



COLLECTION OF SCIENTIFIC ARTICLES

SCIENTIFIC ELECTRONIC
LIBRARY
LIBRARY.RU

Google
scholar

[HTTPS://SCIENTIFIC-CONFERENCE.COM](https://scientific-conference.com)



BOSTON

CXVI INTERNATIONAL CORRESPONDENCE SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE

Bowker
a ProQuest. affiliate



ISBN 978-1-64655-175-0

**INTERNATIONAL SCIENTIFIC REVIEW
OF THE PROBLEMS AND PROSPECTS
OF MODERN SCIENCE AND EDUCATION**

Boston. USA. September 18-19, 2026

ISBN 978-1-64655-175-0

UDC 08

**CXVI INTERNATIONAL CORRESPONDENCE
SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE
«INTERNATIONAL SCIENTIFIC REVIEW OF
THE PROBLEMS AND PROSPECTS OF
MODERN SCIENCE AND EDUCATION»
(Boston. USA. September 18-19, 2026)**

BOSTON. MASSACHUSETTS
PRINTED IN THE UNITED STATES OF AMERICA
2026

**INTERNATIONAL SCIENTIFIC REVIEW OF PROBLEMS AND PROSPECTS OF MODERN SCIENCE AND EDUCATION / COLLECTION OF SCIENTIFIC ARTICLES. CXVI
INTERNATIONAL CORRESPONDENCE SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE (Boston, USA, September 18-19, 2026). Boston. 2026**

EDITOR: EMMA MORGAN
TECHNICAL EDITOR: ELIJAH MOORE
COVER DESIGN BY DANIEL WILSON

CHAIRMAN OF THE ORGANIZING COMMITTEE: *VALTSEV SERGEI*
CONFERENCE ORGANIZING COMMITTEE:

Abdullaev K. (PhD in Economics, Azerbaijan), *Alieva V.* (PhD in Philosophy, Republic of Uzbekistan), *Akbulaev N.* (D.Sc. in Economics, Azerbaijan), *Alikulov S.* (D.Sc. in Engineering, Republic of Uzbekistan), *Anan'eva E.* (D.Sc. in Philosophy, Ukraine), *Asaturova A.* (PhD in Medicine, Russian Federation), *Askarhodzhaev N.* (PhD in Biological Sc., Republic of Uzbekistan), *Bajtasov R.* (PhD in Agricultural Sc., Belarus), *Bakiko I.* (PhD in Physical Education and Sport, Ukraine), *Bahor T.* (PhD in Philology, Russian Federation), *Baulina M.* (PhD in Pedagogic Sc., Russian Federation), *Blejh N.* (D.Sc. in Historical Sc., PhD in Pedagogic Sc., Russian Federation), *Bobrova N.A.* (Doctor of Laws, Russian Federation), *Bogomolov A.* (PhD in Engineering, Russian Federation), *Borodaj V.* (Doctor of Social Sciences, Russian Federation), *Volkov A.* (D.Sc. in Economics, Russian Federation), *Gavrilenkova I.* (PhD in Pedagogic Sc., Russian Federation), *Garagonich V.* (D.Sc. in Historical Sc., Ukraine), *Glushhenko A.* (D.Sc. in Physical and Mathematical Sciences, Russian Federation), *Grinchenko V.* (PhD in Engineering, Russian Federation), *Gubareva T.* (PhD in Laws, Russian Federation), *Gutnikova A.* (PhD in Philology, Ukraine), *Datij A.* (Doctor of Medicine, Russian Federation), *Demchuk N.* (PhD in Economics, Ukraine), *Divnenko O.* (PhD in Pedagogic Sc., Russian Federation), *Dmitrieva O.A.* (D.Sc. in Philology, Russian Federation), *Dolenko G.* (D.Sc. in Chemistry, Russian Federation), *Esenova K.* (D.Sc. in Philology, Kazakhstan), *Zhamuldinov V.* (PhD in Laws, Kazakhstan), *Zholdoshev S.* (Doctor of Medicine, Republic of Kyrgyzstan), *Zelenkov M.YU.* (D.Sc. in Political Sc., PhD in Military Sc., Russian Federation), *Ibadov R.* (D.Sc. in Physical and Mathematical Sciences, Republic of Uzbekistan), *Il'inskih N.* (D.Sc. Biological, Russian Federation), *Kajrakbaev A.* (PhD in Physical and Mathematical Sciences, Kazakhstan), *Kaftaeva M.* (D.Sc. in Engineering, Russian Federation), *Klinkov G.T.* (PhD in Pedagogic Sc., Bulgaria), *Koblanov Zh.* (PhD in Philology, Kazakhstan), *Kovaljov M.* (PhD in Economics, Belarus), *Kravcova T.* (PhD in Psychology, Kazakhstan), *Kuz'min S.* (D.Sc. in Geography, Russian Federation), *Kulikova E.* (D.Sc. in Philology, Russian Federation), *Kurmanbaeva M.* (D.Sc. Biological, Kazakhstan), *Kurpajanidi K.* (PhD in Economics, Republic of Uzbekistan), *Linkova-Daniels N.* (PhD in Pedagogic Sc., Australia), *Lukienko L.* (D.Sc. in Engineering, Russian Federation), *Makarov A.* (D.Sc. in Philology, Russian Federation), *Macarenko T.* (PhD in Pedagogic Sc., Russian Federation), *Meimanov B.* (D.Sc. in Economics, Republic of Kyrgyzstan), *Muradov Sh.* (D.Sc. in Engineering, Republic of Uzbekistan), *Musaev F.* (D.Sc. in Philosophy, Republic of Uzbekistan), *Nabiev A.* (D.Sc. in Geoinformatics, Azerbaijan), *Nazarov R.* (PhD in Philosophy, Republic of Uzbekistan), *Naumov V.* (D.Sc. in Engineering, Russian Federation), *Ovchinnikov Ju.* (PhD in Engineering, Russian Federation), *Petrov V.* (D.Arts, Russian Federation), *Radkevich M.* (D.Sc. in Engineering, Republic of Uzbekistan), *Rakhimbekov S.* (D.Sc. in Engineering, Kazakhstan), *Rozyhodzhaeva G.* (Doctor of Medicine, Republic of Uzbekistan), *Romanenkova Yu.* (D.Arts, Ukraine), *Rubcova M.* (Doctor of Social Sciences, Russian Federation), *Rumyantsev D.* (D.Sc. in Biological Sc., Russian Federation), *Samkov A.* (D.Sc. in Engineering, Russian Federation), *San'kov P.* (PhD in Engineering, Ukraine), *Selitrenikova T.* (D.Sc. in Pedagogic Sc., Russian Federation), *Sibircev V.* (D.Sc. in Economics, Russian Federation), *Skipko T.* (D.Sc. in Economics, Ukraine), *Sopov A.* (D.Sc. in Historical Sc., Russian Federation), *Strekalov V.* (D.Sc. in Physical and Mathematical Sciences, Russian Federation), *Stukalenko N.M.* (D.Sc. in Pedagogic Sc., Kazakhstan), *Subachev Ju.* (PhD in Engineering, Russian Federation), *Sulejmanov S.* (PhD in Medicine, Republic of Uzbekistan), *Treقب I.* (D.Sc. in Economics, PhD in Engineering, Russian Federation), *Uporov I.* (PhD in Laws, D.Sc. in Historical Sc., Russian Federation), *Fedos'kina L.* (PhD in Economics, Russian Federation), *Khiltukhina E.* (D.Sc. in Philosophy, Russian Federation), *Muculjan S.* (PhD in Economics, Republic of Armenia), *Chiladze G.* (Doctor of Laws, Georgia), *Shamshina I.* (PhD in Pedagogic Sc., Russian Federation), *Sharipov M.* (PhD in Engineering, Republic of Uzbekistan), *Shevko D.* (PhD in Engineering, Russian Federation).

PROBLEMS OF SCIENCE
PUBLISHED WITH THE ASSISTANCE OF NON-PROFIT ORGANIZATION
«INSTITUTE OF NATIONAL IDEOLOGY»
VENUE OF THE CONFERENCE:
1 AVENUE DE LAFAYETTE, BOSTON, MA 02111, UNITED STATES
TEL. OF THE ORGANIZER OF THE CONFERENCE: +1 617 463 9319 (USA, BOSTON)
THE CONFERENCE WEBSITE:
[HTTPS://SCIENTIFIC-CONFERENCE.COM](https://scientific-conference.com)

PUBLISHED BY ARRANGEMENT WITH THE AUTHORS
Attribution-ShareAlike 4.0 International (CC BY-SA 4.0)
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.en>

Contents

ECONOMICS.....	4
<i>Mirsoatov A.K. (Republic of Uzbekistan) AN INTEGRATED STRESS-TESTING METHOD FOR AI-ASSISTED CREDIT AND INVESTMENT DECISIONS IN SYSTEMICALLY IMPORTANT BANKS / Мирсоатов А.К. (Республика Узбекистан) ИНТЕГРИРОВАННАЯ МЕТОДИКА СТРЕСС-ТЕСТИРОВАНИЯ КРЕДИТНЫХ И ИНВЕСТИЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СИСТЕМНО ЗНАЧИМЫХ БАНКАХ</i>	<i>4</i>
<i>Pulatov D.A. (Republic of Uzbekistan) PRIORITIZING INVESTMENT IN DIGITAL COMPETENCIES: A SCENARIO-BASED EFFECTIVENESS FRAMEWORK FOR COMMERCIAL BANKS / Пулатов Д.А. (Республика Узбекистан) ПРИОРИТИЗАЦИЯ ИНВЕСТИЦИЙ В ЦИФРОВЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ: СЦЕНАРНАЯ ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ДЛЯ КОММЕРЧЕСКИХ БАНКОВ</i>	<i>10</i>
<i>Piliakin A.A. (Russian Federation) ADAPTATION OF INTERNATIONAL SAAS METRICS BENCHMARKS (LTV/CAC, CAC PAYBACK, NRR) TO THE CONDITIONS OF THE RUSSIAN B2B SME MARKET / Пилиакин А.А. (Российская Федерация) АДАПТАЦИЯ МЕЖДУНАРОДНЫХ БЕНЧМАРКОВ SAAS-МЕТРИК (LTV/CAC, CAC PAYBACK, NRR) К УСЛОВИЯМ РОССИЙСКОГО B2B-РЫНКА МСП</i>	<i>16</i>
PEDAGOGICAL SCIENCES.....	25
<i>Trukhanova N.P. (Russian Federation) INTEGRATION OF AI TOOLS INTO PRACTICAL CLASSES IN HIGHER MATHEMATICS: TASKS FOR VISUALIZING ABSTRACT MATHEMATICAL OBJECTS / Труханова Н.П. (Российская Федерация) ИНТЕГРАЦИЯ ИИ-ИНСТРУМЕНТОВ В ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ ПО ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ: ЗАДАНИЯ НА ВИЗУАЛИЗАЦИЮ АБСТРАКТНЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ</i>	<i>25</i>
POLITICAL SCIENCES	31
<i>Kadyrov A.K. (Republic of Uzbekistan) UZBEKISTAN–SAUDI ARABIA COOPERATION AND CENTRAL ASIAN REGIONAL CONNECTIVITY: CHANNELS, RISKS AND POLICY PRIORITIES / Кадыров А.К. (Республика Узбекистан) СОТРУДНИЧЕСТВО УЗБЕКИСТАНА И САУДОВСКОЙ АРАВИИ И РЕГИОНАЛЬНЫЕ СВЯЗИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ: КАНАЛЫ, РИСКИ И ПРИОРИТЕТЫ ПОЛИТИКИ.....</i>	<i>31</i>
CULTURAL STUDIES	36
<i>Kasumova S.F. (Republic of Azerbaijan) ARTIFICIAL INTELLIGENCE AS A FACTOR IN THE TRANSFORMATION OF AZERBAIJAN’S ARTISTIC CULTURE / Касумова С.Ф. (Азербайджанская Республика) ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ КАК ФАКТОР ТРАНСФОРМАЦИИ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ КУЛЬТУРЫ АЗЕРБАЙДЖАНА</i>	<i>36</i>

AN INTEGRATED STRESS-TESTING METHOD FOR AI-ASSISTED CREDIT AND INVESTMENT DECISIONS IN SYSTEMICALLY IMPORTANT BANKS

Mirsoatov A.K. (Republic of Uzbekistan)

*Mirsoatov Alisher Kudratullaevich – Chairman of the Board,
JSC NATIONAL BANK FOR FOREIGN ECONOMIC ACTIVITY OF THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN,
TASHKENT, REPUBLIC OF UZBEKISTAN*

Abstract: The article proposes an integrated stress-testing method for artificial-intelligence-assisted credit and investment decisions in systemically important banks. Conventional bank stress tests usually treat decision models as fixed, although the accuracy, calibration and operational availability of AI systems can deteriorate under macroeconomic shocks, data drift, proxy instability, cyber incidents or common-vendor failures. The proposed method links five analytical layers: macro-financial scenarios, data stress, model-performance stress, decision and portfolio transmission, and financial consequences. It translates AI-related deterioration into changes in probability of default, loss given default, exposure at default, expected credit losses, investment valuation losses, operational losses, risk-weighted assets and capital adequacy. An original Responsible AI Stress Loss indicator and a stressed capital-adequacy equation are introduced. A scenario matrix combines macroeconomic downturn, data drift, fairness and proxy breakdown, vendor or cyber disruption, and correlated use of similar models across banks. The method is designed for calibration with bank and supervisory data and is adapted to Uzbekistan's 2026 introduction of alternative AI-based scoring and additional capital requirements for domestic systemically important banks.

Keywords: artificial intelligence, stress testing, credit risk, investment risk, expected credit loss, model risk, data drift, capital adequacy, systemically important bank, financial stability.

ИНТЕГРИРОВАННАЯ МЕТОДИКА СТРЕСС-ТЕСТИРОВАНИЯ КРЕДИТНЫХ И ИНВЕСТИЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СИСТЕМНО ЗНАЧИМЫХ БАНКАХ

Мирсоатов А.К. (Республика Узбекистан)

*Мирсоатов Алишер Кудратуллаевич – Председатель Правления,
АО «Национальный банк внешнеэкономической деятельности республики Узбекистан»,
г. Ташкент, Республика Узбекистан*

Аннотация: в статье предложена интегрированная методика стресс-тестирования кредитных и инвестиционных решений, принимаемых с применением искусственного интеллекта в системно значимых банках. Традиционные банковские стресс-тесты обычно рассматривают модели принятия решений как неизменные, хотя точность, калибровка и операционная доступность систем искусственного интеллекта могут ухудшаться под воздействием макроэкономических шоков, дрейфа данных, нестабильности прокси-переменных, киберинцидентов или отказа общего внешнего поставщика. Предлагаемая методика объединяет пять аналитических уровней: макрофинансовый сценарий, стресс данных, стресс качества модели, трансмиссию в решения и портфель, а также финансовые последствия. Ухудшение моделей переводится в изменения вероятности дефолта, уровня потерь при дефолте, величины требования под риском дефолта, ожидаемых кредитных потерь, переоценки инвестиций, операционных потерь, активов, взвешенных по риску, и достаточности капитала. Предложены авторский показатель

совокупных стресс-потерь от искусственного интеллекта и формула стрессовой достаточности капитала. Сценарная матрица охватывает макроэкономический спад, дрейф данных, нарушение справедливости и устойчивости прокси-переменных, сбой поставщика или киберинцидент и коррелированное использование сходных моделей банками.

