

А.А. Медеу^{1,2} , М.А. Аскарова² ,
Н.Е. Ермек^{2*} , А.С. Жакупова¹ 

¹АО «Институт географии и водной безопасности», Алматы, Казахстан

²Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан

*e-mail: nazerkeer@mail.ru

ПРИОРИТЕТЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ЖАМБЫЛСКОЙ ОБЛАСТИ В УСЛОВИЯХ ВОДНОГО ДЕФИЦИТА В ШУ-ТАЛАССКОМ БАСЕЙНЕ

Устойчивое развитие территорий с нарастающим дефицитом водных ресурсов требует перехода от отраслевого планирования к количественной оценке на бассейновом уровне, поскольку именно здесь противоречия между социально-экономическим ростом и сохранением природно-ресурсного потенциала приобретают конкретное пространственное выражение. Цель исследования заключается в определении приоритетов устойчивого развития природно-хозяйственных систем Жамбылской области в условиях нарастающего дефицита водных ресурсов казахстанской части трансграничного Шу-Таласского бассейна и обосновании количественных параметров инвестиционного обеспечения развития. Научная значимость работы состоит в адаптации модели сбалансированных инвестиций к условиям трансграничного вододефицитного бассейна, практическая – в получении количественных ориентиров для региональных программ развития и планов управления бассейном. Дизайн и методология исследования опираются на концептуальную модель сбалансированного развития, в которой устойчивость рассматривается как динамическое равновесие инвестиций в устойчивое социально-экономическое развитие и инвестиций в устойчивое природопользование. Она дополнена покомпонентной оценкой климата, ландшафтов, биоразнообразия, водных ресурсов, атмосферного воздуха, туризма и социально-экономических показателей области, с применением системного, сравнительно-географического, статистического, картографического и аналитического методов. Установлено, что коэффициент экологической чувствительности территории среднем за 2021–2024 гг. составляет 0,260 (высокая уязвимость), а фактический объём природоохранных инвестиций покрывает лишь около 2,6% расчётной потребности. На этой основе разработан комплекс мер по пяти направлениям – водохозяйственному, агротехническому, природоохранному, технологическому и институционально-инвестиционному. Ценность исследования состоит в предложенной мультипликативной оценке коэффициентов экологической чувствительности, применимой к вододефицитному региону. Практическое значение результатов – в их пригодности для обоснования региональных программ развития и управления трансграничным бассейном.

Ключевые слова: устойчивое развитие, социально-экономическое развитие, устойчивое природопользование, водный дефицит, инвестиционная оценка, Казахстан.

A.A. Medeu^{1,2}, M.A. Askarova², N.E. Yermek^{2*}, A.S. Zhakupova¹

¹ Institute of Geography and Water Security, JSC, Almaty, Kazakhstan

² Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

*e-mail: nazerkeer@mail.ru

Sustainable development priorities for the Zhambyl region in the context of water scarcity in the Shu-Talas basin

The sustainable development of regions facing a growing water shortage requires a shift from sectoral planning to quantitative assessment at the watershed level, since it is precisely at this level that the trade-offs between socioeconomic growth and the conservation of natural resource potential take on a concrete spatial dimension. The aim of this study is to identify priorities for the sustainable development of natural and economic systems in the Zhambyl Region amid the growing water scarcity in the Kazakhstan part of the transboundary Shu-Talas Basin and to substantiate the quantitative parameters for investment support of this development. The scientific significance of this work lies in adapting the balanced investment model to the conditions of a transboundary water-deficient basin, while its practical significance lies in providing quantitative guidelines for regional development programs and basin

management plans. The research design and methodology are based on a conceptual model of balanced development, in which sustainability is viewed as a dynamic equilibrium between investments in sustainable socioeconomic development and investments in sustainable natural resource management. This is supplemented by a component-by-component assessment of the region's climate, landscapes, biodiversity, water resources, atmospheric air, tourism, and socioeconomic indicators, using systemic, comparative-geographical, statistical, cartographic, and analytical methods. It has been established that the average ecological sensitivity coefficient for the region for 2021–2024 is 0.260 (high vulnerability), while the actual volume of environmental protection investments covers only about 2.6% of the estimated need. Based on this, a set of measures has been developed across five areas: water management, agricultural practices, environmental protection, technology, and institutional and investment policies. The value of this study lies in the proposed multiplicative assessment of environmental sensitivity coefficients applicable to water-scarce regions. The practical significance of the results lies in their suitability for justifying regional development programs and transboundary basin management.

Keywords: sustainable development, socio-economic development, sustainable use of natural resource, water scarcity, investment assessment, Kazakhstan.

А.А. Медеу^{1,2}, М.А. Аскарова², Н.Е. Ермек^{2*}, А.С. Жакупова¹

¹ «География және су қауіпсіздігі институты» АҚ, Алматы, Қазақстан

² Өл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

*e-mail: nazerkeer@mail.ru

Шу-Талас бассейніндегі су тапшылығы жағдайында Жамбыл облысының тұрақты даму басымдықтары

Су ресурстарының тапшылығы артып келе жатқан аумақтардың орнықты дамуы салалық жоспарлаудан бассейндік деңгейде сандық бағалауға көшуді талап етеді, өйткені дәл осы жерде әлеуметтік-экономикалық өсу мен табиғи-ресурстық әлеуетті сақтау арасындағы қайшылықтар нақты кеңістіктік көрініске ие болады. Зерттеудің мақсаты – трансшекаралық Шу-Талас бассейнінің қазақстандық бөлігінің су ресурстарының өсіп келе жатқан тапшылығы жағдайында Жамбыл облысының табиғи-шаруашылық жүйелерінің орнықты дамуының басымдықтарын айқындау және дамуды инвестициялық қамтамасыз етудің сандық параметрлерін негіздеу. Жұмыстың ғылыми маңыздылығы теңдестірілген инвестициялар моделін трансшекаралық су тапшылығы бассейнінің жағдайына бейімдеуден, практикалық-аймақтық даму бағдарламалары мен бассейнді басқару жоспарлары үшін сандық бағдарларды алудан тұрады. Зерттеудің дизайны мен әдістемесі тұрақтылық тұрақты әлеуметтік-экономикалық дамуға инвестициялар мен тұрақты табиғатты пайдалануға инвестициялардың динамикалық тепе-теңдігі ретінде қарастырылатын теңдестірілген дамудың тұжырымдамалық моделіне сүйенеді. Ол жүйелі, салыстырмалы-географиялық, статистикалық, картографиялық және талдамалық әдістерді қолдана отырып, климатты, ландшафтарды, биологиялық әртүрлілікті, су ресурстарын, атмосфералық ауаны, туризмді және облыстың әлеуметтік-экономикалық көрсеткіштерін құрамдас бөлікпен бағалаумен толықтырылды. Аумақтың экологиялық сезімталдық коэффициенті 2021–2024 жылдары орта есеппен 0,260 (жоғары осалдықты) құрайды, ал табиғат қорғау инвестицияларының нақты көлемі есептік қажеттіліктің 2,6%-ын ғана жабады. Осының негізінде су шаруашылығы, агротехникалық, табиғат қорғау, технологиялық және институционалдық-инвестициялық бес бағыт бойынша шаралар кешені әзірленді. Зерттеудің құндылығы су тапшылығы өңіріне қолданылатын экологиялық сезімталдық коэффициенттерін ұсынылған мультипликативтік бағалаудан тұрады. Нәтижелердің практикалық мәні – олардың трансшекаралық бассейнді дамыту мен басқарудың өңірлік бағдарламаларын негіздеу үшін жарамдылығында.

Түйін сөздер: тұрақты даму, әлеуметтік-экономикалық даму, табиғатты тұрақты пайдалану, су тапшылығы, инвестициялық бағалау, Қазақстан.

Введение

Устойчивое развитие как научная и управленческая категория всё чаще рассматривается не на глобальном или национальном, а на региональном и бассейновом уровнях, поскольку именно здесь противоречия между социально-экономическим ростом и сохранением природно-ресурсного потенциала приобретают конкретное пространственное выражение. Для

аридных регионов Центральной Азии ключевым ограничением развития выступает вода, тогда как в значительной степени водообеспеченность формируется за пределами территориальных и административных границ, что переводит задачу управления в плоскость межрегионального или межгосударственного взаимодействия.

Жамбылская область занимает 144,3 тыс. км² и практически полностью расположена в пределах казахстанской части трансграничного

Шу-Таласского водохозяйственного бассейна. Область сочетает горные, предгорные, степные и пустынные ландшафты, обладает крупнейшей в стране минерально-сырьевой базой фосфоритов и одной из наиболее развитых зон орошаемого земледелия. Одновременно регион относится к числу наиболее вододефицитных территорий Казахстана. Сток рек Шу и Талас формируется преимущественно на территории Кыргызской Республики, а его внутригодовое распределение всё сильнее смещается под воздействием сокращения площади оледенения и роста испаряемости

Актуальность исследования определяется тем, что сложившая практика регионального планирования оперирует преимущественно отраслевыми показателями и не может определить какой объём вложений необходим для перехода природно-хозяйственной системы бассейна в состояние устойчивого развития. Отсутствие количественной привязки приводит к тому, что экологические проблемы решаются через текущие расходы, а не инвестициями долгосрочного действия.

