

ПРОБЛЕМЫ

СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ

PROBLEMS OF MODERN SCIENCE AND EDUCATION

2026 № 7 (218)



PROBLEMS OF MODERN SCIENCE AND EDUCATION

2026. № 7 (218)

FOUNDERS: VALTSEV S.V., VOROBIEV A.V.

EDITORIAL BOARD

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), *Glushenko 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), *Koval'ov M.* (PhD in Economics, Belarus), *Kravicova 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), *Seltrenikova 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), *Tregub 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), *Cuculjan 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).

Publishing house «PROBLEMS OF SCIENCE»

153000, Russian Federation, Ivanovo, Red Army st., h.20, 3th floor, of. 3-3. Phone: +7 (915) 814-09-51.

[HTTP://WWW.IP11.RU](http://www.ip11.ru)

E-MAIL: [INFO@P8N.RU](mailto:info@p8n.ru)

DISTRIBUTION: RUSSIAN FEDERATION, FOREIGN COUNTRIES

Moscow
2026

ISSN 2304–2338 (печатная версия)
ISSN 2413–4635 (электронная версия)

Проблемы современной науки и образования 2026. № 7 (218)

Российский импакт-фактор: 1,72

ИЗДАТЕЛЬСТВО
«Проблемы науки»

Журнал
зарегистрирован
Федеральной
службой по надзору
в сфере связи,
информационных
технологий и
массовых
коммуникаций
(Роскомнадзор)
Реестровая запись
ПИ №ФС77– 47745

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Учредители журнала: Вальцев С.В., Воробьев А.В.
Главный редактор: Вальцев С.В.
Зам.главного редактора Кончакова И.В.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Издается с 2011
года

Территория
распространения:
зарубежные
страны,
Российская
Федерация

Подписано в
печать:
10.07.2026.
Дата выхода в
свет:
22.07.2026

Формат 70х100/16.
Бумага офсетная.
Гарнитура
«Таймс».
Печать офсетная.
Усл. печ. л. 2,275
Тираж 100 экз.
Заказ № 00246

Свободная цена

Абдуллаев К.Н. (д-р филос. по экон., Азербайджанская Республика), *Алиева В.Р.* (канд. филос. наук, Узбекистан), *Акбулаев Н.Н.* (д-р экон. наук, Азербайджанская Республика), *Аликулов С.Р.* (д-р техн. наук, Узбекистан), *Ананьева Е.П.* (д-р филос. наук, Украина), *Асатурова А.В.* (канд. мед. наук, Россия), *Аскарходжаев Н.А.* (канд. биол. наук, Узбекистан), *Байтасов Р.Р.* (канд. с.-х. наук, Белоруссия), *Бакико И.В.* (канд. наук по физ. воспитанию и спорту, Украина), *Бахор Т.А.* (канд. филол. наук, Россия), *Баулина М.В.* (канд. пед. наук, Россия), *Блейх Н.О.* (д-р ист. наук, канд. пед. наук, Россия), *Боброва Н.А.* (д-р юрид. наук, Россия), *Богомолов А.В.* (канд. техн. наук, Россия), *Бородай В.А.* (д-р социол. наук, Россия), *Волков А.Ю.* (д-р экон. наук, Россия), *Гавриленкова И.В.* (канд. пед. наук, Россия), *Гарагонич В.В.* (д-р ист. наук, Украина), *Глуценко А.Г.* (д-р физ.-мат. наук, Россия), *Гринченко В.А.* (канд. техн. наук, Россия), *Губарева Т.И.* (канд. юрид. наук, Россия), *Гутникова А.В.* (канд. филол. наук, Украина), *Датий А.В.* (д-р мед. наук, Россия), *Демчук Н.И.* (канд. экон. наук, Украина), *Дивненко О.В.* (канд. пед. наук, Россия), *Дмитриева О.А.* (д-р филол. наук, Россия), *Доленко Г.Н.* (д-р хим. наук, Россия), *Есенова К.У.* (д-р филол. наук, Казахстан), *Жамулидинов В.Н.* (канд. юрид. наук, Казахстан), *Жолдошев С.Т.* (д-р мед. наук, Кыргызская Республика), *Зеленков М.Ю.* (д-р полит. наук, канд. воен. наук, Россия), *Ибадов Р.М.* (д-р физ.-мат. наук, Узбекистан), *Ильинских Н.Н.* (д-р биол. наук, Россия), *Кайракбаев А.К.* (канд. физ.-мат. наук, Казахстан), *Каптаева М.В.* (д-р техн. наук, Россия), *Киквидзе И.Д.* (д-р филол. наук, Грузия), *Клинов Г.Т.* (PhD in Pedagogic Sc., Болгария), *Кобланов Ж.Т.* (канд. филол. наук, Казахстан), *Ковалёв М.Н.* (канд. экон. наук, Белоруссия), *Кравцова Т.М.* (канд. психол. наук, Казахстан), *Кузьмин С.Б.* (д-р геогр. наук, Россия), *Куликова Э.Г.* (д-р филол. наук, Россия), *Курманбаева М.С.* (д-р биол. наук, Казахстан), *Курпаянц И.И.* (канд. экон. наук, Узбекистан), *Линькова-Даниельс Н.А.* (канд. пед. наук, Австралия), *Лукиенко Л.В.* (д-р техн. наук, Россия), *Макаров А. Н.* (д-р филол. наук, Россия), *Мацаренко Т.Н.* (канд. пед. наук, Россия), *Мейманов Б.К.* (д-р экон. наук, Кыргызская Республика), *Мурадов Ш.О.* (д-р техн. наук, Узбекистан), *Мусаев Ф.А.* (д-р филос. наук, Узбекистан), *Набиев А.А.* (д-р наук по геоинформ., Азербайджанская Республика), *Назаров Р.Р.* (канд. филос. наук, Узбекистан), *Наумов В. А.* (д-р техн. наук, Россия), *Овчинников Ю.Д.* (канд. техн. наук, Россия), *Петров В.О.* (д-р искусствоведения, Россия), *Радкевич М.В.* (д-р техн. наук, Узбекистан), *Рахимбеков С.М.* (д-р техн. наук, Казахстан), *Розыходжаева Г.А.* (д-р мед. наук, Узбекистан), *Романенкова Ю.В.* (д-р искусствоведения, Украина), *Рубцова М.В.* (д-р социол. наук, Россия), *Румянцев Д.Е.* (д-р биол. наук, Россия), *Самков А. В.* (д-р техн. наук, Россия), *Саньков П.Н.* (канд. техн. наук, Украина), *Селитренникова Т.А.* (д-р пед. наук, Россия), *Сибирицев В.А.* (д-р экон. наук, Россия), *Скрипко Т.А.* (д-р экон. наук, Украина), *Солов А.В.* (д-р ист. наук, Россия), *Стрекалов В.Н.* (д-р физ.-мат. наук, Россия), *Стукаленко Н.М.* (д-р пед. наук, Казахстан), *Субачев Ю.В.* (канд. техн. наук, Россия), *Сулейманов С.Ф.* (канд. мед. наук, Узбекистан), *Трегуб И.В.* (д-р экон. наук, канд. техн. наук, Россия), *Упоров И.В.* (канд. юрид. наук, д-р ист. наук, Россия), *Федоскина Л.А.* (канд. экон. наук, Россия), *Хилтухина Е.Г.* (д-р филос. наук, Россия), *Цицунян С.В.* (канд. экон. наук, Республика Армения), *Чиладзе Г.Б.* (д-р юрид. наук, Грузия), *Шамишина И.Г.* (канд. пед. наук, Россия), *Шарипов М.С.* (канд. техн. наук, Узбекистан), *Шевко Д.Г.* (канд. техн. наук, Россия).

© ЖУРНАЛ «ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ
И ОБРАЗОВАНИЯ/PROBLEMS OF MODERN SCIENCE
AND EDUCATION»
© ИЗДАТЕЛЬСТВО «ПРОБЛЕМЫ НАУКИ»

Содержание

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ	4
<i>Niyozov N.N., Keunimjaeva A.K., Sayidov M.K. DEVELOPMENT OF SCENARIO-DRIVEN 5D EDUCATIONAL SIMULATOR SKETCHES FOR INTELLIGENT IMMERSIVE LEARNING ENVIRONMENTS / Ниезов Н.Н., Кеунимджаева А.К., Саидов М.К. РАЗРАБОТКА ЭСКИЗОВ ОБУЧАЮЩЕГО 5D-СИМУЛЯТОРА НА ОСНОВЕ СЦЕНАРИЕВ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ОБУЧАЮЩИХ СРЕД С ЭФФЕКТОМ ПОГРУЖЕНИЯ.....</i>	4
<i>Niyozov N.N., Boboqulov J.S., Saburov S.S. GIS-BASED HYBRID MODELS FOR LONG-TERM FORECASTING OF MOUNTAIN RIVER HYDROPOWER RESOURCES IN MULTI-PURPOSE HYDROPOWER COMPLEXES / Ниезов Н.Н., Бобокулов Дж.С., Сабуров С.С. ГИБРИДНЫЕ МОДЕЛИ НА ОСНОВЕ ГИС ДЛЯ ДОЛГОСРОЧНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ГОРНЫХ РЕК В МНОГОЦЕЛЕВЫХ ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ.....</i>	8
<i>Rakhmonov I.U., Narzullaev B.Sh., Ne'matov L.A. GIS-INTEGRATED INTELLIGENT TECHNOLOGIES FOR LONG-TERM FORECASTING OF MOUNTAIN RIVER WATER-ENERGY RESOURCES IN MULTI-PURPOSE HYDROPOWER COMPLEXES / Рахмонов И.У., Нарзуллаев Б.Ш., Нематов Л.А. ИНТЕГРИРОВАННЫЕ С ГИС ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ДОЛГОСРОЧНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВОДНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ГОРНЫХ РЕК В МНОГОЦЕЛЕВЫХ ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ</i>	12
ФИЛОСОФСКИЕ НАУКИ	16
<i>Бабель А.В. ОДИНОЧЕСТВО В СЕТИ: ЦИФРОВАЯ СИМУЛЯЦИЯ БЛИЗОСТИ, КАК ВЫЗОВ СОЦИАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ / Babel A.V. LONELINESS IN THE NETWORK: DIGITAL SIMULATION OF INTIMACY AS A CHALLENGE TO SOCIAL REALITY</i>	16
МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ.....	20
<i>Шайымов Б.К., Агамырадов Ч.М., Таджиев Р., Саркисова Е.Ю. ЛЕКАРСТВЕННАЯ НЕФРОПАТИЯ И ЕЕ ПРОФИЛАКТИКА ГОРЦЕМ ПТИЧЬИМ / Shayymov B.K., Agamyradov Ch.R., Tajiyev R., Sarkisova E.Yu. MEDICATION NEPHROPATHY AND ITS PREVENTION USING POLYGONUM AVICULARE</i>	20

DEVELOPMENT OF SCENARIO-DRIVEN 5D EDUCATIONAL SIMULATOR SKETCHES FOR INTELLIGENT IMMERSIVE LEARNING ENVIRONMENTS

Niyozov N.N.¹, Keunimjaeva A.K.², Sayidov M.K.³

¹Niyozov Numon Nizomiddinovich – PhD, Associate Professor,
TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY,
TASHKENT, REPUBLIC OF UZBEKISTAN,

²Keunimzhayeva Akmaral Kambarovna – Trainee teacher,
KARAKALPAK STATE UNIVERSITY,
NUKUS, REPUBLIC OF UZBEKISTAN

³Sayidov Muzaffar Karimtoshevich – Phd,
NAVOI STATE UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGIES,
NAVOI, REPUBLIC OF UZBEKISTAN

Abstract: This study presents the development of a technical specification framework for 5D-based intelligent educational simulators operating in adaptive digital learning environments. The proposed architecture integrates artificial intelligence, real-time learner analytics, simulation-driven instruction, and adaptive feedback mechanisms to improve educational efficiency. Experimental results demonstrate increased learner engagement, knowledge retention, and adaptive learning performance. The developed framework provides scalability, interoperability, and compatibility with modern cloud-based educational infrastructures and intelligent competency-oriented learning systems.

