 © Авторы статьи / Authors of the article

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И БИОГЕОГРАФИЯ, ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ И ГЕОХИМИЯ ЛАНДШАФТОВ/PHYSICAL GEOGRAPHY AND BIOGEOGRAPHY, SOIL GEOGRAPHY AND LANDSCAPE GEOCHEMISTRY

DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.167.27 EDN: UYMGXC

СТРУКТУРА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В ЛАНДШАФТНЫХ ПОЯСАХ БАССЕЙНОВ ГОРНЫХ РЕК КАВКАЗСКО-КАСПИЙСКОГО РЕГИОНА

Научная статья

Атаев З.В.[1, *]

[1] ORCID : 0000-0001-7731-5594;

[1] Дагестанский федеральный исследовательский центр РАН, Махачкала, Российская Федерация

[1] Дагестанский государственный педагогический университет им. Р. Гамзатова, Махачкала, Российская Федерация

[1] Кабардино-Балкарский научный центр РАН, Нальчик, Российская Федерация

[1] Дагестанский государственный университет, Махачкала, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (zagir05[at]mail.ru)

Предложена: 06.02.2026; Принята: 01.04.2026; Опубликована: 18.05.2026

Аннотация

В статье рассмотрена ландшафтно-поясная структура природопользования в бассейнах горных рек Кавказско-Каспийского региона на примере Северо-Восточного Кавказа, Азербайджана и северного Ирана. На основе ландшафтно-бассейнового подхода выполнено сопоставление доминирующих типов природопользования по высотным поясам и выделены зоны максимальной антропогенной трансформации в пределах водосборов. Предложен индекс конфликтности природопользования по поясам (ИКП), учитывающий водохозяйственную напряженность, интенсивность землепользования, экологическую уязвимость и управленческую сложность, что позволило формализовать межрегиональные контрасты. Показано, что наибольшие значения ИКП характерны для равнинно-дельтовых и предгорно-аграрных поясов, где конкурируют ирригация, водоснабжение, экосистемные функции и рекреация; минимальные — для высокогорных поясов.

Ключевые слова: природопользование, горные реки, ландшафтные пояса, бассейновый подход, индекс конфликтности, Кавказско-Каспийский регион.

THE STRUCTURE OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT IN THE LANDSCAPE ZONES OF MOUNTAIN RIVER BASINS IN THE CAUCASUS-CASPIAN REGION

Research article

Ataev Z.V.[1, *]

[1] ORCID : 0000-0001-7731-5594;

[1] Dagestan Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Makhachkala, Russian Federation

[1] Gamzatov Dagestan State Pedagogical University, Makhachkala, Russian Federation

[1] Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Nalchik, Russian Federation

[1] Dagestan State University, Makhachkala, Russian Federation

* Corresponding author (zagir05[at]mail.ru)

Suggested: 06.02.2026; Accepted: 01.04.2026; Published: 18.05.2026

Abstract

The article examines the landscape zone structure of environmental management in the mountain river basins of the Caucasus-Caspian region on the example of the North-Eastern Caucasus, Azerbaijan and northern Iran. Using a landscape-basin approach, a comparison of the dominant types of natural resource use across altitudinal zones has been carried out, and areas of maximum anthropogenic transformation within the catchment areas have been identified. A zone-based natural resource use conflict index (CI) is proposed, taking into account water management pressure, land use intensity, ecological vulnerability and management complexity, which has made it possible to formalise inter-regional contrasts. It is shown that the highest values of the CI are characteristic of the plain-delta and piedmont-agricultural belts, where irrigation, water supply, ecosystem functions and recreation compete; the lowest values are found in the high-mountain belts.

Keywords: nature management, mountain rivers, landscape zones, the basin approach, conflict index, the Caucasus-Caspian region.

Введение

Бассейны горных рек Кавказско-Каспийского региона представляют собой компактные, но крайне контрастные природно-хозяйственные системы: на коротких расстояниях сочетаются высокогорные истоки со снеговым и (местами) ледниковым питанием, среднегорные лесные комплексы, предгорные лесостепи и степи, а также низовья и дельты, где сосредоточены основные узлы водозабора, орошения и селитебной инфраструктуры. Такая вертикальная организация определяет и пространственную структуру природопользования — от сезонных пастбищ и рекреации в верхних поясах до интенсивного земледелия и водопользования в предгорьях и на равнинах.

 © Авторы статьи / Authors of the article

В последние десятилетия наблюдается усиление климатической и гидрологической неопределенности: меняется режим осадков, растет испаряемость, увеличивается частота экстремальных ливней и паводков, а в аридных секторах — риски летней межени и пересыхания малых водотоков. В этих условиях прежние, традиционно сложившиеся схемы освоения бассейнов (как экстенсивные, так и интенсивные) становятся менее устойчивыми и требуют научно обоснованной коррекции. Особенно чувствительны к изменениям дельтово-пойменные экосистемы и горно-предгорные склоновые комплексы, где суммируются эффекты водного дефицита, эрозии и антропогенной трансформации.

Цель работы — на основе ландшафтно-бассейнового подхода раскрыть структуру природопользования по высотным поясам в репрезентативных бассейнах горных рек Кавказско-Каспийского региона и выделить управленческие приоритеты на горизонте ближайших десятилетий. Задачи исследования:

1) описать ключевые природные предпосылки (поясность, водный режим, климатические градиенты);

2) представить и сопоставить модели природопользования в бассейнах различного типа;

3) определить ведущие геоэкологические риски и «узлы» управленческого вмешательства;

4) сформулировать практические рекомендации по адаптивному управлению, включая трансграничные аспекты.