Объектом исследования является природно-хозяйственная система Жамбылской области в границах казахстанской части Шу-Таласского бассейна. Предмет исследования – параметры устойчивого развития и механизмы их достижения в условиях водного дефицита.

Цель исследования заключается в определении приоритетов устойчивого развития Жамбылской области на основе комплексной оценки устойчивого развития и определения оптимальных параметров функционирования природно-хозяйственных систем региона.

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

- выполнить оценку климатических условий, ландшафтно-экологического состояния, биоразнообразия, качества вод и атмосферного воздуха, туристического потенциала и социально-экономического развития области;
- рассчитать коэффициент экологической чувствительности территории;
- смоделировать равновесные параметры устойчивого развития природно-хозяйственных систем и оценить разрыв между фактическим и требуемым уровнем инвестиции;
- разработать комплекс мер по обеспечению устойчивого развития и адаптации к условиям водного дефицита.

Научная значимость работы заключается в адаптации модели сбалансированных инвестиций к условиям трансграничного вододефицитного бассейна. Практическая значимость – в получении количественных ориентиров для региональных программ развития и планов управления бассейном.

Обзор литературы

Идея об ограниченности природных возможностей, на которые опирается хозяйственный рост, возникла задолго до того, как в науке закрепился сам термин «устойчивое развитие». Ещё Malthus (1803) указывал на несоответствие темпов роста населения и продовольственных ресурсов, а несколько позже Marsh (2003) сформулировал тезис о том, что природа предоставлена человеку во временное пользование, а не для безграничного потребления. Оформление этой проблематики в целостную систему связано с работой Meadows et al. (2005), где развитие планеты рассматривается в рамках замкнутой системы, а устойчивость определяется не количественным ростом, а с качественной перестройкой хозяйственных структур. Daly (1997) продолжил эту традицию в русле экологической экономики, обосновав необходимость встраивания экономического роста в жёсткие экологические рамки, а Steffen et al. (2015) развили эту идею через концепцию планетарных границ.

Второе направление исследований строится на измерении устойчивости через сводные индексы. Начало этому подходу положили доклады о человеческом развитии (UNDP, 1990), впоследствии получившие продолжение в Environmental Performance Index (2022), в работах Wolf et al. (2022) и в Sustainable Development Index (Hickel, 2020), где уровень прогресса соотносится с экологической эффективностью его достижения. При этом Fraser et al. (2006) показали, что подбор индикаторов не является технически нейтральным шагом и должен согласовываться с уровнем принятия решений, а Cook и Davíðsdóttir (2021) обнаружили слабую связь между макроэкономическими показателями благосостояния и целями устойчивого развития. Общим ограничением индексных методик остаётся их описательный характер – они фиксируют текущее состояние, но не дают ответа на вопрос, какой объём ресурсов необходим для перехода к устойчивости.

Третий блок работ посвящён непосредственно Центральной Азии. Huan et al. (2019) разработали количественный метод оценки достижения целей устойчивого развития применительно к региону, Song et al. (2024) выполнили интегрированную пространственную оценку, объединив биоразнообразие, экосистемные услуги и антропогенную нагрузку, а Li et al. (2024) применили географически взвешенную регрессию и геодетектор для оценки ландшафтно-экологического риска в бассейне Иртыша. Водная проблематика региона освещена в работах Pritchard (2019), показавшего буферную роль сокращающегося оледенения Азии в засушливые годы, и Perez-Blanco et al. (2020), критически переосмысливших распространённое допущение о том, что модернизация оросительных технологий сама по себе ведёт к экономии воды: без соответствующих институциональных изменений сэкономленный объём, как правило, направляется на расширение орошаемых площадей. Этот вывод особенно значим для Шу-Таласского бассейна, где программы капельного орошения рассматриваются как основной инструмент адаптации.

Казахстанские исследования в этой области носят преимущественно отраслевой характер (Mustafayev et al., 2024; Tokbergenova et al., 2018). В частности, разрабатываются методики оценки агроресурсного потенциала устойчивости сельскохозяйственных ландшафтов, систематизируются процессы деградации земель и меры противодействия им (Suleimenov et al., 2012). На молекулярно-генетическом материале Sutula et al. (2024) обосновывают природоохранную ценность редких видов тюльпанов Каратау и Западного Тянь-Шаня, Akbar et al. (2020) анализируют соотношение туристической нагрузки и режима охраны на объекте всемирного наследия «Аксу-Жабаглы», а Baytelieva et al. (2023) оценивают уязвимость традиционного пастбищного хозяйства к изменению климата. В работах Kuanova et al. (2023) и Medeu et al. (2025) представлена комплексная региональная оценка, в которой устойчивое развитие формализуется как равновесие между социально-экономическим развитием и устойчивым природопользованием, апробированное на примере Актюбинской области.

Проведённый обзор литературы позволяет выделить три исследовательских пробела. Во-первых, преобладают либо глобально-национальные, либо узкоотраслевые оценки, тогда как

региональный уровень – на котором фактически формируются водные ограничения развития – остаётся недостаточно изученным. Во-вторых, социально-экономические и природно-экологические показатели, как правило, анализируются отдельно, что не позволяет определить условия их сбалансированности. В-третьих, существующие подходы не дают нормативной оценки объёма инвестиций, необходимого для перехода конкретной территории к устойчивому состоянию. Настоящее исследование направлено на восполнение этих пробелов применительно к Жамбылской области, где сочетание высокой водоёмкости экономики, аридности климата и трансграничного происхождения водных ресурсов формирует специфическую совокупность ограничений устойчивого развития.

Методология

Материалы исследования

Эмпирической базой исследования послужили данные Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан за 2021-2024 гг. (BNS ASPR RK), материалы РГП «Казгидромет» о состоянии климата, поверхностных вод и атмосферного воздуха (Kazhydromet), отчётные материалы Министерства экологии и природных ресурсов (MENR RK), а также данные отечественных и зарубежных научных публикаций по теме исследования.

Методы исследования

В работе были использованы системный, сравнительно-географический, статический, картографический и аналитический методы, а также методы моделирования, сравнительный анализ, вероятностные методы, междисциплинарный и синергетический подходы.

Концептуальная основа моделирования основана на том, что устойчивое развитие рассматривается как состояние динамического равновесия двух разнонаправленных процессов. С одной стороны, обеспечение достойных условий жизни населения требует инвестиций в инфраструктуру, коммуникации, водоснабжение и социальные услуги. При низкой плотности населения удельные затраты на одного жителя максимальны и снижаются по мере её роста вследствие эффекта масштаба, однако после достижения некоторого порога эффект масштаба перестаёт действовать. С

другой стороны, рост плотности населения и хозяйственной активности увеличивает объём отходов и нагрузку на экосистемы, вследствие чего удельные вложения в природопользование возрастают. Функция удельных инвестиций в устойчивое социально-экономическое развитие принимает вид:

$$f(x) = \frac{I_{max} - I_{min}}{\sqrt{x}} + I_{min} \quad (1)$$

где,

$f(x)$ – инвестиции на душу населения для обеспечения устойчивого развития;

I_{max} – инвестиции на душу населения при плотности населения 1 человек на км²;

I_{min} – предельный объём инвестиций на душу населения, при такой плотности населения, когда эффект масштаба уже не работает;

x – показатель плотности населения на исследуемой территории природно-хозяйственного комплекса.

С ростом количества населения на территории снижаются инвестиции и стоимость жизнеобеспечения населения из расчета на душу населения. Так проявляется эффект масштаба, когда добавление каждого следующего человека на обжитой местности снижает инвестиции из расчета на душу населения для обеспечения устойчивого социально-экономического развития. При достижении определенного лимита численности населения эффект масштаба уже не действует. Инвестиции на душу населения при добавлении последних уже практически не меняются. Однако в условиях устойчивого развития регионов необходимо учитывать и другие показатели: размеры территории, экологическую чувствительность природных ареалов.

Отношение минимального и максимального уровней вложений отражает экологическую чувствительность территории: чем выше уязвимость природных комплексов, тем меньше разрыв между ними и тем выше «неснижаемый» уровень затрат:

$$k_{ES} = \frac{I_{min}}{I_{max}} \quad (2)$$

где,

k_{ES} – коэффициент экологической чувствительности;

I_{min} – предельный объём инвестиций на душу населения, при такой плотности населения, когда эффект масштаба уже не работает;

I_{max} – инвестиции на душу населения при плотности населения 1 человек на км².

С учётом (2) базовое уравнение преобразуется к виду:

$$I = I_{max} \times \left(\frac{1 - k_{ES}}{\sqrt{x}} + k_{ES} \right) \quad (3)$$

где,

I_{max} – инвестиции на душу населения при плотности населения 1 человек на км²;

k_{ES} – коэффициент экологической чувствительности;

x – показатель плотности населения на исследуемой территории природно-хозяйственного комплекса.

