасные, для обучения персонала и отработки действий без риска); Разработку новых продуктов (моделирование и тестирование новых технологий и рецептур); Управление запасами (оптимизация логистики и запасов запчастей).

Функционал ЦД предполагает сокращение времени простоя и операционных рисков, повышение качества продукции и производительности, снижение затрат и ускорение внедрения инноваций, но должен быть обеспечен ключевыми компонентами и технологиями: Сбор данных (датчики (IoT) собирают данные с физических объектов); Физические и аналитические модели (моделирование тепломассообмена, гидродинамики, механических свойств, основанное на физико-химических законах и данных); Искусственный интеллект и машинное обучение (для анализа данных, выявления закономерностей и поддержки принятия решений); Интеграция систем (связь с CAD/CAE/PDM/PLM и SCADA системами для сквозного моделирования).

Аналитики «Иннер Инжиниринг» предлагают различать функционалы ЦД и традиционных систем автоматизации (АСУ ТП) [8]. Последние управляют технологическими процессами в реальном времени, но не создают виртуальную модель производства. Цифровой двойник идет дальше — он создает динамическую компьютерную модель всего предприятия или процесса, которая не только отражает текущее состояние, но и позволяет прогнозировать будущее поведение системы, тестировать различные сценарии без риска для реального производства и оптимизировать процессы с использованием машинного обучения. Основное отличие заключается в наличии предиктивной аналитики. Если АСУ ТП реагирует на текущую ситуацию, то цифровой двойник предсказывает проблемы заранее и предлагает оптимальные решения до их возникновения.

Создание цифрового двойника возможно и для предприятий с устаревшим оборудованием, однако потребуются дополнительная модернизация измерительных систем. Старое оборудование необходимо оснастить современными датчиками для сбора данных о температуре, давлении, расходе и других параметров. Ключевой момент — это не замена оборудования, а дополнение его «умными» сенсорами и системами сбора данных. Многие российские проекты успешно реализованы именно на заводах с оборудованием советского производства. Важно провести предварительный аудит для определения необходимого объема модернизации и оценки экономической целесообразности проекта. Не менее важно для эффективной эксплуатации цифрового двойника сформировать междисциплинарную команду. Так, например, для завода минеральных удобрений [8] в неё входят: инженеры-технологи с глубоким знанием производства минеральных удобрений, которые понимают химические процессы и могут интерпретировать рекомендации системы; специалисты по данным (Data Scientists) для настройки моделей машинного обучения и анализа больших объемов информации; инженеры по автоматизации для интеграции цифрового двойника с существующими системами управления; ИТ-специалисты для поддержки инфраструктуры и обеспечения информационной безопасности. Многие предприятия таких специалистов не имеют и начинают с обучения существующего персонала и привлечения внешних консультантов только на этапе внедрения.

На этапе принятия решения о создании ЦД встаёт вопрос, насколько можно доверять.

точности прогнозов цифрового двойника. Это зависит от качества исходных данных, корректности построенных моделей и регулярности их обновления. При правильной настройке современные системы достигают высокой точности прогнозирования отказов оборудования и оптимизации процессов, что подтверждается практическими кейсами в химической промышленности. Однако цифровой двойник не является абсолютно автономной системой. Его рекомендации всегда должны проверяться и утверждаться квалифицированным персоналом. Система служит инструментом поддержки принятия решений, а не заменой опыта и экспертизы специалистов. Модели требуют постоянной калибровки и корректировки на основе реальных результатов производства. Критически важный аспект при работе с цифровыми двойниками - безопасность данных. Рекомендуется использовать гибридную архитектуру, где критические процессы управления производством работают на локальных серверах внутри периметра предприятия, а задачи анализа и долгосрочного хранения данных могут выполняться в защищенном облаке. Для обеспечения безопасности применяются следующие меры: шифрование данных при передаче и хранении, многофакторная аутентификация пользователей, сегментация сети и изоляция критических систем, регулярный аудит безопасности и

мониторинг угроз, использование отечественных облачных платформ с сертификацией по требованиям российского законодательства. Важно также разработать четкие политики доступа к данным и резервного копирования.

Хорошую эффективность показала поэтапная стратегия внедрения ЦД. Создание цифрового двойника отдельного критического процесса или единицы оборудования позволяет проверить концепцию, оценить реальную эффективность и обучить персонал с минимальными рисками и затратами. Так, на примере завода минеральных удобрений [8],

типичные стартовые точки для пилотного проекта: реактор синтеза аммиака (как наиболее энергоемкий процесс), компрессорная станция (для предиктивного обслуживания), линии грануляции и сушки (для контроля качества продукции). После успешного пилота систему можно масштабировать на другие участки производства, постепенно создавая комплексный цифровой двойник всего завода.

При выборе партнера для создания ЦД, важно оценивать не только технологические возможности, но и опыт работы именно в химической промышленности, понимание специфики производства и наличие реализованных проектов с измеримыми результатами. Важный аспект внедрения ЦД – обеспечение соблюдения экологических норм. Система непрерывно мониторит выбросы загрязняющих веществ, позволяя оперативно реагировать на отклонения от установленных нормативов. Основные экологические преимущества на примере завода минеральных удобрений [8]: оптимизация процессов горения снижает выбросы оксидов азота и углерода; точный контроль технологических параметров минимизирует образование побочных продуктов и отходов; предиктивное обслуживание предотвращает аварийные ситуации с выбросами; оптимизация расхода сырья сокращает общую экологическую нагрузку производства. Кроме того, цифровой двойник позволяет моделировать внедрение новых «зеленых» технологий, таких как улавливание углерода, и оценивать их эффективность до реализации на практике.