Вопросы реакции горных и предгорных ландшафтов Северо-Восточного Кавказа на современные климатические изменения и антропогенные нагрузки активно обсуждаются в региональных исследованиях [1], [5], [7].

Методы и принципы исследования

Объектами анализа выступают бассейны горных рек Северо-Восточного Кавказа (Сулак, Шура-озень, Уллучай, Самур), северо-востока Азербайджана (Гарачай, Атачай) и Прикаспийского Эльбурса (Хераз, Горган). Эмпирическую основу составляют результаты экспедиционных исследований 2024–2025 гг. В 2024 г. выполнено полевое ландшафтное картирование бассейнов Сулака и Улучая и работа на ключевых участках с отбором проб почв, наземной растительности, воды и донных отложений вдоль течения водотоков для последующих геохимических определений. В 2025 г. проводилась аналогичная работа в бассейнах Шура-озени и Самура. Для бассейнов Хераз и Горган анализ выполнен на основе литературных и картографических источников и материалов среднемасштабного ландшафтного картографирования. В рамках проекта сформирована комплексная ландшафтная основа и созданы среднемасштабные карты ландшафтов исследуемых бассейнов.

Методическая схема включает три блока:

а) ландшафтно-поясное членение бассейна (выделение типов/подтипов ландшафтов и их пространственных сочетаний);

б) инвентаризацию форм природопользования по поясам (земледелие, пастбища, лесопользование, водозабор, гидротехнические сооружения, рекреация);

в) оценку геоэкологических рисков по набору индикаторов (эрозия и деградация пастбищ, дефицит экологического стока, фрагментация лесов, загрязнение вод и донных отложений).

Для оценки направленности современных изменений гидротермического режима использованы статистические подходы, принятые в климатологическом анализе временных рядов (непараметрический тест Манна-Кендалла и оценка наклона Сена).

При анализе морфометрии бассейнов и сопоставлении факторов их функционирования учитывались современные подходы к геоинформационному выделению водосборов и анализу их характеристик [10].

Для формализованного сопоставления «напряженности» природопользования по высотным поясам введен индекс конфликтности природопользования (ИКП), рассчитываемый как взвешенная сумма четырех нормированных компонент:

$$\text{ИКП} = 0,35 \cdot W + 0,25 \cdot L + 0,25 \cdot E + 0,15 \cdot G,$$

где W — водохозяйственная напряженность (дефицит стока в межень, объемы дериваций и ирригационных отборов, частота пересыхания малых рек);

L — интенсивность и конкуренция землепользования (доля пашни и застройки, плотность ирригационной сети, концентрация хозяйственных функций);

E — экологическая уязвимость (эрозионная опасность, чувствительность почв и растительности, уникальность экосистем — гирканские леса, дельтовые и пойменные комплексы);

G — управленческая сложность (трансграничность бассейна, число конкурирующих водопотребителей, жесткость регулирования и риски нарушения экологического попуска).

Выбор весовых коэффициентов определен на основе экспертной оценки, проведенной автором с участием специалистов в области географии, гидрологии и природопользования. Водохозяйственной напряженности (W) присвоен наибольший вес (0,35) как ключевому фактору, определяющему конфликтность в аридных и семиаридных условиях региона. Интенсивность землепользования (L) и экологическая уязвимость (E) признаны равнозначными факторами (по 0,25), поскольку их вклад в общую конфликтность сопоставим. Управленческая сложность (G) рассматривается как корректирующий фактор, поэтому ее вес наименьший (0,15).

Оценка компонент выполнена по совокупности количественных показателей (при наличии) и экспертного ранжирования по материалам полевых работ и картографического анализа. Итоговые значения ИКП интерпретировались как: низкая конфликтность (<0,33), средняя (0,33–0,66) и высокая (>0,66).

Основные результаты

3.1. Ландшафтно-поясная организация природопользования

В пределах типичного горного водосбора формы природопользования распределяются не хаотично, а в соответствии с функциональной ролью высотных поясов в формировании стока, почвенного покрова и биопродуктивности. Обобщенная матрица размещения основных видов использования по поясам приведена в таблице

 © Авторы статьи / Authors of the article

1 (см. табл. 1). Она показывает, что наибольшая конфликтность природопользования формируется в предгорьях и низовьях, где совмещаются интенсивное земледелие, водозабор и селитебная нагрузка, тогда как высокогорья остаются зоной сезонного использования и природоохранных функций.

Таблица 1 - Обобщенная матрица природопользования по высотным поясам горных бассейнов

DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.167.27.1

Высотный пояс (ориентировочно)	Доминирующие ландшафты	Формы природопользования	Типовые риски и последствия
Высокогорный (>2500 м)	Снежники, альпийские и субальпийские луга, крутые склоны, истоки	Сезонные пастбища, рекреация, ограниченная инфраструктура (водозаборы, дороги)	Перевыпас и троповая эрозия; селевые и лавинные процессы; нарушение режима стока при локальных вмешательствах
Среднегорный (1000–2500 м)	Горно-лесные комплексы, луга, карстовые и эрозионно-денудационные формы	Лесопользование (ограниченно), сенокосы, расселение в долинах, малые ГЭС, туризм	Фрагментация лесов; оползни при дорожных выемках; рост мутности стока при нарушении склонов
Предгорный и низкогорный (200–1000 м)	Лесостепь, степи, куэстовые и лессовые холмы, террасы	Пашни, сады, террасное и орошаемое земледелие, пастбища, карьеры стройматериалов	Водная эрозия и оврагообразование; деградация пастбищ; засоление/вторичное переувлажнение на орошаемых землях
Низовья и дельта (<200 м)	Аккумулятивные равнины, поймы, дельты, болотные и тугайные комплексы	Ирригационные сети, водозабор и водоснабжение, аквакультура, рекреация, ООПТ	Дефицит экологического стока; деградация пойменных лесов и болот; загрязнение вод агростоками и бытовыми стоками