Ключевые слова: *искусственный интеллект, стресс-тестирование, кредитный риск, инвестиционный риск, ожидаемые кредитные потери, модельный риск, дрейф данных, достаточность капитала, системно значимый банк, финансовая устойчивость.*

Introduction. The adoption of artificial intelligence changes not only the speed of bank decisions but also the transmission of shocks through the balance sheet. An AI model can improve borrower segmentation and detect weak signals, yet it can also become less reliable when the economic environment, customer behaviour or data-generating process changes. If a systemically important bank relies on such a model for credit approval, pricing, limits, provisioning or investment selection, model deterioration can alter portfolio composition before conventional risk indicators reveal the problem.

Uzbekistan's 2026 reforms make this issue operationally significant. Presidential Resolution No. PP-204 provides for an alternative scoring model based on artificial-intelligence technologies within a national digital financial platform [1]. At the same time, the domestic systemically important banks identified for 2026 account for 64 percent of banking-system assets [2], and a one-percent capital buffer for such banks took effect from 1 January 2026 [3]. The combination of broader AI use and concentrated systemic importance requires a stress-testing method that treats the AI decision system itself as a source and amplifier of risk.

Research problem and contribution. Traditional bank stress testing links adverse macroeconomic variables to credit quality, market values, income, liquidity and capital. The decision model is often assumed to continue functioning according to its historical parameters. This assumption is weak for machine-learning systems. Their input distributions may shift, feature relationships may break, labels may arrive with delay, retraining may introduce instability and common vendor components may fail simultaneously. The research problem is therefore to integrate macro-financial risk and AI-specific model risk in one quantitative transmission framework.

The article develops a methodological rather than a completed empirical model. Its contribution is threefold. First, it structures five layers of stress transmission. Second, it introduces a Responsible AI Stress Loss indicator that aggregates credit, investment, operational and remediation effects. Third, it proposes a scenario matrix and decision rules suitable for pilot calibration by banks and the supervisor. The method can be applied to borrower scoring, early-warning systems, project-finance screening, investment ranking, collateral valuation and portfolio-allocation models.

Theoretical and regulatory foundations. IFRS 9 requires forward-looking expected credit losses based on reasonable and supportable information, making model performance under changing conditions central to provisions [6]. The Basel principles on risk-data aggregation require accurate, complete, timely and adaptable data [7]. The Prudential Regulation Authority treats model risk as a distinct risk and expects model inventories, classification, governance, independent validation and mitigation [5]. The Financial Stability Board's 2026 sound practices extend the focus to organisation-wide AI governance, lifecycle controls, cyber risk and third-party dependencies [4]. Together, these sources imply that a bank should not assess an AI model only by average historical accuracy; it should test how errors affect exposures, losses and capital under adverse states.

Academic evidence supports this conclusion. Machine-learning methods can outperform traditional techniques in credit classification, but relative performance varies across datasets and evaluation criteria [8]. Non-linear models can capture interactions that improve consumer-credit risk measurement [9]. At the same time, high-stakes black-box systems create interpretation and governance problems [10], and machine learning can redistribute approval and error rates across

borrower groups [11]. Stress testing must therefore examine predictive deterioration, calibration, fairness, concentration and operational resilience simultaneously.

Five-layer stress-testing architecture. The first layer defines macro-financial scenarios. Variables may include output growth, inflation, policy and market interest rates, exchange rates, unemployment, sectoral revenue, commodity prices and property values. For investment decisions, the scenario also includes project delays, cost overruns, demand shortfalls and changes in discount rates. The objective is not to forecast a single future but to construct coherent adverse states relevant to the bank's portfolio.

The second layer stresses data. Data drift means that the statistical distribution of input variables changes; concept drift means that the relationship between inputs and the outcome changes. Additional stresses include missing data, delayed updates, changed definitions, reduced coverage of informal or newly established businesses, erroneous data integration and loss of an external data source. The bank should compare the stressed sample with the model-development population using stability indices, distance measures, missingness rates and feature-level diagnostics.

The third layer stresses model performance. The key dimensions are discrimination, calibration, stability, explanation consistency and group-specific error. Discrimination measures whether riskier observations are ranked above safer ones; calibration measures whether predicted probabilities correspond to realised frequencies. A model may preserve ranking while systematically understating default probability, which is particularly dangerous for pricing, provisioning and capital. Stress parameters should therefore include a reduction in discriminatory power, an increase in calibration error, instability of explanations, higher false-negative rates and a decline in the availability of a fallback process.

The fourth layer translates model deterioration into decisions and portfolio structure. Examples include additional approvals of weak borrowers, rejection of viable firms, underpricing of risk, excessive limits, delayed collection actions, concentration in sectors with similar digital profiles, or investment in projects whose cash-flow risks are underestimated. The analysis must include feedback effects: approved borrowers change the future training data, and model-driven concentration can increase correlation between defaults.

The fifth layer converts portfolio changes into financial consequences. For credit exposures, the primary variables are probability of default (PD), loss given default (LGD), exposure at default (EAD) and expected credit loss (ECL). For investments, the analysis covers changes in fair value, impairment, project cash-flow shortfalls and concentration losses. Operational consequences include service interruption, fraud, cyber events, manual-processing costs and customer remediation. The final outputs are profit, provisions, risk-weighted assets, capital adequacy and management-action capacity.

Quantitative transmission. For exposure i under scenario s , the stressed probability of default can be represented as the baseline probability adjusted for macroeconomic, data, model and decision effects:

$$PD_{i,\square} = \text{clip}(PD_{i,0} + \Delta PD_{macro,\square} + \Delta PD_{drift,\square} + \Delta PD_{model,\square} + \Delta PD_{decision,\square}, 0, 1).$$

The clip function constrains the result to the interval from zero to one. The decomposition is analytical rather than necessarily additive in estimation; in empirical implementation, interaction terms or non-linear satellite models may be required. The purpose is to prevent model deterioration from being hidden inside a single macroeconomic coefficient.

The stressed expected credit loss for a portfolio is calculated as the discounted sum of stressed PD, LGD and EAD over relevant horizons. For a simplified one-period representation:

$$ECL_{\square} = \sum_i PD_{i,\square} \times LGD_{i,\square} \times EAD_{i,\square} \times DF_{i,\square}.$$

Investment valuation loss (MVL) captures the reduction in market or economic value of securities and projects selected or monitored with AI assistance. Operational loss (OL) captures cyber, outage, fraud and manual-continuity costs. Remediation cost (RC) includes customer compensation, model redevelopment, external review and data correction. The article proposes the Responsible AI Stress Loss indicator:

$$RASL_{\square} = \Delta ECL_{\square} + \Delta MVL_{\square} + OL_{\square} + RC_{\square}.$$

RASL is an incremental loss relative to the bank's approved baseline, not a substitute for ordinary stress losses. It isolates the part of deterioration attributable to AI-related data, model, decision and operational channels. To assess solvency transmission, stressed regulatory capital can be approximated as:

$$CAR_{\square} = (C_0 - Total\ Loss_{\square} - RASL_{\square} + Management\ Actions_{\square}) / (RWA_0 + \Delta RWA_{\square}) \times 100\%.$$

C_0 is available regulatory capital before stress and RWA denotes risk-weighted assets. Management actions are included only when they are credible, timely and operationally feasible. A complementary AI Vulnerability Ratio may be calculated as RASL divided by common equity Tier 1 capital. This ratio permits comparison across banks and models, but it should be interpreted together with absolute loss, risk concentration and the time required to restore a safe process.

Table 1. Integrated AI stress-testing scenario matrix.

Scenario	Stress mechanism	Key outputs and indicators	Required management response
Baseline and mild variation	Expected macro path; ordinary data refresh; normal vendor availability.	PD/LGD/EAD, ECL, valuation, calibration, drift, override rate and capital ratios within approved bands.	Routine monitoring; challenger comparison; scheduled recalibration and validation.
Macroeconomic downturn	Lower activity and revenues; higher rates; depreciation; sectoral stress; collateral decline and project delays.	Higher PD and LGD; migration to lifetime ECL; investment impairment; concentration loss; higher RWA and lower capital adequacy.	Tighten limits and pricing; sector actions; strengthen collections; reassess capital plan and risk appetite.
Data and concept drift	Input distribution changes; missing or delayed platform data; changed borrower behaviour; unstable feature–outcome relationships.	Population-stability measures; calibration error; false-negative rate; explanation instability; change in approvals and ECL.	Freeze or limit model; switch to challenger or manual route; correct data; retrain and independently revalidate.
Fairness and proxy breakdown	Proxy variables change meaning across regions, sectors or groups; incomplete digital footprint is treated as adverse information.	Approval and error-rate gaps; pricing and limit differences; complaints; override patterns; regional portfolio distortion.	Remove or constrain unjustified proxies; introduce alternative evidence route; customer review; targeted recalibration.
Vendor, cyber or service disruption	Cloud or API outage; corrupted model version; cyberattack; unavailable external data or common third-party failure.	Downtime, unprocessed decisions, fraud exposure, manual backlog, operational loss and business-continuity capacity.	Activate fallback; isolate affected interfaces; notify governance bodies and supervisor; execute recovery and exit plan.

Scenario	Stress mechanism	Key outputs and indicators	Required management response
Correlated model use	Several banks or business lines rely on similar data, vendor models or optimisation targets and react in the same direction.	Simultaneous tightening or expansion; sector concentration; liquidity and market feedback; system-level RASL.	Supervisory concentration limits; diversified challengers; coordinated scenario analysis; additional capital or exposure buffers.

Scenario calibration and decision rules. The matrix distinguishes idiosyncratic and systemic stresses. Scenario severity should be based on historical episodes, hypothetical but plausible shocks and reverse stress testing. Reverse stress testing starts from an unacceptable outcome — for example, breach of capital requirements or loss of a critical credit process — and identifies combinations of model deterioration, portfolio concentration and operational failure that could cause it. This is particularly useful where no historical dataset contains the full AI failure mode.

Model-performance thresholds should not be identical for every use case. A Tier I approval model requires stricter calibration, stability, explanation and fallback standards than an internal forecasting tool. Nevertheless, certain decision rules are universal. A material breach of data integrity, an inability to reproduce the approved model, a critical security weakness or the absence of a workable fallback should trigger suspension regardless of average predictive accuracy. Statistical thresholds are therefore supplemented by qualitative control gates.

A stress test should distinguish between a warning threshold, a limit threshold and a stop threshold. The warning threshold initiates investigation; the limit threshold restricts exposure, automation or affected segments; the stop threshold requires rollback or manual decision-making. The bank should pre-authorise the responsible officer and technical procedure for each action. Otherwise, a theoretically robust stress framework may fail during a fast-moving event because no one has authority to interrupt the model.

Portfolio and system-wide effects. AI can change portfolio concentration even when each individual decision appears prudent. Optimisation models may favour borrowers with dense digital records, sectors with predictable cash flows or projects that resemble historical winners. This can reduce measured idiosyncratic risk while increasing common exposure. The stress test should therefore compare concentration before and after AI-assisted decisions by sector, region, currency, maturity, borrower network, data source and model family.

For systemically important banks, the supervisor should aggregate common dependencies across institutions. The same scoring vendor, data platform, cloud provider or pretrained model can create hidden interbank correlation. A sector-wide scenario should assume simultaneous degradation or outage and estimate effects on credit supply, approval rates and capital. The purpose is not to prohibit common infrastructure but to determine whether fallback, diversification and recovery capacity are sufficient.

Integration with IFRS 9 and capital planning. The proposed method should be integrated with, rather than separated from, expected-credit-loss and capital-planning processes. AI stress parameters can enter IFRS 9 through scenario weights, stressed PD/LGD/EAD, staging criteria and management overlays. Where model uncertainty is not fully captured by the statistical estimate, a transparent post-model adjustment may be justified, provided that its rationale, amount, review period and removal conditions are documented. Repeated reliance on overlays is evidence that the core model or data architecture requires correction.

Capital planning should include the direct loss effect, higher risk-weighted assets and the cost of management actions. A one-percent systemic capital buffer creates additional resilience but should not be treated as a substitute for model control [3]. If AI-supported growth consumes the buffer faster than portfolio quality can be observed, the bank should apply exposure caps, staged

rollout and conservative pricing. The economic objective is sustainable risk-adjusted expansion, not the highest short-term approval volume.

Implementation in Uzbekistan. A national pilot can be organised in four phases. First, selected systemically important banks define a common scenario dictionary, data-quality indicators and minimum model documentation. Second, the alternative scoring model is run in parallel with existing procedures, without automatic rejection, to measure disagreement, regional coverage, error distribution and operational capacity. Third, controlled production use is introduced for limited segments and exposure amounts, with a challenger model and manual fallback. Fourth, the supervisor conducts cross-bank stress aggregation and calibrates reporting frequency and capital responses.

The digital platform envisaged by Resolution No. PP-204 can improve data availability, but platform data should be treated as an input rather than an unquestionable truth. Banks need source-level lineage, update time, missingness indicators and procedures for correcting customer information. Newly registered firms, rural businesses and enterprises with low digital intensity require special tests because sparse data can be mistaken for poor quality. A manual or documentary alternative should remain available when data are insufficient.

For investment decisions, pilot portfolios may include project finance, infrastructure, export-oriented enterprises and green projects. Stress tests should combine borrower default with construction delay, exchange-rate mismatch, cost escalation, demand shortfall and climate-related operational risk. An AI ranking model may remain statistically stable while all projects are affected by the same unmodelled macro factor; therefore, project-level explanations must be combined with portfolio and scenario analysis.

Validation and empirical research design. The methodology requires calibration on confidential bank and supervisory data. A suitable empirical design includes a development period, out-of-time validation, regional and sectoral subsamples, and a shadow-decision period. Outcomes should be compared for conventional and AI-assisted decisions using default, loss, approval, pricing, override and complaint indicators. Causal interpretation requires caution because the model changes which applicants receive credit. Techniques such as reject inference, randomised pilot limits or quasi-experimental designs may be necessary to address selection.

Back-testing should assess not only whether losses were predicted but whether predefined management actions would have been triggered early enough. The supervisor and bank should review false assurance — cases where aggregate metrics remained acceptable while a particular region, group or vendor dependency deteriorated. This supports a shift from model-by-model validation to system-level resilience.

Limitations. The proposed equations are a transparent organising structure, not a claim that all AI effects are additive. Interactions can be non-linear, and some losses may overlap. The exact decomposition of RASL will therefore require attribution rules and sensitivity analysis. The scenario matrix also needs adaptation to the bank's business model, data architecture and legal environment. These limitations are a reason for staged empirical calibration, not for excluding AI risk from stress testing.

Conclusion. An AI-assisted credit or investment model should be considered resilient only when the bank understands how adverse macroeconomic conditions, data deterioration, model error, unfair proxy behaviour, operational disruption and common dependencies transmit into portfolio losses and capital. The proposed five-layer method links these channels to PD, LGD, EAD, expected credit loss, investment valuation, operational loss, risk-weighted assets and capital adequacy. The Responsible AI Stress Loss indicator and scenario matrix provide a basis for bank-level and supervisory testing. Their application can help Uzbekistan expand AI-based financial access while preserving prudent capital, customer protection and system-wide stability.

