

Геоэкологический анализ устойчивости экосистемы Северо-Кавказского региона к техногенному и климатическому воздействию

А. И. Лазовский✉

ФГБОУ ДПО «Институт повышения квалификации руководящих работников и специалистов»,

г. Балашиха, Российская Федерация

✉ lazovskiy.tolik@mail.ru

Резюме. Проведен комплексный анализ устойчивости экосистем Северо-Кавказского региона к техногенному и климатическому воздействию. Показано, что ведущими источниками деградации природных комплексов выступают горнодобывающая промышленность, интенсивное сельское хозяйство и урбанизация. На основе анализа ГИС-моделей и спутниковых данных установлено, что на значительной части территории региона наблюдается низкий уровень устойчивости экосистем, особенно в горных и предгорных районах, где нарушены природные связи между компонентами ландшафта. Для повышения экологической устойчивости предложены меры по внедрению экологически безопасных технологий в промышленности, развитию систем геоэкологического мониторинга и рекультивации нарушенных земель. Реализация комплексного подхода к управлению природопользованием позволит стабилизировать состояние экосистем, снизить техногенное и климатическое воздействие и обеспечить устойчивое развитие Северного Кавказа.

Ключевые слова: Северный Кавказ, рациональное природопользование, устойчивость экосистем, геоэкология, техногенное и климатическое воздействие, деградация ландшафтов, геоинформационный мониторинг, рекультивация

Для цитирования: Лазовский А.И. Геоэкологический анализ устойчивости экосистемы Северо-Кавказского региона к техногенному и климатическому воздействию. *Маркшейдерия и недропользование*. 2026; 26 (2): 65-69. <https://doi.org/10.56195/20793332-2026-26-2-65-69>.

Geoecological analysis of the resilience of ecosystems in the North Caucasus region to technogenic load

A. I. Lazovsky✉

Federal State Budgetary Educational Institution of Continuing Professional Education

“Institute for Advanced Training of Managers and Specialists”, Balashikha, Russian Federation

✉ lazovskiy.tolik@mail.ru

Abstract. The article presents a comprehensive assessment of the resilience of ecosystems in the North Caucasus region to technogenic load. The research combines remote sensing data, GIS modeling, and statistical analysis of long-term environmental monitoring reports by Roshydromet and Rosprirodnadzor for 2018–2024. The study examines the natural, geochemical, and climatic characteristics of the region that determine its ecological vulnerability. The results show that mining, intensive agriculture, and urbanization are the main drivers of environmental degradation, leading to soil erosion, contamination of surface and groundwater, loss of biodiversity, and alteration of the hydrological regime of mountain rivers. GIS and remote sensing analysis revealed that large parts of the region demonstrate low or very low ecosystem resilience, particularly in mountainous and foothill areas where the natural structure of landscapes has been disrupted. To enhance ecological stability, the study proposes the adoption of environmentally safe technologies in the mining and industrial sectors, the development of geoecological monitoring systems, and the implementation of land reclamation programs. The integration of engineering, technological, and social-ecological measures is considered a key condition for achieving sustainable development and preserving the natural potential of the North Caucasus in the context of growing anthropogenic and climatic pressures.

Keywords: North Caucasus, sustainable natural resource management, ecosystem resilience, geoecology, technogenic load, landscape degradation, GIS monitoring, reclamation

For citation: Lazovsky A.I. Geoecological analysis of the resilience of ecosystems in the North Caucasus region to technogenic load. *Mine Surveying and Subsurface Use*. 2026; 26 (2): 65-69. (In Russ.). <https://doi.org/10.56195/20793332-2026-26-2-65-69>.

Введение

Северо-Кавказский регион характеризуется выраженным природным контрастом, обусловленным сочетанием высокогорных, предгорных и равнинных ландшафтов. Его природные особенности определяются геополитическим положением между Каспийским и Черным морями, высокой тектонической активностью и значительной биологической продуктивностью. Эти факторы предполагают повышенную экологическую чувствительность региона, где антропогенная деятельность оказывает оперативное воздействие на устойчивость экосистем.