Для практико-ориентированной интерпретации ландшафтно-поясной матрицы важно выявить, в каких поясах концентрация хозяйственных функций приводит к наибольшей конкуренции за воду, землю и экосистемные услуги. Расчет ИКП показал, что во всех трех субрегионах конфликтность монотонно возрастает сверху вниз по высотному профилю: от низких значений в высокогорье (ограниченное землепользование) к высоким значениям в предгорьях и равнинно-дельтовых комплексах, где пересекаются интересы ирригации, водоснабжения, сельского хозяйства, рекреации и охраны природы. Сводные значения ИКП приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Значения индекса конфликтности природопользования (ИКП) по высотным поясам

DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.167.27.2

Субрегион / пояс	Высокогорный	Среднегорный лесной	Низкогорный/ предгорный аграрный	Равнинно-дельтовый
Северо-Восточный Кавказ	0,28	0,35	0,63	0,76
Северо-Восточный Азербайджан	0,35	0,50	0,69	0,79
Северный Иран (Эльбурс)	0,35	0,55	0,69	0,73

Количественная оценка компонент W, L, E, G проводилась на основе данных полевых исследований, материалов ландшафтного картографирования и статистических сборников водохозяйственных и землеустроительных органов регионов. Наиболее высокие значения ИКП фиксируются для равнинно-дельтового пояса (0,73–0,79), что отражает сочетание дефицита экологического стока и высокой антропогенной трансформации низовьев. В предгорно-аграрном

 © Авторы статьи / Authors of the article

поясе ИКП также устойчиво высок (0,63–0,69) вследствие интенсификации орошения и роста плотности поселений. Среднегорный лесной пояс демонстрирует средние значения (0,35–0,55): здесь конфликтность формируется не столько вододефицитом, сколько уязвимостью лесных экосистем и фрагментацией ландшафтов при дорожном и рекреационном освоении.

3.2. Репрезентативные бассейны и выявленные контрасты природопользования

Для раскрытия региональных контрастов рассмотрены бассейны, представляющие разные сочетания увлажнения, морфометрии и хозяйственной нагрузки: Шура-озень (аридно-семиаридный предгорно-низкогорный водосбор Дагестана), Самур (крупный высокогорный трансграничный бассейн), Хераз (влажно-субтропический бассейн северного Ирана с интенсивным регулированием стока) и Горган (переходный, более континентальный водосбор восточного сектора Эльбурса).

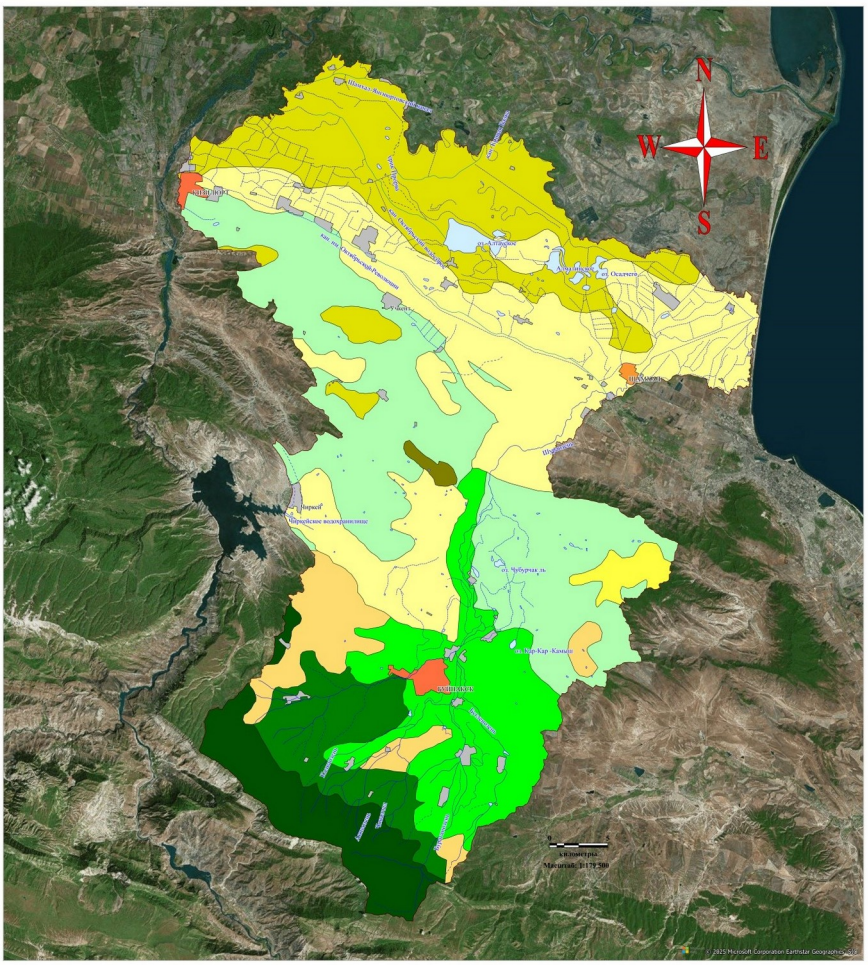
3.2.1. Бассейн р. Шура-озень: аридный градиент и уязвимость низовьев