Ответственным за снижение выбросов промышленных предприятий является процесс сушки (именно на него приходится до 20% всех энергозатрат в промышленности, причём, с отходящим сушильным агентом выбрасывается не только тепло, но и часть высушиваемого продукта в виде мелкодисперсной трудно улавливаемой пыли). Вложения в модернизацию процесса и создание цифрового двойника кроме повышения эффективности заводского отделения сушки и сопутствующих плюсов (снижение материалоёмкости при замене морально устаревшего оборудования на новое, эффективное, а также экономии потребной площади производственных помещений в силу компактности эффективного сушильного оборудования) существенно снизит загрязнение окружающей среды. Предложение. «сэкономить» на модернизации конкурентоспособным назвать трудно, так как новое, эффективное решение всегда выгоднее, чем улучшение малоэффективного старого.

Проведённый нами в рамках международной научной школы академика Б.С. Сажина эксергетический анализ теплоиспользующего оборудования в химической и смежных отраслях промышленности показал, что ситуация в целом неблагоприятна. Даже поставляемые импортные автоматизированные линии «под ключ» имеют существенный потенциал по снижению тепловых выбросов. При устаревших конструкциях основных аппаратов (зачастую заимствованных из отечественных российских разработок), но с очень высоким уровнем технологий обработки поверхностей и внимания к деталям, импортные линии имеют недостижимо низкий для отечественной элементной базы уровень тепловых выбросов.

В условиях жёстких санкций в отношении России был взят курс на технологическую безопасность (что в полной мере следует отнести и на удачные инженерно-конструкторские разработки и технологические решения, чтобы прервать порочную практику широкой мировой торговли интеллектуальной собственностью России только потому, что российские патенты и авторские свидетельства за рубежом не действуют и даже в России имеют малый срок действия, а на оформление (и пролонгацию) иностранных патентов у авторов и государства просто не хватает средств).

Нами с Б.С. Сажиним сформулирован новый подход [9-26] создания эффективных сушильных установок (включая основное и вспомогательное оборудование) как для существующих дисперсных и диспергируемых материалов (их порядка 200 тысяч), так и для новых, подлежащих сушке дисперсных материалов. Отметим, что среди подлежащих сушке материалов свыше 80% – дисперсные. Основные аппараты выбираются из тех, что выпускались отечественной промышленностью крупными сериями и заведомо доступны на

складах системы Госрезерва, машиностроительных заводов и др. Наш подход гарантирует, что для любого материала как объекта сушки будет рекомендовано наиболее эффективное (с точки зрения эксергетического КПД) техническое решение [27-52].

В качестве объекта для создания цифрового двойника рассмотрим, например, сушку в дисковых вихревых сушилках, которые применяются в химической, фармацевтической, пищевой, строительной и перерабатывающей отраслях для сушки дисперсных и диспергируемых материалов (неорганических/органических веществ, красителей, пигментов, термочувствительных материалов, паст, вязких жидкостей, порошков, кормов и отходов), обеспечивая высокую эффективность и низкое энергопотребление.

Нами на основе исследования гидродинамики и сушки дисперсных материалов в вихревых сушилках описано движение газовой фазы в вихревых аппаратах с учетом зависимости тангенциальной и радиальной составляющих скорости газа от угловой координаты. Такой подход для данных аппаратов является новым. Получены формулы для расчета полей радиальной и тангенциальной скоростей газового потока в плоском вихревом аппарате при равномерном и неравномерном стоках газа. Нами предложено для существенного снижения сопротивления камеры предусматривать в конструкции пережим на выходе газа для равномерного стока газа и усреднения профиля скоростей по угловой координате.

Рассмотрено движение газовой и твердой фаз в плоском вихревом аппарате с позиций механики взаимодействующих, взаимопроникающих сплошных сред (континуумов). Из уравнений движения гетерогенной гидродинамики в стационарном варианте для газа и частиц материала для стоковского режима обтекания получены соответствующие расчетные уравнения, положенные в основу инженерного расчета плоских вихревых аппаратов. При определении времени пребывания частиц материала в вихревых сушилках проводилось моделирование с использованием теории случайных марковских процессов. Воздействие на частицы случайных сил, обусловленных стохастической природой движения и взаимодействия фаз, учитывалось случайной функцией, которая считалась δ -коррелированной во времени. Плотность вероятности определялась из кинетического уравнения Колмогорова-Фоккера-Планка. Кроме аналитического получено численное решение для начального распределения, заданного в виде дельта-функции вблизи боковой стенки. получены дифференциальные кривые распределения частиц по временам пребывания в вихревом аппарате при различных параметрах процесса, во многом определяющие качество готового продукта.