Интенсивное хозяйственное освоение, включающее рост промышленного производства, расширение сельскохозяйственных площадей, урбанизацию и развитие транспортной инфраструктуры приводит к нарастающей техногенной нагрузке. Последняя проявляется в деградации почвенно-растительного покрова, загрязнении гидросферы, изменении микроклиматических условий и снижении биоразнообразия. Современные тенденции глобальных климатических изменений усугубляют нестабильность природных систем. Повышение температуры воздуха, изменение режима осадков, ускорение гляциальных процессов, активизация эрозионных и дефляционных процессов почв создают предпосылки для ухудшения геоэкологического состояния региона.

Геоэкологический анализ устойчивости экосистем является инструментом оценки способности природных комплексов к сохранению своей структуры и функций при воздействии антропогенных и климатических факторов. Результаты данного анализа являются основой для разработки программ рационального природопользования и мероприятий по предупреждению деградации природной среды [1].

Цель исследований: геоэкологический анализ устойчивости экосистем Северо-Кавказского региона к техногенному и климатическому воздействию.

Материал и методы исследования

Исследование выполнено на основе комплексного анализа данных дистанционного зондирования Земли, геоинформационного моделирования, картографических и полевых наблюдений, а также обобщения опубликованных материалов и статистических отчетов природоохранных ведомств.

Использовались спутниковые снимки Landsat и Sentinel, данные Росгидромета о состоянии атмосферы и гидросферы, отчеты Росприроднадзора и территориальных органов природопользования за 2018–2024 года.

Для оценки степени антропогенной нагрузки применялась методика картографирования зон экологического риска, основанная на интеграции показателей загрязнения почв, атмосферного воздуха и поверхностных вод. Анализ геохимических характеристик почвенного покрова осуществлялся с использованием данных о концентрациях 25 химических элементов, в том числе свинца, меди, цинка, никеля и марганца [2].

Геоинформационные модели строились в среде ArcGIS и QGIS, что позволило визуализировать пространственное распределение техногенных аномалий и оценить устойчивость ландшафтов к воздействию человека. Дополнительно использовались климатические ряды наблюдений за последние 50 лет, предоставленные Федеральной службой по гидрометеорологии, для оценки тенденций изменения температуры воздуха, осадков и площади оледенения. При анализе дегра-

дации почвенно-растительного покрова применялись индексы NDVI и NDSI, рассчитанные на основе данных дистанционного зондирования.

Методологическая основа исследования опиралась на принципы системного и ландшафтно-экологического анализа, предусматривающие рассмотрение экосистем как динамических природно-антропогенных систем с различной степенью адаптивного потенциала. Для количественной оценки устойчивости применялся коэффициент экологической нагрузки, отражающий соотношение площади нарушенных территорий к общей площади исследуемого ландшафта.

Результаты исследования

Геоэкологические особенности региона

Северный Кавказ является территорией с высокой природной мозаичностью. Здесь сосредоточены горные хребты с крутыми склонами, предгорные равнины и долины рек. Эти особенности определяют неравномерное распределение природных процессов и различную степень устойчивости экосистем. Наиболее уязвимыми являются горные районы, где разрушение почвенно-растительного покрова вызывает развитие оползней, лавин, эрозии и других опасных процессов.

Исследования показывают, что даже при слабом антропогенном воздействии наблюдается активизация техногенно-геологических явлений, особенно в районах открытой добычи полезных ископаемых и строительных разработок [3]. Геохимическая структура региона отличается высоким содержанием природных металлов и минеральных соединений, что при неуправляемом техногенном воздействии усиливает загрязнение почв и вод.

Анализ пространственного распределения геохимических аномалий показал, что в почвах бассейнов рек Сулак, Уллучай и Сунжа концентрации натрия и тяжелых металлов превышают фоновые значения в десятки раз, достигая 300 г/кг для отдельных элементов [2]. Накопление свинца, цинка, меди и никеля свидетельствует о длительном воздействии промышленных выбросов и миграции загрязняющих веществ с поверхности хвостохранилищ.

Климат региона оказывает решающее влияние на устойчивость экосистем. В последние полвека среднегодовая температура в горах Кавказа увеличилась более чем на один градус. Это вызвало сокращение площади ледников на 10 % и изменение гидрологического режима рек [4]. Изменения климата сопровождалось увеличением частоты селевых потоков, усилением паводковой активности и ростом оползневой опасности.

Эти процессы нарушают природный баланс, усугубляя последствия техногенной деятельности.