Keywords: 5D learning framework; intelligent educational simulator; adaptive learning; digital education; artificial intelligence; simulation-based learning; learner analytics; smart education systems; virtual learning environment; educational technology.

РАЗРАБОТКА ЭСКИЗОВ ОБУЧАЮЩЕГО 5D-СИМУЛЯТОРА НА ОСНОВЕ СЦЕНАРИЕВ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ОБУЧАЮЩИХ СРЕД С ЭФФЕКТОМ ПОГРУЖЕНИЯ

Ниезов Н.Н.¹, Кеунимджаева А.К.², Саидов М.К.³

¹Ниезов Нумон Низомиддинович – кандидат технических наук, доцент,
Ташкентский государственный технический университет,
г. Ташкент, Республика Узбекистан,

²Кейунимджаева Акмарал Камбаровна – преподаватель-стажер,
Каракалпакский государственный университет,
г. Нукус, Республика Узбекистан,

³Саидов Музаффар Каримтошевич – кандидат технических наук,
Навийский государственный горно-технологический университет,
г. Навои, Республика Узбекистан

Аннотация: в этом исследовании представлена разработка структуры технических спецификаций для интеллектуальных образовательных симуляторов на базе 5D, работающих в адаптивных цифровых обучающих средах. Предлагаемая архитектура объединяет искусственный интеллект, аналитику учащихся в режиме реального времени, обучение на основе моделирования и адаптивные механизмы обратной связи для повышения эффективности обучения. Экспериментальные результаты демонстрируют повышенную вовлеченность учащихся, сохранение знаний и адаптивную эффективность обучения. Разработанная платформа обеспечивает масштабируемость, interoperability и совместимость с современными

облачными образовательными инфраструктурами и интеллектуальными системами обучения, ориентированными на компетентность.

Ключевые слова: 5D-платформа обучения; интеллектуальный образовательный симулятор; адаптивное обучение; цифровое образование; искусственный интеллект; обучение на основе моделирования; аналитика учащихся; интеллектуальные образовательные системы; виртуальная учебная среда; образовательные технологии.

UDC 621.311.12

Recent advances in intelligent educational technologies have significantly transformed the architecture of modern digital learning environments. By 2025, the global EdTech sector exceeded USD 187 billion, while immersive simulation-based learning platforms demonstrated annual growth rates above 28%, driven by increasing demand for adaptive and interactive educational systems. The integration of artificial intelligence, virtual reality, digital twins, and real-time analytics has enabled the emergence of 5D educational simulators capable of combining visualization, scenario-based interaction, intelligent feedback, and adaptive content generation within a unified platform [1]. Therefore, the development of scenario-driven 5D simulator sketches represents an important research direction for improving learner engagement, practical skill acquisition, and cognitive adaptability in next-generation education systems (Fig. 1).



Fig. 1. Global Immersive Learning and Educational Simulation Market Growth by Region (2018–2030).

The proposed methodology integrates scenario-driven 5D simulation modeling, adaptive learning analytics, and intelligent interaction control within immersive educational environments. Learner engagement was evaluated using the adaptive immersion index:

$$AII = \frac{\sum_{i=1}^n (V_i + I_i + R_i + F_i)}{n}$$

while cognitive adaptation efficiency was estimated by

$$CAE(t) = \alpha \int_0^T L(t) e^{-\beta t} dt$$

The simulator response dynamics were modeled using the nonlinear interaction equation:

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (x_i - \mu)^2}{m - 1}} + \gamma \frac{\partial E(t)}{\partial t}$$

Scenario optimization performance was evaluated through the intelligent learning convergence model:

$$LCM = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \left(\frac{P_k^{out}}{P_k^{in}} \right) \times \eta_k$$

where adaptive feedback, virtual interaction intensity, and real-time behavioral responses were continuously processed within the AI-based simulation framework [2-4].

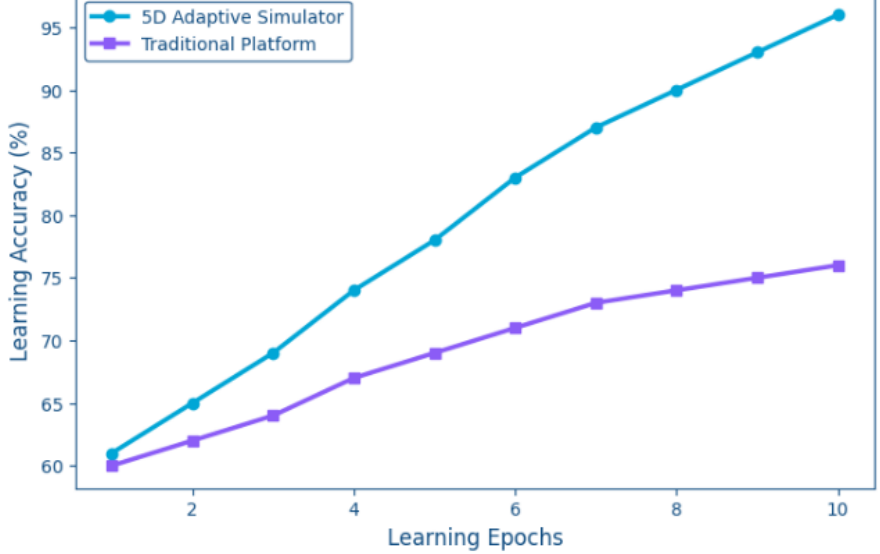


Fig. 2. Comparative Analysis of Adaptive Learning Accuracy in 5D Intelligent Simulation Environments.

Experimental evaluation demonstrated that the proposed scenario-driven 5D educational simulator significantly improved adaptive learning efficiency, immersive interaction quality, and intelligent feedback responsiveness compared with conventional digital learning platforms. The developed AI-assisted simulation environment dynamically adjusted scenario complexity according to real-time learner behavior, resulting in stable cognitive adaptation growth throughout the training process [5].

Fig. 2 illustrates the comparative learning accuracy analysis between the proposed 5D adaptive simulator and traditional educational platforms. The results indicate that adaptive scenario synchronization and intelligent feedback mechanisms increased overall learning accuracy from 61% to 96% during iterative simulation stages, while traditional systems remained below 76%.

Fig. 3 presents the immersive interaction performance under varying numbers of active learners. The immersion index continuously increased with user interaction density, confirming the scalability and behavioral adaptability of the proposed intelligent simulation framework. The highest immersion stability was achieved at interaction loads above 140 concurrent users, where the system maintained an immersion index above 95% [6,7].

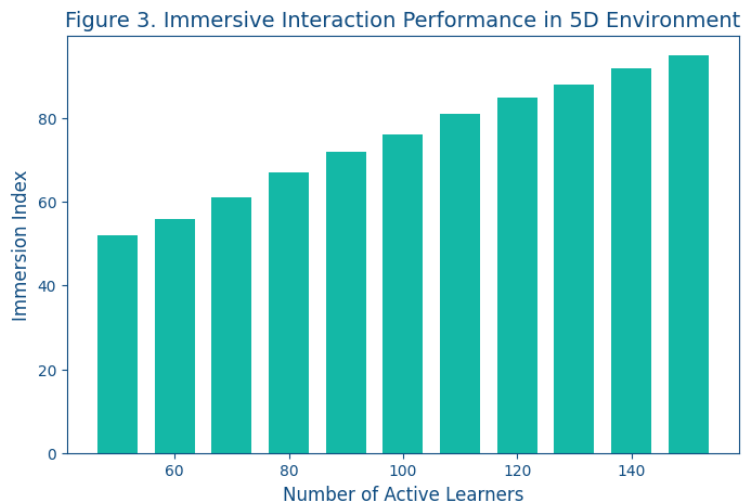


Fig. 3. Immersive Interaction Stability and User Engagement Performance in Scenario-Driven 5D Educational Simulators.

These findings confirm that intelligent 5D simulation architectures can substantially enhance engagement, adaptive learning convergence, and interactive educational performance in immersive digital learning environments. The obtained results demonstrate that scenario-driven 5D educational simulators significantly improve adaptive learning performance, immersive interaction quality, and intelligent feedback efficiency compared with conventional digital learning systems. The integration of AI-based scenario adaptation and real-time behavioral analytics enabled stable cognitive engagement under increasing interaction loads. In addition, the proposed framework showed high scalability and interaction stability, confirming its suitability for next-generation immersive educational environments and intelligent digital training platforms.

The developed scenario-driven 5D educational simulator framework demonstrated high effectiveness in improving immersive learning quality, adaptive interaction stability, and intelligent feedback performance within digital educational environments. The integration of AI-based scenario management, real-time behavioral analytics, and adaptive simulation control significantly increased learner engagement and cognitive responsiveness compared with traditional platforms. Experimental results confirmed the scalability and operational stability of the proposed architecture under varying interaction loads. Therefore, the proposed intelligent 5D simulation approach can serve as an effective foundation for future immersive educational systems, virtual laboratories, and next-generation adaptive digital learning technologies.

References / Список литературы

1. Grand View Research. (2025). Immersive training market size, share & trends analysis report by component, by technology, by industry, by region, and segment forecasts, 2025–2030. Grand View Research. Grand View Research Immersive Training Market Report.
2. Rakhmonov I.U., Ganiev S.R., Alibekova T.Sh., & Nematov L.A. (2023). In technical higher education institutions current state of the use of modern educational virtual reality laboratories in the teaching of specialized sciences. E3S Web of Conferences, 384. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202338401029>.