Для расчета кинетики сушки в вихревых камерах можно исходить из уравнений теплового и материального баланса [9; 12; 14-15]:

$$C_m G(\theta_2 - \theta_1) = C_r L(t_1 - t_2) - r(\bar{U}_1 - \bar{U}_2)G = \alpha(\bar{t} - \bar{\theta})F \quad (1)$$

Безразмерное влагосодержание материала может быть представлено в общем виде:

$$\frac{U - U_p}{U_H - U_p} = f\left(\text{Re}; \text{Ar}; \text{Pr}; \text{Fo}; \text{Ko}; \frac{c_r \cdot L}{c_m G}; \frac{t_1 - \theta_1}{\theta_1}; \frac{\alpha_r}{\alpha_m}; \frac{d}{D}; \frac{Eh}{D}\right) \quad (2)$$

За время $d\tau$ к частице материала, находящейся в аппарате, подводится количество тепла

$$dQ = \alpha \cdot f(\bar{t} - \theta)d\tau \quad (3)$$

Подведенное тепло расходуется на нагрев материала и испарение влаги из него, т.е.:

$$dQ = V \cdot \rho_m \cdot r \left[1 + \mu/r + c/r \frac{\partial \theta}{\partial U} \right] \frac{\partial U}{\partial \tau} d\tau \quad (4)$$

Приравнявая (3) и (4) и решая относительно $\frac{\partial U}{\partial \tau}$, получим выражение для скорости сушки материала.

$$\frac{\partial U}{\partial \tau} = - \frac{1}{r(1 + \frac{\mu}{r} + \frac{c}{r} \frac{\partial \theta}{\partial U})} \cdot \frac{\alpha f}{V \cdot \rho_m} (\bar{t} - \theta) \quad (5)$$

Таким образом скорость сушки равна произведению величин, характеризующих свойства влажного материала на интенсивность подвода тепла к единице массы материала. Учитывая

отсутствие периода постоянной скорости для интенсивных режимов, можно для температуры материала записать соотношение:

$$\theta = \theta_n + \int_{u_n}^u \frac{r}{c} R\theta(U) dU \quad (6)$$

где $R\theta = \frac{c}{r} \frac{\partial \theta}{\partial U}$ - критерий Ребиндера, являющийся однозначной функцией влагосодержания u в первом приближении не зависящий от температуры теплоносителя, относительной влажности газа и скорости обдува материала. Используя это свойство можно производить пересчет скорости сушки, полученной экспериментально в периодическом процессе на непрерывный.

Из уравнения (5) можно получить выражение для скорости сушки в непрерывном процессе.

$$\frac{dU}{d\tau} = -K \frac{\alpha f}{V \rho_m} \left[\bar{t} - \theta_n - \int_{u_n}^u \frac{r}{c_m + \bar{u} c_{ж}} R\theta(u) dU \right] \quad (7)$$

Используя кусочно-линейную аппроксимацию зависимости $R\theta = f(U)$ для каждого участка можно принять $R\theta = Au + B$. Тогда продолжительность сушки материала на любом участке от влагосодержания u_i до u_{i+1} :

$$\tau_1 = \frac{r V \rho_m}{f \alpha} \left[- \int_{u_i}^{u_{i+1}} \frac{du}{E - \frac{A r}{2 c} u^2 - \frac{B r}{c} u} + \frac{c}{r} \ln \frac{\bar{t} - \theta_i}{E - \frac{A r}{2 c} u_{i+1}^2 - B \frac{r}{c} u_{i+1}} \right] \quad (8)$$

где

$$E = \frac{A r}{2 c} u_i^2 + B \frac{r}{c} u_i + (\bar{t} - \theta_i) \quad (9)$$

В частном случае, когда $R\theta = B = \text{const}$

$$\tau_i = \frac{V \rho_m}{f \alpha} \cdot c \left(\frac{B-1}{D} \right) \ln \frac{\bar{t} - \theta_i}{(\bar{t} - \theta_i) + B \frac{r}{c} (u_i - u_{i+1})} \quad (10)$$

Общая продолжительность сушки материала равна сумме продолжительности сушки по отдельным этапам.

$$\tau = \sum_{i=1}^{i=n} \tau_i \quad (11)$$

Средняя влажность высушенного материала определяется из соотношения

$$\bar{u} = \int_0^\infty E(\tau) u_\tau d\tau \quad (12)$$

где $E(\tau)$ - дифференциальная функция распределения времени пребывания материала в аппарате.

В соответствии с разработанным методом для определения продолжительности сушки материала в непрерывном процессе необходимо знать зависимость критерия Ребиндера от влагосодержания периодического процесса, близкого по своему температурному режиму к непрерывному, и величину коэффициента теплообмена между газом и дисперсным материалом.

Проведенное экспериментальное исследование в широком диапазоне геометрических и режимных параметров сушилок (включая лабораторные, полупромышленные и промышленные аппараты) на большом количестве разных дисперсных материалов, подтвердили корректность теоретических исследований и позволили получить все необходимые данные для выбора типоразмера и расчета вихревых сушилок.

Нами также проведены исследования гидродинамики и сушки в двухкамерных вихревых сушилках. Изучено движение газовой и твердой фаз в аппарате. Теоретически установлено и экспериментально подтверждено, что линии тока газа в камерах имеют вид логарифмических спиралей. Экспериментальные исследования показали, что зависимость удерживающей способности от параметров процесса в двухкамерных сушилках аналогична соответствующей зависимости для однокамерной вихревой сушилки (рисунок 2).

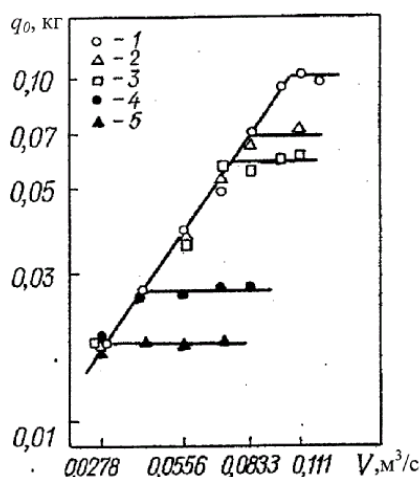


Рис. 2. Зависимость удерживающей способности двухкамерного вихревого аппарата от расхода газа для различных дисперсных материалов: 1 – гранулы полиэтилена; 2 – зерна проса; 3 – лактоза; 4 – крахмал; 5 – малахит.