References / Список литературы

1. On Further Measures to Enhance the Accessibility of Financial Services and Expand Support for Small and Medium-Sized Businesses: Resolution of the President of the Republic of Uzbekistan No. PP-204 of 26 May 2026. URL: <https://lex.uz/docs/8238385>.
2. Central Bank of the Republic of Uzbekistan. Domestic Systemically Important Banks for 2026. 4 November 2025. URL: <https://cbu.uz/en/financial-stability/press-releases/2982192/>.
3. Central Bank of the Republic of Uzbekistan. Annual Report 2025. Tashkent, 2026.
4. Financial Stability Board. Sound Practices for Responsible Adoption of Artificial Intelligence (AI): Consultation Report. Basel, 2026. URL: <https://www.fsb.org/uploads/P100626.pdf>.
5. Bank of England, Prudential Regulation Authority. SS1/23: Model Risk Management Principles for Banks. Updated April 2026.
6. IFRS Foundation. IFRS 9 Financial Instruments. London: IFRS Foundation.
7. Basel Committee on Banking Supervision. Principles for Effective Risk Data Aggregation and Risk Reporting. Basel: Bank for International Settlements, 2013.
8. Lessmann S., Baesens B., Seow H.-V., Thomas L.C. Benchmarking State-of-the-Art Classification Algorithms for Credit Scoring: An Update of Research // European Journal of Operational Research. 2015. Vol. 247, No. 1. P. 124–136. DOI: 10.1016/j.ejor.2015.05.030.
9. Khandani A.E., Kim A.J., Lo A.W. Consumer Credit-Risk Models via Machine-Learning Algorithms // Journal of Banking & Finance. 2010. Vol. 34, No. 11. P. 2767–2787. DOI: 10.1016/j.jbankfin.2010.06.001.
10. Rudin C. Stop Explaining Black Box Machine Learning Models for High Stakes Decisions and Use Interpretable Models Instead // Nature Machine Intelligence. 2019. Vol. 1. P. 206–215. DOI: 10.1038/s42256-019-0048-x.
11. Fuster A., Goldsmith-Pinkham P., Ramadorai T., Walther A. Predictably Unequal? The Effects of Machine Learning on Credit Markets // The Journal of Finance. 2022. Vol. 77, No. 1. P. 5–47. DOI: 10.1111/jofi.13090.
12. European Banking Authority. Follow-up Report on the Use of Machine Learning for Internal Ratings-Based Models. Paris, 2023.
13. National Institute of Standards and Technology. Artificial Intelligence Risk Management Framework (AI RMF 1.0). NIST AI 100-1. Gaithersburg, 2023. DOI: 10.6028/NIST.AI.100-1.
14. Basel Committee on Banking Supervision. Stress Testing Principles. Basel: Bank for International Settlements, 2018.

PRIORITIZING INVESTMENT IN DIGITAL COMPETENCIES: A SCENARIO-BASED EFFECTIVENESS FRAMEWORK FOR COMMERCIAL BANKS

Pulatov D.A. (Republic of Uzbekistan)

*Pulatov Dilshod Akmal'yevich - Researcher,
TASHKENT BRANCH OF PLEKHANOV RUSSIAN UNIVERSITY OF ECONOMICS
TASHKENT, REPUBLIC OF UZBEKISTAN*

Abstract: The article proposes an organizational-economic mechanism for prioritizing and evaluating commercial banks' investment in employees' digital competencies. The mechanism links bank strategy, verified competency gaps, individual development trajectories, the full cost of professional development, workplace transfer and measurable labor outcomes. Six investment-priority criteria are scored on a five-point scale: strategic significance, gap magnitude, impact on labor results, scale of application, economic feasibility and readiness for practical use. Effectiveness is assessed at five consecutive levels: investment, competence growth, workplace application, labor indicators and economic or socio-professional outcomes. A scenario model for

120 employees separates conservative, baseline and target assumptions. Under the baseline scenario, total investment of UZS 1,241.7 million generates an estimated monetizable benefit of UZS 1,631.3 million, a net result of UZS 389.6 million, an investment return coefficient of 1.31 and a payback period of 9.1 months. These values are scenario parameters, not observed bank effects, and must be recalculated using documented implementation data.

Keywords: human capital investment; digital competencies; commercial banks; training effectiveness; scenario analysis; return on investment.

ПРИОРИТИЗАЦИЯ ИНВЕСТИЦИЙ В ЦИФРОВЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ: СЦЕНАРНАЯ ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ДЛЯ КОММЕРЧЕСКИХ БАНКОВ

Пулатов Д.А. (Республика Узбекистан)

*Пулатов Дилишод Акмальевич - научный соискатель,
Ташкентский филиал РЭУ им. Г.В. Плеханова,
г. Ташкент, Республика Узбекистан*

Аннотация: в статье предложен организационно-экономический механизм приоритизации и оценки инвестиций коммерческих банков в цифровые компетенции работников. Механизм связывает стратегию банка, подтверждённые компетентностные разрывы, индивидуальные траектории развития, полную стоимость профессионального развития, применение навыков на рабочем месте и измеримые результаты труда. Шесть критериев инвестиционного приоритета оцениваются по пятибалльной шкале: стратегическая значимость, величина разрыва, влияние на результат труда, масштаб применения, экономическая целесообразность и готовность к практическому применению. Результативность оценивается на пяти последовательных уровнях: инвестиции, прирост компетенций, применение на рабочем месте, трудовые показатели и экономические либо социально-профессиональные результаты. В базовом сценарии для 120 работников инвестиции в размере 1 241,7 млн сумов обеспечивают расчётную выгоду 1 631,3 млн сумов, чистый результат 389,6 млн сумов, коэффициент отдачи 1,31 и срок окупаемости 9,1 месяца. Эти значения являются сценарными параметрами и подлежат пересчёту по документированным данным внедрения.

Ключевые слова: инвестиции в человеческий капитал; цифровые компетенции; коммерческие банки; результативность обучения; сценарный анализ; отдача инвестиций.

Introduction

Commercial banks invest simultaneously in platforms, data, cybersecurity, digital products and employee capability. These investments are complementary. A new system cannot improve productivity if employees do not know how to use it, if the work process remains unchanged, or if the organization does not provide access, managerial support and reliable data. Human capital theory explains why professional development can be treated as investment rather than current consumption [1, 2]. The productivity literature further shows that general-purpose technologies are often followed by a period in which complementary intangible investment is required before measurable output gains appear [3].

This problem is especially important in banking because digital mistakes may create not only additional labor cost but also customer, compliance, credit and operational risk. Uzbekistan's banking sector is rapidly expanding remote services: in 2025, mobile application transactions by individuals reached UZS 645.6 trillion, while remotely opened deposits amounted to UZS 99.3 trillion and online microloans to UZS 38.6 trillion [9]. As digital channels become production infrastructure, the professional development budget should be governed with the same discipline as other investment resources.

Conventional training indicators do not provide this discipline. The number of participants, course hours and certificates cannot show whether a priority gap was removed, whether the employee applied the competence, whether operation time or errors changed, and whether the benefit exceeded the full cost. Digital learning research similarly stresses that organizational transformation requires learning to be connected with work processes and capability application [4-6]. The purpose of this article is therefore to develop an organizational-economic mechanism that selects investment priorities and evaluates professional development through labor and economic outcomes.

Research design and principles

The study combines the cost-outcome approach, job-function analysis, competency-gap diagnosis, scoring, ranking, before-after comparison, scenario analysis and case-oriented implementation design. Evidence was structured at three levels: the banking sector of Uzbekistan, comparative professional development practices in ten commercial banks, and an in-depth design for Asia Alliance Bank JSC and Octobank JSCB. The model is intended to be implemented with bank-specific data; scenario values are separated from factual indicators and are not presented as observed effects.

The mechanism follows a closed management cycle. Bank strategy identifies the processes and capabilities that are critical for digital development. Job functions translate the strategy into required competencies. Multi-source assessment identifies verified gaps. Individual trajectories specify the development intervention and the workplace task. Investment-priority scoring allocates resources. Full-cost accounting shows the actual economic sacrifice. Five-level evaluation confirms whether the intervention produced competence, transfer, labor and economic outcomes. The results then determine whether the program should be continued, redesigned, scaled or terminated.

Investment-priority scoring

Not every identified gap should be financed at the same time. Equal distribution of the training budget ignores strategic importance, risk and scale. The proposed priority score combines six criteria. Each criterion is assessed from 1 to 5 points using documented justification. The total score can be calculated as $P_i = \sum(q_m s_{im})$, where s_{im} is the score of program i on criterion m and q_m is the criterion weight. Equal weights may be used for an initial implementation, while banks may assign higher weights to strategic significance and error risk in critical processes. The scoring decision should be approved jointly by the business owner, human-resources function, risk or control function and the unit responsible for digital transformation.

Table 1. Criteria for prioritizing investment in digital competencies.

Criterion	What is assessed	Low priority (1 point)	High priority (5 points)
Strategic significance	Connection with the bank's strategic goals, mandatory changes and risk-management priorities.	Indirect relation to current goals.	Critical for strategy, regulation, continuity or risk control.
Competency gap	Magnitude and prevalence of the verified deficiency.	Minor isolated case.	Large or critical gap affecting a group or process.
Impact on labor result	Expected change in speed, quality, error frequency or decision reliability.	Outcome is not defined.	Directly linked to a measurable labor indicator.
Scale of application	Number of employees, units and processes that can apply the competence.	Single-use case.	Multiple functions, units or the bank network.
Economic feasibility	Relationship between full cost, expected benefit and scalability.	High unit cost with no scale effect.	Low unit cost or high documented expected benefit.

Criterion	What is assessed	Low priority (1 point)	High priority (5 points)
Readiness for application	Availability of a workplace task, system access, mentor, data and managerial support.	Necessary conditions are absent.	Application is scheduled and fully supported.

The readiness criterion is especially important. Financing a course before the employee has access to the relevant system, data or work task creates a high risk of knowledge decay. Conversely, a well-prepared workplace assignment can convert a short intervention into a productive capability. Priority scoring therefore evaluates both the need for competence and the probability that it will be used.

Full investment cost

The economic cost of professional development is broader than the invoice of an external provider. The proposed full-cost model is $I_{total} = C_{direct} + C_{worktime} + C_{mentoring} + C_{systems} + C_{assessment} + C_{admin}$. Direct cost includes tuition, materials, travel and certification. Worktime cost reflects paid time spent by employees in training and practice. Mentoring cost values the working time of internal experts. Systems cost includes training environments, licenses and digital platforms. Assessment cost covers diagnosis and reassessment. Administrative cost includes planning, coordination and reporting.

Full-cost accounting changes managerial conclusions. A nominally free online course may be expensive if it uses substantial paid working time and produces no application. An internal program may appear costly because mentor time is visible, yet it can be economically attractive if it shortens adaptation and reduces repeated errors. The model therefore compares alternatives on the basis of total resources rather than on direct payment alone.

Five-level effectiveness assessment

The first level records the complete investment and its structure. The second measures competence growth by comparing standardized baseline and follow-up evidence. The third verifies workplace transfer: the employee must use the competence in a defined task under normal operating conditions. The fourth measures labor outcomes, such as operation duration, error and reprocessing frequency, adaptation time, service quality or the reliability of a decision. The fifth translates documented changes into economic benefit or records a socio-professional result that cannot be monetized without unreasonable assumptions.

This sequence prevents a common attribution error. Competence growth is a necessary intermediate result, but it is not yet an economic effect. Workplace application is the bridge between learning and labor performance. A change in labor performance must then be compared with a baseline and, where feasible, a comparison group or stable historical period. Only benefits supported by traceable records should be monetized. Improvements that are important but not reliably valued in money - for example professional mobility, employee confidence or stronger safety culture - should be reported separately rather than converted into speculative revenue.

The total monetizable benefit is $B_{total} = B_{time} + B_{errors} + B_{adaptation} + B_{budget} + B_{mentoring}$. Time benefit values verified working time saved in operations. Error benefit values the avoided labor and direct cost of correcting errors and repeated processing. Adaptation benefit measures the reduction in the time required for a new or transferred employee to reach the target level. Budget benefit reflects the release of unjustified or duplicate training expenditure after gap diagnosis. Mentoring benefit reflects savings from reusable internal modules and standardized guidance.

The net economic result is $N = B_{total} - I_{total}$. The investment return coefficient is $K = B_{total} / I_{total}$. A coefficient above one indicates that the annual monetizable benefit exceeds the investment. Within an annual calculation period, the indicative payback period is $T = 12 / K$ months. These indicators should be presented with the underlying quantities, wage rates, error costs, evidence period and attribution assumptions so that the calculation can be audited.

Scenario-based assessment

The scenario model illustrates how the four elements of the proposed mechanism may interact: the sectoral competency model and individual trajectories, comprehensive gap assessment, targeted investment allocation and five-level effectiveness evaluation. The model covers 120 employees and uses conservative, baseline and target assumptions. It is not a report of realized bank performance. Its purpose is to establish a transparent calculation template that can later be populated with actual bank data.

Table 2. Author's calculation and scenario model for 120 employees.

Indicator	Conservative	Baseline	Target
Average digital competence after development, points	2.5	2.7	3.0
Increase from the initial 2.2 points	+0.3	+0.5	+0.8
Employees closing a priority gap	35.0%	55.0%	75.0%
Employees verifying workplace application	55.0%	70.0%	85.0%
Reduction in operation duration	5.0%	10.0%	15.0%
Reduction in errors and reprocessing	8.0%	15.0%	25.0%
Reduction in adaptation period	5 days	10 days	15 days
Budget directed to verified gaps	65.0%	80.0%	90.0%
Total investment, UZS million	828.2	1,241.7	1,655.1
Total monetizable benefit, UZS million	830.6	1,631.3	2,498.7
Net economic result, UZS million	2.3	389.6	843.6
Investment return coefficient	1.00	1.31	1.51
Indicative payback period, months	12.0	9.1	7.9

In the conservative scenario, the monetizable benefit approximately equals the investment, and the model reaches a break-even coefficient of 1.00. This outcome indicates that a bank should not scale the program automatically; it should first examine whether transfer conditions, program targeting and operational measurement can be improved. The baseline scenario assumes that the average competence level rises from 2.2 to 2.7 points, 55.0% of employees close a priority gap, 70.0% verify workplace application, operation duration declines by 10.0%, errors by 15.0%, and adaptation by ten working days. Total investment of UZS 1,241.7 million is associated with a calculated benefit of UZS 1,631.3 million and a net result of UZS 389.6 million.

The target scenario assumes stronger diagnosis, transfer and scale. Its return coefficient reaches 1.51 and the indicative payback period falls to 7.9 months. This result should not be interpreted as a guaranteed forecast. It shows that economic return is sensitive not only to the size of the training budget but also to the share directed at verified gaps, the percentage of employees who use the competence, the reduction in errors and operation time, and the reuse of mentoring and standard modules.

The model also clarifies what must be documented during implementation. Working-time savings require time records or system logs. Error-cost savings require a defined error category, frequency and correction cost. Adaptation savings require a stable target for reaching independent performance. Released budget must represent expenditure that was genuinely removed or redirected, not merely a theoretical amount. Benefits should be calculated on comparable periods and adjusted for major process or technology changes that are unrelated to training.

Implementation for commercial banks in Uzbekistan

A phased roadmap for 2027-2030 is appropriate for Asia Alliance Bank JSC, Octobank JSCB and other commercial banks. The first stage establishes governance: an internal regulation, responsible units, data access, privacy safeguards, standard definitions and the targeted budget item “Development of Employees' Digital Competencies.” The second stage pilots diagnosis and individual trajectories in a limited number of high-priority functions. The third stage evaluates workplace transfer and labor indicators. The fourth stage scales only those modules that meet evidence thresholds and revises or terminates programs that do not.