3. *Rakhmonov I., Temirova R., Ganiev S., & Yelmuratov I. (2025). Advancing critical thinking in technical education through virtual reality: A comparative study of Tashkent State Technical University and global best practices. AIP Conference Proceedings, 3331(1). <https://doi.org/10.1063/5.0307202>.*
4. *Курбонов Н.Н., Усманиев С.У., Шаюмова З.М., Бижанов А.К. Разработка алгоритма и программного продукта прогнозирования электропотребления // «Вестник науки и образования» научно-методический журнал. 2024. № 5 (148) Часть 2. С. 9-13.*
5. *Рахмонов И.У., Холихматов Б.Б., Гуломов Ф.Ф., Нажматдинов Р.К. Снижения расхода энергии и улучшение производственных показателей промышленных предприятий с непрерывным характером производства // «Вестник науки и образования» научно-методический журнал. 2024. № 5 (148) Часть 2. С. 13-19.*
6. *Рахмонов И.У., Коржобова М.Ф., Абдухалилов М.К., Отепбергенов Ш.Т. Анализ существующих подходов при выборе методов оценки эффективности управления энергопотреблением промышленных предприятий // «Проблемы современной науки и образования» научно-методический журнал. 2024. № 5 (192). С. 5-9.*
7. *Рахмонов И.У., Абдухалилов М.К., Курбонов Н.Н., Узakov Б.А. Исследование экономических показателей для оценки энергоэффективности промышленных предприятий с непрерывным характером производства // «Проблемы современной науки и образования» научно-методический журнал. 2024. № 5 (192). С. 10-14.*

GIS-BASED HYBRID MODELS FOR LONG-TERM FORECASTING OF MOUNTAIN RIVER HYDROPOWER RESOURCES IN MULTI-PURPOSE HYDROPOWER COMPLEXES

Niyozov N.N.¹, Boboqulov J.S.², Saburov S.S.³

¹*Niyozov Numon Nizomiddinovich – PhD, Associate Professor,
TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY,
TASHKENT, REPUBLIC OF UZBEKISTAN,*

²*Boboqulov Javohir Saydulla o'g'li – Assistant,
NAVOI STATE UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGIES,
NAVOI, REPUBLIC OF UZBEKISTAN,*

³*Saburov Salamat Sarsenbaevich – Assistant,
KARAKALPAK STATE UNIVERSITY,
NUKUS, REPUBLIC OF UZBEKISTAN*

Abstract: *This study investigates GIS-based hybrid models for long-term forecasting of mountain river hydropower resources in multi-purpose hydropower complexes. The research analyzes physical-hydrological, climate, statistical, and artificial intelligence forecasting approaches, including SWAT, SPHY, VIC, ARIMA, and LSTM models. The integration of GIS technologies, remote sensing, hydrometeorological observations, and machine learning algorithms significantly improves forecasting accuracy and hydropower resource assessment under changing climate conditions. The results demonstrate that hybrid GIS-AI forecasting systems provide higher prediction reliability, reduced uncertainty, and improved efficiency for sustainable hydropower management and long-term energy planning in mountainous regions.*

Keywords: *GIS technologies; hydropower forecasting; mountain rivers; SWAT model; VIC model; LSTM; machine learning; hydrological modeling; climate forecasting; hybrid forecasting systems.*

ГИБРИДНЫЕ МОДЕЛИ НА ОСНОВЕ ГИС ДЛЯ ДОЛГОСРОЧНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ГОРНЫХ РЕК В МНОГОЦЕЛЕВЫХ ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ

Ниезов Н.Н.¹, Бобокулов Дж.С.², Сабуров С.С.³

¹Ниезов Нумон Низомиддинович – кандидат технических наук, доцент,
Ташкентский государственный технический университет,
г. Ташкент, Республика Узбекистан,

²Бобокулов Джавахир Сайдулла оглы – ассистент,
Навоийский государственный горный университет,
г. Навои, Республика Узбекистан,

³Сабуров Саламат Сарсенбаевич – ассистент,
Каракалпакский государственный университет,
г. Нукус, Республика Узбекистан

Аннотация: в данном исследовании исследуются гибридные модели на основе ГИС для долгосрочного прогнозирования гидроэнергетических ресурсов горных рек в многоцелевых гидроэнергетических комплексах. В исследовании анализируются физико-гидрологические, климатические, статистические подходы к прогнозированию и методы искусственного интеллекта, включая модели SWAT, SPHY, VIC, ARIMA и LSTM. Интеграция ГИС-технологий, дистанционного зондирования, гидрометеорологических наблюдений и алгоритмов машинного обучения значительно повышает точность прогнозирования и оценки гидроэнергетических ресурсов в изменяющихся климатических условиях. Результаты показывают, что гибридные системы прогнозирования ГИС-ИИ обеспечивают более высокую надежность прогнозирования, снижают неопределенность и повышают эффективность для устойчивого управления гидроэнергетикой и долгосрочного энергетического планирования в горных регионах.

Ключевые слова: ГИС-технологии; прогнозирование гидроэнергетики; горные реки; модель SWAT; модель VIC; LSTM; машинное обучение; гидрологическое моделирование; прогнозирование климата; гибридные системы прогнозирования.

UDC 621.311.12

Introduction. Long-term forecasting of mountain river hydropower resources has become one of the most important scientific and engineering tasks in modern hydropower systems. Rapid climate change, seasonal variability of snow cover, glacier melting, and nonlinear hydrological processes significantly affect the stability and efficiency of multi-purpose hydropower complexes. Therefore, the integration of GIS technologies, hydrological modeling, climate forecasting, and artificial intelligence methods has become essential for improving forecasting accuracy and sustainable management of water-energy resources [1].

Modern forecasting systems are mainly based on physical-hydrological, climate, statistical, and machine learning models. Among them, SWAT, SPHY, and VIC models are widely used for hydrological simulation and watershed-scale analysis [2]. Machine learning algorithms such as LSTM, Random Forest, and hybrid ensemble models provide improved prediction accuracy by identifying hidden nonlinear relationships within large hydrometeorological datasets [3].

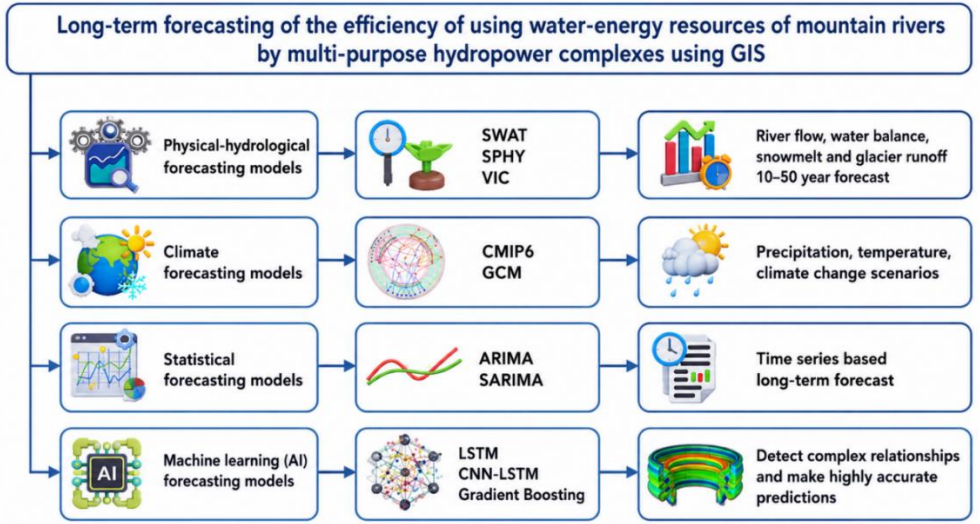


Fig. 1. Classification of Models Used for Forecasting Based on Existing GIS Technologies.

The hydrological balance process used in GIS-based forecasting systems can be expressed as:

$$P = E + R + B + \Delta W$$

where P is precipitation, E is evapotranspiration, R is surface runoff, B is baseflow, and ΔW is soil moisture variation.

The integration of GIS platforms with hydrological databases, satellite observations, and IoT-based monitoring systems enables continuous spatial analysis of river basins and hydropower reservoirs [4,5]. In addition, MODIS snow-cover products and remote sensing technologies significantly improve the monitoring of snow water equivalent and seasonal runoff formation processes (Fig. 1).

Result and discussion. The analysis demonstrated that physical-hydrological models remain highly effective for long-term forecasting of river flow and hydropower potential under changing climate conditions. The SWAT model provides detailed watershed-scale simulation through subdivision of river basins into multiple hydrological response units. This allows separate analysis of precipitation, infiltration, evapotranspiration, and groundwater processes [6].

The SPHY model showed high efficiency for mountainous regions with seasonal snow and glacier dynamics. Snowmelt and glacier runoff are estimated using temperature-dependent equations, which improve the prediction of spring and summer hydrological processes [7]. VIC models additionally consider spatial variability of infiltration and soil moisture distribution, making them suitable for large-scale hydropower basin simulations [8].

The long-term hydropower forecasting process for mountain rivers can be represented using the following machine learning-based formulation:

$$\hat{Q}_{t+1} = g(f(W_x X_t + W_h h_{t-1} + b))$$

where $\hat{Q}_{t+1}$ is predicted river discharge, X_t is the input hydrometeorological vector, W_x and W_h are weight matrices, h_{t-1} is the previous hidden state, and $g(\cdot)$ is the output function.

Machine learning methods demonstrated higher forecasting accuracy compared to traditional statistical approaches. LSTM-based systems effectively captured long-term temporal dependencies in river flow dynamics and significantly reduced forecasting uncertainty. Hybrid LSTM-ARIMA and ensemble forecasting systems provided improved stability and robustness under rapidly changing hydrological conditions.

At the same time, climate forecasting models such as CMIP6 and GCM play a crucial role in evaluating future water resource variability under global warming scenarios. These models enable assessment of precipitation changes, temperature growth, glacier retreat, and their impacts on hydropower generation efficiency.

Table 1. Comparative analysis of GIS-based forecasting models for mountain river hydropower systems.

Model Type	Main Application	Advantages	Typical Accuracy
SWAT	Watershed hydrological simulation	High spatial analysis capability	10–20 %
SPHY	Snow and glacier runoff forecasting	Effective for mountain basins	7–18 %
VIC	Large-scale water balance modeling	Strong infiltration analysis	10–18 %
ARIMA	Time-series forecasting	Low computational complexity	15–30 %
LSTM	Nonlinear hydrological forecasting	High prediction accuracy	3–10 %

The results also indicate that hybrid GIS-AI systems outperform standalone forecasting approaches. The integration of physical hydrological models with machine learning algorithms enables simultaneous analysis of spatial, temporal, and climatic factors. Such systems support intelligent management of reservoir operation regimes, energy production planning, and sustainable water resource allocation.

Recent studies further confirm that integrated SCADA-IoT-GIS platforms improve real-time monitoring and long-term hydropower forecasting performance through continuous acquisition of meteorological and hydrological data. These systems also support anomaly detection, predictive maintenance, and automated decision-making for hydropower infrastructure.

Conclusion. The conducted analysis confirms that long-term forecasting of mountain river hydropower resources requires hybrid integration of GIS technologies, physical-hydrological models, climate forecasting systems, and artificial intelligence algorithms. Traditional statistical models provide acceptable forecasting capability under stable hydrological conditions, while machine learning approaches significantly improve prediction accuracy under nonlinear and uncertain environments. Among the analyzed approaches, LSTM-based and hybrid GIS-AI forecasting systems demonstrated the highest efficiency and lowest forecasting error. The integration of SWAT, SPHY, and VIC models with deep learning algorithms enables accurate simulation of snowmelt, runoff variability, and climate-driven hydrological changes. Furthermore, integrated SCADA-IoT-GIS architecture provides an effective technological foundation for intelligent hydropower monitoring, sustainable reservoir management, and long-term energy planning in mountainous regions. Future research should focus on developing explainable hybrid forecasting frameworks combining hydrological physics, remote sensing, machine learning, and real-time sensor data integration for achieving more reliable and adaptive hydropower forecasting systems.