Бассейн Шура-озени расположен в зоне перехода от гор к Прикаспийской низменности, что формирует резкий гидроклиматический и ландшафтный градиент. На сравнительно коротком протяжении река преодолевает около 2 км вертикального падения: абсолютные высоты в бассейне изменяются от 2100–2300 м в верховьях до уровня Каспийского моря в устьевой части. Длина реки составляет около 80 км, площадь водосбора — порядка 1400 км^2.

Гидрологический режим характеризуется высокой внутригодовой изменчивостью: средний многолетний расход воды в устье оценивается около 1,4 м^3/с, тогда как в паводок мгновенный расход может достигать сотен м^3/с (зафиксирован максимум около 398 м^3/с). В условиях аридных предгорий часть малых притоков пересыхает летом, а в нижнем течении дополнительным фактором маловодья выступает водозабор на орошение и перераспределение стока по ирригационным каналам.

Ландшафтное картирование позволило выделить в бассейне 9 родов ландшафтов — от равнинно-низменных аккумулятивных и дельтовых комплексов с солончаками и болотами до нижне- и среднегорных карстовых и эрозионно-денудационных ландшафтов с дубовыми и грабово-буковыми лесами. Однако в XX веке произошла значительная полная утрата лесного покрова: лесистость сократилась до считанных процентов, а предгорные степи сильно преобразованы распашкой и перевыпасом. Это усилило эрозию почв, деградацию пастбищ и занос русел наносами. Ландшафтная карта бассейна представлена на рисунке 1.

 © Авторы статьи / Authors of the article



Равнинно-низменные аккумулятивные и дельтовые, с солончаками, болотами, лугами

Равнинные аккумулятивные и денудационно-аккумулятивные, местами эоловые, с солянковыми, солянково-полынными пустынями и полупустынями

Равнинно-холмистые аккумулятивные и денудационно-аккумулятивные с полынно-злаковыми (с полынью таврической), разнотравно-злаковыми степями и лугостепями

Равнинно-холмистые денудационно-аккумулятивные, с шибляком и шибляково-степной растительностью

Предгорно-холмистые денудационно-тектонические, со степями и лугостепями, местами с шибляком

Нижнегорные эрозионно-денудационные, с дубовыми (из дуба скального, местами черешчатого и иберийского) лесами и послелесными лугами

Нижнегорные карстовые, с дубовыми (из дуба скального, местами черешчатого и иберийского) лесами

Среднегорные карстовые, с лугами, лугостепями, шибляком и фриганой

Среднегорные карстовые, с грабово-буковыми лесами, послелесными лугами и лугостепями

Населенные пункты

Реки

Озера

Граница

Рисунок 1 - Ландшафтная карта бассейна р. Шура-озень
DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.167.27.3

Примечание: по материалам полевых исследований 2025 г

Качество воды Шура-озени в целом оценивается как удовлетворительное для слабо урбанизированного бассейна, но вблизи городских и сельских поселений фиксируется умеренное загрязнение органическими веществами и бытовыми стоками. По данным мониторинга на выходе в Каспий вода относится ко II-III классу качества (чистая или умеренно загрязненная); в межень возрастает минерализация (в среднем 0,3–0,5 г/л). Таким образом, ключевой узел риска расположен в нижнем течении и дельтовой части: в засушливые годы водозабор на ирригацию приводит к падению стока вплоть до пересыхания отдельных рукавов, что отражается на состоянии пойменной растительности и водно-болотных экосистем.

3.2.2. Бассейн р. Самур: трансграничный режим и дефицит экологического стока в низовьях

Самур — один из ключевых трансграничных водотоков региона. По характеру водного режима река относится к категории рек с половодьем и паводками в теплую часть года: в питании объем талых вод обычно составляет около

 © Авторы статьи / Authors of the article

40% годового стока, дождевой сток — до 30%, доля грунтовых вод — порядка 30–40%. Пик половодья чаще всего приходится на май–июль, а в летне-осеннюю межень расходы воды существенно снижаются. Ландшафтная карта бассейна приведена на рисунке 2.