The organizational mechanism should involve the business unit, human resources, finance, risk, internal control and digital-transformation functions. Human resources alone cannot determine economic priority; business owners define the labor result, risk functions assess the consequence of error, finance verifies cost and benefit, and managers provide workplace conditions. Internal audit may review the traceability of the process without becoming the owner of the training result.

Employee participation is also important. Assessment should be developmental, transparent and proportionate. The employee should understand the required level, the evidence used, the target task and the consequences of the result. Individual profiles should be protected from unauthorized access. Automated recommendations should support, not replace, professional judgement, especially when results affect career development or remuneration.

Discussion

The proposed mechanism contributes to labor economics by making the reproduction of digital human capital measurable through a chain of inputs, capability, application, labor performance and economic result. It also contributes to bank management by integrating training decisions with strategy, risk and budgeting. The framework is consistent with the view that digital transformation is an organizational process rather than a technology purchase [4] and with evidence that the productivity effect of technology depends on complementary intangible investment [3].

The principal managerial implication is that the training budget should not be renewed solely on the basis of demand, attendance or satisfaction. Programs should compete for resources through verified gaps and expected labor outcomes. However, financial return must not become the only criterion. Mandatory safety, compliance and future-readiness programs may be justified even when their benefit is difficult to monetize. The five-level model therefore includes socio-professional outcomes and permits a decision based on strategic and risk significance.

The main limitation is that scenario calculations depend on assumptions. The values in Table 2 are methodological parameters derived for comparison of alternative conditions. They are not causal estimates and should not be transferred mechanically between banks. A reliable pilot must specify a baseline, observation window, employee group, process, data source, full cost and attribution rule. The scenario model is useful precisely because it makes these assumptions explicit and allows them to be replaced by documented bank data.

Conclusion

The organizational-economic mechanism links six decisions that are often separated in practice: strategic need, competency-gap diagnosis, individual development, investment priority, full-cost calculation and outcome evaluation. Priority scoring directs resources toward gaps that are strategically important, widespread, measurable, scalable, economically justified and ready for workplace application.

The five-level evaluation framework distinguishes investment from learning, learning from transfer, transfer from labor performance and labor performance from economic benefit. The scenario model shows how this discipline can generate a positive calculated return, while also demonstrating that weak transfer conditions may leave a program near break-even. For commercial banks in Uzbekistan, the proposed framework provides an implementable basis for increasing the targeting, transparency and accountability of investment in employees' digital competencies.

References / Список литературы

1. *Schultz T.W.* Investment in Human Capital // *The American Economic Review*. - 1961. - Vol. 51, No. 1. - P. 1-17. - URL: <https://www.jstor.org/stable/1818907>.
2. *Becker G.S.* Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis, with Special Reference to Education. - 3rd ed. - Chicago: University of Chicago Press, 1993. - 412 p.
3. *Brynjolfsson E., Rock D., Syverson C.* The Productivity J-Curve: How Intangibles Complement General Purpose Technologies // *American Economic Journal: Macroeconomics*. - 2021. - Vol. 13, No. 1. - P. 333-372. - DOI: 10.1257/mac.20180386.
4. *Vial G.* Understanding Digital Transformation: A Review and a Research Agenda // *Journal of Strategic Information Systems*. - 2019. - Vol. 28, No. 2. - P. 118-144. - DOI: 10.1016/j.jsis.2019.01.003.
5. *Oberlander M., Beinicke A., Bipp T.* Digital Competencies: A Review of the Literature and Applications in the Workplace // *Computers & Education*. - 2020. - Vol. 146. - Article 103752. - DOI: 10.1016/j.compedu.2019.103752.
6. *Sousa M.J., Rocha A.* Digital Learning: Developing Skills for Digital Transformation of Organizations // *Future Generation Computer Systems*. - 2019. - Vol. 91. - P. 327-339. - DOI: 10.1016/j.future.2018.08.048.
7. World Economic Forum. The Future of Jobs Report 2025. - Geneva: World Economic Forum, 2025. - URL: <https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2025/>.
8. OECD. OECD Skills Outlook 2025: Building the Skills of the 21st Century for All. - Paris: OECD Publishing, 2025. - DOI: 10.1787/26163cd3-en.
9. Central Bank of the Republic of Uzbekistan. Annual Report 2025. - Tashkent: Central Bank of the Republic of Uzbekistan, 2026. - 86 p. - URL: <https://cbu.uz/>.
10. United Nations Development Programme. Digital Economy of Uzbekistan: The State of Digital Entrepreneurship and Artificial Intelligence. - Tashkent: UNDP Uzbekistan, 2025.
11. *Abdurakhmanov K.Kh.* Labor Economics: Theory and Practice. - Moscow: Plekhanov Russian University of Economics, 2019. - 661 p.
12. *Ulugmuradova N.B.* Organizational and Economic Support for the Management of the Development of Human Capital in the Digital Economy // *Labor Economics and Human Capital*. - 2023. - Vol. 2, No. 3. - P. 127-135. - DOI: 10.55439/lehc/vol2iss3/a29.

ADAPTATION OF INTERNATIONAL SAAS METRICS BENCHMARKS (LTV/CAC, CAC PAYBACK, NRR) TO THE CONDITIONS OF THE RUSSIAN B2B SME MARKET

Piliakin A.A. (Russian Federation)

Piliakin Alexander Aleksandrovich - master's student

FACULTY OF TECHNOLOGICAL MANAGEMENT AND INNOVATION

*FEDERAL STATE AUTONOMOUS EDUCATIONAL INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION NATIONAL
RESEARCH UNIVERSITY ITMO,
SAINT PETERSBURG*

Abstract: *The article is devoted to the methodology of adapting foreign benchmarks for the effectiveness of subscription services to the conditions of the Russian market of small and medium-sized enterprises in the business-to-business sales segment. It is shown that the common practice of directly transferring foreign thresholds — the ratio of customer lifetime value to the cost of customer acquisition, the payback period for customer acquisition, and the revenue retention rate — does not take into account the structural differences between markets. Up-to-date data from foreign industry studies for 2024–2026 has been systematized: it has been shown that the revenue retention rate, which is often quoted at 100–110%, actually reflects a sample of public companies,*

while the median for private companies is around 82%. Three structural differences between the foreign and Russian markets have been analyzed: higher capital costs, limited availability of venture capital financing, and a different customer churn pattern among small and medium-sized businesses. The paper proposes a method for quantifying threshold values using the ratio of discount rates, as well as an illustrative calculation showing the practical significance of adaptation for borderline cases. The results can be used by founders and investors to assess the investment attractiveness of subscription services for the Russian small and medium-sized business market.

Keywords: subscription services, unit economics, cost of capital, venture financing, customer retention, small and medium-sized business.

АДАПТАЦИЯ МЕЖДУНАРОДНЫХ БЕНЧМАРКОВ SAAS-МЕТРИК (LTV/CAC, CAC PAYBACK, NRR) К УСЛОВИЯМ РОССИЙСКОГО B2B-РЫНКА МСП

Пилякин А.А. (Российская Федерация)

*Пилякин Александр Александрович - магистрант
факультет «Технологического менеджмента и инноваций»
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет ИТМО»,
г. Санкт-Петербург*

Аннотация: статья посвящена методике адаптации зарубежных ориентиров эффективности сервисов по подписке к условиям российского рынка малых и средних предприятий в сегменте продаж «бизнес для бизнеса». Показано, что распространённая практика прямого переноса зарубежных пороговых значений — отношения пожизненной ценности клиента к стоимости его привлечения, срока окупаемости привлечения клиента и показателя удержания выручки — не учитывает структурных различий между рынками. Систематизированы актуальные данные зарубежных отраслевых исследований за 2024–2026 годы: показано, что показатель удержания выручки, часто цитируемый на уровне 100–110%, в действительности отражает выборку публичных компаний, тогда как медиана для частных компаний составляет около 82%. Проанализированы три структурных различия между зарубежным и российским рынками: более высокая стоимость капитала, ограниченная доступность венчурного финансирования и иная структура оттока клиентов среди малого и среднего бизнеса. Предложена методика количественного пересчёта пороговых значений через соотношение ставок дисконтирования, а также иллюстративный расчёт, показывающий практическое значение адаптации для пограничных случаев. Результаты могут быть использованы основателями и инвесторами при оценке инвестиционной привлекательности сервисов по подписке для российского рынка малого и среднего бизнеса.

Ключевые слова: сервисы по подписке, юнит-экономика, стоимость капитала, венчурное финансирование, удержание клиентов, малый и средний бизнес.

Введение

Когда основатель российского стартапа, работающего по модели продажи программного обеспечения как услуги (далее — SaaS, Software as a Service) в сегменте «бизнес для бизнеса» (далее — B2B, business-to-business), сверяет свою юнит-экономику с отраслевыми ориентирами, он почти неизбежно обращается к международным источникам — отчётам SaaS Capital, Benchmarkit, ChartMogul, KeyBanc, Bessemer: другой сопоставимой по глубине и регулярности статистики по российскому рынку системно не публикуется. Проблема в том, что прямой перенос порогов отношения пожизненной ценности клиента к стоимости его привлечения (LTV/CAC, Lifetime Value to Customer Acquisition Cost) на уровне не ниже

3, срока окупаемости затрат на привлечение клиента (CAC Payback) не более 12–18 месяцев или показателя чистого удержания выручки (NRR, Net Revenue Retention) не ниже 100–110%, рассчитанных на выборках преимущественно американских компаний, в условия российского B2B-сегмента малого и среднего предпринимательства (далее — МСП) методологически некорректен: эти бенчмарки — не универсальные константы, а производная от конкретной стоимости капитала, доступности венчурного финансирования и структуры оттока клиентов на конкретном рынке в конкретный момент времени. Изменится любая из этих переменных — изменится и обоснованный порог.

Цель статьи — показать, как устроены актуальные международные бенчмарки трёх ключевых метрик по состоянию на 2024–2026 годы, в чём заключаются структурные различия между условиями, в которых эти бенчмарки были получены, и условиями российского B2B-рынка МСП, и предложить методику количественной адаптации порогов, а не их механического заимствования или, наоборот, произвольного ужесточения. Статья структурирована следующим образом: после обзора теоретических и методических источников систематизированы актуальные международные бенчмарки трёх метрик, далее раскрыты три структурных различия между зарубежным и российским рынками, предложена методика пересчёта порогов с иллюстративным числовым примером и обсуждены ограничения предложенного подхода.

Обзор литературы

Теоретическим фундаментом показателя пожизненной ценности клиента выступает концепция управления клиентами как финансовыми активами компании, предложенная С. Гуптой и Д. Леманом: клиент рассматривается не как источник разовой выручки, а как поток дисконтированной маржинальной прибыли на протяжении всего срока взаимодействия с компанией [13]. Развивая эту модель, С. Гупта, Д. Леман и Дж. Стюарт показали, что суммарная пожизненная ценность клиентской базы может служить надёжной прокси-оценкой стоимости компании в целом, что и стало теоретическим обоснованием практики использования отношения LTV/CAC как индикатора инвестиционной привлекательности SaaS-бизнеса [14].

Методология учёта странового риска при определении требуемой доходности на капитал восходит к работе А. Дамодарана, предложившего систематический подход к оценке премии за страновой риск для компаний, работающих на развивающихся рынках [12]. Применительно к российскому финансовому рынку линейная модель оценки странового риска получила эмпирическую проверку в работе Т. Вашакмадзе [1], а особенности расчёта премии за риск в модели средневзвешенной стоимости капитала для российских условий систематизированы в [8] — эти работы формируют методическую основу для количественного пересчёта зарубежных порогов CAC Payback и LTV/CAC через соотношение ставок дисконтирования, применяемого в настоящей статье.

Структурные особенности венчурного финансирования, определяющие доступность последующих раундов капитала для стартапа, рассмотрены в сравнительной перспективе в работе, посвящённой венчурному финансированию в США [7], и в исследовании структуры рынка венчурного капитала [11]. Вопросы оценки стартапов, не имеющих стабилизированных финансовых показателей, раскрыты в методических работах [5; 6], а инвестиционная привлекательность проектов ранней стадии — в работах [3; 9].

Несмотря на обширную методическую базу по отдельным компонентам — теории пожизненной ценности клиента, страновому риску и стоимости капитала, венчурному финансированию, оценке стартапов [5; 6], инвестиционной привлекательности проектов ранней стадии [3; 9], — в литературе отсутствует работа, интегрирующая эти компоненты в единую методику пересчёта конкретных SaaS-метрик (LTV/CAC, CAC Payback, NRR) применительно к российскому B2B-рынку МСП. Это определяет вклад настоящей статьи.

Материалы и методы

Информационную базу исследования составили отраслевые отчёты о состоянии рынка SaaS-метрик за 2024–2026 годы, публикуемые компаниями SaaS Capital, Benchmarkit, ChartMogul, KeyBanc и Bessemer и агрегированные в источниках [15; 16], а также в [17; 18].

Дополнительно использованы данные Банка России о динамике ключевой ставки [4] и аналитические материалы о состоянии российского венчурного рынка [2]. Методическую базу пересчёта порогов составила литература по оценке странового риска и стоимости капитала [1; 8; 12], а также работы по оценке инвестиционной привлекательности и стартапов ранней стадии [3; 6].

Методология исследования включает три последовательных шага. Во-первых, систематизация актуальных международных бенчмарков трёх метрик (LTV/CAC, CAC Payback, NRR) по данным зарубежных отраслевых источников с явным разграничением показателей, рассчитанных на выборках публичных и частных компаний. Во-вторых, сопоставительный анализ структурных условий, в которых сформированы международные бенчмарки, и условий российского B2B-рынка МСП по трём направлениям: стоимость капитала, доступность венчурного финансирования, структура оттока клиентов. В-третьих, количественный пересчёт порогов через соотношение ставок дисконтирования, обоснованный методологией оценки странового риска [1; 8; 12], с последующей иллюстрацией практического применения адаптированных порогов на условном примере.

1. Международные бенчмарки SaaS-метрик: что показывают данные 2024–2026 гг.

1.1. LTV/CAC

Целевой порог LTV/CAC остаётся относительно стабильным во времени: минимально приемлемым для жизнеспособного SaaS-бизнеса считается значение 3:1, а компании верхнего квартиля удерживают 4:1–6:1 [15]. При этом медианное значение по данным Benchmarkit за 2024 год составило 3,6:1 [17] — то есть типичная компания уже находится вблизи нижней границы приемлемого диапазона, а не с существенным запасом.

1.2. CAC Payback

Здесь картина за последние годы заметно ухудшилась. Если исторически стандартным бенчмарком считались 12–14 месяцев, то по данным Benchmarkit за 2025 год медианный срок окупаемости расходов на привлечение клиента вырос до 18–20 месяцев [16; 18], а показатель отношения затрат на продажи и маркетинг к новой годовой повторяющейся выручке (New CAC Ratio) вырос на 14% год к году и достиг медианных 2,00 долл. на 1 доллар новой выручки [16]. Иными словами, даже эталонный американский рынок в 2024–2025 годах пережил структурное удорожание привлечения клиента на фоне более высокой стоимости капитала и более осторожного венчурного финансирования, наступивших после цикла повышения процентных ставок 2022–2023 годов.