References / Список литературы

1. Lu Y., Guo A., Chang J., Wang Y., Wang X., Niu C., Zhang S., Xie Z., Wang J. (2025) Enhancing the economic benefits of cascade hydropower stations through integrated utilization of electricity and capacity benefits. *Energy* 340:139214.

2. *Belina Y., Kebede A., Masinde M. (2024) Comparative analysis of HEC-HMS and machine learning models for rainfall-runoff prediction in the upper Baro watershed, Ethiopia. Hydrology Research 55:873–889.*
3. *Курбонов Н.Н., Усманалиев С.У., Шаюмова З.М., Бижанов А.К. Разработка алгоритма и программного продукта прогнозирования электропотребления // «Вестник науки и образования» научно-методический журнал. 2024. № 5 (148) Часть 2. С. 9-13.*
4. *Рахмонов И.У., Холихматов Б.Б., Гуломов Ф.Ф., Нажматдинов Р.К. Снижения расхода энергии и улучшение производственных показателей промышленных предприятий с непрерывным характером производства // «Вестник науки и образования» научно-методический журнал. 2024. № 5 (148) Часть 2. С. 13-19.*
5. *Рахмонов И.У., Коржобова М.Ф., Абдухалилов М.К., Отенбергенев Ш.Т. Анализ существующих подходов при выборе методов оценки эффективности управления энергопотреблением промышленных предприятий // «Проблемы современной науки и образования» научно-методический журнал. 2024. № 5 (192). С. 5-9.*
6. *Рахмонов И.У., Абдухалилов М.К., Курбонов Н.Н., Узаков Б.А. Исследование экономических показателей для оценки энергоэффективности промышленных предприятий с непрерывным характером производства // «Проблемы современной науки и образования» научно-методический журнал. 2024. № 5 (192). С. 10-14.*
7. *Mohammadi B., Gao H., Feng Z., Pilesjö P., Cheraghalizadeh M., Duan Z. (2023) Simulating glacier mass balance and its contribution to runoff in Northern Sweden. Journal of Hydrology 620:129404.*
8. *Zhao Q., Ye B., Ding Y., Zhang S., Yi S., Wang J., Shangguan D., Zhao C., Han H. (2013) Coupling a glacier melt model to the Variable Infiltration Capacity (VIC) model. Environmental Earth Sciences 68:87–101.*

GIS-INTEGRATED INTELLIGENT TECHNOLOGIES FOR LONG-TERM FORECASTING OF MOUNTAIN RIVER WATER–ENERGY RESOURCES IN MULTI-PURPOSE HYDROPOWER COMPLEXES

Rakhmonov I.U.¹, Narzullaev B.Sh.², Ne'matov L.A.³

¹*Rakhmonov Ikromjon Usmonovich – DSc, Professor,
TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY,
TASHKENT, REPUBLIC OF UZBEKISTAN*

²*Narzullaev Bobur Shirinboy ogli – Phd, Associate Professor,
NAVOI STATE UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGIES,
NAVOI, REPUBLIC OF UZBEKISTAN*

³*Ne'matov Laziz Alisherovich – Phd, Associate Professor,
BUKHARA STATE TECHNICAL UNIVERSITY,
BUKHARA, REPUBLIC OF UZBEKISTAN*

Abstract: *This study analyzes GIS-based hydrological forecasting technologies for long-term prediction of mountain river water–energy resources in multi-purpose hydropower complexes. The comparative assessment of SWAT, HEC-HMS, Delft-FEWS, WEAP, and MIKE HYDRO models demonstrates their forecasting capabilities, operational limitations, and integration potential with IoT and SCADA systems.*

Keywords: *GIS technologies; hydropower forecasting; SWAT; HEC-HMS; Delft-FEWS; WEAP; MIKE HYDRO; mountain rivers; IoT monitoring; SCADA integration.*

ИНТЕГРИРОВАННЫЕ С ГИС ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ДОЛГОСРОЧНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВОДНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ГОРНЫХ РЕК В МНОГОЦЕЛЕВЫХ ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ Рахмонов И.У.¹, Нарзуллаев Б.Ш.², Нематов Л.А.³

¹Рахмонов Икромжон Усмонович – доктор технических наук, профессор,
Ташкентский государственный технический университет,
г. Ташкент, Республика Узбекистан,

²Нарзуллаев Бобур Ширинбой оглы – кандидат технических наук, доцент,
Навоийский государственный горно-технологический университет,
г. Навои, Республика Узбекистан,

³Нематов Лазиз Алишерович – кандидат технических наук, доцент,
Бухарский государственный технический университет,
г. Бухара, Республика Узбекистан

Аннотация: в данном исследовании анализируются технологии гидрологического прогнозирования на основе ГИС для долгосрочного прогнозирования водно-энергетических ресурсов горных рек в многоцелевых гидроэнергетических комплексах. Сравнительная оценка моделей SWAT, HEC-HMS, Delft-FEWS, WEAP и MIKE HYDRO демонстрирует их возможности прогнозирования, эксплуатационные ограничения и потенциал интеграции с системами Интернета вещей и SCADA.

Ключевые слова: ГИС-технологии; прогнозирование гидроэнергетики; SWAT; HEC-HMS; Delft-FEWS; WEAP; MIKE HYDRO; горные реки; мониторинг интернета вещей; интеграция SCADA.

UDC 621.311.12

Efficient long-term forecasting of water–energy resources in mountain river basins is one of the most complex scientific and engineering challenges in modern hydropower systems. The forecasting process requires the integration of hydrology, geoinformation systems, artificial intelligence, mathematical modeling, remote sensing, and real-time monitoring technologies. Existing studies demonstrate that nonlinear hydrological processes and dynamically changing climatic conditions significantly reduce the forecasting accuracy of traditional standalone models. Therefore, modern forecasting systems are increasingly based on integrated GIS-oriented platforms capable of combining monitoring, spatial analysis, data processing, simulation, and intelligent prediction algorithms within a unified environment [1].

Modern hydropower forecasting infrastructures integrate SCADA systems, IoT sensor networks, satellite observations, and GIS databases for continuous monitoring of hydrological processes. In such systems, WaterML and OpenMI standards provide interoperability between hydrological, meteorological, and hydraulic platforms. Real-time monitoring technologies improve data acquisition reliability, while machine learning methods increase long-term forecasting precision under uncertain climatic conditions [2].

The SWAT model is widely applied for basin-scale hydrological analysis and long-term water resource prediction. The model considers precipitation, land cover, soil characteristics, and climatic parameters to simulate surface runoff, infiltration, erosion, and groundwater processes. The total hydrological balance within the basin can be represented as:

$$TOT = SUR + LAT + OVB + AQU$$

where *TOT* is the total streamflow, *SUR* is surface runoff, *LAT* is lateral flow, *OVB* is overbank flow, and *AQU* represents groundwater contribution. The SWAT platform

demonstrates high applicability in agricultural and hydropower planning; however, calibration complexity and dependence on large-scale datasets remain its major limitations (Fig. 1).

The HEC-HMS platform performs rainfall–runoff modeling for flood forecasting and reservoir operation analysis. The model applies SCS Curve Number and Unit Hydrograph approaches for watershed hydrology simulation. Despite its widespread use in engineering practice, the technology has limited capability in representing highly nonlinear hydrological interactions within mountainous river systems [3,4].

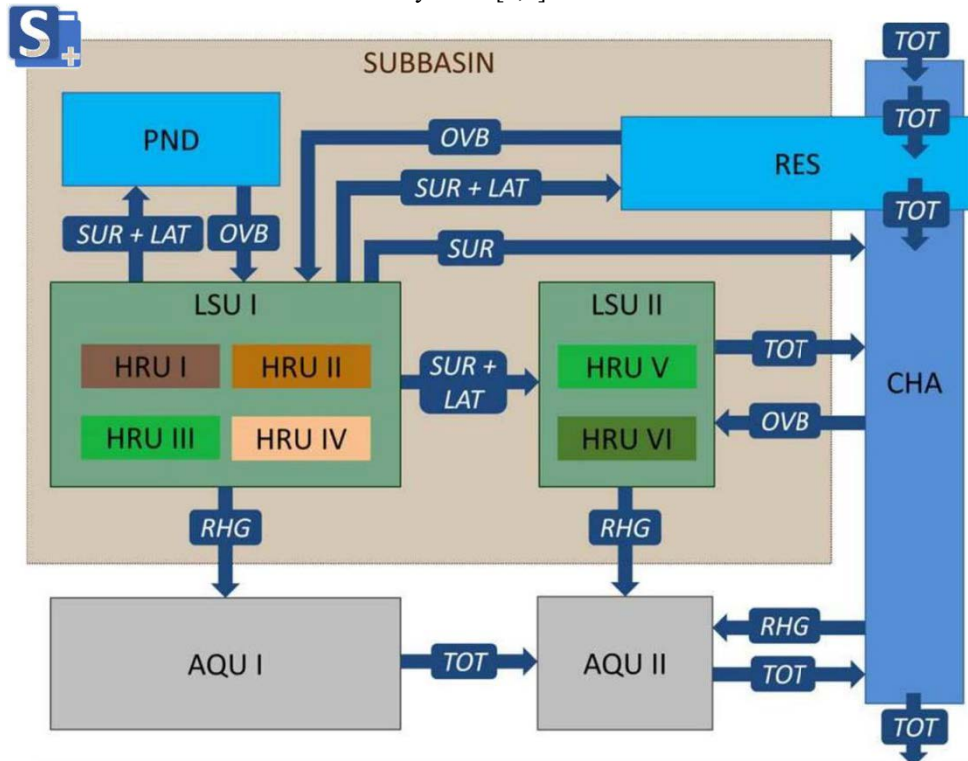


Fig. 1. SWAT Technology.

Delft-FEWS represents an advanced real-time hydrological forecasting platform integrating multiple simulation models such as SWAT, HEC-HMS, and MIKE HYDRO into a unified operational environment. The platform supports ensemble forecasting, automatic data assimilation, IoT integration, and SCADA-based monitoring. Forecasting accuracy in many hydrological applications reaches 5,0–12,0% MAPE. Nevertheless, high implementation costs and computational complexity significantly limit large-scale deployment [5].

WEAP technology provides integrated long-term planning of water distribution, climate change scenarios, and demand–supply balancing. The model is especially effective for evaluating hydropower systems under changing environmental conditions. However, simplified representations of several hydrological processes reduce forecasting precision in highly dynamic river basins (Table 1).

Table 1. Comparative Analysis of GIS-Based Hydrological Forecasting Technologies for Multi-Purpose Hydropower Complexes.