Особенностью двухкамерных вихревых сушилок является установленная экспериментально автомодельность их гидравлического сопротивления к свойствам обрабатываемых материалов. Комплексное исследование двухкамерных вихревых сушилок показало, что они не имеют принципиальных преимуществ перед

однокамерными. При всех несомненных достоинствах вихревых сушилок их основным недостатком является полный вынос материала из аппарата. Поэтому нами с Б.С. Сажиным было уделено большое внимание исследованию безуносных сушилок [9-12; 14-17; 29-35; 37-39]. Аппараты с встречными закрученными потоками (ВЗП) в своей области рационального применения (иной, чем у вихревых сушилок) позволили нам создать новый тип многофункциональных аппаратов (создание которых до нас считалось невозможным), позволяющих не только совмещать сушку с одновременным высокоэффективным пылеулавливанием (одномоментно в том же аппарате), но и совмещать процессы грануляции, дробления, классификации, пылеулавливания и сушки. Опираясь на наши подходы, можно минимизировать промышленные выбросы по теплу и пыли [53-73].

Список литературы

1. The Fourth Industrial Revolution By Klaus Schwab . – URL: <https://sace.itcampeche.edu.mx/fulldisplay/6P8059/default.aspx/TheFourthIndustrialRevolutionByKlausSchwab.pdf> (December 15, 2025)
2. Oleg Pochepsky. TOP system integrators in Russia and their impact on the IT market // Cleverence website (IT solutions vendor for business, Moscow). – URL: <https://www.cleverence.ru/articles/it-i-razrabotka-top-sistemnye-integratory-rossii-i-ih-vliyanie-na-rynok-it/#:~:text=Крупные%20системные%20интеграторы%20также%20могут,обучения%2C%20автоматизацию%20производства%20и%20логистики.> (December 15, 2025)
3. The Russian systems integration market in 2025: how major Russian IT integrators are transforming businesses, automating processes, and creating digital ecosystems // KT Team website (KT Group LLC; COMPLICERTE TECH LLC» Komplizierte Technologien, Gmb). – URL: <https://www.kt-team.ru/blog/russian-system-integration-market-2025-digital-ecosystems#:~:text=Системный%20интегратор%20становится%20полноправным%20ИТ,стабильно%20даже%20в%20условиях%20изменений.> (December 15, 2025).
4. New roles for integrators: from contractor to technology partner // IT-World. – URL: <https://www.it-world.ru/it-news/9no0uag0d3wgc4w00ws0o0wgckg84sw.html> (December 15, 2025)
5. Maxim Kirienko. How will system integration develop in Russia // Website "IT-WORLD" (Media outlet "it-world.ru". Founder: IT Media LLC). – URL: <https://www.it-world.ru/it-news/9no0uag0d3wgc4w00ws0o0wgckg84sw.html> (December 15, 2025)