1.3. NRR

Показатель NRR — источник наиболее распространённого искажения при использовании международных бенчмарков. Часто цитируемые пороги в 105–125% рассчитаны на выборках публичных SaaS-компаний — крупных, зрелых, с развитыми программами дополнительных продаж существующим клиентам (апсейла). Однако анализ ChartMogul на выборке более 3500 частных софтверных компаний показывает медианный NRR на уровне 82%, а верхний квартиль достигает лишь 97% [16]. Порог 100%+ — это не медиана, а результат, достижимый только для лидеров рынка; широко цитируемые значения 110–115% относятся к существенно более узкой и нерепрезентативной выборке публичных компаний. Это различие принципиально важно: если ориентироваться на порог, справедливый для публичных гигантов, любая частная компания на ранней стадии будет систематически считать собственные показатели удержания несостоятельными, хотя по факту они могут соответствовать медиане рынка.

2. Почему прямой перенос этих бенчмарков в российский B2B SaaS для МСП некорректен

2.1. Стоимость капитала

Ключевая ставка Банка России, определяющая базовую стоимость заёмного и — опосредованно — венчурного капитала в стране, прошла в 2024–2026 годах путь от пиковых значений около 20–21% до 14% по состоянию на конец июля 2026 года [4], последовательно снижаясь на протяжении 2025–2026 годов. Даже с учётом этого смягчения денежно-кредитной политики требуемая доходность на венчурный капитал в России остаётся

существенно выше американского аналога: премия за страновой риск и низкую ликвидность акций частных компаний в российских условиях, рассчитанная по методологии [1; 8; 12], традиционно оценивается в диапазоне 20–25% годовых против типичных 10–15% для сопоставимой стадии на американском рынке. Международные бенчмарки CAC Payback и LTV/CAC — это, по сути, следствие определённой стоимости капитала: при более высокой ставке дисконтирования один и тот же денежный поток, отложенный на более поздний срок, стоит меньше сегодня, а значит обоснованный порог окупаемости должен быть короче, а не таким же, как на рынке с более дешёвым капиталом.

2.2. Доступность венчурного финансирования

Российский венчурный рынок кардинально отличается от американского не только по стоимости, но и по доступности капитала — структурные особенности этого рынка систематически рассмотрены в [7; 11]. По итогам 2025 года объём венчурных инвестиций в России составил порядка 146 млн долл. (снижение на 18% год к году) [2]. Для сравнения, глобальный венчурный рынок в 2025 году вырос на 47%, до 469 млрд долл. [2]. При этом российский венчурный рынок структурно сконцентрирован: около 95% совокупного объёма вложений приходится на Москву и Санкт-Петербург, а стартапы, работающие в сегменте B2B, привлекают подавляющую часть совокупного объёма инвестиций отрасли [2] — то есть за пределами узкого круга столичных B2B-проектов вероятность привлечения последующего раунда финансирования крайне мала. Это принципиально меняет допустимую логику построения бизнеса: на рынке с глубоким и предсказуемым доступом к капиталу основатель может позволить себе более длинный CAC Payback и более скромный LTV/CAC в расчёте на то, что кассовый разрыв будет закрыт следующим раундом до момента, когда отложенная ценность клиента будет реализована. На российском рынке МСП SaaS такая стратегия крайне рискованна: отсутствие надёжного доступа к последующему финансированию означает, что бизнес-модель должна быть самоокупаемой на собственных денежных потоках существенно раньше, чем это допускает международный бенчмарк.

2.3. Структура оттока клиентов

Клиентская база российского B2B SaaS в сегменте МСП состоит преимущественно из малых и средних предприятий, экономически более волатильных, чем корпоративные клиенты крупных SaaS-платформ, на выборке которых строятся международные бенчмарки NRR. Более высокая чувствительность малого бизнеса к макроэкономическим колебаниям транслируется в структурно более высокий логический отток (logo churn) по сравнению с международным эталоном для сопоставимого сегмента. Соответственно, ориентация на международный медианный NRR в 82% для частных компаний [16] всё равно может оказаться завышенной применительно к российскому МСП-сегменту, где даже показатель валового удержания выручки (GRR, Gross Revenue Retention) без учёта апсейла заслуживает большего аналитического внимания, чем NRR, поскольку экспансионная выручка в сегменте малого бизнеса структурно менее доступна, чем в работе с крупными корпоративными клиентами.

3. Методика адаптации: три принципа

3.1. CAC Payback: пересчёт через фактическую стоимость капитала

Международный бенчмарк CAC Payback — это, по сути, эмпирически сложившийся ориентир, отражающий, какой срок окупаемости инвесторы готовы финансировать при исторически сложившейся стоимости капитала на американском рынке. Адаптация к другому уровню стоимости капитала может быть выполнена через простое соотношение ставок дисконтирования, обоснованное методологией [1; 8; 12]: чтобы сохранить эквивалентную приведённую ценность денежного потока, срок окупаемости должен сокращаться пропорционально росту требуемой доходности.

Если принять международный ориентир CAC Payback на уровне 18 месяцев при подразумеваемой стоимости капитала около 12% годовых (типичное значение для зрелого SaaS-сегмента США), то для российского рынка при ставке дисконтирования около 25% годовых эквивалентный по создаваемой стоимости срок окупаемости составит примерно 18

$\times (12/25) \approx 8,6$ месяца — то есть адаптированный порог должен быть примерно вдвое короче международного, а не равен ему. Это не произвольное ужесточение, а прямое следствие более высокой стоимости денег во времени на российском рынке.

3.2. LTV/CAC: поправка на ограниченность венчурного финансирования

Поскольку вероятность привлечения последующего раунда для покрытия кассового разрыва на российском рынке существенно ниже, чем на американском [2; 7; 11], целевой LTV/CAC для российского B2B SaaS в сегменте МСП должен закладывать больший запас прочности, чем международный медианный уровень 3,6:1 [17]. Если международный ориентир формируется в предположении, что часть компаний с LTV/CAC около 3:1 доживёт до улучшения показателей за счёт последующего финансирования, то в условиях его практического отсутствия для большинства проектов вне узкого круга столичных B2B-стартапов разумно ориентироваться на верхний квартиль международного распределения — 4:1–6:1 [15] — как на минимально приемлемый, а не желательный уровень.

3.3. NRR/GRR: поправка на структуру оттока в сегменте МСП

Поскольку даже скорректированный международный медианный ориентир по NRR (82%) рассчитан на более устойчивой, чем российский МСП-сегмент, клиентской базе [16], а экспансионная выручка в этом сегменте структурно менее доступна, адаптированная модель должна смещать фокус с NRR на управляемость логического оттока и показатель GRR. Практический ориентир для российского B2B SaaS, работающего с МСП, должен формироваться не от международного порога сверху вниз, а от анализа конкретной устойчивости бизнеса целевых клиентов в отрасли — соответственно, целевой NRR в диапазоне 95–105% для этого сегмента представляет собой не отставание от международного эталона, а реалистичную адаптацию к структурно иной клиентской базе.

4. Иллюстративный пример применения адаптированных бенчмарков

Рассмотрим условный российский B2B SaaS-проект для сегмента МСП с показателями, близкими к пороговым значениям: средний доход на клиента в месяц (ARPU, Average Revenue Per User) — 5000 руб.; валовая маржа — 75%; средневзвешенная стоимость привлечения клиента (CAC) — 12 000 руб.; месячный отток — 8%. Пожизненная ценность клиента без дисконтирования составит $LTV = ARPU \times \text{Валовая маржа} / \text{Отток} = 5000 \times 0,75 / 0,08 \approx 46\,875$ руб. Отношение LTV/CAC при этом равно $46875 / 12000 \approx 3,9$ — значение выше международной медианы (3,6), но ниже адаптированного российского порога (4:1). Срок окупаемости $CAC \text{ Payback} = CAC / (ARPU \times \text{Валовая маржа}) = 12000 / (5000 \times 0,75) \approx 3,2$ месяца — с запасом укладывается и в международный (18–20 мес.), и в адаптированный (≤ 9 мес.) пороги.

Этот пример показывает, что практическое значение адаптации проявляется именно в пограничных случаях: компания, которая по международным критериям выглядела бы приемлемой (LTV/CAC чуть выше медианы 3,6), по адаптированному российскому критерию требует дополнительной работы над снижением CAC или ростом ARPU до перехода к активному масштабированию — из-за структурно более высокой стоимости капитала и ограниченного доступа к последующему финансированию, обоснованных в разделах 2 и 3. При этом показатель CAC Payback в данном примере не является ограничивающим фактором ни по одному из порогов, что иллюстрирует важный методический вывод: адаптация разных метрик проекта может давать разнонаправленные сигналы, и итоговое решение должно опираться на совокупность показателей, а не на один из них.

Для контраста рассмотрим более комфортный сценарий с теми же исходными параметрами, кроме одного: пусть валовая маржа составляет 82%, а месячный отток снижен до 5% за счёт более зрелого продукта и лучшей работы с удержанием клиентов. Тогда $LTV = 5000 \times 0,82 / 0,05 = 82\,000$ руб., а $LTV/CAC = 82000 / 12000 \approx 6,8$ — показатель уверенно превышает не только международный, но и адаптированный российский порог ($\geq 4:1$), а $CAC \text{ Payback} = 12000 / (5000 \times 0,82) \approx 2,9$ месяца остаётся с большим запасом ниже 9 месяцев. Сопоставление двух сценариев показывает, что снижение месячного оттока с 8 до 5% при прочих равных условиях повышает LTV/CAC почти вдвое — то есть управляемость оттока клиентов в сегменте МСП является для российского B2B SaaS-проекта более

чувствительным рычагом, чем точечное снижение стоимости привлечения клиента, и должна оставаться в фокусе управленческого внимания даже при формально приемлемых значениях LTV/CAC и CAC Payback.

5. Сводная таблица адаптации бенчмарков

Таблица 1. Адаптация международных бенчмарков SaaS-метрик к условиям российского B2B-рынка МСП.

Метрика	Международный бенчмарк (2024–2026 гг.)	Логика адаптации	Адаптированный ориентир для российского B2B SaaS МСП
LTV/CAC	медиана 3,6:1; топ-квартиль 4:1–6:1 [15; 17]	ограниченный доступ к последующему финансированию требует запаса прочности	≥ 4:1 как минимально приемлемый уровень
CAC Payback	медиана 18–20 мес. [16; 18]	пересчёт через более высокую стоимость капитала (≈ 25% против ≈ 12%)	≤ 9 мес.
NRR	медиана для частных компаний 82% (не 110%+, справедливые только для публичных компаний) [16]	более волатильная база клиентов МСП, ограниченный потенциал апсейла	95–105%, с приоритетом GRR над NRR как контрольной метрики

Составлено автором.

6. Ограничения предложенного подхода

Методика пересчёта через соотношение ставок дисконтирования — упрощение, а не строгая финансовая модель: она не учитывает различия в структуре денежных потоков, не отражает отраслевую специфику конкретного B2B-сегмента и не заменяет полноценное сценарное моделирование. Кроме того, международные бенчмарки сами по себе нестабильны во времени — ухудшение CAC Payback с 12–14 до 18–20 месяцев на американском рынке за 2022–2025 годы показывает, что даже эталонный рынок подвержен циклическим изменениям стоимости капитала [16; 18], а значит, адаптированные российские пороги требуют регулярного пересмотра вслед за траекторией ключевой ставки, а не разового расчёта на старте проекта. Наконец, ни один из трёх скорректированных порогов не учитывает различия в стоимости и доступности квалифицированных кадров, в зрелости каналов привлечения клиентов и в регуляторной среде — эти факторы требуют отдельной, специфичной для отрасли калибровки. Кроме того, предложенные ориентиры получены методом дедуктивного пересчёта от зарубежных медиан, а не путём прямого эмпирического наблюдения за выборкой российских B2B SaaS-компаний в сегменте МСП — по мере накопления такой статистики (например, силами отраслевых ассоциаций или консалтинговых компаний) адаптированные пороги должны быть верифицированы и при необходимости скорректированы по фактическим данным, а не только по производной от стоимости капитала логике.

Заключение

Прямое заимствование международных бенчмарков LTV/CAC, CAC Payback и NRR для оценки российского B2B SaaS-проекта в сегменте МСП методологически некорректно по трём причинам: более высокая и лишь недавно начавшая снижаться стоимость капитала,кратно более узкий и концентрированный венчурный рынок, резко ограничивающий возможность полагаться на последующие раунды финансирования, и структурно иной профиль оттока клиентов в сегменте малого и среднего бизнеса. Предложенная методика адаптации — пересчёт CAC Payback через соотношение ставок дисконтирования,

повышение целевого LTV/CAC до верхнего квартиля международного распределения и смещение фокуса с NRR на GRR — даёт обоснованные, а не произвольно ужесточённые ориентиры: адаптированный CAC Payback на уровне около 9 месяцев, LTV/CAC не ниже 4:1 и NRR в диапазоне 95–105% оказываются существенно ближе к практике, документированной для успешных российских B2B SaaS-проектов [10], чем непересчитанные международные медианы. Иллюстративный расчёт показал, что практическое значение адаптации проявляется прежде всего в пограничных случаях, когда показатели проекта близки к пороговым значениям, а итоговое решение должно опираться на совокупность метрик, а не на одну из них.

Список литературы / References

1. *Вашакмадзе Т.* Линейная модель оценки странового риска на развивающихся рынках капитала: эмпирическое тестирование на российском финансовом рынке [Электронный ресурс]. – 2012. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-premii-za-aktsionernyy-risk-v-investitsionnom-analize-proekta> (дата обращения: 28.07.2026).
2. Венчурный рынок России в 2025 году: падение инвестиций и прогноз на 2026 год [Электронный ресурс] // Коммерсантъ. – 2026. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/8360440> (дата обращения: 28.07.2026).
3. Инвестиционная привлекательность проекта: сущность и подходы к оценке [Электронный ресурс] // Российское предпринимательство. – 2024. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/investitsionnaya-privlekatelnost-proekta-suschnost-i-podhody-k-otsenke> (дата обращения: 28.07.2026).
4. Ключевая ставка ЦБ РФ сегодня, 24 июля 2026 года: 14% [Электронный ресурс] // ВЗГЛЯД. – 2026. – URL: <https://vz.ru/information/2026/7/24/1278676.html> (дата обращения: 28.07.2026).
5. Методика экономической оценки стартапов [Электронный ресурс] // Вестник евразийской науки. – 2023. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-ekonomicheskoy-otsenki-startapov> (дата обращения: 28.07.2026).
6. Методы оценки доинвестиционной стоимости стартапов, не достигших уровня доходности [Электронный ресурс] // Проблемы современной экономики. – 2022. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-otsenki-doinvestitsionnoy-stoimosti-startapov-ne-dostigshih-urovnya-dohodnosti> (дата обращения: 28.07.2026).
7. Особенности венчурного финансирования в США [Электронный ресурс] // КиберЛенинка. – 2020. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-venchurnogo-finansirovaniya-v-ssha> (дата обращения: 28.07.2026).
8. Особенности расчета премии за риск в модели средневзвешенной стоимости капитала [Электронный ресурс] // КиберЛенинка. – 2019. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-rascheta-premii-za-risk-v-modeli-srednevzveshennoy-stoimosti-kapitala> (дата обращения: 28.07.2026).
9. Оценка результативности инвестиционных проектов: правила, показатели и порядок их расчета [Электронный ресурс] // Экономика и предпринимательство. – 2023. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-rezultativnosti-investitsionnyh-proektov-pravila-pokazately-i-poryadok-ih-rascheta> (дата обращения: 28.07.2026).
10. *Пилякин А.А.* Развитие сервисов для селлеров на маркетплейсах в России: рыночный анализ и финансово-экономическая модель SaaS-проекта: выпускная квалификационная работа. СПб.: Университет ИТМО, 2026.
11. Рынок венчурного капитала [Электронный ресурс] // КиберЛенинка. – 2018. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rynok-venchurnogo-kapitala> (дата обращения: 28.07.2026).
12. Damodaran A. Estimating Company Exposure to Country Risk // Journal of Applied Finance. – 2003. – Vol. 13. – P. 64–78.
13. Gupta S., Lehmann D.R. Customers as Assets // Journal of Interactive Marketing. – 2003. – Vol. 17, № 1. – P. 9–24. DOI: 10.1002/dir.10045.