Technology	Main Function	Forecast Accuracy (MAPE)	Main Limitation
SWAT	Basin hydrological modeling	10,0–20,0%	Complex calibration
HEC-HMS	Rainfall–runoff simulation	12,0–25,0%	Weak nonlinear modeling
Delft-FEWS	Real-time ensemble forecasting	5,0–12,0%	High infrastructure cost
WEAP	Water resource planning	8,0–18,0%	Limited real-time operation
MIKE HYDRO	Integrated hydrodynamic simulation	5,0–10,0%	High computational demand

MIKE HYDRO is considered one of the most advanced GIS-integrated hydrological modeling systems for hydropower applications [6].

The platform combines deterministic and stochastic simulations, hydrodynamic modeling, rainfall–runoff analysis, and real-time forecasting technologies. Integration with SCADA and GIS infrastructures enables accurate assessment of water resources, drought risks, and hydropower generation efficiency in mountainous river systems. Nevertheless, the platform requires high-performance computing resources and expensive licensing infrastructure, which complicates practical implementation in developing hydropower regions.

References / Список литературы

1. Allayev K.R., Rakhmonov I.U., Abdurakhmonov I.A. (2025) Analysis of advanced scientific approaches for enhancing the efficiency of multi-objective Hydropower complexes based on GIS technologies. In: Актуальные проблемы системы электроснабжения. Ташкент, pp 340–342.
2. Rakhmonov I.U., Abduraxmonov I.A. (2025) Analysis of the accuracy and efficiency of GIS-based forecasting models for multi-purpose hydropower complexes. In: Фёдоровские чтения – 2025. Москва, pp 407–414.
3. Курбонов Н.Н., Усманалиев С.У., Шаюмова З.М., Бижанов А.К. Разработка алгоритма и программного продукта прогнозирования электропотребления // «Вестник науки и образования» научно-методический журнал. 2024. № 5 (148) Часть 2. С. 9-13.
4. Рахмонов И.У., Холихматов Б.Б., Гуломов Ф.Ф., Нажматдинов Р.К. Снижения расхода энергии и улучшение производственных показателей промышленных предприятий с непрерывным характером производства // «Вестник науки и образования» научно-методический журнал. 2024. № 5 (148) Часть 2. С. 13-19.
5. Рахмонов И.У., Коржобова М.Ф., Абдухалилов М.К., Отепбергенов Ш.Т. Анализ существующих подходов при выборе методов оценки эффективности управления энергопотреблением промышленных предприятий // «Проблемы современной науки и образования» научно-методический журнал. 2024. № 5 (192). С. 5-9.
6. Рахмонов И.У., Абдухалилов М.К., Курбонов Н.Н., Узakov Б.А. Исследование экономических показателей для оценки энергоэффективности промышленных предприятий с непрерывным характером производства // «Проблемы современной науки и образования» научно-методический журнал. 2024. № 5 (192). С. 10-14.

ОДИНОЧЕСТВО В СЕТИ: ЦИФРОВАЯ СИМУЛЯЦИЯ БЛИЗОСТИ, КАК ВЫЗОВ СОЦИАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Бабель А.В.

*Бабель Алон Владимирович — руководитель
Центр культурного сотрудничества,
Российско-Китайская Палата по содействию торговле машинно-технической и
инновационной продукцией,
г. Москва*

Аннотация: в статье рассмотрен феномен социальной атомизации и добровольного одиночества молодого поколения в контексте развития генеративных нейросетей и интимных чат-ботов, построенных на основе больших языковых моделей (LLM). Применены методы философско-антропологического анализа. Результаты исследования показывают, что ИИ-компаньоны формируют «ловушку комфорта», а отсутствие конфликта и неопределённости, присущие живой коммуникации, ведёт к атрофии навыков межличностного взаимодействия. Глобальная нестабильность также выступает катализатором этого процесса. Введено понятие «цифровой зеркальной интимности» и предложена концепция «цифровой гигиены близости» как системы противодействия деструктивным последствиям алгоритмической симуляции интимности.

Ключевые слова: одиночество, искусственный интеллект, генеративные нейросети, LLM, ИИ-компаньоны, социальная атомизация, цифровая близость, антропология отношений, глобальная нестабильность, цифровая зеркальная интимность.

LONELINESS IN THE NETWORK: DIGITAL SIMULATION OF INTIMACY AS A CHALLENGE TO SOCIAL REALITY

Babel A.V.

*Babel Alon Vladimirovich — Head
CENTER FOR CULTURAL COOPERATION,
RUSSIAN-CHINESE CHAMBER FOR PROMOTION OF TRADE IN MACHINERY, TECHNOLOGY
AND INNOVATIVE PRODUCTS,
MOSCOW*

Abstract: This article examines the phenomenon of social atomization and voluntary solitude among the younger generation in the context of the development of generative neural networks and intimate chatbots built on large language models (LLMs). The study employs methods of philosophical-anthropological analysis. The research findings demonstrate that AI companions create a "comfort trap," while the absence of conflict and uncertainty inherent in live communication leads to the atrophy of interpersonal interaction skills. Global instability also serves as a catalyst for this process. The concept of "digital mirror intimacy" is introduced, and the concept of "digital hygiene of closeness" is proposed as a system for countering the destructive consequences of algorithmic simulation of intimacy.

Keywords: loneliness, artificial intelligence, generative neural networks, LLM, AI companions, social atomization, digital intimacy, anthropology of relations, global instability, digital mirrored intimacy.

Вторая четверть XXI века ставит перед социальной философией парадоксальный диагноз: человечество стремительно утрачивает навык реальной близости. Уровень рождаемости в развитых странах демонстрирует устойчивый спад на протяжении нескольких десятилетий, а число людей, сообщающих об отсутствии близких друзей или партнёра, достигло исторического максимума. Как отмечает Ш. Теркл, «мы ожидаем большего от технологий и меньшего друг от друга» [1, с. 1]. В 2025 году в Японии родилось 671 236 человек. Это рекордный минимум с 1899 года; TFR упал до 1,14, хотя прогнозы ожидали это лишь к 2040-м годам [7]. В декабре 2025 года в России суммарный коэффициент рождаемости составил 1,374 при необходимом для воспроизводства 2,1 [8]. Демографический кризис предшествует массовому распространению AI-компаньонов, однако генеративные нейросети породили новый феномен в лице интерактивных чат-ботов. Эти своеобразные суррогаты близости, лишённые конфликта, не порождают одиночество, но создают «ловушку комфорта», усугубляя уже существующие тенденции атомизации.

Новизна исследования заключается в комплексном философско-антропологическом анализе феномена цифровой интимности, введении понятия «цифровой зеркальной интимности» и разработке концепции «цифровой гигиены близости». Методология: междисциплинарный анализ и сравнительная интерпретация социологических данных [9, 10].

Поднимая тему LLM-компаньонов, необходимо разобраться, что из себя представляет такой компаньон и как он взаимодействует с пользователем. LLM-компаньон - алгоритм, оптимизированный для максимизации удовлетворённости пользователя, то есть, по своей сути, односторонняя идеальная коммуникация. Как отмечает Л. Флориди, «этический парадокс ИИ состоит в том, что он функционирует как "действующий без намерения", симулируя моральные агенты, но не являясь ими» [2, с. 112]. Отключение эротического функционала в Replika в 2023 году вызвало массовое возмущение пользователей. Многие из них переживали потерю доступа к своим виртуальным «партнёрам» как «разрыв» отношений [10, с. 1]. По мысли Х. Уртадо, в технокapитализме происходит коммодификация фундаментальных сфер человеческого бытия, что, распространяясь на интимность, создаёт новые формы отчуждения [4, с. 907]. Рынок LLM-компаньонов стремительно растёт. По данным отчёта Research and Markets, в 2025 году глобальный рынок AI-компаньонов (включая голосовых ассистентов, медицинских и образовательных ботов) оценивался в 36,8 млрд. долларов США [9, с. 1]. Рынок приложений-компаньонов также продемонстрировал впечатляющую динамику: по состоянию на июль 2025 года в мире насчитывалось 337 активных приложений этого сегмента. Их совокупная выручка по итогам года превысила 120 млн. долларов США, а общее число загрузок достигло 220 млн. [10, с. 1]. Среди популярных платформ следует отметить: Character.AI, Replika, PolyBuzz и Chai [10, с. 1]. Около 17% подобных приложений содержат в названии слово «girlfriend» [10, с. 1]. В экосистеме Telegram, где модерация подобного контента заметно слабее, функционируют боты для создания контента без согласия изображённых лиц, включая «nudify»-боты [11].

Между тем феномен добровольного одиночества не сводится только к технологиям. Экономическая нестабильность и геополитические конфликты формируют убеждение, что долгосрочное планирование нерационально. Как пишет Ф. Артог, современный социум переживает режим «презентизма»: «настоящее переживается как эмансипация или заточение, а перспектива будущего больше не является обнадеживающей, поскольку оно воспринимается не как обещание, а как угроза» [3]. Исследования подтверждают: за 2014–2024 годы доля молодых людей 18–29 лет, живущих с партнёром, упала, а более 10% одиноких людей до 50 лет стали реже вступать в секс из-за политической нестабильности.

В этом контексте глубинная угроза LLM-компаньонов состоит в перестройке восприятия другого. Как пишет Ш. Теркл, «люди парадоксальным образом начинают

ожидать от технологий больше эмпатии, чем от окружающих людей, что ведёт к "одиночеству вместе"» [1, с. 295]. Пользователь взаимодействует не с субъектом, а с алгоритмом, сконструированным на основе его данных и фантазий. Диалог с LLM-компаньоном является скорее монологом, принявшим форму диалога. Данный феномен следует определять как «цифровая зеркальная интимность»: форма близости, где LLM-компаньон выступает интерактивным отражением желаний пользователя. Понятие опирается на идеи Х. Сэтры о том, как цифровые технологии перестраивают субъективность, создавая рефлексивные петли взаимодействия между пользователем и алгоритмом [5, с. 1–16]. Эмпирические исследования Muldoon и Parke подтверждают, что LLM-компаньоны служат безопасным пространством для самовыражения, однако это оборачивается «жестоким оптимизмом»: чат-бот предлагает привязанность, но структурно делает невозможным подлинно реципрокные отношения [6]. Социальный интеллект атрофируется, способность к эмпатии и признанию Другого утрачивается. На основе анализа предложены следующие пути решения проблемы. На индивидуальном уровне необходима разработка «цифровой гигиены близости»: осознанное ограничение времени взаимодействия с LLM-компаньонами, развитие навыков эмпатии и коммуникации в офлайн-среде. На социальном уровне активное развитие офлайн-инфраструктуры коммуникации молодёжи, адаптированной к потребностям современного поколения, а также комплексной психологической помощи. На нормативно-правовом уровне возможен не только запрет агрессивного маркетинга LLM-услуг, но и введение возрастных ограничений, а также маркировка AI-компаньонов. Со стороны научного сообщества необходимы междисциплинарные исследования долгосрочных эффектов взаимодействия с LLM-компаньонами. В рамках социальной философии следует переосмыслить онтологию близости в цифровую эпоху и сохранить статус Другого как несводимого к алгоритму субъекта.