6. Abramov, V. I. *Digital twins: characteristics, typology, development practices* / V. I. Abramov, V. V. Gordeev, A. D. Stolyarov // *Issues of innovative economics*. – 2024. – T. 14, No 3. – С. 691-716. – DOI 10.18334/vinec.14.3.
7. Digital twin // Wikipedia. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Цифровой_двойник. (December 15, 2025)
8. Digital twin of a mineral fertilizer plant: technologies, implementation practices, and economic impact // Inner Engineering Company Website. - URL: <https://inner.su/articles/tsifrovoy-dvoynik-zavoda-mineralnykh-udobreniy-tekhnologii-praktika-vnedreniya-i-ekonomicheskii-effekt/#:~:text=Управление%20качеством%20производства,корректировки%20в%20режиме%20реального%20времени> (December 15, 2025).
9. Sazhin, VB *Scientific foundations of heat and moisture treatment of dispersed and rolled materials* / B.S. Sazhin, VB Sazhin. - M.: Chemistry, 2012, 776 p.
10. Sazhin, VB *Drying in swirling flows: theory, calculation, technical solutions* / VB Sazhin, MB Sazhina. M.: RosZITLP, 2001. 324 p.
11. Sazhin, VB *Selection and calculation of suspended bed devices* / VB Sazhin, MB Sazhina. M.: RosZITLP, 2001, 336 p.
12. Sazhin B.S., Sazhin VB *Scientific foundations of drying technology* / B.S. Sazhin VB Sazhin.- M.: Nauka, 1997. - 448 p.
13. Sazhin B.S., Bulekov A.P., Sazhin V.B. *Exergy analysis of industrial installations*. - Moscow. 2000. - 297 p.
14. Sazhin V.B. *Scientific foundations of the strategy for selecting effective drying equipment* / V.B. Sazhin, B.S. Sazhin. M.: Chemistry, 2013. - 544 p., ill.
15. B.S. Sazhin and V. B. Sazhin *Scientific Principles of Drying Technology* / New York-Connecticut-Wallingford (U.K.): Begell House Inc.-2007.-506 PP.
16. Sazhin V.B. // *Theoretical foundations of chemical technology*: 2008, 42, No. 6, pp. 638-653; 2001, 35.
17. V.B. Sazhin, B.S. Sazhin. *Actual contemporary problems of effective drying of dispersed materials in swirled flows* // *Sciences of Europe*, # 34, 2018, PP. 50-63.
18. Sazhin V.B. *Theoretical, technological and operational innovation when drying dispersed materials in a fluid bed* [Article] // *Annali d'Italia*, # 25: in 2 vv. – Vol. 1. Florence, Italy, 2021, p. 77 (ISSN 3572-2436). – P. 56-76.
19. Sazhin Victor. *Basics of strategy for selection of effective drying units for disperse materials* // *Proceedings of the XXXVII International Multidisciplinary Conference «Prospects and Key Tendencies of Science in Contemporary World»*. Bubok Publishing S.L., Madrid, Spain. 2023. 152 p. (ISBN 978-94-036-1025-2). – P. 108-117.
20. Sazhin V.B. [et al.] *Mathematical model of the process of drying bulk products in a fluidized bed* // *Industrial heat engineering*. - Academy of Sciences of the BSSR, 1985, No 6, Vol. 7, P 40-46.
21. Sazhin V.B. [et al.] *Optimization of equipment design of drying processes in the suspended bed technique* // *Advances in Chemistry and Chemical Technology*. Vol. XXI. 2007. No.1(69). P. 49-65
22. Sazhin Victor. *Basics of strategy for selection of effective drying units for disperse materials* // *Prospects and Key Tendencies of Science in Contemporary World XXXVII*. Bubok Publishing S.L., Madrid, Spain. 2023. 152 p. (ISBN 978-94-036-1025-2). – P. 108-117.
23. Sazhin V.B. *Engineering and technical support in the formation of an environmentally friendly technosphere* // *The priorities of the world science: experiments and scientific debate XXX: Proceedings of the International scientific conference November 25-26, 2024, Morrisville, North Carolina, USA. Section «Economics»*. – Morrisville (NC, USA): Lulu Press, 2024, p. 92 (ISBN: 978-1-326-76672-6). – P. 28-37.
24. Sazhin V.B. *Selecting an efficient dryer within the framework of the strategy for forming a nature-like technosphere* // *Proceedings of the XLIX International Multidisciplinary Conference «Innovations and Tendencies of State-of-Art Science»*. Mijnbestseller Nederland, Rotterdam, Nederland. 2024, 162 p. (ISBN: 978-94-036-1025-2). – Pp. 109-119.
25. Sazhin VB. *Carry-free dryers with counter swirling flows with a rotating annular layer of dispersed material* / VB Sazhin, BS Sazhin // *Central Scientific Bulletin*. - No. 23 (64), 2018. - P. 42-43.
26. Sazhin V.B. [et al.] *Analysis of the main approaches to the classification of materials as drying objects* // *News of universities: Chemistry and chemical technology*, Vol. 48, No. 5, 2005. P. 99-104.

27. Sazhin, VB Analysis of thermal conductivity of wet dispersed materials for calculating dryers with active hydrodynamics /VB Sazhin, BS Sazhin // Magazine "Central Scientific Bulletin". - T. 4. - No. 24 (89), 2019. - Pp. 4-6.
28. Sazhin VB, Sazhin BS Creation of efficient energy-resource-saving drying units /Topical issues of chemical technology and environmental protection. Cheboksary: Publishing house of the Chuvash. University, 2020. - 312 p. (ISBN 978-5-7677-3064-3). - Pp. 65-66.
29. Sazhin V.B. Theoretical, technological and operational innovation when drying dispersed materials in a fluid bed [Article] // Annali d'Italia, # 25: in 2 vv. – Vol. 1. Florence, Italy, 2021, p. 77 (ISSN 3572-2436). – P. 56-76.
30. Sazhin V.B. Analysis of energy efficiency of dryers with a fluidized bed of dispersed particles // Österreichisches Multiscience Journal # 45, 2021. – Vol. 1. – Innsbruck, Austria, 2021, p. 63. – P. 39-49.
31. V.B. Sazhin. Implementation of the principles of efficiency of energy-intensive technological processes//Technics and technology. Science, research, development #36, London – Warszawa: Diamond trading tour, 2020. – 76 s. - Str. 51-59.
32. Sazhin V. New phenomena and approaches in theory and practice of drying of dispersed materials in a vortex layer// Innovations and Tendencies of State-of-Art Science. Rotterdam: Mijnbestseller Nederland, 2021., p. 118. - 66-74 p.
33. V.B. Sazhin. Efficiency and reliability of drying plants In swirled flow mode// International Scientific Journal "Internauka". - №20 (120), 2022. – in 3vv. – Vol. 1 (ISSN 2520-2057). Kiev (Ukraine): Internauka, 2022. – P. 78-86.
34. V.B. Sazhin. Features of hydrodynamics and heat and mass transfer in vortex regimes //Technics and technology. Science, research, development #48. - Paris (France)- Warszawa (Poland): Diamond trading tour, 2021. – 77 str. - Str. 19-29.
35. V.B. Sazhin. Taking into account the dependence of thermal characteristics of wet dispersed materials on temperature and humidity when calculating dryers // Danish Scientific Journal (DSJ) No42/2020 (ISSN 3375-2389) in 4 vv. – Vol. 1. Istedgade 104 1650 København V Denmark, 2020. - 64 p. – P. 46-53.
36. V.B. Sazhin. Technological advantages of the new hydrodynamic regime of the annular layer in devices with counter swirling flows [Article] //Technics and technology. Science, research, development #46 Belgrade, Serbia - Warszawa: Diamond trading tour, 2021. – 64 str. - Str. 25-34.
37. Sazhin V.B. Multifunctional apparatus with counter swirling flows - efficient dryers and dust extractors // The priorities of the world science: experiments and scientific debate. – Morrisville (NC, USA): Lulu Press, 2021, p. 105. - P. 19-25.
38. V.B. Sazhin. Exergetic evaluation of efficiency and accounting for fluctuations of process parameters for industrial dryers of a suspended layer // Fundamental and applied sciences today. – Morrisville (USA): Lulu Press, 2021, p. 289. – 168-173 p.
39. V.B. Sazhin, B. S. Sazhin Analysis of the thermal properties of the materials to be dried // Sciences of Europe. Vol. 1, # 12(12), 2017 | Technical Science. (ISSN 3162-2364, Czech Repub., Praha). - Pp. 100-110.
40. Sazhin VB, Sazhin BS Analysis of the application of non-stationary methods for studying the thermophysical characteristics of materials as drying objects // Current issues of modern science. - 2017.- No. 2 (14). - P. 26-38.
41. Sazhin B.S. Sazhin V.B., Bulekov A.P., Evaluation of the efficiency of devices with an active hydrodynamic mode based on their exergy characteristics // Theoretical Foundations of Chemical Technology. 1999. Vol.33. No.5. Pp. 521-527.
42. Sazhin Victor. Efficient use of obsolete drying equipment when preparing it for operation after long-term storage // Proceedings of the XLVIII International Multidisciplinary Conference «Prospects and Key Tendencies of Science in Contemporary World». Bubok Publishing S.L., Madrid, Spain. 2024. 146 p. (ISBN 978-84-685-5375-7). – P. 97-108.
43. Sazhin Victor. Effective resource and energy saving when carrying out heat and mass transfer processes as a vector for reducing anthropogenic load //Topical areas of fundamental and applied research XXXIII: Proceedings of the Conference. Bengaluru, India, 20-21. 11.2023. - Bengaluru, Karnataka, India: Pothi.com, 2023, p.221 (ISBN: 978-1 4466-5812-3), 124-130 p.
44. Sazhin Victor. Energy and resource-saving dryers with counter-swirling flows for the development of nature-like technologies // Innovative scientific research XIV, 14-15.11.2024. Toronto. Canada. 2024, 453 p. (ISBN: 978-92-44514-28-3). – Pp. 441-453. DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.14199182>.