14. *Gupta S., Lehmann D.R., Stuart J.A.* Valuing Customers // Journal of Marketing Research. – 2004. – Vol. 41, № 1. – P. 7–18.
15. SaaS Capital Efficiency Metrics: 2026 Benchmarks Guide [Электронный ресурс] // saasmag.com. – 2026. – URL: <https://www.saasmag.com/saas-capital-efficiency-metrics/> (дата обращения: 28.07.2026).
16. SaaS Metrics 2026: ARR, MRR, NRR, CAC & LTV Benchmarks [Электронный ресурс] // thesaaslibrary.com. – 2026. – URL: <https://thesaaslibrary.com/saas-metrics-explained/> (дата обращения: 28.07.2026).
17. SaaS Metrics Benchmarks 2025: Median ARR, NRR & 47 KPIs [Электронный ресурс] // rockingweb.com.au. – 2025. – URL: <https://www.rockingweb.com.au/saas-metrics-benchmark-report-2025/> (дата обращения: 28.07.2026).
18. SaaS Unit Economics 2026: CAC, LTV & Payback Reference [Электронный ресурс] // digitalapplied.com. – 2026. – URL: <https://www.digitalapplied.com/blog/saas-unit-economics-2026-cac-ltv-payback-reference> (дата обращения: 28.07.2026).

INTEGRATION OF AI TOOLS INTO PRACTICAL CLASSES IN HIGHER MATHEMATICS: TASKS FOR VISUALIZING ABSTRACT MATHEMATICAL OBJECTS

Trukhanova N.P. (Russian Federation)

*Trukhanova Natalya Petrovna – PhD in Education, Lecturer,
DEPARTMENT OF HIGHER MATHEMATICS,
V.F. UTKIN RYAZAN STATE RADIO ENGINEERING UNIVERSITY,
RYAZAN*

Abstract: Visualization is an essential component of the methodological system for teaching mathematics. It significantly facilitates the comprehension of abstract concepts, enhances the quality of material assimilation, and fosters mathematical thinking. The integration of graphical AI tools (including their combined use with graphing calculators) into practical classes in higher mathematics simplifies the visualization process and increases its accessibility for all participants in the educational process. The advantages of this approach include an effective presentation of the material, minimal user preparation requirements, and a high speed of result generation.

Keywords: AI tools, graphical neural network, graphing calculator, practical class, visualization, mathematics education, AI hallucinations.

ИНТЕГРАЦИЯ ИИ-ИНСТРУМЕНТОВ В ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ ПО ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ: ЗАДАНИЯ НА ВИЗУАЛИЗАЦИЮ АБСТРАКТНЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Труханова Н.П. (Российская Федерация)

*Труханова Наталья Петровна – кандидат педагогических наук, ассистент,
кафедра высшей математики,
Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина,
г. Рязань*

Аннотация: визуализация является важным элементом методической системы преподавания математики. Она существенно облегчает восприятие абстрактных понятий, повышает качество усвоения материала и развивает математическое мышление. Интеграция графических ИИ-инструментов (в том числе в сочетании с графическими калькуляторами) в практические занятия по высшей математике позволяет упростить процесс построения визуализации и повысить ее доступность для участников образовательного процесса. Преимущества подхода – эффективное представление материала, минимальные требования к подготовке пользователя и высокая скорость получения результата.

Ключевые слова: ИИ-инструменты, графическая нейросеть, графический калькулятор, практическое занятие, визуализация, математическое образование, галлюцинации нейросети.

Инструменты на базе искусственного интеллекта приобретают все большую популярность в образовательной среде. Стремительное развитие функциональных возможностей генеративных нейросетей позволяет успешно применять их на практических занятиях по высшей математике. На сегодняшний день стало реальным визуализировать абстрактные математические объекты с помощью графических нейросетей, просто задав текстовый запрос (промпт) с мобильного устройства. Это значительно быстрее и проще, чем разбираться в программных кодах (например, Python) или изучать документацию и

функционал Mathcad. Использование в связке графических ИИ-инструментов и графических калькуляторов позволяет организовать на практикуме содержательную и наглядную учебную работу, особенно в тех разделах высшей математики, где визуальное представление понятий существенно облегчает их усвоение.

Задания на визуализацию абстрактных математических объектов являются хорошей основой для экспериментов по внедрению ИИ-инструментов в учебный процесс. Наглядность и красочность решения совместно с быстрым, порой неожиданным результатом работы нейросети открывают большое поле для совместной творческой деятельности преподавателя и студентов. Причем ошибки, которые часто допускает нейросеть, особенно в решении сложных нестандартных задач, также имеют образовательную ценность. Преподаватель может использовать их для развития критического мышления обучающихся – в частности, научить студентов критически оценивать сгенерированный контент, что в настоящее время является весьма актуальным. Помимо этого обучающиеся получают возможность отработать практические навыки в формулировании четких запросов к нейросети, чтобы получать корректные результаты. Важно отметить следующее – интеграция ИИ-инструментов в учебный процесс предполагает их использование в качестве дополнительных инструментов, а не как замену фундаментальных методов обучения. Необходимо учитывать целесообразность применения того или иного ИИ-инструмента для каждой конкретной темы [1; 2].

Перечислим некоторые из графических нейросетей, популярных на сегодняшний день: GPT Image 2, Nano Banana 2, Graphy, Julius AI. Указанные нейросети могут успешно использоваться для визуализации математических абстрактных понятий на практических занятиях по высшей математике. Единственным недостатком является ограниченный бесплатный доступ пользователей к данным сервисам. Например, некоторые платформы предоставляют только два бесплатных запроса в день или 15 бесплатных запросов в месяц, но этого вполне достаточно для одного аудиторного занятия. Характерной особенностью перечисленных нейросетей является то, что они генерируют изображения по текстовому описанию (промпту). Их эффективность зависит от качества промпта и специфики задачи, при этом предусмотрено редактирование полученного результата. Перед генерацией изображения графические нейросети анализируют промпт, продумывают композицию, распределяют объекты, проверяют логические связи. Кроме того, если своих знаний не хватает, нейросети сами обращаются к дополнительным информационным ресурсам сети интернет. Ценность графических нейросетей заключается в том, что они решают не только готовые задачи с заданными числовыми данными, но и сами составляют задачи, основываясь на предложенных в промпте подсказках (пожеланиях пользователя).

Приведем пример использования GPT Image 2 при изучении вертикальных асимптот – важного элемента исследования графиков функций.

Задание. Придумать функцию с заданными корнями и заданными вертикальными асимптотами [3].

Это задание относится к конструктивным задачам повышенного уровня сложности. Обучающиеся не просто исследуют готовую функцию, но и конструируют ее под заданные свойства. Это усиливает понимание того, как элементы формулы влияют на график. Сценарий решения задания может развиваться по двум направлениям в зависимости от цели урока:

- 1) самостоятельный поиск решения студентами под руководством преподавателя с последующей демонстрацией возможностей графической нейросети (это наиболее методически приемлемый вариант);

- 2) работа аудитории с заданием начинается сразу после запроса к нейросети.

В рамках статьи рассмотрим второй вариант сценария. Сформулируем промпт для GPT Image 2: *«Придумай функцию с заданными корнями и заданными вертикальными асимптотами. Пусть будет три корня и три асимптоты. Напиши ее аналитическое задание. Построй график этой функции. На изображении четко отобрази: оси координат с подписями (x – ось абсцисс, y – ось ординат), начало координат, отметку единичного*

отрезка. Подпиши на графике числовые значения корней функции и абсциссы точек пересечения вертикальных асимптот с осью OX (задай такую функцию, чтобы эти числа были целыми)».

Полученный результат представлен на рисунке 1:

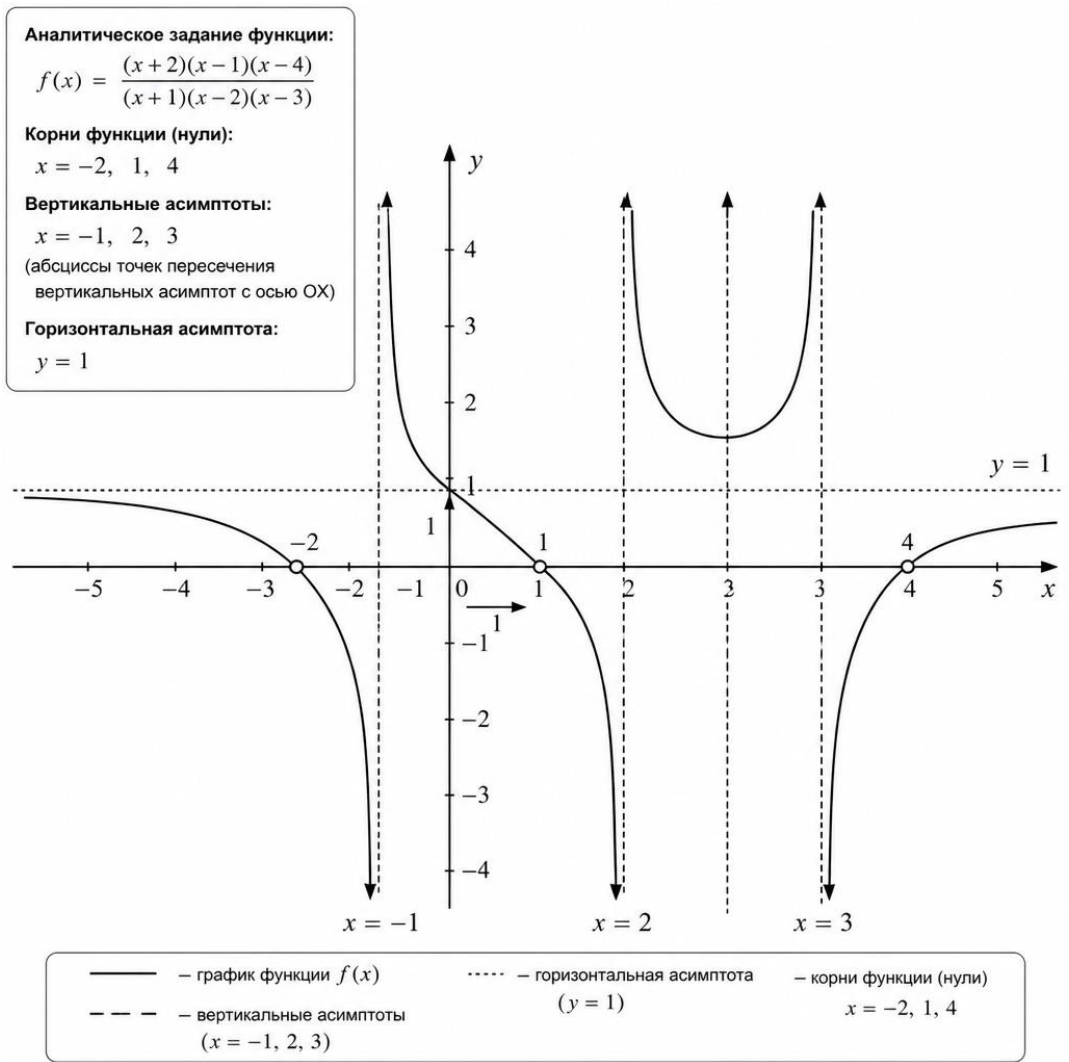


Рис.1. Изображение, сгенерированное GPT Image 2.

Предложенное нейросетью аналитическое выражение функции:

$$f(x) = \frac{(x+2)(x-1)(x-4)}{(x+1)(x-2)(x-3)}$$

удовлетворяет условиям задачи (наличие заданных корней и вертикальных асимптот) и может рассматриваться как его решение. В целом сгенерированное нейросетью изображение отличается высокой наглядностью и отвечает всем требованиям промпта. Помимо аналитического задания и графика функции, оно содержит численные значения корней, уравнения асимптот (в том числе горизонтальной асимптоты) и подписи ко всем линиям. Однако сразу можно заметить галлюцинации нейросети – на шкале оси абсцисс деления нанесены неравномерно (без учета единичного отрезка), с неверными числовыми

обозначениями. Также стоит усомниться в правильности сгенерированного графика и построить его вместе со студентами вручную. Приведем на рисунке 2 точный график данной функции, построенный с помощью Mathcad (программный пакет для инженерных и математических расчетов). Главная особенность Mathcad заключается в том, что формулы вводятся и отображаются в привычном математическом виде (а не как программный код), а вычисления идут непосредственно в документе.

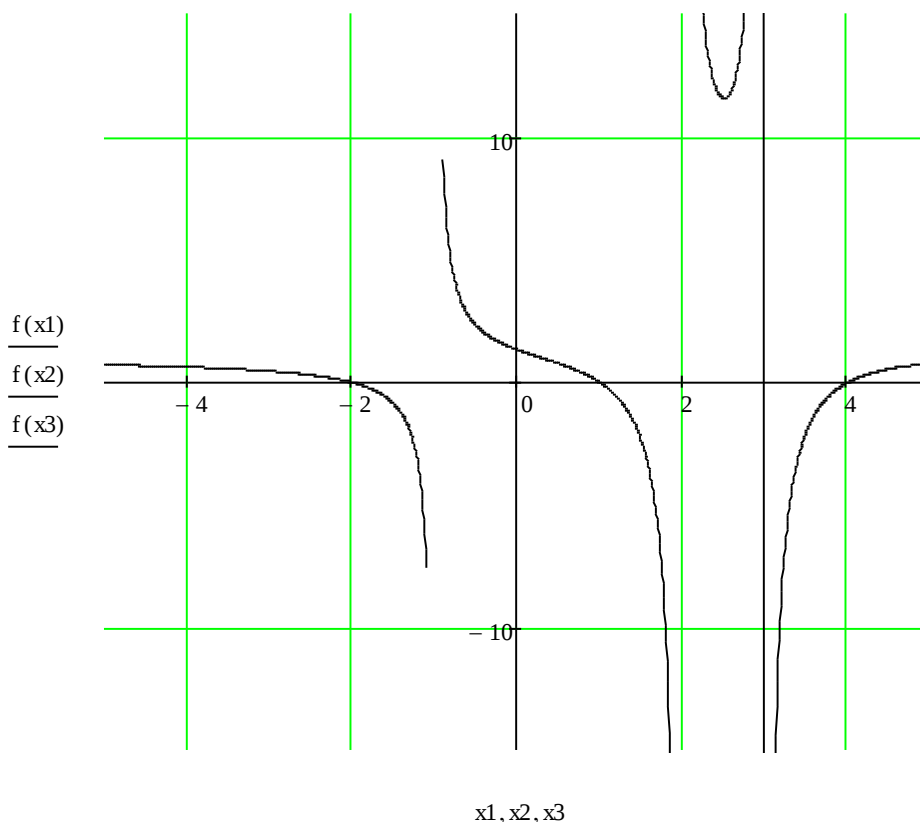


Рис. 2. График функции, построенный с помощью Mathcad.

