ЦЕНТРАЛЬНОАЗИАТСКИЙ ЖУРНАЛ ИССЛЕДОВАНИЙ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ (2025) 11(2): 46-77

https://doi.org/10.29258/CAJWR/2025-R1.v11-2/46-77.rus

Central Asian Journal of Water Research

Законодательное регулирование водопользования горнодобывающей промышленности Казахстана и его соответствие ЦУР: аналитический обзор

Пономарева Т.С., Жирков В.В., Южаков И.Ю.

ТОО «Научно-исследовательский центр «Биосфера Казахстан», ул. Мустафина, 7/2, оф. 407, г. Караганда, 100012, Казахстан

АННОТАЦИЯ

Возрастающая нагрузка на водные ресурсы, а также международные обязательства Казахстана по Повестке дня на период до 2030 г. определили необходимость скорейшей модернизации водохозяйственной инфраструктуры промышленных предприятий. Между тем (в условиях отсутствия объективных гидроэкологических данных и нормативной неопределенности) принятие технологических решений по очистке и использованию шахтных и карьерных вод сопряжено водными рисками для горнодобывающей отрасли производства. Данные факторы послужили поводом для подготовки аналитического обзора с целью более широкого информирования заинтересованных сторон о существующей проблеме. Фундаментальный контекст статьи определяется научно-теоретическим сопоставлением существующей законодательной структуры регулирования водопользования с институциональной политикой Целей устойчивого развития № 6 (ЦУР 6) «чистая вода и санитария». В качестве ключевого аспекта исследований выступает «комплексный» индикатор 6.4.2. ЦУР «уровень водного стресса», сквозная взаимосвязь которого с другими индикаторами ЦУР 6 позволяет представить всесторонний анализ в вопросе надлежащего исполнения национальных стратегий РК по устойчивому управлению водными ресурсами. Результаты исследований показали, что несмотря на довольно полную законодательную интеграцию ЦУР в нормативно правовые акты (НПА) Казахстана, их реализация в виде экологических нормативов требуют критической переоценки для возможности практического применения при идентификации горнодобывающими предприятиями наилучших доступных техник (НДТ). Несостоятельность экологических нормативов обусловлена слабым межведомственным взаимодействием, размытом понимании ответственности, формальным характером участия промышленного и научного сообщества в разработке, экспертной оценке и научном сопровождении проектов НПА.

Подана в редакцию:
7 апреля 2025

Принята к публикации:
9 июля 2025

Доступ онлайн:
7 августа 2025

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

ЦУР, карьерные и шахтные воды, экологические нормативы, рациональное водопользование, законодательное регулирование, сточные воды

Для корреспонденции: Пономарева Т.С. ponomaryova@bskz.kz, ТОО «Научно-исследовательский центр «Биосфера Казахстан», ул. Мустафина, 7/2, оф. 407, Караганда, 100012, Казахстан

Опубликовано Казахстанско-Немецким Университетом, Алматы / Казахстан

1. Введение

На сегодняшний день многочисленные мировые исследования свидетельствуют о возрастающей глобальной нехватке водных ресурсов (Jones et al., 2024; UN, 2023). При этом различный уровень развития и специфичность природно-климатических условий отдельных стран, определяющих материальные, физические и технические факторы доступности воды для использования, могут способствовать неоднозначному восприятию данной проблемы (Reig et al., 2021). Широко применяемым в международной практике аналитическим инструментом, расширяющим понимание структуры водопользования и гидроэкологической ситуации в стране и отдельных ее регионах, с целью разумного распределения и защиты имеющихся водных ресурсов, служит индикатор 6.4.2. Целей устойчивого развития Организации Объединенных Наций (ЦУР ООН) – «уровень водного стресса: забор пресной воды как доля доступных ресурсов пресной воды», подведомственным органом по контролю которого выступает Продовольственная и сельскохозяйственная организация (Food and Agriculture Organization, FAO) (FAO and UN Water, 2021).

