ОТЗЫВ

официального рецензента на диссертационное исследование Биримбаевой Ляззат Муратбековны на тему «Современные изменения и перспективная оценка минимального стока рек Жайык-Каспийского водохозяйственного бассейна», предоставленную на соискание степени доктора философии (PhD) по образовательной программе «8D05203 – Гидрология»

№ п/п	Критерии	Соответствие критериям (подчеркнуть один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента (замечания выделить курсивом)
1.	Тема диссертации (на дату ее утверждения) соответствует направлениям развития науки и/или государственным программам	1.1 Соответствие приоритетным направлениям развития науки или государственным программам:	Тема диссертации соответствует приоритетному направлению развития науки «Экология, окружающая среда и рациональное природопользование»
		1) **диссертация выполнена в рамках проекта** или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы); 2) диссертация выполнена в рамках другой государственной программы (указать название программы); 3) диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление).	Диссертационное исследование выполнено в рамках проекта Министерства Науки и Высшего Образования Республики Казахстан: BR21882122-ОТ-24 «Устойчивое развитие природно-хозяйственных и социально-экономических систем Западно-Казахстанского региона в контексте зеленого роста: комплексный анализ, концепция, прогнозные оценки и сценарии», 2023-2025 гг.
2.	Важность для науки	Работа **вносит**/не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта/не раскрыта.	В диссертационном исследовании представлены результаты комплексного исследования, направленного на выявление современных тенденций и перспективных изменений минимального стока рек Жайык-Каспийского водохозяйственного бассейна. Работа детально раскрывает особенности формирования меженного стока в условиях усиливающихся климатических колебаний, роста водопотребления и трансформации природных режимов

			речного питания. На базе всестороннего анализа многолетних гидрометеорологических данных, применения современных статистических методов и оценки факторов водообеспеченности сформулированы научно обоснованные выводы о динамике минимального стока и его пространственно-временной изменчивости. Полученные результаты вносят существенный вклад в развитие теоретической гидрологии, расширяя представления о механизмах формирования минимального стока и его чувствительности к климатическим и антропогенным воздействиям. В работе подробно рассмотрены водохозяйственные риски, обусловленные снижением речного стока, увеличением продолжительности и повторяемости засушливых периодов, а также интенсификацией хозяйственной нагрузки в пределах бассейна. Практическая значимость исследования заключается в разработке научно обоснованных подходов к управлению водными ресурсами, обеспечению устойчивого водоснабжения и поддержанию экологически безопасных условий функционирования речных систем. Результаты диссертационного исследования представляют ценность для организаций, занимающихся управлением и охраной водных ресурсов, а также для дальнейших научных исследований, направленных на адаптацию водохозяйственного комплекса к изменяющемуся климату. Предложенный подход укрепляет научные основы рационального водопользования и охраны водных ресурсов Жайык-Каспийского бассейна, формируя надежную базу для долгосрочного прогнозирования и стратегического планирования минимального стока рек региона.

3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: 1) **высокий**; 2) средний; 3) низкий; 4) самостоятельности нет.	Уровень самостоятельности выполнения диссертационного исследования является высоким. Соискатель самостоятельно провёл полный комплекс научных работ, направленных на разработку адаптивной методики перспективной оценки минимального стока рек Жайык-Каспийского водохозяйственного бассейна. В ходе исследования автор использовал широкий спектр современных методов, включая математическое моделирование, статистический анализ многолетних гидрометеорологических рядов, что позволило повысить достоверность и обоснованность полученных результатов. Докторант принимал активное участие в подготовке научных публикаций и неоднократно представлял основные положения работы на научных конференциях и профессиональных дискуссионных площадках. Полученные результаты свидетельствуют о высокой научной самостоятельности автора, глубоком понимании процессов формирования меженного стока и уверенном владении современными инструментами анализа водных ресурсов в условиях климатической изменчивости.
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) **обоснована**; 2) частично обоснована; 3) не обоснована.	Актуальность представленных научных результатов является полностью доказанной. В ходе исследования получены существенные научные выводы, касающиеся адаптации и применения современных гидрологических моделей и статистических методов для анализа тенденций и сценарного прогнозирования минимального стока рек Жайык-Каспийского водохозяйственного бассейна на долгосрочную перспективу. Комплексный подход, основанный на использовании математического моделирования, исследовании климатических факторов маловодности и применении ГИС-технологий, позволил разработать методику перспективной оценки минимального стока с