Техногенная нагрузка и деградация природных комплексов

На устойчивость экосистем Северного Кавказа наибольшее воздействие оказывает горнодобывающая промышленность. На территориях Северной Осетии – Алании, Карачаево-Черкесии и Кабардино-Балкарии функционируют крупные рудники и хвостохранилища, где добыча и переработка руд сопровождаются накоплением отходов, пылевыми выбросами и загрязнением подземных вод [5]. Даже после прекращения работы предприятий продолжается поступление загрязняющих веществ в почвенно-гидрологические системы, что подтверждается данными многолетних наблюдений.

Промышленные предприятия региона способствуют загрязнению атмосферы. В городах Владикавказ, Нальчик и Махачкала наблюдаются превышения предельно допустимых концентраций тяжелых металлов в воздухе, а более трети промышленных объектов не оснащены современными фильтрационными системами [7]. Загрязнение воздуха сопровождается выпадением осадков, содержащих сульфаты, нитраты и соединения свинца, которые оседают на почвы и водные объекты, формируя устойчивый техногенный фон.

Сельское хозяйство является вторым по значимости источником антропогенной нагрузки. Интенсивное использование земель, применение минеральных удобрений и мелиорация без учета ландшафтных особенностей приводят к эрозии, деградации и засолению почв. В предгорных районах Дагестана и Чеченской Республики площадь эродированных земель увеличилась на 17 % за последние два десятилетия [6]. Нарушение водного баланса и неправильное орошение способствуют повышению минерализации грунтовых вод и снижению плодородия.

Урбанизация и развитие рекреационной инфраструктуры усиливают антропогенное воздействие на природные системы. В туристических зонах Архыза, Домбая и Приэльбрусья растет плотность застройки, нарушается дренажная сеть, происходит уплотнение почв и разрушение травяного покрова. В результате ухудшается качество водных ресурсов, сокращается площадь естественных экосистем, снижается ландшафтное разнообразие [8]. Совокупность этих факторов формирует системный экологический кризис, который затрагивает все компоненты природной среды.

Оценка устойчивости экосистем

Оценка устойчивости природных комплексов проводится на основе совокупности критериев, включающих биологическую продуктивность, способность к саморегуляции, уровень биоразнообразия и степень антропогенного воздействия. Современные методы геоинформационного анализа позволяют выделять зоны с различной степенью устойчивости, используя данные спутникового мониторинга, дистанционного зондирования и наземных наблюдений [9, 10].

Исследования показали, что значительная часть экосистем Северного Кавказа характеризуется низкой устойчивостью. В Северной Осетии – Алании на основе анализа пространственных баз данных выделены участки с катастрофическим и кризисным экологическим состоянием, где отмечено сочетание повышенного уровня загрязнения тяжелыми металлами, шума и радиационного фона [5]. В почвах Владикавказского промышленного района содержание цинка превышает фоновые значения в семь раз, меди – в три раза, а свинца – в пять раз.

Ежегодные потери почвенного слоя в горных районах Карачаево-Черкесии достигают 40 т/га, что значительно превышает естественные темпы восстановления [6]. Постепенное снижение биоразнообразия является одним из ключевых признаков ослабления устойчивости. На деградированных территориях сокращается численность эндемичных и редких видов растений и животных, нарушаются трофические связи и экосистемные функции. В последние годы на склонах Кавказского хребта наблюдается распространение растений-фитоксикаторов, способных накапливать тяжелые металлы, что свидетельствует о биологической адаптации экосистем к техногенному загрязнению [11]. Однако эти процессы но-

сят временный характер и не компенсируют общее снижение природной устойчивости региона.

Направления повышения экологической устойчивости

Восстановление устойчивости экосистем Северо-Кавказского региона требует комплексного подхода, включающего инженерно-технические, природоохранные и социально-экономические меры. Наиболее перспективным направлением является внедрение экологически безопасных технологий в горнодобывающей отрасли, в частности использование замкнутых циклов водоснабжения, переработка хвостов и утилизация отходов без их накопления на поверхности [12]. Применение биотехнических методов рекультивации, включая фитоэкстракцию тяжелых металлов с помощью растений семейства крестоцветных, показало положительные результаты при восстановлении загрязненных земель [11].