Экологическая чувствительность определяется четырьмя частными коэффициентами. Коэффициент водного стресса рассчитывается в соответствии с методикой мониторинга ЦУР 6.4.3 как отношение общего забора пресной воды к располагаемой водным ресурсам:

$$WSI = \frac{\text{Используемый водозабор}}{\text{Доступный водозабор}} \quad (4)$$

Коэффициент загрязнения атмосферного воздуха определяется как отношение фактических выбросов загрязняющих веществ к нормативу предельно допустимых выбросов:

$$\begin{aligned} &\text{Коэффициент загрязнения атмосферного воздуха} = \\ &= \frac{\text{Фактические выбросы загрязняющих веществ}}{\text{Предельно допустимый норматив выброса}} \quad (5) \end{aligned}$$

Коэффициент ландшафтной нагрузки отражает долю хозяйственно освоенной площади:

$$\begin{aligned} &\text{Ландшафтный стресс} = \\ &= \frac{\text{Используемая территория региона}}{\text{Общая территория региона}} \quad (6) \end{aligned}$$

Коэффициент распространения биоразнообразия характеризует степень пространственной изоляции редких видов и рассчитывается как отношения доли видов, включённых в Красную книгу, к доле особо охраняемых природных территорий:

Коэффициент распространения биоразнообразия =

$$= \frac{\frac{\text{Виды под угрозой исчезновения}}{\text{Общее количество видов}}}{\frac{\text{Особо охраняемая территория}}{\text{Общая территория}}} \quad (7)$$

Вторая составляющая модели – инвестиции в устойчивое природопользование. Их объём зависит от структуры хозяйственной деятельности, уровня социального благополучия населения и соотношения импорта и экспорта, поскольку экспортируемая продукция не формирует отходов на территории производства:

$$f(x) = (I_{gross} - I_{green}) \times \frac{1}{\sqrt{\mu_{GDP}}} \times \\ \times In_{SW} \times \frac{Im}{Ex} \times \sqrt{x} \quad (8)$$

где,

$f(x)$ – инвестиции на душу населения для обеспечения устойчивого развития;

I_{gross}, I_{green} – валовые и зеленые инвестиции на душу населения региона;

μ_{GDP} – мультипликатор ВВП исследуемого региона;

In_{SW} – индекс человеческого развития;

Im, Ex – региональный импорт и экспорт;

x – показатель плотности населения на исследуемой территории природно-хозяйственного комплекса.

Инвестиции в устойчивое природопользование с ростом населения и социально-экономической активности будут возрастать как в абсолютном выражении, так и на душу населения. Чем больше экономическая и социальная активность населения, тем больше инвестиций требуется в обеспечение природоохранной деятельности и сохранение оптимальной экологической среды обитания. Соответственно можно констатировать факт, что с ростом численности населения региона будут расти инвестиции в обеспечение устойчивого природопользования в расчете на душу населения. Если наши предположения рассматривать с позиции реальной экономической деятельности, то в структуре валовых капиталовложений, инвестиции в обеспечение устойчивого природопользования должны расти соответствующим образом, т. к. они обычно направляются на строительство и реконструкцию очистных сооружений, рекультивацию земель, зеленую энергетику, сохранение исчезающих видов животных и растений, а также на другие экологические мероприятия.

Результаты

Комплексная оценка природно-хозяйственной системы Жамбылской области выполнена по семи направлениям, результаты которых используются в качестве входных параметров модели.

2.1 Оценка климатических условий в контексте устойчивого развития: состояние, тенденции и адаптация

Климат Жамбылской области резко континентальный и засушливый, с продолжительным жарким летом и сравнительно мягкой малоснежной зимой. Пространственная дифференциация увлажнения выражена исключительно резко: среднегодовая сумма осадков изменяется от 150-200 мм в пустынных районах Мойынкум и Бетпакдалы до 600-800 мм на наветренных склонах Кыргызского Алатау (Kazhydromet). Именно горная зона, занимающая менее пятой части площади области, формирует основную часть местного стока и определяет водообеспеченность равнинных территорий.

В регионе фиксируется устойчивый рост температуры воздуха, опережающий средне-глобальные темпы. Изменения проявляются не столько в динамике годовых сумм осадков, которые остаются статистически неустойчивыми, сколько в перестройке их сезонного распределения, сокращении продолжительности залегания устойчивого снежного покрова и увеличении числа дней с температурой выше 35 °C (Kazhydromet). Совокупным следствием этих процессов является рост испаряемости и снижении коэффициента увлажнения, то есть аридизация территории при формально неизменном количестве осадков (таблица 1).

Изменение климата влияет на водохозяйственную систему через сокращение площади оледенения в верховьях Шу и Таласа. Ледники выполняют функцию межгодового регулятора стока, компенсируя его дефицит в маловодные и жаркие годы. По мере уменьшения их площади эта буферная функция ослабевает, а сток смещается на более ранние сроки, не совпадающие с максимумом водопотребления сельскохозяйственных культур. Таким образом, при формально сохраняющемся годовом объеме стока его полезная для орошения часть сокращается.

Таблица 1

Основные климатические характеристики Жамбылской области за 2024 г.

Показатель	Значение
Среднегодовая температура	11,3 °C
Аномалия относительно периода 1961-1990 гг.	1,64 °C
Зарегистрированное рекордное значение аномалии	2,33 °C (2022)
Усредненные годовые суммы осадков	325 мм
Количество стихийных метеорологических явлений	12 случаев очень сильного ветра, 1 случай очень сильного снега
Почвенная засуха	62 суток на автоматической метеостанции Кордайского района

Примечание: составлено авторами на основе источника (MENR RK, 2025).

2.2 Оценка ландшафтно-экологического состояния и загрязнения почв токсичными химическими веществами

В пределах области отчётливо прослеживается высотная ландшафтная поясность: от пустынных и полупустынных равнин Мойын-кум и Бетпакдалы через подгорные пролювиальные равнины с серозёмными почвами до предгорных и горных ландшафтов Кыргызского Алатау и хребта Каратау. Почвы представлены преимущественно серозёмами обыкновенными и светлыми, светло-каштановыми, лугово-серозёмными и аллювиально-луговыми разностями, последние приурочены к долинам Шу, Таласа и Асы и служат основой орошаемого земледелия.

Пастбищная нагрузка распределена крайне неравномерно: земли, прилегающие к населённым пунктам и водопойным пунктам, подвержены сбою и деградации растительного покрова, тогда как удалённые массивы используются недостаточно из-за отсутствия обводнения.

Наиболее распространённой формой деградации орошаемых земель остаётся вторичное засоление почв, вызванное неудовлетворительным техническим состоянием коллекторно-дренажной сети и потерями воды при транспортировке, что приводит к подъёму уровня грунтовых вод. К сопутствующим процессам относятся водная эрозия на предгорных склонах, ветровая эрозия распаханых лёгких почвах и дегумификация.

Особую проблему для области представляет техногенное загрязнение почв в зонах влияния предприятий фосфорной промышленности и горнодобывающего комплекса Каратау (MENR RK, 2025). Оно проявляется в нескольких формах: накопление фосфогипса в отвалах и с сопутствующим поступлением фторидов и

сульфатов в почвы прилегающих территорий, загрязнение тяжёлыми металлами – кадмием, свинцом, цинком – в районах отработанных карьеров и хвостохранилищ, локальное загрязнение в зонах уранодобычи методом подземного скважинного выщелачивания в Сарысуском и Мойынкумском районах. Загрязнение носит преимущественно локальный, привязанный к промышленным узлам характер, однако его наложение на маломощный и слабобуферный почвенный покров аридной зоны существенно снижает способность почв к самоочищению.

2.3 Оценка биоразнообразия

Жамбылская область относится к числу наиболее богатых в биологическом отношении регионов Казахстана, что обусловлено её положением на стыке пустынной Турана, горных систем Западного Тянь-Шаня и палеоэндемичного хребта Каратау. Каратау представляет собой один из наиболее ярких центров эндемизма Центральной Азии: значительная часть его флоры не встречается за пределами хребта.

Систему особо охраняемых природных территорий области образуют 8 государственных природных заказников и 1 государственная природная заповедная зона. К границам области примыкает заповедник «Аксу-Жабаглы», входящий в состав объекта всемирного наследия ЮНЕСКО «Западный Тянь-Шань». Совокупная площадь ООПТ оценивается в 11,6 тысяч га или 0,08% территории области (MENR RK, 2025), что заметно ниже целевых ориентиров национальной природоохранной политики.

Флора области представлена в основном ковылем, типчаком, биюргуном, редкими эфемерами и др. (MENR RK, 2025). Фауна области представлена млекопитающими (архар, сибирский козерог, рысь, джейран), многочисленными видами хищных птиц, пресмыкающихся и рыб.

В Красную книгу Республики Казахстан включено более 20 видов птиц и зверей, встречающихся на территории области (MENR RK, 2025).

Сокращение биоразнообразия связано прежде всего с трансформацией местообитаний вследствие распашки и перевыпаса, с изъятием стока и деградацией тугайных и пойменных экосистем, а также нелегальным сбором декоративных геофитов, в первую очередь тюльпанов. В связи с этим расширение сети ООПТ и создание экологических коридоров, соединяющих изолированные популяции Каратау и Кыргызского Алатау, следует считать приоритетным направлением природоохранной политики региона.