Видим, что минимальное значение функции на промежутке (2; 3) нейросеть GPT Image 2 изобразила неверно в отличие от Mathcad. Еще раз подчеркнем, что уникальность графической нейросети в том, что она придумывает на основе простого текста аналитическое задание функции и строит ее график пусть и с ошибками, то есть участвует в эвристическом поиске решения задачи. Mathcad напротив – строит точный график по готовой функции, которую вводит пользователь. Он дает возможность проконтролировать, насколько верно выполнено задание. Таким образом, эти сервисы дополняют друг друга. Здесь также нужно учесть, что во время аудиторной работы использование Mathcad затруднительно, так как нужны компьютеры и опыт работы с данным программным пакетом. В этом случае в качестве эффективной альтернативной замены Mathcad можно применить графические калькуляторы для визуализации математических понятий. Они представлены в виде мобильных приложений, веб-сервисов и настольных программ. К таким калькуляторам относится, например, Desmos (имеет бесплатный доступ), который позволяет строить графики, работать с параметрами, создавать анимации и выполнять другие задачи. Desmos обеспечивает высокую точность построения графиков функций в рамках своих технических возможностей – он не использует нейросети, а базируется на традиционных численных методах и алгоритмах построения графиков. Кроме того, Desmos

позволяет наглядно продемонстрировать влияние параметров на форму графика. Вначале строится сам график (см. рис.3). Затем с помощью «ползунков» можно интерактивно изменить значения параметров в аналитическом выражении функции и получить график новой функции, которая может, как удовлетворять, так и не удовлетворять условиям исходного задания в зависимости от выбранных параметров.

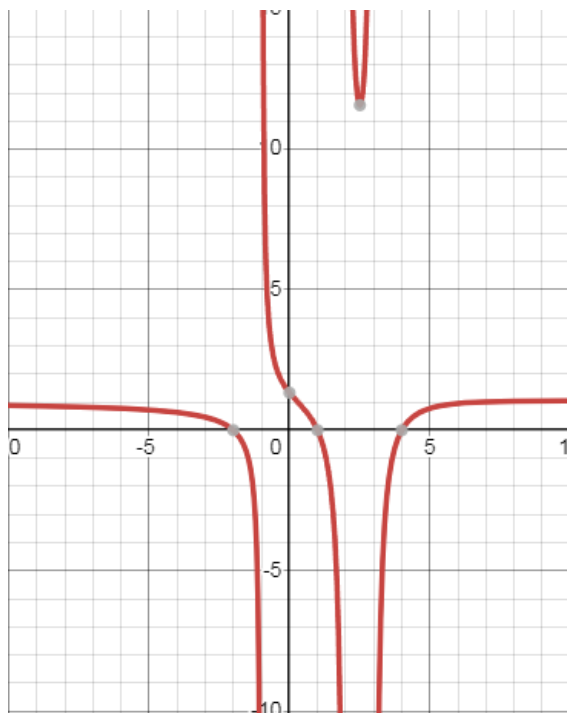


Рис. 3. График функции, построенный с помощью Desmos.

Выводы. Применение ИИ-инструментов для решения задач, требующих визуализации абстрактных математических объектов, является перспективным направлением, поскольку позволяет:

- 1) получать оперативную визуализацию изучаемых понятий на практических занятиях по высшей математике;
- 2) повышать наглядность материала и результативность занятия, особенно в сочетании с графическими калькуляторами;
- 3) знакомить обучающихся с передовыми цифровыми средствами, раскрывая их сильные стороны: наглядность, простоту в использовании, быстрый результат, доступность с мобильного устройства;
- 4) отрабатывать со студентами навыки промпт-инжиниринга, так как для получения от нейросети приемлемого результата требуется качественный промпт;
- 5) сформировать у студентов критическое отношение к автоматизированным решениям благодаря работе с ошибочными выводами ИИ-инструментов;
- 6) развивать метакогнитивные навыки обучающихся через задания на критическую оценку сгенерированных изображений (выявление искажений масштаба, неверных асимптот и т.п.) и верификацию результатов аналитическими методами;
- 7) объединять разные типы математической интерпретации (графическую, аналитическую, численную) в едином интерфейсе: например, одновременно показывать аналитическое выражение, таблицу значений и график функции, подчеркивая взаимосвязь форм описания объекта;

8) организовывать учебно-исследовательскую деятельность студентов через быструю проверку гипотез при изменении параметров, визуальное выявление закономерностей, формирование эвристических подходов к решению задач;

9) сочетать формирование предметных компетенций (чтение графиков, анализ особенностей функций) с развитием цифровой грамотности студентов.

В то же время интеграция ИИ-инструментов в учебный процесс, ввиду своей новизны, не лишена ряда сложностей и ограничений:

1) графические нейросети допускают ошибки, поэтому обязательна верификация сгенерированного материала;

2) бесплатный доступ к графическим нейросетям ограничен, что затрудняет их полноценное внедрение в учебный процесс;

3) использование ИИ-инструментов во время аудиторной работы должно быть целесообразным (это ценное дополнение, а не замена традиционных методов обучения).

Список литературы / References

1. Добровольская Н.Ю., Сеидова Н.М. Генеративные методы искусственного интеллекта как инструмент повышения эффективности обучения математическому анализу // Вестник МГПУ. Серия: Информатика и информатизация образования, 2025. №4 (74). С. 89-104. DOI: 10.24412/2072-9014-2025-474-89-104
2. Нуркенов С.Б. Генеративный искусственный интеллект как инструмент трансформации учебной деятельности студентов в условиях цифровизации высшего образования // Проблемы современной науки и образования, 2026. № 5(216). С. 38-42.
3. Кулагин Е.Д., Степанов М.Е. Использование образов в преподавании высшей математики // Моделирование и анализ данных, 2024. Т. 14. № 2. С. 12-925. DOI: 10.17759/mda.2024140213

UZBEKISTAN–SAUDI ARABIA COOPERATION AND CENTRAL ASIAN REGIONAL CONNECTIVITY: CHANNELS, RISKS AND POLICY PRIORITIES

Kadyrov A.K. (Republic of Uzbekistan)

*Kadyrov Alisher Kadyrovich - Head of Department,
INSTITUTE FOR STRATEGIC AND REGIONAL STUDIES UNDER THE PRESIDENT OF THE REPUBLIC
OF UZBEKISTAN,
TASHKENT, REPUBLIC OF UZBEKISTAN*

Abstract: The article assesses the regional significance of Uzbekistan–Saudi Arabia cooperation for Central Asia. It introduces a three-level framework that distinguishes direct, indirect, and potential regional effects and applies it to energy, transport and aviation, water and environmental infrastructure, digital technologies, investment, and humanitarian mobility. The analysis draws on official bilateral documents, the 2023 GCC–Central Asia Summit statement, and project information available through 2025–2026. It finds that the strongest current effects are indirect: Saudi-backed projects improve Uzbekistan's energy capacity, infrastructure, and technological base, thereby strengthening the resilience of a pivotal Central Asian state. Direct regional effects are emerging through aviation, interregional diplomacy, and potentially connected energy and digital systems. The article identifies implementation gaps, concentration, geopolitical exposure, weak localization, and limited data transparency as major risks and proposes policy priorities for 2027–2030.

Keywords: Central Asia, Uzbekistan, Saudi Arabia, regional connectivity, energy security, transport diplomacy, water infrastructure, digital connectivity, GCC, regional stability.

СОТРУДНИЧЕСТВО УЗБЕКИСТАНА И САУДОВСКОЙ АРАВИИ И РЕГИОНАЛЬНЫЕ СВЯЗИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ: КАНАЛЫ, РИСКИ И ПРИОРИТЕТЫ ПОЛИТИКИ

Кадыров А.К. (Республика Узбекистан)

*Кадыров Алишер Кадырович - заведующий отделом
Институт стратегических и региональных исследований при Президенте Республики Узбекистан,
г. Ташкент, Республика Узбекистан*

Аннотация: в статье дается оценка регионального значения сотрудничества Узбекистана и Саудовской Аравии для Центральной Азии. В статье представлена трехуровневая структура, в которой выделяются прямые, косвенные и потенциальные региональные эффекты и которая применяется к энергетике, транспорту и авиации, водной и экологической инфраструктуре, цифровым технологиям, инвестициям и гуманитарной мобильности. Анализ основан на официальных двусторонних документах, заявлении саммита стран Персидского залива и Центральной Азии 2023 года и информации о проекте, доступной до 2025-2026 годов. В нем отмечается, что наибольший текущий эффект является косвенным: проекты, поддерживаемые Саудовской Аравией, улучшают энергетические возможности, инфраструктуру и технологическую базу Узбекистана, тем самым укрепляя устойчивость ключевого государства Центральной Азии. Прямые региональные эффекты проявляются в авиации, межрегиональной дипломатии и потенциально связанных энергетических и цифровых системах. В статье в качестве основных рисков определены пробелы в реализации, концентрация, геополитическая уязвимость, слабая локализация и ограниченная прозрачность данных, а также предлагаются приоритеты политики на 2027-2030 годы.

Ключевые слова: Центральная Азия, Узбекистан, Саудовская Аравия, региональная связанность, энергетическая безопасность, транспортная дипломатия, водная инфраструктура, цифровая связанность, ССАГПЗ, региональная стабильность.

Introduction

Central Asia's development depends increasingly on diversified external partnerships. Its landlocked geography, infrastructure gaps, energy transition, water stress, and demand for technology create a need for capital and expertise, but external engagement may also generate new dependencies. The analytical task is therefore to distinguish projects that expand bilateral activity from those that strengthen regional connectivity and stability.

Saudi Arabia has become one of Uzbekistan's most prominent partners from the Arab Gulf. The partnership combines political dialogue with large-scale energy projects, aviation, urban and water infrastructure, digital initiatives, and humanitarian mobility. In August 2022, the two countries formally advanced relations toward full-scale partnership and signed fifteen sectoral documents [4]. The first GCC–Central Asia Summit in Jeddah in July 2023 placed bilateral cooperation within a broader interregional agenda encompassing political coordination, transport and logistics, energy and water security, green technologies, trade, investment, education, and cultural relations [5].

The central question is how cooperation centered in Uzbekistan affects Central Asia as a region. The answer requires caution. A power plant located in Uzbekistan does not automatically constitute a regional project; an airport or data center may have regional potential without producing immediate cross-border effects. This article therefore differentiates direct effects, indirect effects, and potential effects. It also proposes a qualitative strategic-result framework to evaluate whether cooperation contributes to resilience, connectivity, and regional stability.

Methodology and assessment framework

The research uses document analysis, process tracing, and sectoral comparison. Process tracing follows the sequence from political initiative and legal approval to financing, implementation, national outcome, and regional effect, thereby preventing the conflation of announced portfolios with operational investment.

Direct effects occur when cooperation creates cross-border flows or institutions, such as aviation networks, regional logistics, connected power systems, or interregional political dialogue. Indirect effects arise when projects strengthen Uzbekistan's domestic resilience and thereby improve the stability of a pivotal Central Asian state. Potential effects refer to initiatives that could be scaled regionally but whose cross-border impact is not yet demonstrated.

The assessment framework covers institutional maturity, implementation, diversification, localization and technology transfer, regional effect, and resilience to political, financial, legal, environmental, and social risks. It uses a qualitative profile rather than an artificially precise single index when comparable data are incomplete.

Evolution and current scale of cooperation

Uzbek–Saudi relations have passed through four stages: diplomatic and legal formation in 1992–2016; investment activation in 2017–2021; transition to full-scale partnership in 2022–2024; and strategic diversification from 2025. The 2022 state visit produced a joint statement, fifteen sectoral documents, and agreements and contracts exceeding USD 14 billion [4]. The 2023 GCC–Central Asia Summit added an interregional framework and a joint action plan for 2023–2027 [5].

By October 2025, the official project portfolio exceeded USD 27 billion; ACWA Power projects were valued at USD 15 billion; USD 2 billion of Saudi investment had been developed during the year; and flight frequency exceeded sixty per week [6]. Cooperation had expanded to data centers, artificial intelligence, strategic minerals, wastewater treatment, water supply, utilities, and a new international airport. Resolution PP-241 of 30 July 2025 approved the bilateral air services agreement and designated the Ministry of Transport as the implementing authority [7].

The partnership has thus broadened beyond renewable energy. Nevertheless, regional impact should be attributed only where implementation evidence and a plausible cross-border transmission mechanism are present.

Channels of regional impact

Energy is the largest channel. Saudi-backed solar, wind, storage, and green-hydrogen projects expand Uzbekistan's capacity and accelerate technological modernization. Their current regional contribution is mainly indirect: a more reliable Uzbek energy system supports regional resilience. A direct effect would require cross-border electricity trade, coordinated balancing, or common technical standards.

Transport and aviation create more visible connectivity. The air services agreement and more than sixty weekly flights support business, tourism, and pilgrimage [6; 7]. The planned Tashkent airport could strengthen Uzbekistan's role as a Central Asia–Gulf hub, but regional value will depend on route networks, transfer traffic, cargo capacity, and links with neighboring states.

Water and environmental infrastructure are an emerging strategic channel. Wastewater, water-supply, and pumping-station projects address national vulnerabilities [6], while their regional potential lies in transferable technology, transparent public–private partnership models, and professional training.

Digital cooperation has high potential. Data centers and artificial-intelligence initiatives can improve computing capacity and innovation, but regional effects require cross-border data links, cybersecurity standards, energy efficiency, and access for local firms and universities.

Humanitarian mobility strengthens social connectivity through pilgrimage, tourism, education, and professional exchange. The GCC–Central Asia statement gives explicit priority to higher education, research, vocational training, culture, youth, and tourism [5].

Interregional diplomacy is itself a regional public good. The GCC–Central Asia format coordinates positions on security, supply chains, food, energy, water, climate, transport, and counterterrorism [5]. Its effectiveness depends on regular meetings and measurable implementation of the joint action plan.

Channel	Current evidence	Regional effect and condition
Energy and storage	Large solar, wind, storage, and green-hydrogen portfolio	Mainly indirect; becomes direct through cross-border power integration and common standards
Aviation and transport	Air services agreement, more than 60 weekly flights, airport initiative	Direct mobility effect; regional hub value depends on routes, transfer traffic, and cargo links
Water and environment	Wastewater, water-supply, and pumping-station projects	Indirect and potential; scalable through technology transfer and transparent PPP models
Digital infrastructure	Data-center and artificial-intelligence initiatives	Potential; requires regional data links, cybersecurity, skills, and access for local firms
Humanitarian mobility	Pilgrimage, tourism, education, and professional contacts	Direct social connectivity; deepens trust and supports long-term cooperation
Central Asia–GCC diplomacy	Summit declaration and 2023–2027 action plan	Direct institutional effect; depends on continuity and implementation

Risks and limitations

The main structural risk is concentration: energy dominates the portfolio and a large share is associated with a limited group of companies. Concentration may accelerate delivery, but it

increases exposure to company-specific financing and technology decisions. Diversification should therefore be measured by independent investors, instruments, and value chains.