Геоинформационные технологии играют ключевую роль в управлении природными ресурсами и мониторинге состояния экосистем. Использование спутниковых данных и моделей пространственного анализа позволяет выявлять участки деградации, отслеживать динамику антропогенной нагрузки и оценивать эффективность природоохранных мероприятий [9].

Важным направлением является развитие сети особо охраняемых природных территорий, которые должны стать ядрами устойчивости и зонами экологического каркаса региона. Расширение охраняемых зон способствует сохранению биоразнообразия, предотвращает деградацию почв и стабилизирует климатические условия [10].

Не менее значимым фактором является повышение экологической культуры населения и включение местных сообществ в процессы природоохранного управления. Развитие экологического образования, просвещение и участие граждан в мониторинге состояния окружающей среды способствуют формированию ответственного отношения к природным ресурсам. Опыт показывает, что включение населения в программы по восстановлению экосистем значительно повышает их эффективность [11].

Обсуждение

1. Полученные данные свидетельствуют о том, что экосистемы Северо-Кавказского региона испытывают высокую техногенную нагрузку. Основные источники загрязнения связаны с деятельностью горнодобывающих предприятий, транспортной инфраструктурой, сельскохозяйственным производством и урбанизацией.

На территории Северной Осетии – Алании выявлены зоны критического экологического состояния, где концентрации тяжелых металлов в почвах превышают фоновые значения в пять-семь раз, а содержание цинка достигает 400 мг/кг [5]. В результате антропогенного воздействия происходят процессы эрозии и деградации почв.

В горных районах Карачаево-Черкесии ежегодные потери почвенного слоя составляют 30–40 т/га, что значительно превышает естественные темпы восстановления [6]. Атмосферный воздух крупных городов региона характеризуется повышенным содержанием диоксида серы, оксидов азота и пылевых частиц. В районах с высокой транспортной активностью отмечается превышение предельно допустимых концентраций свинца и кадмия [7]. Мониторинг Росприроднадзора показал, что более 35 % промышленных предприятий

Северного Кавказа не оснащены современными системами фильтрации выбросов.

2. На предгорных территориях наблюдается увеличение площади засоленных и переувлажненных земель, а в долинах рек фиксируется загрязнение донных отложений нефтепродуктами и тяжелыми металлами. Геохимический анализ почв бассейнов рек Сулак, Уллучай и Сунжа подтвердил наличие пространственных аномалий содержания тяжелых металлов. Концентрации натрия и марганца в отдельных пробах превышали природный фон в десятки раз, что указывает на интенсивную миграцию загрязняющих веществ по водосборным системам [2]. Эти процессы приводят к вторичному загрязнению водных экосистем и снижению их самоочищающей способности.

3. Особую роль в формировании экологического состояния региона играет изменение климата. За последние 50 лет среднегодовая температура в горных районах увеличилась на 1,4 °C, что вызвало сокращение площади ледников более чем на 10 % [4]. Это сопровождается усилением паводков, изменением гидрологического режима рек и ростом оползневой активности. В сочетании с антропогенным воздействием климатические изменения ускоряют деградацию природных комплексов.

4. Использование данных дистанционного зондирования позволило выделить территории с различной степенью устойчивости экосистем. На равнинных участках предкавказских степей и полупустынь устойчивость оценивается как средняя благодаря высокой биопродуктивности и способности к восстановлению растительного покрова. В горных и предгорных районах наблюдается низкая и крайне низкая устойчивость, что связано с нарушением почвенного слоя, изменением гидрологического баланса и снижением биоразнообразия.

5. Для повышения экологической устойчивости региона необходим комплекс мер. В промышленности следует внедрять технологии замкнутого водоснабжения и безопасного хранения отходов [12]. В сельском хозяйстве требуется переход к адаптивно-ландшафтным системам земледелия, предотвращающим эрозию и засоление почв. Эффективным инструментом управления становится развитие систем экологического мониторинга на основе ГИС и дистанционного зондирования [9], [10]. Важную роль играет создание сети особо охраняемых природных территорий, выполняющих функции экологического каркаса, а также повышение уровня экологической культуры населения [11].