2.4 Оценка загрязнения поверхностных и подземных вод

Гидрографическая сеть казахстанской части Шу-Таласского бассейна включает 242 малые реки, 35 озёр, три крупных водохранилища и свыше 160 водоёмов различного назначения (Kazhydromet). Основную водохозяйственную роль играют водохранилища Тасоткель, Терс-Ащибулак и Ынтылы, обеспечивающие сезонное регулирование стока, водоснабжение населённых пунктов и подачу воды на орошение. Значительная доля речного стока формируется на территории Кыргызской Республики, а его распределение регулируется межгосударственными соглашениями, что делает регион зависимым от механизмов совместного управления бассейна.

В пределах Шу-Таласского бассейна располагаемые водные ресурсы аккумулируются 35 водохранилищами суммарной полезной ёмкостью около 849 млн м³, из которых 80% используется для орошаемого земледелия (SIC ICWC, 2016). В маловодные годы, а также в пиковый период вегетации напряжённость водохозяйственного баланса резко возрастает, а в нижних звеньях оросительных систем возникает дефицит водоподачи.

Мониторинг качества поверхностных вод ведётся на реках Шу, Талас, Аса, Аксу и на озере Биликоль. Ухудшение гидрохимических показателей связано главным образом с возвратными водами орошаемых массивов, насыщенными минеральными солями, соединениями азота и фосфора, с недостаточно очищенными коммунальными стоками и с поступлением загрязняющих веществ от промышленных узлов. Характерной чертой бассейна выступает

нарастание минерализации воды вниз по течению, достигающие максимума в замыкающих створах и в приёмных водоёмах.

Подземные воды занимают ключевое место питьевого водоснабжения области, основные разрабатываемые месторождения приурочены к предгорным шлейфам Кыргызского Алатау (Kazhydromet). Их состоянию угрожают подтягивание минерализованных вод при сверхнормативном водоотборе, инфильтрация загрязнений из накопителей промышленных отходов и с орошаемых массивов, а также неудовлетворительное состояние зон санитарной охраны водозаборов и наличие бесхозных скважин.

2.5 Оценка качества атмосферного воздуха

Загрязнение атмосферного воздуха в Жамбылской области определяется главным образом выбросами предприятий химической, теплоэнергетической и горнодобывающей отраслей экономики. По данным на 2024 год, в области зарегистрировано 14 820 стационарных источника загрязнения атмосферного воздуха (BNS ASPR RK, 2025a), из которых очистными сооружениями оснащены лишь 576, то есть 3,9% – показатель, свидетельствующий о низком уровне технологической оснащённости промышленных объектов.

Среди специфических загрязняющих веществ наибольшие объёмы выбросов приходятся на метан (41,68%), неорганическую пыль (21,69%), диоксид азота (12,34%), окись углерода (8,87%) (BNS ASPR RK, 2025a). При этом действующая природоохранная инфраструктура ориентирована в первую очередь на улавливание пыли и малоэффективна применительно к газообразным примесям, которые во многом определяют качество воздуха в городе Тараз.

2.6 Оценка туристического потенциала

Туристско-рекреационный потенциал области формируется сочетанием природных и историко-культурных ресурсов. К природной составляющей относятся горные ландшафты Кыргызского Алатау с ущельями Мерке, Каракыстак и Беркара, палеоэндемичный хребет Каратау, пустынные ландшафты Мойынкум, а также озеро Биликоль и водохранилище Тасоткель.

Наиболее перспективны для региона культурно-познавательный, экологический, этнографический и лечебно-оздоровительный виды туризма, последний – на базе минеральных источников предгорной зоны. Важным

конкурентным преимуществом служит транспортно-географическое положение области: она находится на пересечении транзитных коридоров, соединяющих Алматинскую агломерацию, Шымкент и Кыргызскую Республику, а вблизи расположен международный пункт пропуска в Кордайском районе.

Реализация потенциала сдерживается ограниченностью коллективных средств размещения за пределами Тараза, слабым развитием придорожного сервиса, недостаточным благоустройством объектов показа и выраженной сезонностью спроса. С позиций устойчивого развития принципиально, что туризм относится к отраслям с низкой удельной водоёмкостью и умеренной эмиссионной нагрузкой, а следовательно его развитие представляет собой один из немногих доступных региону способов наращивания валовой добавленной стоимости без пропорционального увеличения водозабора. Вместе с тем рост посещаемости ООПТ требует опережающего создания рекреационной инфраструктуры и регламентации нагрузки, поскольку неконтролируемый поток посетителей способен нанести ущерб именно тем природным комплексам, которые составляют основу их аттрактивности.

2.7 Оценка социально-экономического развития

Численность населения области составляет около 1,22 млн человек на 2024 г. при плотности 8,46 человек/км² (BNS ASPR RK, 2025b).

Объём валового регионального продукта увеличился с 2 262 751 млн тг в 2021 г. до 3 150 410 млн тг в 2024 г. (BNS ASPR RK, 2025b). В структуре валового регионального продукта Жамбылской области ведущую роль среди представленных отраслей занимает промышленность, на долю которых приходится 17,5 ВРП. Это свидетельствует о высокой значимости промышленного производства в формировании региональной экономики. Второе место занимает оптовая и розничная торговля, ремонт автомобилей и мотоциклов с долей 9,7%, что отражает существенный вклад сферы торговли и услуг в экономическую активность региона. Доля строительства составляет 8,9%, что указывает на достаточно активное развитие строительного комплекса и реализацию инфраструктурных проектов. Сельское, лесное и рыбное хозяйство формирует 8,6% ВРП. Несмотря на благоприятные природные условия

и традиционную специализацию региона на сельском хозяйстве, его вклад уступает промышленности и торговле, что свидетельствует о более диверсифицированной структуре экономики. Следует отметить, что перечисленные отрасли в совокупности обеспечивают 44,7% валового регионального продукта. Оставшиеся 55,3% приходятся на другие виды экономической деятельности, включая транспорт и складирование, образование, здравоохранение и другие сектора экономики. Это указывает на относительно диверсифицированную структуру экономики Жамбылской области, где наряду с промышленностью и сельским хозяйством существенную роль играют отрасли сферы услуг.

Анализ внешней торговли (BNS ASPR RK, 2025b) показал, что экономика Жамбылской области постепенно укрепляет свои экспортные позиции. Экспорт Жамбылской области имеет выраженную отраслевую специализацию. В отличие от экспорта импорт характеризуется более диверсифицированной структурой, отражая потребности региона в технологическом оборудовании, транспортных средствах, продовольственных товарах и сырье.

Основную долю экспортных поставок формирует продукция химической промышленности, объём которой составляет около 72% общего экспорта. Это свидетельствует о высокой зависимости экспортной специализации региона от химического производства. За 2021-2024 гг. объём экспорта увеличился на 84,8% (с 186,7 до 345,2 млн долл. США). Несмотря на снижение в 2023 г., наибольшее значение было достигнуто в 2024 г., что свидетельствует об укреплении экспортного потенциала региона.

Структура импорта более диверсифицирована, где наибольший объём приходится на машины, оборудование и электротехническую продукцию (22,7%), а также продукты пищевой промышленности (18,5%). Однако в исследуемый период объём импорта сократился на 45,3% (с 907,3 в 2021 г. до 495,9 млн долл. США в 2024 г.). Причиной резких падений является постепенное сокращение зависимости региона от импортных поставок и повышении эффективности экспортной деятельности.

Инвестиционная деятельность Жамбылской области в период с 2021 по 2024 гг. характеризовалась устойчивым ростом (BNS ASPR RK, 2025b). Объём инвестиций в основную

капитал увеличился с 398,6 млрд тг в 2021 г. до 533,9 млрд тг в 2024 г., что соответствует приросту в 33,9%. Наибольший объем инвестиций был зафиксирован в 2023 г. (536,6 млрд тг), после чего в 2024 г. произошло незначительное снижение (0,5%), что доказывает сохранение высокой инвестиционной активности в регионе.

Отраслевая структура инвестиций показывает устойчивую концентрацию капитала в промышленном секторе, на который в 2024 г. пришлось около 42,5% общего объема инвестиций (BNS ASPR RK, 2025b). Наиболее инвестиционно привлекательной отраслью остается обрабатывающая промышленность, объем вложений в которую вырос с 72,7 в 2021 г. до 118,7 млрд тг в 2024 г. Существенные средства также направлялись в энергетику, горнодобывающую промышленность, водоснабжение и сферу обращения с отходами. Это свидетельствует о модернизации производственной инфраструктуры и укреплении промышленного потенциала области.

Особое внимание заслуживают инвестиции в охрану окружающей среды, объем которых за рассматриваемый период значительно увеличился (BNS ASPR RK, 2025b). Если в 2021 г. они составляли 19,7 млрд тенге, то в 2023 г. достигли 42,2 млрд тг, увеличившись более чем в 2,1 раза. Несмотря на отсутствие данных за 2024 г., наблюдаемая динамика свидетельствует об усилении экологической составляющей инвестиционной политики региона, что связано с реализацией природоохранных мероприятий, модернизацией очистных сооружений и внедрением экологически ориентированных технологий. Рост во многом обусловлен введением в действие с 1 июля 2021 г. нового Экологического кодекса Республики Казахстан (Republic of Kazakhstan, 2021), основанного на принципах «загрязнитель платит» и внедрения наилучших доступных технологий.