A second risk is the implementation gap. Political meetings and memoranda generate visibility, while financing, procurement, network connection, and construction require long administrative cycles. A verified project register should distinguish proposed, signed, legally approved, financed, under-construction, and commissioned initiatives.

A third risk is limited localization and knowledge transfer. Foreign investment creates stronger national and regional multipliers when it develops local suppliers, skills, research cooperation, and technological competence. Realistic local-content plans should be combined with certification, training, and joint research.

Geopolitical exposure and weak data transparency compound these risks. Middle Eastern tensions, disrupted routes, sanctions affecting third countries, or changing financing conditions may raise costs, while inconsistent reporting makes regional claims difficult to verify. Scenario planning, contractual safeguards, and comparable indicators are therefore essential.

Policy priorities for 2027–2030

For 2027–2030, the first priority is a permanent coordination and monitoring mechanism within the existing Intergovernmental Commission. A digital register should combine diplomatic commitments, treaty status, financing, project milestones, local-content indicators, and regional-effect metrics.

The second priority is alignment with the Central Asia–GCC agenda: energy projects should consider regional grid compatibility; aviation should support transfer and cargo connectivity; digital projects should incorporate cybersecurity and regional data standards; and water initiatives should generate transferable technical knowledge.

The third priority is localization and human-capital development. Major projects should include measurable plans for Uzbek suppliers, technical training, university cooperation, research, internships, and managerial development.

The fourth priority is risk-based diversification into water, health, logistics, digital services, education, agribusiness, and strategic minerals, while maintaining fiscal, environmental, and social safeguards. Project selection should be based on public value and regional relevance, not nominal investment size alone.

An annual evidence-based review should distinguish national, direct regional, indirect regional, and potential regional outcomes and support preparations for GCC–Central Asia meetings.

Conclusion

Uzbekistan–Saudi Arabia cooperation has become an important component of Central Asia’s diversified external relations. Its strongest present contribution is indirect: Saudi investment strengthens Uzbekistan’s energy, transport, water, and digital capacities. Direct effects are clearest in aviation, humanitarian mobility, and the Central Asia–GCC dialogue, while regional power integration, digital networks, and transferable infrastructure models remain potential effects.

Regional significance should not be inferred from investment volume alone. It depends on implementation, connectivity, localization, knowledge transfer, institutional continuity, and risk resilience. Digital monitoring, interregional alignment, skills commitments, diversification, and transparent evaluation can enable bilateral projects to evolve into instruments of Central Asian connectivity and stability.

References / Список литературы

1. Keohane R.O., Nye J.S. Power and Interdependence. 4th ed. Boston: Longman, 2012.
2. Buzan B., Wæver O. Regions and Powers: The Structure of International Security. Cambridge: Cambridge University Press, 2003.
3. Hettne B., Söderbaum F. Theorising the Rise of Regionness // New Political Economy. 2000. Vol. 5, No. 3. P. 457–472.
4. President of the Republic of Uzbekistan. A New Era in the Uzbek-Saudi Relations. 17 August 2022. Available at: <https://president.uz/en/lists/view/5433> (accessed 11 July 2026).

5. Gulf Cooperation Council. Joint Statement of the GCC–Central Asia Summit. Jeddah, 19 July 2023. Available at: <https://www.gcc-sg.org/en/MediaCenter/News/Pages/news2023-7-19-5.aspx> (accessed 11 July 2026).
6. President of the Republic of Uzbekistan. The President of Uzbekistan Advocates Further Expansion of a Full-Scale Partnership with Saudi Arabia. 15 October 2025. Available at: <https://president.uz/en/lists/view/8569> (accessed 11 July 2026).
7. President of the Republic of Uzbekistan. Resolution No. PP-241 “On Approval of an International Treaty”, 30 July 2025. Available at: <https://lex.uz/docs/7661702> (accessed 11 July 2026).
8. Saudi Vision 2030. Overview and strategic pillars. Available at: <https://www.vision2030.gov.sa/en/overview> (accessed 11 July 2026).
9. Gulf Cooperation Council. 153rd Session of the GCC Ministerial Council: Strategic Dialogue between the GCC and Central Asian Countries. 7 September 2022. Available at: <https://www.gcc-sg.org/en/MediaCenter/News/Pages/news2022-9-7-8.aspx> (accessed 11 July 2026).
10. *Coates Ulrichsen K.* The Gulf States in International Political Economy. London: Palgrave Macmillan, 2016.
11. *Baldwin D.A.* Economic Statecraft. Princeton: Princeton University Press, 1985.
12. *Okano-Heijmans M.* Conceptualizing Economic Diplomacy // The Hague Journal of Diplomacy. 2011. Vol. 6, No. 1–2. P. 7–36.
13. Republic of Uzbekistan. Law No. ZRU-518 “On International Treaties of the Republic of Uzbekistan”, 6 February 2019. Available at: <https://lex.uz/docs/4193763> (accessed 11 July 2026).

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AS A FACTOR IN THE TRANSFORMATION OF AZERBAIJAN'S ARTISTIC CULTURE

Kasumova S.F. (Republic of Azerbaijan)

*Kasumova Sakina Farzali gizi - PhD in Philology, Associate Professor, Leading Researcher
INSTITUTE OF ARCHITECTURE AND ART,
AZERBAIJAN NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES (ANAS),
BAKU, REPUBLIC OF AZERBAIJAN*

Abstract: *The article examines the impact of artificial intelligence on contemporary artistic culture and considers the opportunities and challenges associated with the integration of artificial intelligence technologies into the cultural space of Azerbaijan. The application of artificial intelligence to the digitization and preservation of cultural heritage, restoration of artworks, generation of artistic images, scholarly research, education, and cultural communication is considered as one of the significant directions of contemporary cultural transformation. The study argues that the integration of Azerbaijani artistic heritage into the digital environment should not be regarded solely as a technological process, but also as a process of reinterpretation of cultural memory, national identity, and artistic tradition under new communicative conditions. Alongside the potential benefits of artificial intelligence, particular attention is given to the problems of authenticity, authorship, collective cultural rights, cultural appropriation, and algorithmic stereotyping. The article emphasizes that a model based on cooperation between human expertise and technological systems, while preserving cultural specificity, may provide the most productive framework for the responsible integration of artificial intelligence into Azerbaijani artistic culture. Under such conditions, artificial intelligence can contribute not only to the preservation of cultural heritage but also to the development of new forms of artistic expression and cultural communication.*

Keywords: *artificial intelligence, artistic culture, Azerbaijan, digital cultural heritage, cultural memory, digitalization, artistic identity, digital humanities.*

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ КАК ФАКТОР ТРАНСФОРМАЦИИ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ КУЛЬТУРЫ АЗЕРБАЙДЖАНА

Касумова С.Ф. (Азербайджанская Республика)

*Касумова Сакина Фарзали кызы - кандидат филологических наук, доцент, ведущий научный
сотрудник
НАНА,*

*Институт архитектуры и искусства,
г. Баку, Азербайджанская Республика*

Аннотация: *статья посвящена теоретико-культурологическому осмыслению роли искусственного интеллекта в современных процессах сохранения, исследования и развития художественной культуры Азербайджана. Рассматриваются основные направления применения интеллектуальных технологий в сфере цифрового архивирования, реставрации культурного наследия, генерации художественных форм, музейно-образовательной деятельности и научной аналитики. Особое внимание уделяется проблеме соотношения технологических инноваций и культурной аутентичности, вопросам сохранения традиционных художественных кодов, коллективных культурных прав и этических принципов использования искусственного интеллекта. Обосновывается положение о том, что внедрение интеллектуальных систем должно осуществляться не как процесс*

замещения художественной традиции, а как механизм расширения её исследовательских, коммуникативных и творческих возможностей. Предлагаются основные принципы культурно-чувствительной интеграции искусственного интеллекта в художественное пространство Азербайджана.

Ключевые слова: искусственный интеллект, Азербайджан, цифровое культурное наследие, медиатизация, культурная идентичность.

В условиях интенсивной цифровизации культурного пространства искусственный интеллект постепенно выходит за пределы исключительно технологической проблематики и становится одним из факторов структурной трансформации современной художественной культуры. Его воздействие затрагивает не только способы производства и распространения художественных образов, но и более глубокие механизмы культурной репрезентации, сохранения наследия, формирования эстетических моделей и конструирования идентичности. В этом отношении для Азербайджана, обладающего многослойным историко-культурным наследием и устойчивой системой художественных традиций, проблема интеграции искусственного интеллекта приобретает особое культурологическое значение. Речь идёт не просто о внедрении новых цифровых инструментов в музейную, архивную, реставрационную или художественную практику, а о формировании новой среды функционирования культурных смыслов, в которой традиционные формы оказываются включёнными в принципиально иные механизмы фиксации, интерпретации, воспроизводства и коммуникации. Современная технологическая ситуация демонстрирует постепенный переход от классической цифровизации, ориентированной преимущественно на сохранение и передачу существующего культурного материала, к интеллектуализированным моделям его обработки. Если цифровая копия прежде всего фиксировала объект и обеспечивала его доступность, то системы искусственного интеллекта способны осуществлять классификацию, сопоставление, реконструкцию, интерпретацию и генерацию новых культурных форм. Тем самым изменяется сам статус цифрового культурного объекта: он перестаёт быть исключительно архивной репродукцией и становится элементом динамической информационно-семиотической среды. Такая трансформация требует переосмысления соотношения между оригиналом и его цифровой репрезентацией, между исторической памятью и алгоритмической реконструкцией, между авторским замыслом и машинной генерацией.

В контексте художественной культуры Азербайджана данная проблема имеет принципиальное значение вследствие особой природы самого культурного наследия. Традиционные формы азербайджанского искусства складывались в результате длительного взаимодействия различных культурно-исторических пластов, сохраняя при этом собственную идентификационную структуру. Музыкальная традиция, орнаментальное искусство, ковровая культура, архитектурные формы, декоративно-прикладное искусство и другие виды художественной деятельности представляют собой не совокупность изолированных артефактов, а сложные системы культурной памяти, в которых зафиксированы исторические, эстетические и мировоззренческие значения. Поэтому применение искусственного интеллекта к подобному материалу не может рассматриваться исключительно как техническая процедура. Любая алгоритмическая операция с культурным объектом одновременно является операцией с его семантическим статусом.

Вместе с тем искусственный интеллект постепенно переходит от функции сохранения к функции культурного производства. Генеративные модели способны создавать новые визуальные композиции, орнаментальные вариации, музыкальные фрагменты и синтетические художественные образы, используя в качестве основы большие массивы культурных данных. Именно здесь возникает наиболее сложный вопрос о границе между сохранением традиции и её технологическим воспроизводством. Создание нового произведения «в духе» определённой художественной традиции ещё не означает продолжения этой традиции. Алгоритм может воспроизводить внешние признаки стиля, но не обладает культурным опытом, исторической памятью. В связи с этим традиция должна

рассматриваться не как набор формальных признаков, доступных машинному копированию, а как открытая система культурных значений. Алгоритмическая переработка может способствовать развитию современной художественной культуры лишь при условии сохранения связи между формой и культурной памятью. В противном случае возникает опасность превращения национального художественного наследия в набор визуально узнаваемых, но семантически обеднённых знаков.

Особую актуальность приобретает поэтому проблема культурной локализации искусственного интеллекта. Универсальная модель, сформированная преимущественно на основе глобальных информационных корпусов, не обязательно способна адекватно интерпретировать локальную художественную специфику. Неполнота данных, отсутствие достаточного количества материалов на азербайджанском языке, неравномерная представленность региональных художественных практик и преимущественная ориентация алгоритмов на наиболее распространённые культурные модели могут приводить к упрощению или стереотипизации национального материала.

Искусственный интеллект способен существенно расширить образовательный и коммуникативный потенциал художественной культуры. Цифровая технология способствует переходу от модели передачи знания к модели интерактивного культурного опыта.

Однако расширение доступности культурного наследия одновременно сопровождается риском его поверхностной медиатизации. Искусственный интеллект в данном случае должен рассматриваться как средство расширения интерпретационного пространства, а не как механизм упрощения культуры до набора легко распознаваемых визуальных или информационных единиц.

Существенным измерением проблемы становится также вопрос авторства и интеллектуальных прав. Генеративные системы способны создавать произведения на основе больших массивов уже существующих художественных материалов, что неизбежно ставит вопрос о границах допустимого использования культурных данных. В отношении традиционного искусства ситуация ещё сложнее, поскольку многие формы художественного знания не принадлежат отдельному автору в современном юридическом понимании, а существуют как коллективное достояние определённых сообществ. Поэтому использование традиционных мотивов в цифровой генерации требует учёта не только индивидуального авторского права, но и принципов культурной ответственности. Следовательно, технологическая эффективность должна быть соотнесена с этической ответственностью.

Перспективной является не конкуренция человека и алгоритма, а формирование гибридной модели культурного производства, в которой искусственный интеллект расширяет аналитические и творческие возможности специалиста, сохраняя за человеком функцию интерпретации и ответственности.

Таким образом, искусственный интеллект следует рассматривать не только как технологический инструмент, внедряемый в сферу искусства, но и как фактор изменения самой структуры художественной культуры. Его воздействие проявляется в трансформации способов хранения и передачи культурной памяти, в изменении механизмов художественной репрезентации, в возникновении новых моделей авторства и творчества, в расширении образовательной и коммуникативной среды. Для азербайджанской культуры данная трансформация открывает значительные возможности, однако их реализация непосредственно зависит от способности соединить технологическую инновацию с принципами культурной преемственности.

Поэтому задача современной культурной политики Азербайджана, на наш взгляд, заключается не в механическом присоединении национального искусства к глобальной цифровой среде, а в формировании таких моделей технологического развития, при которых цифровизация становится способом сохранения культурной памяти, расширения художественного языка и формирования новых форм культурной субъектности. В этом отношении искусственный интеллект может выступить не фактором унификации

художественного пространства, а инструментом его дальнейшей дифференциации, интеллектуализации и смыслового развития.

Список литературы / References

1. *Смирнов И.* Гибридизация культур: теория и практика. — Санкт-Петербург, 2015.
2. *Ахмедов Р.* Локальная идентичность и глобализация. — Баку: Элм, 2012.
3. *Кузнецова Л.* Медиатизация культуры и современное искусство. — Москва, 2018.
4. *Johnson H.* Postmodernism and Cultural Identity. — London: Routledge, 2010.

CXVI INTERNATIONAL CORRESPONDENCE SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE

**INTERNATIONAL SCIENTIFIC REVIEW OF THE PROBLEMS AND
PROSPECTS OF MODERN SCIENCE AND EDUCATION**

**Boston. USA. September 18-19, 2026
[HTTPS://SCIENTIFIC-CONFERENCE.COM](https://scientific-conference.com)**



**LIBRARY OF
CONGRESS (USA)**

**COLLECTION OF SCIENTIFIC ARTICLES
PUBLISHED BY ARRANGEMENT WITH THE AUTHORS**



You are free to:

Share – copy and redistribute the material in any medium or format

Adapt – remix, transform, and build upon the material
for any purpose, even commercially.

Under the following terms:

Attribution – You must give appropriate credit,
provide a link to the license, and indicate if changes were made.

**You may do so in any reasonable manner,
but not in any way that suggests the licensor endorses you or your use.**
ShareAlike – If you remix, transform, or build upon the material, you must
distribute your contributions under the same license as the original.

**ISBN 978-1-64655-175-0
INTERNATIONAL CONFERENCE**

PRINTED IN THE UNITED STATES OF AMERICA