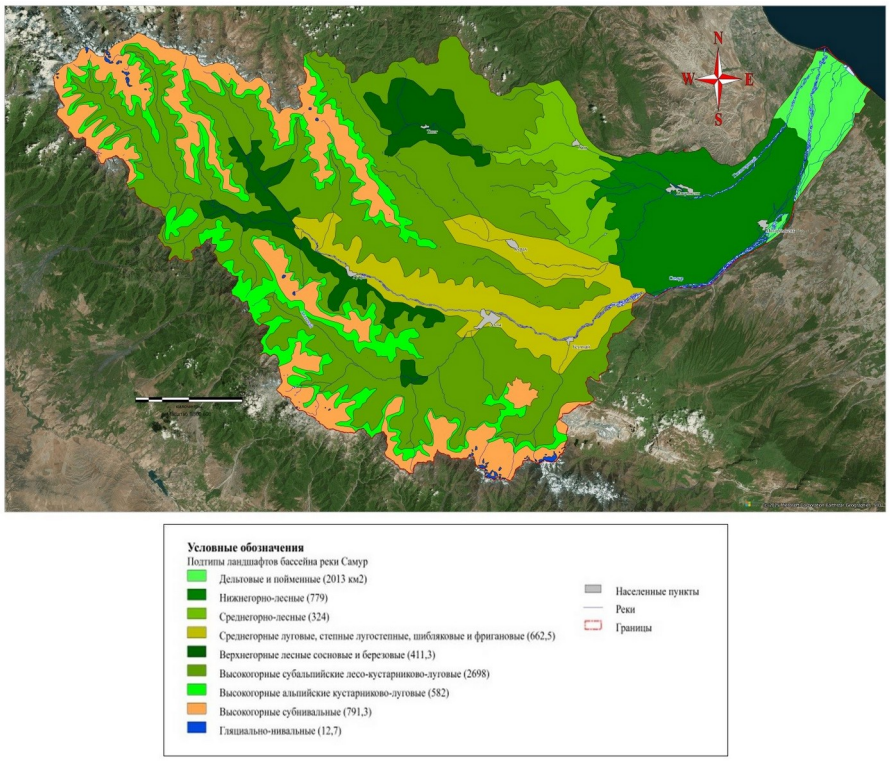


Рисунок 2 - Ландшафтная карта бассейна р. Самур
DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.167.27.4

Примечание: по материалам полевых исследований 2025 г

Для бассейна характерна очень высокая наносная нагрузка: годовой объем взвешенных и влекомых наносов у с. Ахты превышает 3,7 млн. т. В высокогорных и горных зонах значимым фактором риска остаются селевые потоки, инициируемые обильными осадками, а также неустойчивые ледовые явления в холодный сезон.

На низовья и дельту Самура приходится наиболее конфликтная часть природопользования: здесь пересекаются интересы ирригации, водоснабжения, охраны дельтово-пойменных экосистем и рекреационного развития. В условиях вододеления между государствами поддержание экологического попуска становится ключевым условием сохранения пойменных лесов и болот, а также устойчивости национальных парков. Практически значимым является переход к адаптивному управлению экологическим попуском: установление пороговых показателей состояния дельты (уровень грунтовых вод, площадь залития поймы, состояние ключевых древостоев) и корректировка объемов попуска по водности года.

3.2.3. Северо-восток Азербайджана: ирригационная специализация и сезонная маловодность малых рек

Для бассейнов малых и средних горных рек северо-востока Азербайджана характерна более высокая интенсивность сельскохозяйственного освоения по сравнению с Северо-Восточным Кавказом, что связано с большей увлажненностью предгорий и плотностью населения. Ключевым фактором конфликтности становится сезонная неравномерность стока при значительном водоотборе на орошение и хозяйственно-питьевые нужды. В засушливые годы фиксировалось летнее пересыхание ряда малых водотоков (в т. ч. Атачай), когда расход снижался до 9–20% от нормы, что резко усиливает конкуренцию между аграрным использованием и экологическими функциями руслово-пойменных комплексов.

Дополнительный масштабный контур регулирования связан с трансграничным водопользованием на Самуре: в нижнем течении у с. Яраг-Казмаляр функционирует головной водоузел, откуда отходят два крупных канала — Самур–Дербентский и Самур–Апшеронский пропускной способностью соответственно 17 и 45,5 м³/с, а также ряд других оросительных систем. Это усиливает пространственную асимметрию природопользования: верховья функционируют как «аккумулятор» стока, тогда как наиболее напряженные конфликты концентрируются в низовьях и на предгорно-равнинном переходе.

3.2.4. Бассейны Хераз и Горган: влажно-субтропическая интенсификация и континентальная уязвимость

Для северного Ирана (Прикаспийский Эльбурс) характерно сочетание высокой природной продуктивности и очень интенсивного сельскохозяйственного освоения. В бассейне Хераза основные поселения и инфраструктура сосредоточены в устьевой части, вблизи выхода реки из гор; большая часть гористой территории заселена слабо (плотность населения оценивается около 8 чел./км^2). В низкогорьях и на равнине доминируют рисовые поля, чайные и

 © Авторы статьи / Authors of the article

цитрусовые плантации, сады и селитебные территории; при этом доля пахотных земель в площади водосбора невелика из-за ограниченности долин.

Важнейшая особенность современного природопользования Хераза — растущее гидротехническое регулирование. В среднем течении ведется строительство плотины Хераз (крупный грунтовый гидроузел): по состоянию на начало 2025 г. объект был выполнен на 65–75%, проектная высота около 150 м, планируемый полный объем водохранилища — порядка 650 млн м^3. Предполагаются противопаводковая функция, обеспечение ирригации и водоснабжения, а также развитие рекреации.

Бассейн Горгана занимает промежуточное положение между более влажными прикаспийскими бассейнами центрального Эльбурса и более континентальными водосборами восточного Прикаспия. Эта «переходность» выражается в резком переходе от лесных к лесостепным и степным ландшафтам и высокой доле сельскохозяйственного освоения. Ландшафтная структура включает три высотных пояса; в горном поясе (примерно 600–2000 м) сохранились массивы широколиственных гирканских лесов, но значительные площади вырублены и используются как летние пастбища, тогда как на равнинах и в предгорьях природная растительность сильно нарушена. По данным анализа индексов экстремальных осадков для станции Горган отмечен восходящий тренд сильных дождей, что указывает на повышенный потенциал внезапных наводнений. В сочетании с утратой лесов это формирует высокую геоэкологическую уязвимость: паводки и эрозия приобретают более катастрофический характер, чем в более влажном и лесистом бассейне Хераза (табл. 3).