В целом инвестиционная политика Жамбылской области в 2021-2024 гг. была ориентирована на развитие промышленного комплекса, модернизацию инфраструктуры и повышение качества социальной среды. Одновременно рост природоохранных инвестиций указывает на постепенное усиление экологических

приоритетов регионального развития. Вместе с тем сокращение капиталовложений в сельское хозяйство и отсутствие устойчивого роста инвестиций устойчивого роста инвестиций в отдельные высокотехнологичные отрасли свидетельствуют о необходимости более сбалансированного распределения инвестиционных ресурсов, способствующего диверсификации экономики и обеспечению долгосрочного устойчивого развития региона.

Рост индекса человеческого развития (ИЧР) согласуется с положительной динамикой основных социально-экономических показателей региона. Увеличение валового регионального продукта, рост инвестиций в основной капитал, развитие промышленности и инфраструктуры, а также значительное расширение инвестиций в образование создают предпосылки для повышения уровня благосостояния населения и развития человеческого потенциала. Согласно международной классификации Программы развития ООН [UNDP, 2025], значения ИЧР выше 0,800 относятся к категории очень высокого уровня человеческого развития. В период с 2021 по 2024 гг. Жамбылская область демонстрировала устойчивое улучшение показателей ИЧР. Имея данные по ИЧР за 2012 (Exclusive.kz, 2012) и 2025 гг. (Indeks chelovecheskogo razvitiya oblastey Kazakhstan) данные за 2021-2024 гг. были получены расчетным путем. Положительная динамика индекса свидетельствует о постепенном повышении качества жизни населения, обусловленном улучшением социально-экономических условий, ростом доходов, развитием системы здравоохранения и расширением доступа к образованию. В целом динамика индекса человеческого развития свидетельствует о том, что Жамбылская область находится на траектории устойчивого социально-экономического развития.

2.8 Моделирование оптимальных параметров устойчивого развития природно-хозяйственных систем области

Результаты покомпонентной оценки позволяют определить коэффициенты экологической чувствительности территории (таблица 2) и далее инвестиции в устойчивое социально-экономическое развитие.

Таблица 2

Коэффициенты и показатели экологической чувствительности Жамбылской области

Коэффициент	2021	2022	2023	2024
Водный стресс	0,130	0,129	0,131	0,131
Загрязнение атмосферного воздуха	0,456	0,474	0,413	0,031
Ландшафтный стресс	0,476	0,476	0,476	0,476
Распространение биоразнообразия	0,278	0,278	0,278	0,278
Показатель экологической чувствительности, k_{es}	0,298	0,300	0,291	0,153

Примечание: составлено авторами.

Значение экологической чувствительности области в динамике находилось в пределах 0,260, что относит область к территориям с высокой экологической чувствительностью. Определяющий вклад в его формирование вносят коэффициенты распространения биоразнообразия и ландшафтного стресса, а водный стресс усиливает общую уязвимость.

Содержательно это означает, что удельные затраты на обеспечение устойчивого развития в регионе слабо снижаются с ростом плотности населения: экономия на масштабе здесь ограничены природными факторами.

Исходные данные для расчета инвестиций в устойчивое природопользование приведены в таблице 3.

Таблица 3

Исходные показатели для моделирования параметров устойчивого природопользования Жамбылской области

Показатель	2021	2022	2023	2024
Площадь территории, км ²	144 274			
Среднегодовая численность населения, чел.	1 209 665	1 218 158	1 222 593	1 222 391
Плотность населения, чел/км ² (x)	8,38	8,44	8,47	8,47
Инвестиции в основной капитал, млн тг (I_{gross})	398 609	428 502	536 595	533 862
Инвестиции в охрану окружающей среды, млн тг (I_{green})	52 986	19 666	42 246	X
Валовой региональный продукт, млн тг	2 262 751	2 685 460	2 926 011	3 150 410
Мультипликатор ВРП (расчетный показатель, u_{GRP})	3,42	3,42	2,90	3,27
Индекс человеческого развития (In_{sw})	0,826	0,840	0,854	0,868
Импорт/экспорт, млн долл. США	907 268,2 / 186 743,6	521 199,5 / 299 007,2	693 708,7 / 196 196,3	495 859,5 / 345 156,2

Примечание: составлено авторами на основе источника (BNS ASPR RK, 2025b).

Расчет по уравнениям (3) и (8) показывает, что обеспечение устойчивого развития при

сложившейся структуре экономики требует объем инвестиций, указанный в таблице 4:

Таблица 4

Необходимые инвестиции в устойчивое социально-экономическое развитие и устойчивое природопользование Жамбылской области за 2021-2024 гг., в тг

Показатель инвестиций на душу населения	2021	2022	2023	2024
В устойчивое социально-экономическое	763 068	825 905	808 364	690 445
В устойчивое природопользование	1 794 749	771 857	2 087 685	876 536

Примечание: составлено авторами.

Фактический объем инвестиций, соответствующий природоохранным целям, покрывает лишь около 2,6% этой величины. Полученный разрыв объясняется тремя обстоятельствами:

- высокой долей ресурсоемких производств в структуре экономики;

- умеренным значением мультипликатора ВРП, отражающим слабость межотраслевых связей;

- показателям намного больше 1 соотношением импорта и экспорта, при котором значительная часть произведенной и импортированной продукции остается в качестве отходов на территории региона.

Как мы можем наблюдать, интерпретируя результаты нашей оценки по показателям в таблице 4, необходимые инвестиции практически сбалансированы. Имеется положительная динамика устойчивого развития региона после негативной динамики показателей в 2022-2023 гг., как в социально-экономическом развитии, так и в экологическом направлении развития и существующей нагрузки на природную среду. Особенно высоки потребности в инвестициях, необходимых для устойчивого природопользования, которые в 2023 г. составили рекордное значение (2 087 685 тг). Основной причиной сложившейся ситуации стали значительные диспропорции торгового баланса.

Анализ внешнеторговых показателей области свидетельствует о временной несбалансированности торгового баланса области в рассматриваемый период с 2021-2024 гг. Вместе с тем подобная динамика не отражает структурной слабости региональной экономики, а во многом обусловлена активной реализацией крупных инвестиционных проектов.

Обсуждение

Водные ресурсы Шу-Таласского бассейна являются одним из ключевых факторов

социально-экономического развития Жамбылской области. Они обеспечивают хозяйственно-питьевое водоснабжение населения, функционирование промышленности, развитие орошаемого сельского хозяйства и поддержание экологической устойчивости природных экосистем. Вместе с тем природно-климатические особенности региона характеризуется высокой аридностью, значительной межгодовой изменчивостью водности и крайне неравномерным распределением поверхностных водных ресурсов. Зависимость области от трансграничного притока рек Шу и Талас с территории Кыргызской Республики усиливает уязвимость региона к изменениям водного режима, климатическим трансформациям и особенностям межгосударственного регулирования водопользования.

Экономика Жамбылской области носит выраженный индустриально-аграрный характер: ведущими отраслями остаются промышленность и сельское хозяйство. Область – один из крупнейших центров химической промышленности страны при сохранении высокой роли аграрного сектора, основу которого составляют земледелие, выращивание зерновых, овощных, технических и кормовых культур, а также животноводство. Поскольку практически все ключевые отрасли напрямую зависят от стабильности водообеспечения, эффективное управление водными ресурсами приобретает стратегическое значение – как условие устойчивого экономического роста, инвестиционной привлекательности и продовольственной безопасности региона.

Несмотря на сохраняющуюся зависимость от межбюджетных трансфертов, Жамбылская область располагает существенным потенциалом долгосрочного роста: высокие значения мультипликатора ВРП указывают на способность инвестиций формировать заметный прирост экономической активности и создавать

предпосылки для ускоренного развития промышленности, агропромышленного комплекса и сферы услуг. Реализация этого потенциала, однако, ограничена высокой экологической чувствительностью территории. Сочетание засушливого климата, ограниченности собственных водных ресурсов, растущего водопотребления и усиливающихся климатических изменений формирует устойчивый водный дефицит – один из главных факторов, сдерживающих расширение производства, рост урожайности сельскохозяйственных культур и развитие водоемких отраслей.

Дополнительно социально-экономическое развитие региона сдерживают институциональные, финансовые и политические барьеры. К институциональным относятся усложнённые административные процедуры, длительные сроки согласования проектов, нестабильность отдельных нормативно-правовых требований, а также дефицит квалифицированных инженерных и технических кадров. Финансовые барьеры обусловлены высокой капиталоемкостью инфраструктурных и водохозяйственных проектов, ограниченным доступом к долгосрочному финансированию и относительно высокой стоимостью заёмных ресурсов. Значимую роль играют и экологические ограничения – ужесточение природоохранных требований, необходимость внедрения ресурсосберегающих технологий и соответствия международным экологическим стандартам. Среди политических факторов – вопросы трансграничного управления водными ресурсами Шу-Таласского бассейна, зависимость от межгосударственных соглашений о распределении речного стока, изменения внешнеэкономической конъюнктуры и инвестиционного климата, а также корректировки государственной инвестиционной политики. В совокупности указанные факторы обуславливают необходимость формирования комплексной системы управления водными ресурсами, направленной на повышение водной безопасности, снижение экологических рисков и создание условий для привлечения инвестиций и устойчивого развития Жамбылской области.