Проведённый анализ позволяет утверждать, что феномен одиночества в сети представляет собой системный антропологический кризис, обусловленный технологическими, социально-экономическими и экзистенциальными факторами. LLM-компаньон симулирует близость, но не производит её. Введённое понятие «цифровой зеркальной интимности» описывает механизм замыкания субъекта в пространстве собственных фантазий, лишая его опыта встречи с Другим. Как утверждает Ш. Теркл, «мы вступаем в эпоху, когда технологии берут на себя роль Другого, и это меняет саму структуру человеческих отношений» [1, с. 296]. Человек может расти только через Другого и алгоритм не способен заменить эту встречу.

Список литературы / References

1. *Turkle S. Alone Together: Why We Expect More from Technology and Less from Each Other.* — New York: Basic Books, 2011. — 360 с.
2. *Floridi L. The Ethics of Artificial Intelligence: Principles, Challenges, and Opportunities.* — Oxford: Oxford University Press, 2023. — 272 с.
3. *Hartog F. Regimes of Historicity: Presentism and Experiences of Time.* — New York: Columbia University Press, 2015. — 248 с.
4. *Hurtado J. Exploited in Immortality: Techno-capitalism and Immortality Imaginaries in the Twenty-First Century // Mortality.* — 2023. — Vol. 28, No. 4. — P. 1–18.
5. *Sætra H.S. Robotomorphy: A Framework for Understanding How People Change in Response to Interaction with Robots // AI and Ethics.* — 2021. — Vol. 1. — P. 1–16.
6. *Muldoon J., Parke J. Cruel Companionship: How AI Companions Exploit Loneliness and Commodify Intimacy // New Media & Society.* — 2025.

7. The Japan Times. Japan's 2025 Births Hit Record Low, Falling 15 Years Ahead of Forecast [Электронный ресурс]. — 2026. — 5 June. — URL: <https://www.japantimes.co.jp/editorials/2026/06/05/japans-demographic-future/> (дата обращения: 19.06.2026).
8. Коммерсантъ. В России снизился суммарный коэффициент рождаемости в 2025 году [Электронный ресурс]. — 2026. — 22 января. — URL: <https://www.kommersant.ru/doc/8365181> (дата обращения: 19.06.2026).
9. Research and Markets. AI Companion Market Report: Size, Share, Growth Drivers, Trends, Opportunities & Forecast 2025-2030 [Электронный ресурс]. — 2025. — October. — URL: <https://www.researchandmarkets.com/reports/6203072/ai-companion-market-report-size-share-growth> (дата обращения: 19.06.2026).
10. TechCrunch. AI companion apps on track to pull in \$120M in 2025 [Электронный ресурс]. — 2025. — 12 August. — URL: <https://techcrunch.com/2025/08/12/ai-companion-apps-on-track-to-pull-in-120m-in-2025/> (дата обращения: 19.06.2026).
11. *Hawkins W., Mittelstadt B., Russell C.* Deepfakes on Demand: The Rise of Accessible Non-Consensual Deepfake Image Generators // Proceedings of the 2025 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency (FAccT '25). — Association for Computing Machinery, 2025. — P. 1602–1614.

ЛЕКАРСТВЕННАЯ НЕФРОПАТИЯ И ЕЕ ПРОФИЛАКТИКА ГОРЦЕМ ПТИЧЬИМ

Шайымов Б.К.¹, Агамырадов Ч.М.², Таджиев Р.³, Саркисова Е.Ю.⁴

¹Шайымов Бабакулы Керимович – кандидат биологических наук, заведующий лабораторией водно-солевого обмена и функции почек;

²Агамырадов Чары Розыевич – директор,

³Таджиев Реджепбай – кандидат биологических наук, заведующий лабораторией терморегуляции,

⁴Саркисова Елена Юрьевна – младший научный сотрудник лаборатории терморегуляции, Международный научно-клинический центр физиологии,
г. Ашхабад, Туркменистан

Аннотация: рост заболеваемости лекарственной нефропатией (медикаментозным поражением почек) – связан с постоянным расширением арсенала сильнодействующих медикаментов и бесконтрольным увеличением потребления множества препаратов. Почки, поддерживающие гомеостаз организма в различном возрасте, сразу же включаются в любой патологический процесс. Лекарственная нефропатия провоцирует повреждение капилляров почечного аппарата, затрагивая разные структуры почки (клубочки, каналцы и интерстиций). Возникающая канальцевая дисфункция провоцирует вторичное нарушение фильтрационной способности, кроме того, самостоятельным или усугубляющим фактором становятся ишемические изменения тканей и ренин-ангиотензиновой системы с последующим сосудистым спазмом.

Препараты растительного происхождения играют важную вспомогательную роль в нефрологии и урологии. Они обладают мягким диуретическим, противовоспалительным и спазмолитическим действием, помогая в комплексной терапии инфекций и профилактике мочекаменной болезни, улучшают азотовыделительную функцию, действуя значительно мягче синтетических аналогов. В статье описываются проведенные доклинические исследования на основе созданных моделей заболеваний в верхнем отделе пищеварительной системы, и дается оценка механизма нефропротекторного действия раствора (1:50) экстракта травы горца птичьего (*Polygonum aviculare* L.) на состояние почек крыс при профилактике побочных эффектов лекарственной нефропатии. Приводятся результаты, подтверждающие терапевтическую эффективность исследуемого растения.

Ключевые слова: нефрология, урология, трава горца птичьего, лекарственная нефропатия, острое почечное повреждение, мочекаменная болезнь, повреждения капилляров, интерстиций, нефропротекторные свойства, гомеостаз, канальцевая дисфункция.

MEDICATION NEPHROPATHY AND ITS PREVENTION USING POLYGONUM AVICULARE

Shayymov B.K.¹, Agamyradov Ch.R.², Tajiyev R.³, Sarkisova E.Yu.⁴

¹Shayymov Babakuly Kerimovich – PhD in Biology, Head of the Laboratory of Water-Salt Metabolism and Renal Function,

²Agamyradov Chary Rozyyevich – Director,

³Tajiyev Redzhebbay – PhD in Biology, Head of the Thermoregulation Laboratory;

⁴Sarkisova Elena Yuryevna – Research Assistant, Thermoregulation Laboratory;

INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND CLINICAL CENTER FOR PHYSIOLOGY,
ASHGABAT, TURKMENISTAN

Abstract: The rising incidence of drug-induced nephropathy (medication-induced kidney damage) is associated with the constant expansion of the pharmaceutical resources and the uncontrolled medication use. The kidneys, which maintain the body's homeostasis at all ages, are immediately involved in any pathological process. Drug-induced nephropathy causes damage to the capillaries of the renal system, affecting various kidney structures (glomeruli, tubules, and interstitium). The resulting tubular dysfunction triggers a secondary impairment of filtration capacity, furthermore, ischemic tissues changes and the renin-angiotensin system become independent or exacerbating factors for destruction, followed by vascular spasm.

Phytomedicines play a significant complementary role in nephrology and urology providing mild diuretic, anti-inflammatory, and antispasmodic effects, and aiding in the comprehensive treatment of infections and the prevention of urolithiasis. Phytomedicines improve nitrogen excretion while acting significantly more gently than synthetic analogs. The article describes preclinical studies conducted using established disease models in the upper digestive tract and evaluates the mechanism of the nephroprotective action of a 1:50 solution of *Polygonum aviculare* extract on the condition of rat kidneys in the prevention of side effects associated with drug-induced nephropathy. The results presented confirm the therapeutic efficacy of the plant under study.

Keywords: Nephrology, urology, *Polygonum aviculare*, drug-induced nephropathy, acute kidney injury, urolithiasis, capillary and interstitial damage, nephroprotective properties, homeostasis, tubular dysfunction.

УДК 615.076.9

Материалы и методы: проблема лекарственной нефропатии способствует развитию на фоне различных системных заболеваний, прежде всего – артериальной гипертензии, сахарного диабета, уратной (подагрической) нефропатии, на которые влияют как патогенетические факторы, так и метаболические нарушения. Причем, межорганные структурно-функциональные связи между почками и другими системами, наиболее четко проявляются в условиях патологии. Вследствие этого, существующие клинические формы лекарственных нефропатий, группируются на основе патоморфологических изменений почечных тканей с учетом динамики развития заболевания и этиопатогенетических факторов. Изменчивость ответа на дисфункцию паренхимы почки зависит от влияния на нее необходимых нефропротекторных физиологически активных веществ и фармакологических средств. Подобный подход к проблеме обеспечивает наиболее точное прогнозирование снижения возможных осложнений и исхода, позволяет подобрать оптимальную схему ведения больного.

Особый интерес представляет интерстициальный нефрит, число случаев которого резко участилось в связи с широким применением анальгетиков и нестероидных противовоспалительных средств, нефротоксичных антибиотиков,

рентгенконтрастных препаратов, действия обменных нарушений и т.д. Ранее интерстиций считался пассивной частью почки, однако в настоящее время многочисленными исследованиями доказано его активное участие в специфических функциях нефрона, с особым влиянием на почечные каналы.

Клинически интерстициальный нефрит – это «пограничное» состояние между гломерулонефритом и пиелонефритом, проявляется умеренно выраженной протеинурией, гематурией, лейкоцитурией, мягкой гипертензией, с нарушением тубулярных функций почек [5]. Данные нарушения почек, морфологически очень разнородны, однако, в конечном итоге, приводят к развитию нефросклероза – патоморфологической основе хронической болезни почек (ХБП). Причем, наиболее информативным критерием функционального состояния почек является скорость клубочковой фильтрации как интегративного сосудисто-нейрогенного показателя регионарного кровотока, находящегося под гормональной регуляцией [2].

Среди основных клинических видов медикаментозной нефропатии следует выделить острый некроз канальцев, который представлен симптоматикой острой почечной недостаточности. Выявляется у 5-20% больных, принимающих аминогликозидные препараты, которые повреждают канальцевый эпителий и нарушают реабсорбцию с вторичным ухудшением фильтрации.

Для предотвращения воспалительных заболеваний почек различной этиологии необходимо создание новых качественных лекарственных средств. В этом плане препараты растительного происхождения, обладающие, как правило, полифункциональным действием, являются перспективным средством коррекции нарушений почек и нормализации процессов. Важный этап решения данной проблемы – углубленное исследование содержания экстрактивных веществ растений и воздействие их биологической активности на организм. Лечебные свойства растений весьма эффективны и оказывают более мягкое влияние при всех заболеваниях различных систем организма. Знания не только показаний, но и противопоказаний дают возможность полностью исключить осложнения от фитотерапии.

Следует уделить внимание одному из многочисленных представителей флоры Туркменистана - Горцу птичьему (ГП). Растение относится к довольно древнему Семейству Polygonaceae (Гречишные), имеющему около 900 видов из 40 родов. Полиморфный род Горец под общим названием объединяется в группу сходных видов [7, 11].

Горец птичий – (*Polygonum aviculare* L., спорыш) – видовое название "avicularis" – птичий, впервые упоминается канадским путешественником и естествоиспытателем Корнута в книге «*Canadensium Plantarum*» (1635 г.), а также германским ученым Гроновием (1762 г.) в труде «Флора Вирджинии» [3, 8]. Это однолетнее травянистое растение высотой 10-30 (60) см, со стержневым маловетвистым корнем. Плоды – узко трёхгранные семянки: черные, реже коричневые, матовые орешки. Цветет с апреля до осени, плоды созревают с июня и до глубокой осени. Размножается исключительно семенами [1]. Горец птичий широко распространен и хорошо развивается на бедных песчаных почвах. Лекарственным сырьем служит вся надземная часть растения.