			учётом текущих климатических изменений и усиливающегося антропогенного воздействия. На базе предложенной методики сформированы обоснованные и практико-ориентированные рекомендации, направленные на повышение надёжности водопользования в меженный период, оптимизацию управления водными ресурсами и минимизацию рисков, связанных с их дефицитом. Полученные результаты отличаются высокой прикладной значимостью для управления водными ресурсами Жайык-Каспийского бассейна.
		4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) **отражает**; 2) частично отражает; 3) не отражает.	Содержание проведённых научных исследований в полной мере соответствует теме диссертации, а также сформулированным целям, задачам и основным положениям, выносимым на защиту. Представленный материал структурирован логично и последовательно, при этом полученные результаты и сформулированные выводы взаимосвязаны и полностью согласуются с заявленной проблематикой исследования.
		4.3 Цель и задачи соответствуют теме диссертации: 1) **соответствуют**; 2) частично соответствуют; 3) не соответствуют.	Поставленные в диссертационном исследовании цели и задачи полностью согласуются с его тематикой, корректно отражают содержание работы и позволяют всесторонне раскрыть её основные научные аспекты.
		4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны: 1) **полностью взаимосвязаны**; 2) взаимосвязь частичная; 3) взаимосвязь отсутствует.	Каждое из защищаемых положений в диссертационном исследовании демонстрируют полную логическую взаимосвязь и структурированность, что проявляется в последовательности презентации и анализа научных результатов, полученных в ходе проведенного исследования.
		4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями: 1) **критический анализ есть**;	Автором получены научно обоснованные результаты, подтверждённые тщательным критическим анализом, основанным на всестороннем рассмотрении современных отечественных и зарубежных исследований. Проведённый анализ включал сопоставление существующих методик

		2) анализ частичный; 3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов; 4) анализ отсутствует.	оценки минимального стока, определение их слабых сторон и доказательство необходимости разработки адаптивного подхода, учитывающего текущие климатические тренды и особенности Жайык-Каспийского водохозяйственного бассейна. Исследователь не ограничился изложением существующих точек зрения, а выполнил глубокую аналитическую работу по выявлению научных пробелов, формированию собственной исследовательской концепции и убедительному обоснованию предлагаемых решений в сравнении с известными методами.
5.	Принцип научной новизны	5.1 Научные результаты и положения являются новыми? 1) полностью новые; 2) **частично новые (новыми являются 25-75 %)**; 3) не новые (новыми являются менее 25 %).	Полученные в работе результаты, связанные с комплексным исследованием географических, климатических и антропогенных факторов, определяющих формирование минимального стока рек Жайык-Каспийского водохозяйственного бассейна, обладают частичной научной новизной и уточняют существующие представления о механизмах маловодности в условиях актуальных климатических изменений. Полностью оригинальными являются разработанные автором научно обоснованные и ориентированные на практическое применение рекомендации по сценарному прогнозированию минимального стока. Рекомендации направлены на повышение устойчивости водопользования, снижение рисков дефицита водных ресурсов в меженный период, совершенствование режимов регулирования стока и укрепление водохозяйственной устойчивости региона. Новизна проведённого исследования состоит в комплексном использовании современных методов моделирования, ГИС-технологий и учёте уникальных природно-хозяйственных условий Жайык-Каспийского бассейна, что ранее в научной литературе в таком виде не освещалось.
		5.2 Выводы диссертации являются новыми?	Выводы диссертационного исследования отличаются научной новизной. Представленные результаты,

		1) **полностью новые**; 2) частично новые (новыми являются 25-75 %); 3) не новые (новыми являются менее 25 %).	посвящённые современным изменениям и перспективной оценке минимального стока рек Жайык-Каспийского водохозяйственного бассейна, основаны на оригинальной авторской концепции, включающей сочетание современных методов гидрологического моделирования, анализа климатических тенденций и ГИС-инструментов. Новаторский характер выводов подтверждается тем, что предложенная адаптивная методика оценки минимального стока, а также разработанные практические рекомендации по управлению водными ресурсами в условиях маловодья ранее не получали столь комплексного освещения в научных работах. Результаты исследования прошли успешную апробацию и опубликованы в авторитетных изданиях с ненулевым импакт-фактором, что свидетельствует об их научной состоятельности, оригинальности и соответствии международным стандартам качества.
		5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными: 1) **полностью новые**; 2) частично новые (новыми являются 25-75 %); 3) не новые (новыми являются менее 25 %).	Представленные в диссертационном исследовании технические, технологические и научно-методические решения отличаются значительной новизной и убедительной обоснованностью. Они формируют современную научную базу для разработки концепции управления водными ресурсами в условиях маловодья и изменяющегося минимального стока рек Жайык-Каспийского водохозяйственного бассейна. Предложенные автором методы перспективной оценки минимального стока, интеграция результатов моделирования с ГИС-технологиями, а также меры по снижению рисков дефицита водных ресурсов создают прочную основу для совершенствования водного менеджмента и повышения устойчивости водохозяйственных систем региона.