Полученные результаты согласуются с выводами предшествующих исследований по западным регионам Казахстана, где также фиксируется несоответствие между финансово-экономическим потенциалом территорий и масштабом их экологических проблем. Вместе с

тем для Жамбылской области характерна более выраженная зависимость от одного лимитирующего ресурса. Если в ресурсодобывающих регионах ограничения носят преимущественно эмиссионный характер, то здесь именно вода задает верхнюю границу хозяйственной емкости территории, а ее трансграничное происхождение выводит часть параметров устойчивости за пределы компетенции региональных органов управления.

Закключение

Проведенное исследование позволило дать комплексную оценку природно-хозяйственной системы Жамбылской области и определить количественные параметры ее перехода к устойчивому развитию. Установлено, что значение экологической чувствительности территории в среднем за 2021-2024 гг. составляет 0,260, что ограничивает действие эффекта масштаба в региональной экономике.

На основе полученных результатов разработан комплекс мер по обеспечению устойчивого развития и адаптации к условиям водного дефицита, объединяющий пять взаимосвязанных направлений.

Водохозяйственное направление включает реконструкцию магистральных и распределительных каналов с переходом на конструкции, снижающие фильтрационные потери, увеличение регулирующей ёмкости водохранилищ и внедрение автоматизированного приборного учёта водоподачи на всех уровнях оросительных систем.

Агротехническое и ландшафтно-почвенное направление предполагает пересмотр структуры посевных площадей в пользу менее водоемких культур, более широкое применение капельного орошения, а также рекультивацию нарушенных земель и локализацию очагов загрязнения в зонах влияния предприятий фосфорной и горнодобывающей промышленности.

Природоохранное направление нацелено на расширение сети особо охраняемых природных территорий, восстановление экосистем за счет установления экологического попуска, а также развитие системы мониторинга биоразнообразия на основе дистанционного зондирования.

Природоохранно-технологическое направление предусматривает поэтапный переход предприятий на наилучшие доступные

технологии, первоочередное оснащение источников установками очистки газообразных загрязняющих веществ, внедрение замкнутых циклов водоснабжения на предприятиях химической промышленности и металлургии, а также модернизацию объектов теплоэнергетики.

Институционально-инвестиционное направление предполагает разграничение краткосрочных задач региональной политики, финансируемых из текущих расходов, и долгосрочных, требующих инвестиций. Ключевым шагом здесь становится последовательное повышение доли долгосрочных инвестиций в структуре местного бюджета, привлечение внешнего финансирования, включая ресурсы международных финансовых институтов, развитие государственно-частного партнерства в сфере водосбережения, а также укрепление переговорных позиций Казахстана в вопросах трансграничного распределения стока рек Шу и Талас. Отдельным приоритетом остаётся диверсификация экономики в пользу отраслей с низкой удельной водоемкостью – прежде всего туристско-рекреационного комплекса и возобновляемой энергетики, потенциал которой в регионе значителен.

Научная значимость полученных результатов заключается в том, что предложенная модель устойчивого развития позволяет оценивать устойчивость территории без взаимной компенсации разнородных факторов и может применяться к любому пространственно обособленному региону, для которого доступны данные о водном балансе, эмиссионной нагрузке, землепользовании и биоразнообразии.

Основным ограничением исследования выступает качество использованных исходных данных. Значения нормативов предельно допустимых выбросов и оценки располагаемых водных ресурсов агрегированы на уровне области и не учитывают внутригодовой

изменчивости, а коэффициент распространения биоразнообразия чувствителен к полноте инвентаризации видового состава. Дальнейшее развитие методики предполагает переход к расчетам на уровне административных районов и водохозяйственных участков, а также включение в модель климатических сценариев изменения стока.

Финансирование

Исследование выполнено при финансовой поддержке Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан по теме: «Водная безопасность Республики Казахстан: трансграничный Шу-Таласский бассейн в условиях климатических изменений и хозяйственной деятельности на период до 2050 года» (ИРН: BR287006/0225).

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов

Концептуализация, Медеу А.А. и Аскарлова М.А.; Методология, Медеу А.А.; Программное обеспечение, Ермек Н.Е. и Жакупова А.С.; Валидация, Медеу А.А., Ермек Н.Е. и Жакупова А.С.; Формальный анализ, Аскарлова М.А.; Проведение исследования, Медеу А.А. и Ермек Н.Е.; Ресурсы, Ермек Н.Е. и Жакупова А.С.; Обработка данных, Жакупова А.С.; Написание – подготовка первоначального чернового варианта, Медеу А.А. и Ермек Н.Е.; Написание – рецензирование и редактирование, Аскарлова М.А. и Жакупова А.С.; Визуализация, Жакупова А.С.; Руководство, Медеу А.А. и Аскарлова М.А.; Административное управление проектом, Медеу А.А.; Привлечение финансирования, Медеу А.А. и Жакупова А.С.

Литература

- Akbar, I., Yang, Z., Mazbayev, O., & Kenesbekkyzy, B. (2020). Tourism and ecological protection status of the Aksu-Zhabagly world heritage site of Kazakhstan. *Journal of Geography and Environmental Management*, 58(3), 24-33. <https://doi.org/10.26577/JGEM.2020.V58.I3.03>
- Baytelieva, A., Woo-Kyun, L., Wang, S. W., Iskakova, A., Ziyayeva, G., Shilibek, K., ... & Minarbekov, Z. (2023). Assessing the vulnerability of nomadic pastoralists' livelihoods to climate change in the Zhetysay Region of Kazakhstan. *Land*, 12(11), 2038. <https://doi.org/10.3390/land12112038>
- Бурлибаев, М.Ж., Шенбергер, И.В., Кайдарова, Р.К., Бурлибаева, Д.М., & Кулебаев, К.М. (2019). О требованиях экосистем рек Шу и Талас к гидрологическому и гидрохимическому режимам водотоков. *Гидрометеорология и экология*, (1), 73-92.
- Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан [BNS ASPR RK]. (2021-2024). Статистические сборники. <https://stat.gov.kz/ru/publication/collections/>

- Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан (2025a). Охрана окружающей среды в Республике Казахстан 2020-2024. (Статистический сборник, 156 с.). Астана.
- Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан (2025b). Регионы Казахстана в 2024 г. (статистический сборник, 406 с.). Астана.
- Cook, D., & Davíðsdóttir, B. (2021). An appraisal of interlinkages between macro-economic indicators of economic well-being and the sustainable development goals. *Ecological Economics*, 184, 106996. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2021.106996>
- Daly, H. E. (1997). *Beyond growth: The economics of sustainable development*. Beacon press.
- Environmental Performance Index. (2022). 2022 EPI <https://epi.yale.edu/epi-results/2022/component/epi>
- Exclusive.kz (2012, 14 марта). Exclusive сравнил ИПЧП в регионах Казахстана. <https://exclusive.kz/expertiza-antresoli-8594/>
- Fraser, E. D., Dougill, A. J., Mabee, W. E., Reed, M., & McAlpine, P. (2006). Bottom up and top down: Analysis of participatory processes for sustainability indicator identification as a pathway to community empowerment and sustainable environmental management. *Journal of environmental management*, 78(2), 114-127. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2005.04.009>
- Hickel, J. (2020). The sustainable development index: Measuring the ecological efficiency of human development in the anthropocene. *Ecological economics*, 167, 106331. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.05.011>
- Huan, Y., Li, H., & Liang, T. (2019). A new method for the quantitative assessment of Sustainable Development Goals (SDGs) and a case study on Central Asia. *Sustainability*, 11(13), 3504. <https://doi.org/10.3390/su11133504>
- Индекс человеческого развития областей Казахстана. В Википедия – свободная энциклопедия. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BD%D0%B4%D0%B5%D0%BA%D1%81_%D1%87%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%B8%D1%8F_%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%B9_%D0%9A%D0%B0%D0%B7%D0%B0%D1%85%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%B0
- Казгидромет [РГП «Казгидромет»]. Экология. <https://www.kazhydromet.kz/ru/>
- Karatayev, M., Kapsalyamova, Z., Spankulova, L., Skakova, A., Movkebayeva, G., & Kongyrbay, A. (2017). Priorities and challenges for a sustainable management of water resources in Kazakhstan. *Sustainability of Water Quality and Ecology*, 9-10, 115-135. <https://doi.org/10.1016/j.swaqe.2017.09.002>
- Kassymova, S., Mustafayev, K., & Kabiyeveva, A. (2025). Development of an ecological-economic assessment system for the sustainable development of regions in Kazakhstan. *Economics – Innovative and Economics Research Journal*, 13(4), 339-361. <https://doi.org/10.2478/eoik-2025-0099>
- Kuanova, L., Bekbossinova, A., & Abdykadyr, T. (2023). Assessment of the sustainable development of regions: The case of Kazakhstan. *Eurasian Journal of Economic and Business Studies*, 67(3), 122-135. <https://doi.org/10.47703/ejeb.v3i67.310>
- Li, M., Abuduwaili, J., Liu, W., Feng, S., Saparov, G., & Ma, L. (2024). Application of geographical detector and geographically weighted regression for assessing landscape ecological risk in the Irtys River Basin, Central Asia. *Ecological Indicators*, 158, 111540. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.111540>
- Malthus, T.R. (1803). *An essay on the principle of population* (Rev.ed.). Cambridge University Press.
- Marsh, G.P. (2003). *Man and nature: Physical geography as modified by human action*. University of Washington Press. (Original work published 1864)
- Meadows, D., Randers, J., & Meadows, D. (2005). *Limits to growth: The 30-year update* (3rd ed.). Earthscan.
- Medeu, A., Askarova, M., Zhakupova, A., Bauyrzhan, U., & Klug, H. (2025). Sustainable Regional Development: A Challenge Between Socio-Economic Development and Sustainable Environmental Management. *Sustainability*, 17(13), 6020. <https://doi.org/10.3390/su17136020>
- Министерство экологии и природных ресурсов Республики Казахстан [MENR RK]. Национальные доклады о состоянии окружающей среды и об использовании природных ресурсов Республики Казахстан. <https://www.gov.kz/memleket/entities/ecogeo/documents/1?type=90&lang=ru>
- Министерство экологии и природных ресурсов Республики Казахстан [MENR RK]. Национальный доклад о состоянии окружающей среды и об использовании природных ресурсов Республики Казахстан за 2024 год. Астана.
- Mustafayev, Z., Medeu, A., Skorintseva, I., Bassova, T., & Aldazhanova, G. (2024). Improvement of the methodology for the assessment of the agro-resource potential of agricultural landscapes. *Sustainability*, 16(1), 419. <https://doi.org/10.3390/su16010419>
- Научно-информационный центр Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии Центральной Азии [SIC ICWC]. (2016). Генеральная схема комплексного использования и охраны водных ресурсов Республики Казахстан. Ташкент.
- Pérez-Blanco, C. D., Hraest-Essenfelder, A., & Perry, C. (2020). Irrigation technology and water conservation: A review of the theory and evidence. *Review of Environmental Economics and Policy*. <https://doi.org/10.1093/reep/reaa004>
- Pritchard, H. D. (2019). Asia's shrinking glaciers protect large populations from drought stress. *Nature*, 569(7758), 649-654. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1240-1>
- Республика Казахстан. (2021). Экологический кодекс Республики Казахстан от 2 января 2021 года № 400-VI ЗРК.
- Safina, A. U. (2023). River runoff resources of the Shu-Talas water management basin in the context of climate change. *Engineering Journal of Satbayev University*, 145(3), 25-30. <https://doi.org/10.51301/ejsu.2023.i3.04>
- Song, S., Chen, X., Zan, C., Zhang, H., Wang, C., Hu, Z., & Li, Y. (2025). Integrated spatial priority assessment in Central Asia: Bridging biodiversity, ecosystem services, and human activities. *Geography and Sustainability*, 6(2), 100231. <https://doi.org/10.1016/j.geosus.2024.08.010>
- Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S. E., Fetzer, I., Bennett, E. M., ... & Sörlin, S. (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *science*, 347(6223), 1259855. <https://doi.org/10.1126/science.1259855>

- Suleimenov, M., Saparov, A., Akshalov, K., & Kaskarbayev, Z. (2012). Land degradation issues in Kazakhstan and measures to address them: research and adoption. *Pedologist*, 55(3), 373-381. https://doi.org/10.18920/pedologist.55.3_373
- Sutula, M., Kakanay, A., Tussipkan, D., Dzhumanov, S., & Manabayeva, S. (2024). Phylogenetic analysis of rare and endangered *Tulipa* Species (Liliaceae) of Kazakhstan based on universal barcoding markers. *Biology*, 13(6), 365. <https://doi.org/10.3390/biology13060365>
- Tokbergenova, A., Kiyassova, L., & Kairova, S. (2018). Sustainable Development Agriculture in the Republic of Kazakhstan. *Polish Journal of Environmental Studies*, 27(5). <https://doi.org/10.15244/pjoes/78617>
- Tokbergenova, A., Skorintseva, I., Ryskeldiyeva, A., Kaliyeva, D., Salmurzauly, R., & Mussagaliyeva, A. (2025). Assessment of anthropogenic disturbances of landscapes: West Kazakhstan region. *Sustainability*, 17(2), 573. <https://doi.org/10.3390/su17020573>
- UNDP. (1990). Human development report 1990: Concept and measurement of human development. Oxford University Press.
- Wolf, M. J., Emerson, J. W., Esty, D. C., de Sherbinin, A., & Wendling, Z. A. (2022). Environmental Performance Index (EPI). Yale Center for Environmental Law & Policy.

References

- Akbar, I., Yang, Z., Mazbayev, O., & Kenesbekkyzy, B. (2020). Tourism and ecological protection status of the Aksu-Zhabagly world heritage site of Kazakhstan. *Journal of Geography and Environmental Management*, 58(3), 24-33. <https://doi.org/10.26577/JGEM.2020.V58.I3.03>
- Baytelieva, A., Woo-Kyun, L., Wang, S. W., Iskakova, A., Ziyayeva, G., Shilibek, K., ... & Minarbekov, Z. (2023). Assessing the vulnerability of nomadic pastoralists' livelihoods to climate change in the Zhetysay Region of Kazakhstan. *Land*, 12(11), 2038. <https://doi.org/10.3390/land12112038>
- Burlibaev, M.Zh., Shenberger, I.V., Kaidarova, R.K., Burlibaeva, D.M., & Kulebaev, K.M. (2019). O trebovaniyakh ekosistem rek Shu i Talas k gidrologicheskomu i gidrokhimicheskomu rezhimam vodotokov [On the requirements of the Shu and Talas river ecosystems for the hydrological and hydrochemical regimes of watercourses]. *Gidrometeorologiya i ekologiya* [Hydrometeorology and Ecology], (1), 73-92.
- Byuro nacionalnoy statistiki Agentstva po strategicheskemu planirovaniyu i reformam Respubliki Kazakhstan [Bureau of National Statistics of the Agency for Strategic Planning and Reforms of the Republic of Kazakhstan; BNS ASPR RK]. (2021-2024). Statisticheskiye sborniki [Statistical collection]. <https://stat.gov.kz/ru/publication/collections/>
- Byuro nacionalnoy statistiki Agentstva po strategicheskemu planirovaniyu i reformam Respubliki Kazakhstan [Bureau of National Statistics of the Agency for Strategic Planning and Reforms of the Republic of Kazakhstan; BNS ASPR RK]. (2025a). Ohrana okruzhayushhey sredy v Respublike Kazakhstan 2020-2024 [Environmental protection in the Republic of Kazakhstan, 2020-2024] (Statistical collection, 156 p.). Astana.
- Byuro nacionalnoy statistiki Agentstva po strategicheskemu planirovaniyu i reformam Respubliki Kazakhstan [Bureau of National Statistics of the Agency for Strategic Planning and Reforms of the Republic of Kazakhstan; BNS ASPR RK]. (2025b). Regiony Kazakhstana v 2024g. [Regions of Kazakhstan in 2024] (Statistical collection, 406 p.). Astana.
- Cook, D., & Davíðsdóttir, B. (2021). An appraisal of interlinkages between macro-economic indicators of economic well-being and the sustainable development goals. *Ecological Economics*, 184, 106996. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2021.106996>
- Daly, H. E. (1997). *Beyond growth: The economics of sustainable development*. Beacon press.
- Environmental Performance Index. (2022). 2022 EPI <https://epi.yale.edu/epi-results/2022/component/epi>
- Exclusive.kz (2012, 14 marta). Exclusive sravnil IRCHP v regionakh Kazakhstana [Exclusive compared the Human Development Index across Kazakhstan's regions]. <https://exclusive.kz/expertiza-antresoli-8594/>
- Fraser, E. D., Dougill, A. J., Mabee, W. E., Reed, M., & McAlpine, P. (2006). Bottom up and top down: Analysis of participatory processes for sustainability indicator identification as a pathway to community empowerment and sustainable environmental management. *Journal of environmental management*, 78(2), 114-127. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2005.04.009>
- Hickel, J. (2020). The sustainable development index: Measuring the ecological efficiency of human development in the anthropocene. *Ecological economics*, 167, 106331. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.05.011>
- Huan, Y., Li, H., & Liang, T. (2019). A new method for the quantitative assessment of Sustainable Development Goals (SDGs) and a case study on Central Asia. *Sustainability*, 11(13), 3504. <https://doi.org/10.3390/su11133504>
- Karatayev, M., Kapsalyamova, Z., Spankulova, L., Skakova, A., Movkebayeva, G., & Kongyrbay, A. (2017). Priorities and challenges for a sustainable management of water resources in Kazakhstan. *Sustainability of Water Quality and Ecology*, 9-10, 115-135. <https://doi.org/10.1016/j.swaqe.2017.09.002>
- Kassymova, S., Mustafayev, K., & Kabiyeva, A. (2025). Development of an ecological-economic assessment system for the sustainable development of regions in Kazakhstan. *Economics – Innovative and Economics Research Journal*, 13(4), 339-361. <https://doi.org/10.2478/eoir-2025-0099>
- Indeks chelovecheskogo razvitiya oblastey Kazakhstana [Human Development Index of the regions of Kazakhstan]. In Vikipediya – svobodnaya entsiklopediya [Wikipedia – the free encyclopedia]. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BD%D0%B4%D0%B5%D0%BA%D1%81_%D1%87%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%B8%D1%8F_%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%B9_%D0%9A%D0%B0%D0%B7%D0%B0%D1%85%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%B0
- Kazhydromet [RGP “Kazhydromet”]. *Ekologiya* [Ecology]. <https://www.kazhydromet.kz/ru/>
- Kuanova, L., Bekbossinova, A., & Abdykadyr, T. (2023). Assessment of the sustainable development of regions: The case of Kazakhstan. *Eurasian Journal of Economic and Business Studies*, 67(3), 122-135. <https://doi.org/10.47703/ejeb.v3i67.310>