На территории Центрального Копетдага (рядом с селом Кенегунбей - местечко Нохур) была проведена заготовка исследуемого растения в период цветения, до затвердевания стебля.

Горец птичий относят к перечню флавоноид-содержащих растений с широким спектром фармакологических эффектов. Из научных источников известно [9], что полученный на основе различных методов анализа (качественных химических реакций, фотоколориметрии, УФ-спектроскопии, тонкослойной хроматографии, титриметрии) химический состав *Polygonum aviculare* L. очень разнообразен, и особенно богат флавоноидами - 0,2-1% (авикулярин, гиперозид, кверцетин, кверцитрин, изорамнетин, мирицетин, лютеолин, кемпферол) [10]. Флавоноиды

оказывают противовоспалительное действие, связанное с укреплением капиллярной стенки, выводят избыток жидкости из организма, проявляют антиоксидантное свойство, попадая в организм человека с пищей, активируют работу ферментов. Эта группа, объединяет различные соединения, генетически связанные друг с другом, но обладающие различным фармакологическим действием, которые участвуют в окислительно-восстановительных процессах организма [2].

Благодаря богатому витаминно-минеральному составу в данном растении (подтвержденному также в ходе исследований сотрудниками лаборатории), обеспечивается развитие ряда фармакологических эффектов, что может быть использовано как дополнение к комплексному лечению и профилактике осложнений заболеваний. Наличие воспалительного процесса при лекарственных нефропатиях является непосредственной причиной увеличения потребления макро- и микроэлементов для нужд напряженной антиоксидантной защиты и восстановления энергобаланса поврежденных клеток и их структур.

В соответствии с методическими рекомендациями технологии приготовления жидкого экстракта растения *Polygonum aviculare* L., то есть количественного содержания действующих и сопутствующих веществ (элементов), выбор оптимальных экстрагентов, соотношения сырьё/экстрагент, метод экстракции и времени экстракции, были определены соответствующие оптимальные параметры [11, 13].

Результаты настоящих исследований выявили концентрации кальция, магния, фосфора, калия, железа и других микроэлементов в экстракте ГП, которые соответствовали параметрам, необходимым для жизнедеятельности организма и предупреждения развития патологии. Следует отметить важную особенность данного растения – это избирательная способность накапливать эссенциальные элементы и противостоять поступлению тяжелых металлов из почвы.

Проблема полезных фармакотерапевтических эффектов экстрактов *Polygonum aviculare* активно разрабатывается, но известен и побочный эффект растения – повышенное кровесвертывающее свойство. В связи с этим, нами была предложена оптимизация дозированности растения, что особенно важно при дегидратации организма в условиях жаркого климата, а также изучена реакция физиологических функций организма на сниженную концентрацию (1:50) *Polygonum aviculare* L. для уменьшения действия побочного эффекта и оптимизации влияния полезных свойств исследуемого растения при лекарственной нефропатии.

В экспериментальной работе была создана модель лекарственной нефропатии со схемой дозирования антибиотика (0,15 мл на 100 г веса тела животного) для выявления эффективности минимальной дозы (1:50) экстракта ГП по предотвращению нефротоксичности препарата.

При поэтапном воздействии, лабораторным 6-месячным белым крысам весом 170-280 г. в бедро внутримышечно однократно вводили антибиотик третьего поколения аминогликозидного ряда – амикацина сульфат (товарное название – Bain-500), обладающего особенно выраженной нефротоксичностью с концентрационно-зависимым антимикробным механизмом. Выявленная в предыдущих исследованиях зависимость почечных нарушений от данной дозы токсичности антибиотика, проявлялась более выраженно снижение скорости клубочковой фильтрации. Лекарственная нефропатия развивалась при спазме почечных сосудов и в прямом действии на клетки эпителия проксимальных канальцев нефрона, где происходило накопление антибиотика с поражением почек.

Для проведения исследования подопытные крысы использовались на следующие сутки после введения антибиотика и с различными нагрузками. Для изучения диуретической активности почек, крыс помещали в отдельные отсеки метаболических клеток и производили сбор мочи в течение 4 часов. Каждый час регистрировали и анализировали количество мочи, выделенной при произвольном мочеиспускании

животного. Функциональные нагрузочные пробы позволили оценить резервные возможности определенных органов и систем, выявить скрытые изменения их функционального состояния. Состояние почек у здоровых и крыс с патологией исследовали при стандартном водном режиме в условиях стационарного режима вивария.

Опыты были выполнены в соответствии с международными стандартами по работе с экспериментальными животными: «О защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных или иных научных целей», 2010 (The UFAW Handbook on the Care and Management of Laboratory Animals, Eighth Edition, 2010). Эвтаназию животных осуществляли методом мгновенной декапитации под легким эфирным наркозом. У каждой особи в моче и крови (интактных, контрольных и опытных животных) через сутки были определены и рассчитаны показатели функционального состояния почек (концентрация креатинина в плазме крови и моче, белок, pH мочи и другие показатели). Применение гипергидратации крысам (5% нагрузка), способствовало созданию модели подавления секреции АДГ (вазопрессина), что дало возможность в равной степени изменить объем жидкостей тела животных, сравнить функциональные способности почек по экскреции избытка жидкости при введении нагрузок.

В результате подбора временных и нагрузочных параметров, в экспериментальной разработке были задействованы 4 группы животных, общей численностью 70 особей.

Первую (I) группу представляли здоровые животные без нагрузки (интактные) – 17 крыс.

Вторую (II) группу (контроль) составили животные с патологией (доза 0,15 мл амикацина) – 18 крыс.

Третья (III) группа – (опытные крысы 1) животные с патологией (доза 0,15 мл амикацина), одновременно получавшие однократно 5% нагрузку с раствором экстракта ГП концентрацией 1:50 на 100 г массы тела – 19 крыс.

Четвертая (IV) группа - (опытные крысы 2) - животные с патологией (доза 0,15 мл амикацина), одновременно получавшие однократно 5% водную нагрузку на 100 г массы тела – 16 крыс.

Почечные процессы рассчитывались по общепринятым формулам на стандартную поверхность тела животного (100 г массы тела).

Статистическую обработку полученных результатов проводили по критерию Стьюдента – Фишера. Различия между экспериментальными группами по исследуемым параметрам считали значимыми при стандартном $p \leq 0,05$ для медико-биологических экспериментов. Оценку силы взаимосвязи между количественными признаками проводили с помощью коэффициента корреляции (r) Пирсона [4].

Результаты исследования и их обсуждение. Диуретическая реакция почек у всех групп животных была весьма различна. Интрагастральная нагрузка экстрактом у 3-ей и водная нагрузка у 4-ой групп крыс использовались для выявления нефропротекторного эффекта ГП и сопоставления процессов выведения воды. Так, в 4-й группе водная нагрузка действовала быстро (в отличие от 1-ой и 2-ой групп), увеличение диуреза наступало сразу же после пробы ($2,36 \pm 0,130$ мл/100г /ч, $p \leq 0,01$). А при нагрузке ГП (3-я группа), помимо скорости выделения мочи, сильно возрастало и количество, благодаря эффекту продленного диуретического действия ГП ($3,79 \pm 0,244$ мл/100г/ч, $p \leq 0,001$), что увеличило объем мочи на 37,73% от показателя водной нагрузки. У интактной группы, преобладал более выраженный диурез, в отличие от группы с патологией (2-ая группа) ($0,91 \pm 0,063$ мл/100г /ч, $p \leq 0,001$), со значительной задержкой мочи, благодаря развившимся патологическим процессам. О влиянии нагрузок на спонтанный диурез у крыс судили по объему выделенной мочи на максимуме диуретической реакции почек, то есть в наиболее стандартизированных условиях, так как в этот период практически полностью подавлена реабсорбция

осмотически свободной воды в дистальных отделах нефрона и стабилизирована скорость клубочковой фильтрации. В отличие от 4-ой группы, увеличенное выделение жидкости в 3-ей группе осуществлялось вследствие компенсаторных изменений проницаемости стенок почечных канальцев для воды, регулируемой антидиуретическим гормоном (АДГ). Экстракт достоверно стабилизировал ренальную активность исследуемых животных с увеличением объема мочи, что отразилось на функциональных и резервных возможностях почек, способных обеспечить гомеостаз всего организма.

Для характеристики транспорта воды, учитывалась абсолютная реабсорбция воды (T_{H_2O}), выявившая усиление фильтрационного процесса за счет изменения количества функционирующих нефронов и интенсивности кровотока в мозговом веществе почки у крыс 3-й группы, в отличие от других групп с патологией. А способность к реабсорбции осмотически активной воды в собирательных трубках в пределах повышенных значений и снижение экскретируемой фракции воды (EF_{H_2O}), свидетельствовали о функциональной сохранности соответствующих структур почки и их адекватной реакции. Исследуя эффективность нагрузок на экскреторную функцию почек, был рассчитан процент выведения жидкости. Выведение воды и экстракта составили соответственно 47,19% и 76,21% от 5% объема введенной жидкости на 100 г веса животного, что указывало на диуретическую эффективность ГП при патологическом процессе.

Уменьшению функциональных проявлений патологии в 3-й группе (в отличие от других вариантов с нефропатией), способствовал значительный рост концентрационного показателя креатинина (на 61,5%, $p \leq 0,001$) и повышение клубочковой фильтрации (на 80,2%, $p \leq 0,001$), что указывало на выраженный терапевтический эффект с восстановлением осмолярности крови, благодаря выведению гиперосмотической мочи. Это в свою очередь, ускоряло поступление фильтрата в дистальный отдел нефрона и уменьшало реабсорбцию воды в проксимальных канальцах.

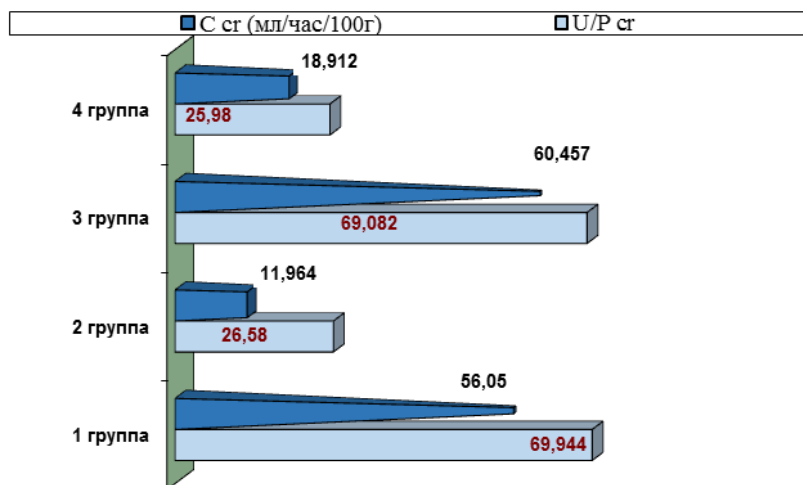


Рис. Средние показатели концентрационного показателя креатинина (U/P cr) и клубочковой фильтрации (C cr) при различных вариантах эксперимента с лекарственной нефропатией

В 3-ей группе, экстракт препятствовал прямому тубулотоксическому эффекту амикацина: снижал степень выраженности протеинурии, способствовал улучшению внутрипочечной гемодинамики и ингибирования активности ренин-ангиотензин-альдостероновой системы. О полном отсутствии функциональных почечных резервов

и недостаточной регуляции водовыделительной системы говорила выявленная нефротоксическая протеинурия у животных с патологией (2-ая группа). Нагрузка водой (4-я группа) не улучшила состояние почек, как следствие, прямое повреждение гломерулярной базальной мембраны. Тубулотоксические свойства белка, выявленного в моче, стимулировали потерю селективности в проницаемости почечных канальцах, разрушая эпителий капилляров почек.