Таблица 3 - Сравнительная характеристика репрезентативных бассейнов

DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.167.27.5

Бассейн (страна)	Ключевые природно-гидрологические особенности	Доминирующее природопользование	Риски и управленческий фокус
Шура-озень (Россия)	80 км; 1400 км^2; 2100-2300 м ... уровень Каспия; средний расход 1,4 м^3/с; паводочный максимум 398 м^3/с; II–III класс качества; минерализация 0,3–0,5 г/л	пашни и пастбища; водозабор на орошение	эрозия и деградация пастбищ; пересыхание низовьев в межень; требуется водосбережение и противоэрозионные меры
Самур (Россия/Азербайджан)	Талые воды 40%, дождевые до 30%, грунтовые 30–40%; наносы >3,7 млн т/год у с. Ахты; селевые риски	ирригация и водоснабжение низовьев; рекреация	дефицит экологического попуска и деградация дельты; нужен адаптивный режим попуска и согласование вододеления
Хераз (Иран)	Высокая продуктивность прикаспийской зоны; строительство плотины Хераз: 150 м, 650 млн м^3; готовность 65–75% на начало 2025 г.	рисоводство, сады, урбанизация; туризм	конкуренция за воду и трансформация пойм; требуется экологическое нормирование сбросов и режимов водохранилища
Горган (Иран)	Переходный (континентальный) режим; три пояса; деградация лесов; рост экстремальных ливней и паводков	сельхозосвоение равнин, пастбища	эрозия и паводки при утрате лесов, деградация болот; приоритет — лесовосстановление и противоэрозионные практики
Атачай (Азербайджан)	Малый горный водоток северо-востока Азербайджана; выраженная межень и высокая чувствительность стока к дефициту осадков. В жаркие маловодные годы фиксировалось летнее	Орошаемое земледелие в предгорьях; местное водоснабжение; рекреация (локально).	Летний дефицит стока и рост конкуренции между агросектором и экологическими потребностями руслово-пойменных комплексов; приоритет — водосбережение и регламентация водозабора.

 © Авторы статьи / Authors of the article

Бассейн (страна)	Ключевые природно-гидрологические особенности	Доминирующее природопользование	Риски и управленческий фокус
	пересыхание/обмеление ; расход снижался до 9–20% от нормы.		

Примечание: по материалам исследований

Для оценки экологических рисков водохозяйственного и сельскохозяйственного освоения влажных бассейнов целесообразно учитывать и результаты исследований по контролю загрязнения от объектов аквакультуры и рыбоводства [11].

3.3. Гидроклиматические изменения и сценарии на горизонте 2040-2050 гг

Современные изменения климата и водного баланса усиливают противоречия природопользования именно в тех поясах, где концентрируется хозяйственная активность. По оценкам для периода 1991–2025 гг. относительно 1960–1990 гг. отмечаются: 1) рост потенциальной эвапотранспирации, 2) снижение коэффициента стока, 3) сдвиг даты пика половодья на более ранние сроки и 4) выраженное снижение летней меженной водности в аридных равнинах. Это означает, что при сохранении прежних норм водопользования дефицит экологического стока будет нарастать даже без увеличения водозабора.

С точки зрения управления рисками важен прогноз на ближайшие 2-3 десятилетия: инфраструктурные проекты (дороги, ирригационные сети, гидротехнические сооружения) способны одновременно и снижать, и усиливать опасности. Без интегрированного планирования к 2040–2050 гг. антропогенное воздействие может превысить адаптационный потенциал геосистем бассейнов, что приведет к росту экологической напряженности — вплоть до критических ситуаций с водными ресурсами и деградации ландшафтов.

Адаптационные приоритеты в значительной степени зависят от сценариев развития инфраструктуры и изменения аграрной специализации территорий, поэтому при проектировании необходимо сочетать традиционные хозяйственные практики с современными водосберегающими и природоохранными технологиями (табл. 4).

Таблица 4 - Типологические модели природопользования и приоритеты управления

DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.167.27.6

Модель природопользования	Репрезентативные бассейны	Ключевые проблемы	Приоритеты управления (10-30 лет)
Экстенсивно-пастбищная (аридно-семиаридная)	Северо-Восточный Кавказ (Дагестан): Шура-озень и ряд малых рек	Деградация пастбищ, овражная эрозия, заиление русел, пересыхание низовьев в межень	Нормирование пастбищной нагрузки; противоэрозионные меры; водосбережение в ирригации; восстановление лесистости
Ирригационно-плантационная (субгумидная)	Северо-восток Азербайджана: малые реки предгорий и прикаспийских равнин	Пересыхание и обмеление водотоков летом, агрохимическое загрязнение, деградация лесов	Модернизация оросительных систем; лимиты водозабора; охрана лесов; управление рекреационной нагрузкой
Полисекторная высокоинтенсивная (влажно-субтропическая)	Прикаспийский Эльбурс: Хераз и ряд бассейнов Мазендерана	Локальное загрязнение, трансформация пойм, риск усиления паводков при экстремальных ливнях	Экологическое нормирование сбросов; адаптивные режимы водохранилищ; зонирование и контроль застройки пойм
Переходная экотонная (континентальная)	Восточный сектор Эльбурса: Горган	Эрозия и паводки при утрате лесов, деградация болот и пойм	Лесовосстановление и противоэрозионные практики; запрет освоения уязвимых пойм; системы мониторинга и оповещения