45. Sazhin Victor. *Exergetic analysis of dryer efficiency and of heat-using elements of the component equipment Scientific Investigation*//XXXVII International Multidisciplinary Conference "Recent Scientific Investigation". Proceedings of the Conference (October, 2022). Primedia E-launch LLC, Shawnee, USA. 2022. - 64 p. (ISBN 978-1-64871-560-0). – P 28-39.
46. Sazhin V.B. [et al.] *Analysis of thermal conductivity for wet dispersed materials* // *Advances in Chemistry and Chemical Technology*. Vol. XV. 2001, No. 1. P. 33-37.
47. Sazhin B.S., Sazhin V.B., Akulich A.V. *Mathematical modeling of gas movement in the separation zone of a straight-through vortex apparatus based on the (κ_m - ϵ)-turbulence model* // *Theoretical Foundations of Chemical Technology*. 2001, Vol. 35, No. 5, P. 472-478.
48. Sazhin V.B. [et al.] *Analysis of the main characteristics of wet materials as drying objects during the rational selection of drying equipment* // *News of universities: Chemistry and chemical technology*, Vol. 48, No.12, 2005. Pp. 98-104.
49. V.B. Sazhin & B.S. Sazhin. *Actual contemporary problems of effective drying of dispersed materials in swirled flows [Article]* // *Sciences of Europe*, # 34, 2018, in 4vv.- Vol. 1. Technical Science. (ISSN 3162-2364, Czech Repub., Praha). - 66 p. - PP. 50-63
50. V. B. Sazhin, B. S. Sazhin *Analysis of the thermal properties of the materials to be dried* // *Sciences of Europe*. Vol. 1, # 12(12), 2017 | Technical Science. PP. 100-110. (ISSN 3162-2364, Czech Repub., Praha)
51. Sazhin Victor. *Effective resource and energy saving when carrying out heat and mass transfer processes as a vector for reducing anthropogenic load* // *Topical areas of fundamental and applied research XXXIII: Proceedings of the Conference*. Bengaluru, India, 20-21. 11.2023. - Bengaluru, Karnataka, India: Pothi.com, 2023, p. 21 (ISBN: 978-14466-5812-3), 124-130 p.
52. V.B. Sazhin. *Taking into account the dependence of thermal characteristics of wet dispersed materials on temperature and humidity when calculating dryers* // *Danish Scientific Journal (DSJ) No42/2020*. - 64 p. – P. 46-53.
53. Sazhin Victor. *The effect of changing the structure of flows in the apparatus on improving the efficiency of technological processes and the creation of multifunctional apparatuses with controlled (variable) hydrodynamics* // *Norwegian Journal of development of the International Science (NJD): NJD #99/2022*. - Oslo, Norway, 2022. 58 p. (ISSN 3453-987). – P. 47-57.
54. V.B. Sazhin *Utilization of heat from heat-technological equipment in multifunctional vortex-type apparatuses* // *The Strategies of Modern Science Development: XXII International scientific-practical conference*. October 18-19, 2022, Morrisville, NC, USA. - 64 p (ISBN 978-1-4709-8225-6). – Pp. 31-37
55. Sazhin V.B. *Vortex devices with effective hydrodynamic modes for sustainable development* // *Danish Scientific Journal (DSJ) No78/2023*. – København, Denmark, 2023 (ISSN 3375-2389). - 95 p. – P. 82-94.
56. Sazhin V.B. *Analysis of phase motion in vortex apparatuses. Theory, experiment, practice* // *Danish Scientific Journal (DSJ) No64/2022* (ISSN 3375-2389 : Istedgade 104 1650 København V Denmark, 2020. - 73 p. – P. 66-72.
57. Sazhin Victor. *Methods for engineering calculation of characteristics of materials as drying objects and efficient process plants parameters [Article]* // *Annali d'Italia*, # 36: Vol. 1. Florence, Italy, 2022, p. 78 (ISSN 3572-2436). – P. 63-77.
58. Sazhin Victor. *Assessment of hydrodynamics of flows in the apparatus, modeling and calculation of vortex dust collectors with counter swirling flows [Article]* // *Annali d'Italia*, # 50: Vol. 1. Florence, Italy, 2023, p. 70 (ISSN 3572-2436). – P. 51-69.
59. Sazhin Victor. *Energy and resource-saving drying units for the implementation of nature-like technologies* // *Scientific advances and innovative approaches. Proceedings of the XIV International Scientific and Practical Conference*. - Tokyo, Japan. 2024. 250p (ISBN 978-92-44514-26-9). – Pp. 242-250. DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.14046748>
60. Sazhin V.B. *Efficient use of suspended bed drying equipment when renewing stocks* // *Fundamental and applied sciences today XXXV*. - Bengaluru, Karnataka, India: Pothi.com, 2024, p. 206 p. (ISBN: 9781326853310). – Pp. 126-133.
61. Sazhin Victor. *Efficient and environmentally friendly drying of dispersed materials in a suspended layer* // *Theoretical and practical perspectives XIII*, 03-04.12.2024. Stockholm. Sweden. 2024, 149 p. (ISBN: 978-91-65423-97-8). – Pp. 141-149. DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.14509534>