Таким образом, достоверные показатели преобладания протеинурии во 2-ой группе, определяли выраженность лекарственной нефропатии. Слабокислые значения рН мочи в 3-ей группе ($5,99 \pm 0,092$, $p \leq 0,02$), указывали на компенсаторно-приспособительную нормализацию происходящих в организме процессов. Следовательно, применение ГП в соотношении 1:50 при патологии, благоприятно влияло на обменные процессы организма животных, улучшая физико-химические свойства мочи и крови. Положительная ответная реакция организма на экстракт у животных с нефропатией, способствовала профилактике метаболических нарушений. В этих условиях, выявленный функциональный почечный резерв организма (ФПР), составлял на постепенное восстановление реабсорбции, способствующей устранению состояния острой почечной интоксикации при патологии. Способность ГП активизировать компенсаторную реакцию почек при нефропатии, обоснована продолжительностью действия диуретического эффекта растения. Положительный эффект почечной активности по снижению концентрации креатинина в крови и увеличению в моче, у крыс 3-й группы (нефропатия с экстрактом), можно объяснить повышением способности почек к перераспределению жидкости. Данный процесс сопровождался переходом азотистых веществ из тканей в кровяное русло со снижением интоксикации.

Применение водной нагрузки в сравнительном плане показало ее нецелесообразность. При этом эффективность ГП, усиливающего эндогенные защитные механизмы, способные сдерживать воспаление в почках, улучшали процессы концентрирования и экскретирования, восстанавливали ренальные функции. С увеличением клубочковой фильтрации (на 80,22%) за счет расширения приводящих почечных сосудов, формировался адекватный транспорт мочи по нефронам. Интенсивность азотовыделительной функции почек (на 43%) сочеталась со слабокислой реакцией мочи. А эффективность водовыделительной функции почки (на 75,9%), предотвращала риск осложнений при лекарственной нефропатии в 3-группе.

Анализ результатов исследований определил степень связанности между совокупностью признаков различных показателей мочевыделительной системы. Величины сравнения – клубочковая фильтрация и экскреция креатинина, характеризовались количественно разной степенью корреляции в зависимости от экспериментально созданных ситуаций. В I-ой группе связь полностью отсутствовала, во 2-ой ($r=0,73$, $p<0,01$) и 4-ой ($r=0,94$, $p<0,01$) группах, т.е. у крыс с нефропатией и у животных с патологией и водной нагрузкой, отмечена сильная прямая корреляция происходящих процессов в области базолатеральной мембраны и снижение эффективности концентрирующей способности почек. В 3-й группе ($r=0,31$, $p<0,05$) наблюдалось ослабление корреляции до слабого уровня, что указывало на усиление эндогенных механизмов самозащиты почки, благодаря влиянию экстракта.

Исходя из вышесказанного, при анализе результатов обнаружена положительная ответная нефропротекторная реакция слабой концентрации экстракта ГП (в соотношении 1:50) с сохранением фармакотерапевтического эффекта, нормализацией деструктивных изменений при лекарственной нефропатии и снижением побочного действия растения. Данные проявления коррекции функциональной активности почек были выражены усилением диуретической, фильтрационной, азотовыделительной функций. Следствием этого явилась интенсификация процессов клубочкового и канальцевого отдела нефрона по обеспечению восстановления функции почек.

Выводы. Таким образом, для профилактики лекарственной нефропатии необходима коррекция доз препаратов, в соответствии со значениями клиренса креатинина и отказ от применения нефротоксичных лекарств при наличии факторов риска (пожилой возраст, женский пол и прочее) со своевременной адекватной фитотерапией, от чего зависит исход заболевания. Разрабатываемое средство ослабит функционально неблагоприятные сдвиги при лекарственной нефропатии, происходящие в почках и в дальнейшем расширит область комплексного использования ГП при профилактике заболеваний в клинической практике, как дополнение к основному лечению.

Список литературы / References

1. Губанов И.А., Киселева К.В., Новиков В.С., Тихомиров В.Н. *Polygonum aviculare* L. s.l. – Горец птичий, или Спорыш //Иллюстрированный определитель растений. В 3 т. – М. Тов-во научн. Изд. КМК, Ин-т. технолог. иссл., 2003 – 190 с.; Т.2, Покрытосеменные (двудольные: раздельнолепестные). – С. 49.
2. Биохимия растений. / Под ред. Л.А. Красильниковой. - Ростов н/Д: «Феникс», 2004. – С. 224
3. Муравьева Д.А., Самылина И.А., Яковлев Г.П. Фармакогнозия: учебник. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Медицина, 2002. – С. 656.
4. Кравченко Н.С. Методы обработки результатов измерений и оценки погрешностей в учебном лабораторном практикуме: учебное пособие / Н.С. Кравченко, О.Г. Ревинская; – Томск: ТПУ, 2011. – С. 88.
5. Вялова А.А. Стратегия и тактика ведения больных с тубуло-интерстициальным поражением почек / А.А. Вялова, И.В. Зорин, Л.М. Гордиенко, А.И. Буракова // Журнал «Практическая медицина». - №6 (30). – 2008. – С. 33-34.
6. Шестакова М.В., Шамхалова М.Ш., Ярек-Мартынова И.Я. и др. Сахарный диабет и хроническая болезнь почек: достижения, нерешенные проблемы и перспективы лечения // Сахарный диабет. - 2011. - № 1. – С. 81-88.
7. Авдеев В.И. Этапы формирования степных ландшафтов в Евразии. Аспекты эволюции видов Polygonaceae, Scrophulariaceae // Известия Оренбургского гос. Аграрного университета. – 2011. – Т. 31-1, № 3. – С. 11-13.
8. Costea M., Tardif F.J. The biology of Canadian weeds. *Polygonum aviculare* L. // Canadian journal of plant science. – 2005. – Vol. 85, N 2. – P. 481-506.
9. Хобракова В.Б., Мондодоев А.Г., Бикмулина Г.А. и др. Иммуномодулирующие свойства нефрозащитных растительных средств // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра СО РАМН, 2008. Т.61.-3. – С. 182-183
10. Юнусходжаева Н.А., Абдуллабекова В.Н. Исследование химического состава травы *Polygonum avicularis* L. // Химия растительного сырья. 2012. № 4. – С. 187-191.
11. Marian Naczka, Fereidoon Shahidi Phenolics in cereals, fruits and vegetables: Occurrence, extraction and analysis //Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, 41 (2006). – P. 1523–1542
12. Мондодоев А.Г., Матханов И.Э. Современные принципы фитопрфилактики и фитотерапии заболеваний почек и мочевыводящих путей // Мат. научно-практ. конф. «Биологически активные добавки в профилактической медицине». - Улан-Удэ, 2003. – С. 19.
13. Меркурьева Г.Ю., Хазиев Р.Ш., Камаева С.С., Муравьева М.М.. Влияние вида экстрагента на качественный состав флавоноидов, извлекаемых из травы горца птичьего/ ГБОУ ВПО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава РФ, Казань, [Электронный ресурс] 2013.
14. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-vida-ekstragenta-na-kachestvennyy-sostav-flavonoidov-izvlekayemyh-iz-travy-gortsa-ptichiego-viewer> (Дата обращения: 15.10.2024).

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

ИЗДАТЕЛЬСТВО
«ПРОБЛЕМЫ НАУКИ»

АДРЕС РЕДАКЦИИ:
153000, РФ, ИВАНОВСКАЯ ОБЛ., Г. ИВАНОВО,
УЛ. КРАСНОЙ АРМИИ, Д. 20, 3 ЭТАЖ, КАБ. 3-3,
ТЕЛ.: +7 (915) 814-09-51.

HTTP://WWW.IPI1.RU
E-MAIL: INFO@P8N.RU

ТИПОГРАФИЯ:
ООО «ОЛИМП».
153000, РФ, ИВАНОВСКАЯ ОБЛ., Г. ИВАНОВО,
УЛ. КРАСНОЙ АРМИИ, Д. 20, 3 ЭТАЖ, КАБ. 3-3

ИЗДАТЕЛЬ:
ООО «ОЛИМП»
153002, РФ, ИВАНОВСКАЯ ОБЛ., Г. ИВАНОВО, УЛ. ЖИДЕЛЕВА, Д. 19

УЧРЕДИТЕЛИ ЖУРНАЛА: ВАЛЬЦЕВ СЕРГЕЙ ВИТАЛЬЕВИЧ,
ВОРОБЬЕВ АЛЕКСАНДР ВИКТОРОВИЧ



ИЗДАТЕЛЬСТВО «ПРОБЛЕМЫ НАУКИ». [HTTPS://WWW.SCIENCEPROBLEMS.RU](https://www.scienceproblems.ru)
ISSN 2304-2338(Print), ISSN 2413-4635(Online). EMAIL: INFO@P8N.RU, +7(915)814-09-51



Реестровая запись ПИ № ФС 77-47745



**НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ «ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ»
/PROBLEMS OF MODERN SCIENCE AND EDUCATION»
В ОБЯЗАТЕЛЬНОМ ПОРЯДКЕ РАССЫЛАЕТСЯ:**

1. ФГБУ "Российская государственная библиотека".
Адрес: 143200, г. Можайск, ул. 20-го Января, д. 20, корп. 2.
2. Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации.
Адрес: 127006, г. Москва, ГСП-4, Страстной б-р, д.5.
3. Библиотека Администрации Президента Российской Федерации.
Адрес: 103132, г. Москва, Старая площадь, д. 8/5.
4. Парламентская библиотека Российской Федерации.
Адрес: 125009, г. Москва, ул. Охотный Ряд, д. 1.
5. Научная библиотека Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (МГУ), Москва.
Адрес: 119192, г. Москва, Ломоносовский просп., д. 27.

ПОЛНЫЙ СПИСОК НА САЙТЕ ЖУРНАЛА: [HTTPS://IP1.RU](https://ip1.ru)



Вы можете свободно делиться (обмениваться) — копировать и распространять материалы и создавать новое, опираясь на эти материалы, с ОБЯЗАТЕЛЬНЫМ указанием авторства. Подробнее о правилах цитирования: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.ru>

ЦЕНА СВОБОДНАЯ