 © Авторы статьи / Authors of the article

Заключение

Ландшафтно-поясная организация горных бассейнов Кавказско-Каспийского региона задает устойчивую структуру природопользования: высокогорья сохраняют преимущественно сезонные пастбищно-рекреационные функции, тогда как предгорья и низовья концентрируют земледелие, орошение, водозабор и основную часть экологических рисков. На примере бассейнов Шура-озени, Самура, Хераза и Горгана показано, что различия моделей природопользования определяются сочетанием водного режима, климатических градиентов и инфраструктурной освоенности. Формализованная оценка по индексу конфликтности природопользования (ИКП) подтвердила, что максимальная конфликтность сосредоточена в предгорно-аграрном и равнинно-дельтовом поясах (ИКП > 0,66), тогда как высокогорный пояс остается зоной низкой конфликтности при высокой природной уязвимости.

Ключевой вывод для практики: в ближайшие 10-30 лет управленческие решения должны смещаться от отраслевого подхода к интегрированному ландшафтно-бассейновому управлению с обязательным учетом экологического стока и предельно допустимых нагрузок на склоновые и пойменно-дельтовые комплексы. На трансграничных реках приоритетом становится согласование режимов вододеления и экологического попуска с пороговыми индикаторами состояния дельтовых экосистем.

Перспективы дальнейших исследований связаны с расширением сетей мониторинга (включая геохимический контроль вод и донных отложений), уточнением пространственных моделей деградации пастбищ и лесов и разработкой сценариев адаптации к гидроклиматическим экстремумам для каждого типа бассейна.

Финансирование

Работа выполнена и представлена в рамках крупного научного проекта «Динамика геоэкологического состояния бассейнов горных рек Северо-Восточного Кавказа, Азербайджана и Ирана в условиях изменения климата и растущей антропогенной нагрузки» (соглашение № 075-15-2024-644).

Благодарности

Автор выражает искреннюю признательность коллегам из Дагестанского федерального исследовательского центра РАН, Грозненского государственного нефтяного технического университета им. М.Д. Миллионщикова и Института биологии южных морей им. А.О. Ковалевского РАН за совместные полевые экспедиционные исследования и содействие в сборе материалов.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Funding

This work was completed and presented as part of a major research project, "Dynamics of the Geoecological State of Mountain River Basins in the Northeast Caucasus, Azerbaijan, and Iran under Climate Change and Growing Anthropogenic Pressure" (agreement № 075-15-2024-644).

Acknowledgement

The author expresses sincere gratitude to their colleagues at the Dagestan Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences, the M.D. Millionshchikov Grozny State Oil Technical University, and the A.O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of the Russian Academy of Sciences for their collaboration on joint field expeditions and their assistance in collecting data.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Абдулжалимов А.А. Современные климатические изменения высокогорных ландшафтов Северо-Восточного Кавказа / А.А. Абдулжалимов, З.В. Атаев, В.В. Братков // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. — 2015. — № 2 (31). — С. 86–94.

2. Атаев З.В. Динамика геоэкологического состояния ландшафтов бассейнов рек Восточного Кавказа в условиях изменения климата и антропогенной нагрузки / З.В. Атаев. // Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной Дню эколога; — Махачкала: ДГМУ, 2025. — С. 135–165.

3. Атаев З.В. Полевые экспедиционные исследования ландшафтов бассейнов малых и средних горных рек водосбора Каспийского моря (Северо-Восточный и Юго-Восточный Кавказ) / З.В. Атаев. // Геоэкологическая оценка бассейнов горных рек: теоретико-методологические и методические аспекты, региональные исследования. Материалы II Международной научной конференции; — Грозный: ГГНТУ, 2024. — С. 9–15. doi: 10.25744/w7962-9764-5569-w

4. Атаев З.В. Теоретико-методологические основы и региональные особенности выделения предгорных ландшафтов как самостоятельных геосистем / З.В. Атаев // Геология и геофизика Юга России. — 2025. — № 4 (15). — С. 151–168. — DOI: 10.46698/o0195-2486-7930-v

5. Атаев З.В. Реакция ландшафтов Северного Кавказа на современные климатические изменения / З.В. Атаев, В.В. Братков // Юг России: экология, развитие. — 2014. — № 1. — С. 141–157.

6. Братков В.В. Ландшафты Горного Дагестана / В.В. Братков, К.А. Абдулаев, З.В. Атаев // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. — 2007. — № 5 (141). — С. 78–81.

 © Авторы статьи / Authors of the article

7. Братков В.В. Оценка влияния современных климатических условий на ПТК Северо-Восточного Кавказа (по материалам Д33) / В.В. Братков, З.В. Атаев // Мониторинг. Наука и технологии. — 2017. — № 2 (31). — С. 6–14.

8. Гусейнова А.И. О восстановлении гирканских лесов Азербайджана / А.И. Гусейнова, М. Гасанова, С. Тагиев и др. // Бюллетень науки и практики. — 2023. — № 7. — С. 50–56.