- Li, M., Abuduwaili, J., Liu, W., Feng, S., Saparov, G., & Ma, L. (2024). Application of geographical detector and geographically weighted regression for assessing landscape ecological risk in the Irtys River Basin, Central Asia. *Ecological Indicators*, 158, 111540. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.111540>
- Malthus, T.R. (1803). *An essay on the principle of population* (Rev.ed.). Cambridge University Press.
- Marsh, G.P. (2003). *Man and nature: Physical geography as modified by human action*. University of Washington Press. (Original work published 1864)
- Meadows, D., Randers, J., & Meadows, D. (2005). *Limits to growth: The 30-year update* (3rd ed.). Earthscan.
- Medeu, A., Askarova, M., Zhakupova, A., Bauyrzhan, U., & Klug, H. (2025). Sustainable Regional Development: A Challenge Between Socio-Economic Development and Sustainable Environmental Management. *Sustainability*, 17(13), 6020. <https://doi.org/10.3390/su17136020>
- Ministerstvo ekologii i prirodnih resursov Respubliki Kazakhstan [Ministry of Ecology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan; MENR RK] *Natsionalnye doklady o sostoyanii okruzhayushchey sredy i ob ispolzovanii prirodnih resursov Respubliki Kazakhstan* [National reports on the state of the environment and the use of natural resources in the Republic of Kazakhstan]. <https://www.gov.kz/memleket/entities/ecogeo/documents/1?type=90&lang=ru>
- Ministerstvo ekologii i prirodnih resursov Respubliki Kazakhstan [Ministry of Ecology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan; MENR RK]. (2025). *Natsionalnyy doklad o sostoyanii okruzhayushchey sredy i ob ispolzovanii prirodnih resursov Respubliki Kazakhstan za 2024 god* [National report on the state of the environment and the use of natural resources in the Republic of Kazakhstan for 2024]. Astana.
- Mustafayev, Z., Medeu, A., Skorintseva, I., Bassova, T., & Aldazhanova, G. (2024). Improvement of the methodology for the assessment of the agro-resource potential of agricultural landscapes. *Sustainability*, 16(1), 419. <https://doi.org/10.3390/su16010419>
- Nauchno-informatsionnyy tsentr Mezghosudarstvennoy koordinatsionnoy vodohozyaystvennoy komissii Tsentralnoy Azii [Scientific-Information Center of the Interstate Coordination Water Commission of Central Asia; SIC ICWC]. (2016). *Generalnaya skhema kompleksnogo ispolzovaniya i ohrany vodnyh resursov Respubliki Kazakhstan* [General scheme of integrated use and protection of water resources in the Republic of Kazakhstan]. Tashkent.
- Pérez-Blanco, C. D., Hrast-Essenfelder, A., & Perry, C. (2020). Irrigation technology and water conservation: A review of the theory and evidence. *Review of Environmental Economics and Policy*. <https://doi.org/10.1093/reep/reaa004>
- Pritchard, H. D. (2019). Asia's shrinking glaciers protect large populations from drought stress. *Nature*, 569(7758), 649-654. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1240-1>
- Respublika Kazakhstan [Republic of Kazakhstan]. (2021). *Ekologicheskiy kodeks Respubliki Kazakhstan ot 2 yanvarya 2021 goda No. 400-VI ZRK*. [Ecological Code of the Republic of Kazakhstan of January 2, 2021, No. 400- VI ZRK].
- Safina, A. U. (2023). River runoff resources of the Shu-Talas water management basin in the context of climate change. *Engineering Journal of Satbayev University*, 145(3), 25-30. <https://doi.org/10.51301/ejsu.2023.i3.04>
- Song, S., Chen, X., Zan, C., Zhang, H., Wang, C., Hu, Z., & Li, Y. (2025). Integrated spatial priority assessment in Central Asia: Bridging biodiversity, ecosystem services, and human activities. *Geography and Sustainability*, 6(2), 100231. <https://doi.org/10.1016/j.geosus.2024.08.010>
- Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S. E., Fetzer, I., Bennett, E. M., ... & Sörlin, S. (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *science*, 347(6223), 1259855. <https://doi.org/10.1126/science.1259855>
- Suleimеноv, M., Saparov, A., Akshalov, K., & Kaskarbayev, Z. (2012). Land degradation issues in Kazakhstan and measures to address them: research and adoption. *Pedologist*, 55(3), 373-381. https://doi.org/10.18920/pedologist.55.3_373
- Sutula, M., Kakanay, A., Tussipkan, D., Dzhumanov, S., & Manabayeva, S. (2024). Phylogenetic analysis of rare and endangered *Tulipa* Species (Liliaceae) of Kazakhstan based on universal barcoding markers. *Biology*, 13(6), 365. <https://doi.org/10.3390/biology13060365>
- Tokbergenova, A., Kiyassova, L., & Kairova, S. (2018). Sustainable Development Agriculture in the Republic of Kazakhstan. *Polish Journal of Environmental Studies*, 27(5). <https://doi.org/10.15244/pjoes/78617>
- Tokbergenova, A., Skorintseva, I., Ryskeldiyeva, A., Kaliyeva, D., Salmurzauly, R., & Mussagaliyeva, A. (2025). Assessment of anthropogenic disturbances of landscapes: West Kazakhstan region. *Sustainability*, 17(2), 573. <https://doi.org/10.3390/su17020573>
- UNDP. (1990). *Human development report 1990: Concept and measurement of human development*. Oxford University Press.
- Wolf, M. J., Emerson, J. W., Esty, D. C., de Sherbinin, A., & Wendling, Z. A. (2022). *Environmental Performance Index (EPI)*. Yale Center for Environmental Law & Policy.

Сведения об авторах:

Медев Али-Хан Ахметқалұлы – доктор экономических наук, главный научный сотрудник АО «Институт географии и водной безопасности» (Алматы, Казахстан, e-mail: shania258@gmail.com); и. о. доцента кафедры менеджмента Казахского национального университета имени аль-Фараби (Алматы, Казахстан).

Аскарова Маулен Акишовна – доктор географических наук, профессор кафедры географии, землеустройства и кадастра Казахского национального университета имени аль-Фараби (Алматы, Казахстан, e-mail: mauken@mail.ru).

Ермек Назерке Еркінқызы (ответственный автор) – PhD-докторант кафедры экономики Казахского национального университета имени аль-Фараби (Алматы, Казахстан, e-mail: nazerkeer@mail.ru).

Жакупова Акнур Сериковна – младший научный сотрудник АО «Институт географии и водной безопасности» (Алматы, Казахстан, e-mail: jakupovaas@gmail.com).

Information about the authors:

Medeu Ali-Khan – Doctor of Economics, Senior Research Scientist at JSC “Institute of Geography and Water Security” (Almaty, Kazakhstan, e-mail: shania258@gmail.com); Assistant Professor (acting) at the Department of Management, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan).

Maulken Askarova – Doctor of Geography, Professor at the Department of Geography, Land Management, and Cadastre, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: maulken@mail.ru).

Yermek Nazerke (corresponding author) – Ph.D. doctoral student at the Department of Economics, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: nazerkeer@mail.ru).

Aknur Zhakupova – Junior Researcher at JSC “Institute of Geography and Water Security” (Almaty, Kazakhstan, e-mail: jakupovaas@gmail.com).

Авторлар туралы мәлімет:

Медеу Али-Хан Ахметқалұлы – экономика ғылымдарының докторы, «География және су қауіпсіздігі институты» АҚ-ның бас ғылыми қызметкері, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің менеджмент кафедрасы доцентінің м.а. (Алматы, Қазақстан, e-mail: shania258@gmail.com).

Аскарова Маулкен Ақишовна – география ғылымдарының докторы, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің география, жерге орналастыру және кадастр кафедрасының профессоры (Алматы, Қазақстан, e-mail: maulken@mail.ru).

Ермек Нәзерке Еркінқызы (жауапты автор) – әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің экономика кафедрасының Ph.D докторанты (Алматы, Қазақстан, e-mail: nazerkeer@mail.ru).

Жақупова Акнур Сериковна – «География және су қауіпсіздігі институты» АҚ кіші ғылыми қызметкері (Алматы, Қазақстан, e-mail: jakupovaas@gmail.com).