62. Sazhin Victor. *Rational use of suspended bed modes for efficient drying of dispersed materials* // *Modern science: actual problems XVI*. - Manchester. United Kingdom, 2024, p. 133 (ISBN: 978-91-65423-93-0). – Pp. 126-133. DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.14091395>
63. Sazhin Victor. *Prospects of drying in a suspended layer in the conditions of formation of a nature-like technosphere* // *XXVII International Multidisciplinary Conference «Recent Scientific Investigation»*. Primedia E-launch LLC, Shawnee, USA. 2024. 188p (ISBN 978-1-64871-560-0). – Pp. 131-141. Sazhin Victor. *Scientific choice of rational technology for drying dispersed materials with effective hydrodynamic modes* // *Science in modern society XIII*. 30.12.2024. Beijing. China. 2024, 260 p. (ISBN: 978-91-65423-98-5). – Pp. 240-248. DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.14510518>.
64. Sazhin Victor. *Efficient drying of dispersed materials while minimizing eco-damage by means of exergy analysis* // *New problems of science and ways of their solution XVI*. 10-11.12.2024. Paris. France. 2024, 260 p. (ISBN: 978-91-65423-98-5). – Pp. 240-248. DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.14510518>
65. Sazhin Victor. *Engineering and technical support for the process of forming an environmentally friendly technosphere* // *World science priorities. Proceedings of the XIV International Scientific Conference*. Vienna, Austria. 2024. 179p (ISBN 978-92-44514-30-6). – Pp. 167-173. DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.14285355>
66. Sazhin Victor. *Problems of digitalization of resource- and energy-incessive industrial processes to reduce man-made damage* // *IV International scientific conference*. Brussels. Belgium (02-03.12.2025)
67. Sazhin Victor. *Issues of digitalization and system integration in the creation and modernization of industrial processes for drying dispersed materials* // *IV International scientific conference*. Lisbon. Portugal. 09-10.12.2025.
68. Sazhin Victor. *Challenging issues of digitalization in industry, taking into account the goals of sustainable development, in the drying of dispersed materials in a suspended bed* // *XXII International scientific conference*. (16-17.12.2025). - Manchester. United Kingdom, 2025.
69. Sazhin Victor. *Features of digital transformation of industry taking into account the objectives of climate adaptation, net zero emissions, and sustainable development goals* // *LXII International Multidisciplinary Conference “Innovations and Tendencies of State-of-Art Science”*. Rotterdam: Mijnbestseller Nederland (15.12.2025), Rotterdam, Nederland. 2025.
70. Sazhin V.B. *Strategy for selecting a rational drying unit composition for modernization and digitalization of the drying department while minimizing environmental damage* // *Academic science - problems and achievements XXXVIII: Proceedings of the Conference*. Bengaluru, India. (15-16.12.2025). - Bengaluru, Karnataka, India: Pothi.com, 2025
71. Sazhin Victor. *Thermoeconomic optimization of parameters in the development of a digital twin of a suspended bed dryer to minimize industrial emissions* // *XXIII international scientific conference. Development of science in the XXI century*. Dortmund. Germany. (18-19.12.2025). 2025
72. Sazhin Victor. *Energy calculation of the efficiency of the drying section during modernization and digital transformation of production* // *LXII International Multidisciplinary Conference “Prospects and Key Tendencies of Science in Contemporary World”* (22.12. 2025). - Bubok Publishing S.L., Madrid, Spain. 2025.
73. Sazhin Victor. *Calculation of dryer efficiency based on exergy analysis during modernization and deep digitalization of a plant* // *V international scientific conference «Bridging disciplines for scientific progress»* (25-26.12.2025). Marseille. France, 2025.