6. Результаты исследования показывают, что экосистемы Северо-Кавказского региона находятся под значительным техногенным и климатическим воздействием, что приводит к снижению их устойчивости и потере способности к саморегуляции. Наиболее уязвимыми оказались горные и предгорные ландшафты, где антропогенные нагрузки и природные процессы действуют синергетически, усиливая деградационные изменения. Геоэкологический анализ подтвердил наличие пространственной дифференциации устойчивости экосистем и выявил зоны с критическим уровнем загрязнения почв, вод и атмосферы.

7. Для обеспечения устойчивого развития региона необходимо формирование системы адаптивного управления природопользованием, включающей интеграцию геоинформационных технологий, развитие мониторинга, рекультивацию

нарушенных территорий, совершенствование законодательной базы и экологическое образование населения. Реализация данных мер позволит повысить устойчивость природных систем, снизить техногенное воздействие и сохранить природный потенциал Северного Кавказа для будущих поколений.

Заключение

1. Результаты проведенного исследования показывают, что экосистемы Северо-Кавказского региона обладают высокой природной ценностью, но крайне низкой устойчивостью к современным техногенным нагрузкам [13, 14]. Многолетняя деятельность горнодобывающих предприятий, сельское хозяйство, урбанизация и изменение климата привели к комплексной трансформации природных систем.

2. Геоэкологический анализ выявил, что деградационные процессы имеют устойчивый характер и затрагивают все компоненты экосферы, включая почвы, воды, атмосферу и биоту. Для сохранения природного потенциала региона необходимо формирование системы адаптивного управления, основанной на данных геомониторинга и принципах рационального природопользования [15].

3. Совмещение инженерных решений, природоохранных мер и образовательных программ позволит повысить устойчивость экосистем, восстановить нарушенные ландшафты и обеспечить экологическую безопасность населения. Северный Кавказ является примером региона, где гармонизация природных и экономических интересов становится ключевым условием устойчивого развития России в целом.

Выводы

1. В статье приведены результаты геоэкологического анализа устойчивости экосистем Северо-Кавказского региона, показавшие, что природные комплексы территории характеризуются высокой мозаичностью и неоднородной устойчивостью, обусловленной сочетанием горных, предгорных и равнинных ландшафтов, а также интенсивным антропогенным воздействием и климатическими изменениями. Установлено, что наиболее уязвимыми являются горные и предгорные экосистемы, где процессы эрозии, оползней, загрязнения почв и водных объектов, а также сокращение ледников приводят к снижению их способности к саморегуляции и устойчивому функционированию. Выявлена пространственная дифференциация уровней экологической нагрузки и наличие зон с критическим и кризисным состоянием природной среды, особенно в районах промышленной и хозяйственной активности.

2. Результаты исследования могут быть полезными при разработке программ рационального природопользования, стратегий устойчивого развития регионов Северного Кавказа, а также при планировании природоохранных мероприятий, рекультивации нарушенных территорий и организации системы экологического мониторинга.