6.	Обоснованность основных выводов	Все основные выводы основаны/не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research (куолитатив ресеч) и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам).	Ключевые результаты диссертации опираются на убедительные научные доказательства и базируются на научных исследованиях, которые были проведены автором независимо с использованием признанных подходов, методик и методов.
7.	Основные положения, выносимые на защиту	Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности: 7.1 Доказано ли положение? 1) **доказано**; 2) скорее доказано; 3) скорее не доказано; 4) не доказано; 5) в текущей формулировке проверить доказанность положения невозможно.	*Положение №1. Установлены современные тенденции изменения минимального стока на основе анализа многолетних гидрологических временных рядов и сезонных стокоформирующих климатических характеристик Жайык-Каспийского водохозяйственного бассейна.* Установлены современные тенденции изменения минимального стока на основе анализа многолетних гидрологических рядов и основных климатических характеристик Жайык-Каспийского водохозяйственного бассейна. Положение доказано с использованием комплексного статистического и анализа трендов, включающего оценку пространственно-временной изменчивости меженного стока, климатических факторов маловодности и устойчивых тенденций, подтверждённых длительными наблюдениями. Данное положение не является тривиальным, поскольку основано на сопоставлении современных условий формирования минимального стока с историческими гидрологическими режимами в условиях усиливающихся климатических аномалий и возрастающего антропогенного воздействия. Оно является полностью новым для Жайык-Каспийского бассейна, где ранее не проводился столь комплексный анализ, объединяющий многолетние данные,
		7.2 Является ли тривиальным? 1) да; 2) **нет**; 3) в текущей формулировке проверить тривиальность положения невозможно.	
		7.3 Является ли новым? 1) **да**; 2) нет; 3) в текущей формулировке проверить новизну положения невозможно.	
		7.4 Уровень для применения: 1) узкий; 2) средний; 3) **широкий**;	

		4) в текущей формулировке проверить уровень применения положения невозможно.	климатические тренды и региональную специфику формирования межени. Использованный комплексный подход, включающий статистические методы, математическое моделирование и ГИС-технологии, позволил выявить ключевые климатические драйверы маловодности и региональные особенности изменения минимального стока. Результаты исследования опубликованы в научных журналах с ненулевым импакт-фактором, что подтверждает их научную значимость и практическую ценность. 1. **Birimbayeva L.**, Makhmudova L., Alimkulov S., Tursunova A. et al. Reaction of Minimal Streamflow to Natural Factors in the Context of Climate Uncertainty. Water Resourses Management (2025). https://doi.org/10.1007/s11269-025-04238-y (Q1, 89th percentile). 2. Smagulov Zhanibek, Makhmudova Lyazzat, Sayat Alimkulov, Elmira Talipova, Zagidullina Alfiya, **Birimbayeva Lyazzat**, Sailaubek Akgulim; Transformation of seasonal distribution of river flow in the Zhaiyk–Caspian water basin under changing climate conditions. Journal of Water and Climate Change 1 February 2025; 16 (2): 400–429. doi: https://doi.org/10.2166/wcc.2024.537. (Q2, 72th percentile).
		7.5 Доказано ли в статье? 1) **да;** 2) нет; 3) в текущей формулировке проверить доказанность положения в статье невозможно.	
		Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности: 7.1 Доказано ли положение? 1) **доказано**; 2) скорее доказано; 3) скорее не доказано; 4) не доказано; 5) в текущей формулировке проверить доказанность положения невозможно.	*Положение №2. Установлены современные тенденции продолжительности, частоты и пространственно-временные изменения проявления гидрологических засух на основе анализа многолетних гидрометеорологических данных (индексы SPEI и SDI).* Данное положение подтверждено комплексным анализом многолетних данных по осадкам, температуре воздуха, речному стоку и индексов засушливости (SPI и SDI). Оно не является тривиальным, поскольку основано на системном изучении взаимосвязей климатических факторов и гидрологических характеристик, позволяющем выявить