FORECASTING COSTS IN THE PRODUCTION OF ECOFRIENDLY GASOLINE

M.N. Javadova

*Institute of Petrochemical Processes named after academician Y.H. Mammadaliyev,
Ministry of Science and Education of Azerbaijan, Baku, Khojaly av., 30*

Today, one of the most pressing global challenges facing humanity is the protection of the environment (air, water, and soil). Under the conditions of Azerbaijan's integration into the world economy [1], our country has always been among the first to join global initiatives [2]. As a reliable and responsible member of the international community, Azerbaijan has taken on a number of commitments to improve the ecological situation, including greening the environment, recycling waste, producing renewable energy, transitioning to a green economy, reducing CO₂ emissions, and more [3].

Considering that one of the main sources of atmospheric pollution is ground transportation, particularly automobiles [4], improving the quality of consumed fuels has been confirmed as one of the solutions (the most essential one) to the ecological problem [5]. In this regard, environmental requirements for the quality of consumed fuels (especially gasoline and diesel) and their production technologies are being increasingly tightened. Under the conditions of Azerbaijan's economic integration into the global economy, the plant's technological scheme must be improved to bring the environmental and operational properties of domestically produced gasoline up to world standards [6]. Improving a product's quality in any parameter through substantial investment leads to higher production costs [7], and beyond a certain point, further expenses may become economically unjustifiable for the producer. Thus, during modernization, it is essential to predefine the optimal technical and economic quality indicators, evaluate the necessary costs, and assess the expected economic returns.

Research conducted on the production of high-quality gasoline from Azerbaijani oils using environmentally safe technologies reveals a correlation between the sulfur content in the commercial product and production costs. Specifically, it has been observed that a linear reduction in sulfur content in the product leads to a non-linear increase in production costs [8]. Calculations show that when the sulfur content in the feedstock is high, initial desulfurization occurs relatively easily and at a lower cost. However, beyond a certain threshold, desulfurization becomes more challenging, and even a slight further reduction in sulfur content in the gasoline requires significantly higher costs (H₂ consumption, fuel, energy expenses, etc.).

To determine this correlation, a mathematical model (nonlinear regression) was used. It was established that the relationship between the reduction of sulfur content in petrol and the associated production costs incurred for this purpose is characterized by a power function ($y = a \cdot x^b$). The coefficient a was found to range between 2.2 and 2.5, while b was approximately -0.4971 . The relevance (approximation) coefficient, $R^2 = 0.96-0.98$, indicates that the independent variable (x) explains the dependent variable (y) at a high level ($\sim 97\%$).

It has been determined that the costs incurred in reducing the sulfur content in gasoline from 200 ppm to 100 ppm are approximately **3 times lower** (fig.1) than the costs required to reduce it from 100 ppm to 50 ppm. Additionally, as the sulfur content in the raw material decreases, the desulfurization cost per 1 ppm increases.

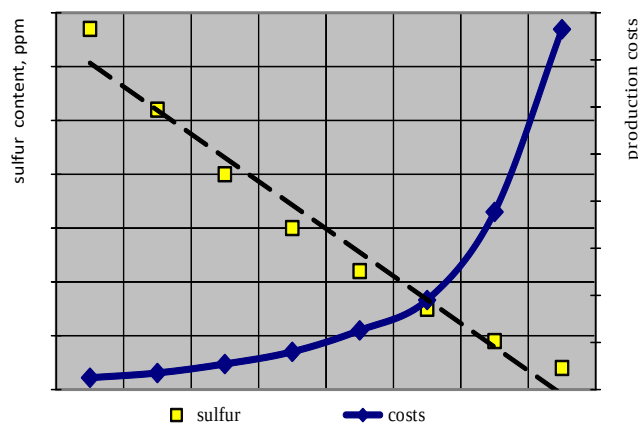


Figure 1. Dynamics of processing costs during the linear reduction of sulfur in the product

The study of cost variation patterns helps producers forecast expenses and assess economic opportunities for achieving technological goals as realistically as possible.

References

1. Valiyev D.Y. *Azerbaijan's Integration into the Global Economy*. Baku: "Abiloghlu", 2008, 428 p.
2. İlham Aliyev's Ecological Policy: Sustainable Development and a Green World (2003-2023), in 3 volumes. Vol. II. – Baku, 2024. 520 p. (p. 234)
3. *Decree of the President of the Republic of Azerbaijan on Declaring 2024 the "Year of Solidarity for a Green World" in the Republic of Azerbaijan*, Baku, December 25, 2023.
4. *Environment in Azerbaijan (Statistical yearbook)*. State Statistical Committee of the Republic of Azerbaijan. Baku. 2022, 104 p.
5. Javadova M., Gasızmzade L. *Air Pollution and It's Solutions in Today's World* // *International Conference on Sustainable Cities and Urban Landscapes (ICSULA 2022)*, Konya, Türkiye, Pp.673-686
6. Javadova M. Gasızmzade L. *Applying innovative measures for advancing fuel production through modernization strategies* // *VI International Scientific and Practical Conference "Theoretical and practical perspectives of modern science"*, December 26-27, 2023, Stockholm, Sweden, P.11
7. <https://online.hbs.edu/blog/post/cost-benefit-analysis> What is cost-benefit analysis and how to do it, Harvard Business School online.
8. Javadova, M.N. *Research of Effective ways of the Production and Realisation of Automobile Gasolines: / Abstract of the dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in Engineering.* / – Baku, 2011. – 26 p



<https://sconferences.com>
info@sconferences.com

ISBN