3. Полученные данные могут использоваться органами государственного управления, природоохранными структурами и научными организациями для оценки экологических рисков, обоснования управленческих решений и совершенствования механизмов регулирования хозяйственной деятельности с учетом природно-климатических особенностей региона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Арутюнов В.В. Геоэкология и природопользование. Москва, 2020: 368.
Arutjunov V.V. Geoeology and nature management. Moscow, 2020: 368. (In Russ.).
2. Kashirina E., Gorbunov R., Kerimov I. Spatial Distribution of Geochemical Anomalies in Soils of River Basins of the Northeastern Caucasus. *Geosciences*. 2025; 15 (10): 380. <https://doi.org/10.3390/geosciences15100380>.
3. Мальнева И.В. Техногенное воздействие на развитие опасных геологических процессов на территории Северного Кавказа. *Геология и геофизика*. 2021; 4: 17-25.
Mal'neva I.V. Man-made Impacts on the Development of Hazardous Geological Processes in the North Caucasus. *Geology and Geophysics*. 2021; 4: 17-25. (In Russ.).
4. Юзбеков М.А., Юзбеков А.К. Развитие системы управления в области охраны окружающей среды. *Вестник Московского университета имени С. Ю. Витте. Серия 1: Экономика и управление*. 2023; 2 (45): 40-48.
Yuzbekov M.A., Yuzbekov A.K. Development of a management system in the field of environmental protection. *Bulletin of Moscow University named after S. Yu. Witte. Series 1: Economics and Management*. 2023; 2 (45): 40-48. (In Russ.).
5. Zaalishvili V., Burdzieva O., Kanukov A., Zaks T. Eco-Geophysical and Geoeological Factors in Assessing the State of the Geological Environment Based on the Analysis of Spatial Databases of the Territory of the Republic of North Ossetia-Alania. *Applied Sciences*. 2022; 12 (5): 2644. <https://doi.org/10.3390/app12052644>.
6. Горбунов Р.С., Керимов И.М. Состояние почвенного покрова Предкавказья в условиях техногенного воздействия. *Вестник Дагестанского ГУ*. 2022; 2: 34-42.
Gorbunov R.S., Kerimov I.M. The state of the soil cover of the Ciscaucasia under anthropogenic impact. *Bulletin of the Dagestan State University*. 2022; 2: 34-42. (In Russ.).
7. Ахметшина Л.Г. Эколого-экономическая оценка федеральных округов Российской Федерации и варианты финансирования природоохранных мероприятий. *Проблемы региональной экологии*. 2024; 5: 79-84.
Akhmetshina L.G. Environmental and economic assessment of federal districts of the Russian Federation and options for funding environmental protection measures. *Regional environmental issues*. 2024; 5: 79-84. (In Russ.).
8. Атаев З.В. Селитебная нагрузка на ландшафты Северного Кавказа. *География и геоэкология*. 2012; 3: 51-57.
Ataev Z.V. Settlement pressure on the landscapes of the North Caucasus. *Geography and geoecology*. 2012; 3: 51-57. (In Russ.).
9. Мельников А.А. Методы геоэкологического мониторинга и моделирования. Санкт-Петербург, 2022: 301.
Mel'nikov A.A. Methods of geoeological monitoring and modeling. Saint Petersburg, 2022: 301. (In Russ.).
10. Касимов Н.С., Тикунев В.С. Геоинформационные технологии в экологии и природопользовании. Москва, 2020: 228.
Kasimov N.S., Tikunov V.S. Geoinformation technologies in ecology and nature management. Moscow, 2020: 228.
11. Дзаганя Л.М. Геоэкологические опасности в условиях климатических изменений в субтропической зоне Кавказа: обзор литературы. *Южно-Российский журнал географии*. 2023; 2: 66-72.
Dzaganija L.M. Geoeological hazards under climate change in the subtropical zone of the Caucasus: a literature review. *South-Russian Journal of Geography*. 2023; 2: 66-72. (In Russ.).
12. Иванов Н.В. Экологически безопасные технологии переработки минерального сырья. *Горный журнал*. 2021; 6: 73-80.
Ivanov N.V. Environmentally friendly technologies for processing mineral raw materials. *Mining Journal*. 2021; 6: 73-80. (In Russ.).
13. Герасимов И.П. Природная среда и хозяйство Северного Кавказа. Ростов-на-Дону, 2018: 289.
Gerasimov I.P. Natural environment and economy of the North Caucasus. Rostov-on-Don, 2018: 289. (In Russ.).
14. Buzmakov S.A., Panyushkina I.P., Ivanenko A.V. Climate and Environmental Changes in the Caucasus Region under Anthropogenic Pressure. *Environmental Research Letters*. 2023; 18 (4): 145-160.
15. Воробьев Ю.Л., Ткаченко Е.А. Геоэкологические основы устойчивого развития регионов России. Москва, 2019: 412.
Vorob'ev Ju.L., Tkachenko Je.A. Geoeological foundations of sustainable development of Russian regions Moscow, 2019: 412. (In Russ.).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Анатолий Иванович Лазовский –
докторант Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения дополнительного
профессионального образования «Институт повышения
квалификации руководящих работников и специалистов, г.
Балашиха, Российская Федерация; e-mail: lazovskiy.tolik@
mail.ru

Информация о статье

Поступила в редакцию: 10.02.2026
Поступила после рецензирования: 17.03.2026
Принята к публикации: 24.04.2026

ABOUT THE AUTHOR

Anatoly I. Lazovsky – Doctoral Student Federal State
Budgetary Educational Institution of Continuing Professional
Education “Institute for Advanced Training of Managers and
Specialists”, Balashikha, Russian Federation; e-mail: lazovskiy.
tolik@mail.ru

Article info

Received: 10.02.2026
Revised: 17.03.2026
Accepted: 24.04.2026