			закономерности формирования гидрологических засух в Жайык-Каспийском бассейне. Положение является полностью новым для региона, так как впервые выполнена интеграция климатических и гидрологических индексов для оценки пространственно-временной изменчивости, длительности, интенсивности и частоты гидрологических засух. Научная значимость заключается в том, что гидрологические засухи напрямую влияют на минимальный сток и водообеспеченность, а выявленные тенденции могут использоваться для улучшения систем раннего предупреждения, водоресурсного планирования и адаптации к климатическим изменениям. Использованный комплексный подход включал статистическое моделирование, ГИС-анализ и сопоставление многолетних рядов SPI и SDI, что позволило выявить синхронность атмосферных и гидрологических засушливых периодов. Доказательность положения подтверждена публикациями автора в рейтинговых научных журналах. 1. **Birimbayeva, L.**, Makhmudova, L., Alimkulov, S., Tursunova, A., Mussina, A., Tigkas, D., Beksultanova, Z., Rodrigo-Clavero, M.-E., & Rodrigo-Ilarri, J. (2024). Analysis of the Spatiotemporal Variability of Hydrological Drought Regimes in the Lowland Rivers of Kazakhstan. Water, 16(16), 2316. https://doi.org/10.3390/w16162316 (Q1, 79th percentile)
		Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности: 7.1 Доказано ли положение? 1) **доказано**; 2) скорее доказано; 3) скорее не доказано; 4) не доказано;	*Положение №3. Разработана методология сценарного прогноза минимального стока в условиях климатической неопределенности на основе данных ансамбля глобальных климатических моделей CMIP6 для сценариев SSP3-7.0 и SSP5-8.5, спрогнозированы сценарные изменения минимального стока летне-осенней и зимней межени на горизонты 2040, 2060, 2080 гг.* Разработана методология сценарного прогнозирования минимального стока в условиях климатической

		5) в текущей формулировке проверить доказанность положения невозможно.	неопределённости на основе данных ансамбля глобальных климатических моделей CMIP6 для сценариев SSP3-7.0 и SSP5-8.5. Выполнены прогнозные расчёты изменений минимального стока летне-осенней и зимней межени на горизонты 2040, 2060 и 2080 гг. Данное положение подтверждено комплексными исследованиями, включающими обработку климатических проекций, масштабирование данных для условий Жайык-Каспийского бассейна, построение гидрологических связей между климатическими драйверами и меженным стоком, а также их моделирование на долгосрочную перспективу. Положение не является тривиальным, поскольку основано на современных методах сценарного анализа, математического моделирования и оценки климатических рисков. Положение полностью новое для региона – впервые создана адаптивная методология сценарного прогнозирования минимального стока, учитывающая климатическую неопределённость, вариативность сценариев и особенности региональной гидрологии. Методология позволяет количественно оценивать будущие риски маловодья, выявлять уязвимые участки бассейна и разрабатывать адаптационные меры для повышения устойчивости водохозяйственной системы. Ключевые элементы методологии включают использование ансамбля моделей CMIP6, анализ сезонной реакции меженного стока на климатические параметры, построение сценарных гидрологических моделей и оценку изменений минимального стока для горизонтов 2040, 2060 и 2080 гг. Доказательность положения подтверждена публикациями автора в рейтинговых журналах и представлением результатов на научных конференциях, что подтверждает новизну, актуальность и практическую применимость методики.

			1. Makhmudova L, Alimkulov S, Tursunova A, **Birimbayeva L**, Talipova E, Alzhanov O, Rodrigo-Clavero ME, Rodrigo-Ilarri J. Seasonally Contrasting Sensitivity of Minimal River Runoff to Future Climate Change in Western Kazakhstan: A CMIP6 Scenario Analysis. Water. 2025; 17(16):2417. https://doi.org/10.3390/w17162417 (Q1, 79th percentile). 2. Alimkulov S., Makhmudova L., Satenova B., **Birimbayeva L** et al. Modeling Daily River Discharge Using Machine Learning Ensembles in the Context of Climate Change: Application to the Zhaiyk-Caspian basin, Kazakhstan. Earth Syst Environ. 2025. https://doi.org/10.1007/s41748-025-00858-x. (Q1, 97th percentile).
8.	Принцип достоверности. Достоверность источников и предоставляемой информации	8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана: 1) **да**; 2) нет.	Выбор методологии исследования является полностью обоснованным. Для получения основных результатов диссертационного исследования по современным изменениям и перспективной оценке минимального стока рек Жайык-Каспийского водохозяйственного бассейна использованы следующие подходы и методы: сравнительно-описательный, ретроспективный анализ, общетеоретические (анализ, синтез, индукция, дедукция, абстрагирование, моделирование, обобщение, классификация и систематизация данных для формулирования выводов и научных рекомендаций), статистический метод и методы гидрологических расчетов, картографический, геоинформационные методы обработки и анализа данных. Применение комплекса этих методов обеспечило научную обоснованность, точность и полноту полученных результатов, а также позволило разработать рекомендации по управлению минимальным стоком с учётом современных климатических и антропогенных изменений в рассматриваемом бассейне.
		8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием	Результаты получены при использовании современных методов анализа, обработки и интерпретации данных, весь

		современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий: 1) **да**; 2) нет.	картографический материал подготовлен с использованием современных программных обеспечений и компьютерных технологий (ArcGIS 10.5).
		8.3 Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены экспериментальным исследованием (для направлений подготовки по педагогическим наукам результаты доказаны на основе педагогического эксперимента): 1) **да**; 2) нет.	Теоретические выводы, представленные в диссертации, подтверждены результатами научных исследований, включающих статистический анализ, математическое моделирование и применение других научных методов. Полученные выводы обсуждались и проходили апробацию на международных научных конференциях и специализированных научных семинарах.
		8.4 Важные утверждения **подтверждены**/частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу.	Все ключевые утверждения, представленные в различных разделах диссертации, при необходимости подкреплены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу.
		8.5 Использованные источники литературы **достаточны**/не достаточны для литературного обзора.	Источники литературы, примененные в диссертации, являются актуальными и полностью соответствуют требованиям для всестороннего литературного обзора.
9	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: 1) **да**; 2) нет.	В диссертационном исследовании изложены расширенные и детализированные представления в исследуемой области, внесён значительный вклад в развитие научного знания о современных изменениях и перспективной оценке минимального стока рек Жайык-Каспийского водохозяйственного бассейна.
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая	Диссертационное исследование обладает высокой практической значимостью.

		вероятность применения полученных результатов на практике: 1) **да**; 2) нет.	Практическая ценность исследования заключается в том, что его результаты и рекомендации могут использоваться Министерством водных ресурсов и ирригации РК, Министерством по чрезвычайным ситуациям, акиматами, а также проектно-изыскательскими и научно-исследовательскими организациями, занимающимися рациональным использованием и охраной водных ресурсов.
		9.3 Предложения для практики являются новыми: 1) полностью новые; 2) **частично новые** (новыми являются 25-75 %); 3) не новые (новыми являются менее 25 %).	Предложения для практики являются частично новыми.
10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма: 1) **высокое**; 2) среднее; 3) ниже среднего; 4) низкое.	Качество академического письма высокое, диссертационное исследование оформлено в соответствии с требованиями и правилами, предъявляемых при написании и оформлении диссертации.
11.	Замечания к диссертации	Замечаний к диссертационному исследованию не имеется. В виде рекомендации: 1. Возможность рассмотрения других индексов, таких как SPEI или PDSI, которые учитывают испаряемость и температуру. 2. В описании результатов прогнозов указаны проценты снижения или роста стока, хотелось бы видеть диапазоны неопределенности.	
12.	Научный уровень статей докторанта по теме исследования (в случае защиты диссертации в форме серии статей официальные рецензенты комментируют научный уровень каждой	Научный уровень публикаций докторанта по теме исследования оценивается как высокий. Все статьи освещают актуальные вопросы современных изменений и перспективной оценки минимального стока рек Жайык-Каспийского водохозяйственного бассейна, содержат оригинальные результаты, основанные на комплексном анализе многолетних гидрометеорологических данных, изучении климатических драйверов маловодности и моделировании сценарных изменений стока. Статьи отличаются: – применением современных методов гидрологического и климатического анализа;	

	статьи докторанта по теме исследования)	– внедрением авторской методологии сценарного прогнозирования минимального стока с учётом климатической неопределённости; – формулированием обоснованных практических рекомендаций по управлению водными ресурсами в меженный период. Публикации докторанта прошли рецензирование в рейтинговых журналах с ненулевым импакт-фактором, что подтверждает их научную новизну, методологическую обоснованность и соответствие международным стандартам качества исследований.
13.	Решение официального рецензента (согласно пункту 28 настоящего Типового положения)	В связи с вышеизложенным, считаю, что диссертационная работа Биримбаевой Ляззат Муратбековны на тему «Современные изменения и перспективная оценка минимального стока рек Жайык-Каспийского водохозяйственного бассейна» соответствует всем требованиям предъявляемым Комитетом по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования к диссертациям на соискание степени доктора философии (PhD), а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора философии (PhD) по образовательной программе «8D05203 – Гидрология».

Официальный рецензент,
к.г.н., и.о. доцента кафедры «Физической и экономической географии»,
факультета «Естественных наук»
ЕНУ имени Л.Н. Гумилева **Садвакасова С.Р.**