9. Солтанмурадова З.И. Предварительные итоги экспедиционного изучения экосистем Кавказско-Каспийского региона (август 2023 г.) / З.И. Солтанмурадова, З.В. Атаев, М.И. Гаджибеков // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. — 2023. — № 4. — С. 112–120. — DOI: 10.31161/1995-0675-2023-17-4-112-120

10. Tabunschik V. Delineation and morphometric characterization of small- and medium-sized Caspian Sea basin river catchments using remote sensing and GIS / V. Tabunschik, P. Dzhambetova, R. Gorbunov et al. // Water. — 2025. — № 17 (5). — P. 679. — DOI: 10.3390/w17050679

11. Tavakol M. Determining multivariate analysis sampling frequency for monitoring contamination caused by trout farms / M. Tavakol, R. Arjmandi, M. Shayeghi et al. // Polish Journal of Environmental Studies. — 2017. — № 26 (1). — P. 337–346. — DOI: 10.15244/pjoes/64377

Список литературы на английском языке / References in English

1. Abdulzhalimov A.A. Sovremenny'e klimaticheskie izmeneniya vy'sokogorny'x landshaftov Severo-Vostochnogo Kavkaza [Modern climatic changes of high-mountain landscapes of the North-Eastern Caucasus] / A.A. Abdulzhalimov, Z.V. Ataev, V.V. Bratkov // Proceedings of Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences. — 2015. — № 2 (31). — P. 86–94. [in Russian]

2. Ataev Z.V. Dinamika geoe'kologicheskogo sostoyaniya landshaftov bassejnov rek Vostochnogo Kavkaza v usloviyax izmeneniya klimata i antropogennoj nagruzki [Dynamics of the geoecological state of landscapes of the Eastern Caucasus river basins under climate change and anthropogenic pressure] / Z.V. Ataev. // Proceedings of the All-Russian Scientific-Practical Conference (Ecologist Day); — Maxachkala: DGMU, 2025. — P. 135–165. [in Russian]

3. Ataev Z.V. Polevy'e e'kspedicionny'e issledovaniya landshaftov bassejnov maly'x i srednix gorny'x rek vodosbora Kaspijskogo morya (Severo-Vostochny'j i Yugo-Vostochny'j Kavkaz) [Field expedition studies of landscapes of small and medium mountain river basins of the Caspian Sea drainage (North-Eastern and South-Eastern Caucasus)] / Z.V. Ataev. // Geoecological Assessment of Mountain River Basins: Theoretical, Methodological, and Practical Aspects, and Regional Research. Proceedings of the II International Scientific Conference; — Grozny'j: GGNTU, 2024. — P. 9–15. doi: 10.25744/w7962-9764-5569-w [in Russian]

4. Ataev Z.V. Teoretiko-metodologicheskie osnovy' i regional'ny'e osobennosti vy'deleniya predgorny'x landshaftov kak samostoyatel'ny'x geosistem [Theoretical and methodological foundations and regional features of identifying piedmont landscapes as independent geosystems] / Z.V. Ataev // Geology and Geophysics of the South of Russia. — 2025. — № 4 (15). — P. 151–168. — DOI: 10.46698/o0195-2486-7930-v [in Russian]

5. Ataev Z.V. Reakciya landshaftov Severnogo Kavkaza na sovremenny'e klimaticheskie izmeneniya [Response of North Caucasus landscapes to contemporary climate change] / Z.V. Ataev, V.V. Bratkov // South of Russia: Ecology, Development. — 2014. — № 1. — P. 141–157. [in Russian]

6. Bratkov V.V. Landshafty' Gornogo Dagestana [Landscapes of Mountain Dagestan] / V.V. Bratkov, K.A. Abdulaev, Z.V. Ataev // Universities News. North-Caucasian Region. Natural Sciences Series. — 2007. — № 5 (141). — P. 78–81. [in Russian]

7. Bratkov V.V. Ocenka vliyaniya sovremenny'x klimaticheskix uslovij na PTK Severo-Vostochnogo Kavkaza (po materialam DZZ) [Assessing the impact of modern climatic conditions on natural-territorial complexes of the North-Eastern Caucasus (remote sensing based)] / V.V. Bratkov, Z.V. Ataev // Monitoring. Science and Technologies. — 2017. — № 2 (31). — P. 6–14. [in Russian]

8. Gusejnova A.I. O vosstanovlenii girkanskix lesov Azerbajdzhana [On restoration of Hyrcanian forests of Azerbaijan] / A.I. Gusejnova, M. Gasanova, S. Tagiev et al. // Bulletin of Science and Practice. — 2023. — № 7. — P. 50–56. [in Russian]

9. Soltanmuradova Z.I. Predvaritel'ny'e itogi e'kspedicionnogo izucheniya e'kosistem Kavkazsko-Kaspijskogo regiona (avgust 2023 g.) [Preliminary results of expedition studies of ecosystems of the Caucasus-Caspian region (August 2023)] / Z.I. Soltanmuradova, Z.V. Ataev, M.I. Gadzhibekov // Proceedings of Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences. — 2023. — № 4. — P. 112–120. — DOI: 10.31161/1995-0675-2023-17-4-112-120 [in Russian]

10. Tabunschik V. Delineation and morphometric characterization of small- and medium-sized Caspian Sea basin river catchments using remote sensing and GIS / V. Tabunschik, P. Dzhambetova, R. Gorbunov et al. // Water. — 2025. — № 17 (5). — P. 679. — DOI: 10.3390/w17050679

11. Tavakol M. Determining multivariate analysis sampling frequency for monitoring contamination caused by trout farms / M. Tavakol, R. Arjmandi, M. Shayeghi et al. // Polish Journal of Environmental Studies. — 2017. — № 26 (1). — P. 337–346. — DOI: 10.15244/pjoes/64377