По итогам 2021 г., согласно оценкам FAO водного стресса на национальном уровне в целом, Республика Казахстан (РК) отнесена к категории стран с низкой степенью серьезности проблемы нехватки водных ресурсов (UN-Water SDG 6 Data Portal, 2024). В буквальном смысле, установленный FAO на отметке 34,1 % показатель, превышающий верхнюю границу его приемлемости (25 %) и среднемировое значение (19 %) в 1,4 и 1,8 раз соответственно, свидетельствует о недостаточно сбалансированном использовании водных ресурсов с превышением объема водозабора, доступного для устойчивого функционирования экосистем обеспечения продовольственной безопасности и социально-экономического развития регионов. Между тем, если в разрезе страны проблема дефицита водных ресурсов выглядит не столь критичной, то на региональном уровне наблюдается огромный диссонанс. Так, сопоставление графических материалов дезагрегированных оценок индикатора (Biancalani, Marinelli, 2021), приведенных к контуру основных гидрологических бассейнов FAO с территориальной границей Казахстана, показало, что более 50 % площади РК отнесено к регионам с высокой и критически высокой нагрузкой на водные ресурсы, вызванной, помимо естественной засушливости региона и климатических изменений (Zomer et al, 2022), низкими темпами внедрения водосберегающих технологий и уровнем культуры водопотребления, недостаточной компетенцией работников водной отрасли и слабым межсекторальным сотрудничеством (Послание Главы государства Касым-Жомарта Токаева народу Казахстана от 1 сентября 2023 года, 2023).

Осознание масштабов экологических и водных проблем привело к стремительному реформированию природоохранной политики Казахстана, посредством интеграции в правовое поле принципов ЦУР (Постановление Правительства РК от 5 февраля 2024 года № 66, 2024; Хамбар, Абуов, 2024). Одним из действенных прикладных инструментов реализации задач ЦУР 6 «чистая вода и санитария», направленным на улучшение качества вод водных объектов (индикатор 6.3.2. ЦУР), обеспечение должной защиты водных экосистем (индикатор 6.6.1. ЦУР) и борьбы с истощением водных ресурсов (индикатор 6.4.2) посредством повышения качества очистки сточных вод (индикатор 6.3.1. ЦУР) и увеличения масштабов их повторного использования (индикатор ЦУР 6.5.1), служат НДТ (Закондырин, 2023).

Мерам НДТ, заключающимся во внедрении экологически результативных технологических решений в области очистки и/или повторного использования сточных вод, в большей степени подлежит промышленный сектор экономики страны (Экологический кодекс РК, 2021; Постановление Правительства РК от 1 апреля 2022 года № 187, 2022), деятельность которого в дальнейшем может быть строго ограничена в случае неисполнения требований по повышению эффективности водопользования. Особенно высоки риски ограничений для испытывающей в последние годы промышленный подъем горнодобывающей отрасли производства (МСОК 05-09) (Atakhanova et al., 2024) по причине образования значительных объемов, сопутствующих добыче полезных ископаемых шахтных и карьерных сточных вод, требующих поиска более сбалансированного подхода в управлении по сравнению с устоявшейся в Казахстане практикой утилизации в прудах-испарителях (Киздарбекова и др., 2023), а также необходимости отведения стоков в водные объекты, высокой степени неопределенности истинно естественных характеристик принимающей среды, целостная осведомленность в которых необходима для идентификации и выбора НДТ (EU-BRITE, 2006; СТ РК ISO 23043-2023, 2023).

Казалось бы, в идеале, предписываемая Кодексом (Кодекс РК «О недрах и недропользовании» от 27 декабря 2017 года № 125-VI, 2017) необходимость долгосрочного прогнозирования, предупредительного планирования и комплексного проектирования объектов недропользования в строгом соответствии с нормами экологического законодательства и, в частности, с принципами экологической оценки (ст. 50 ЭК РК) должна содержать исчерпывающие исследования исходных ключевых компонентов природной и социальной среды региона горнодобычи, исключающих возникновение вышеуказанных неопределенностей и рисков.

Однако в действительности, в сравнении с мировой практикой проведения оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС), охватывающей

на этапе планирования полный жизненный цикл предприятия с распределением компетенций и ответственности среди участников процесса, в целях заблаговременного выявления всевозможных потенциальных воздействий на окружающую среду (ОС) и общество от реализации проекта (ACSMP, 2011; Jain et al., 2016), можно заключить, что в Казахстане процедура экологической оценки выполняется лишь отчасти. Существующие подходы сбора и анализа данных в большинстве случаев ограничены макроуровнем, геохимическая и гидрогеологическая информация рассматривается с позиции технологии производства и промышленной безопасности, тогда как экологические аспекты заключаются в большей мере в «формальной фиксации» существующего состояния объектов ОС в качестве отправной точки процедуры нормирования и расчета платы за воздействие.

Так, к примеру, методический подход установления нормативов сброса (Приказ Министра экологии, геологии и природных ресурсов РК от 10 марта 2021 года № 63, 2021) построен на данных шести мониторинговых измерений концентраций базового фона в контрольном створе водного объекта и точке сброса сточных вод. Не принимаются во внимание возможные нарушения водной экосистемы и необходимость оценки ее толерантности к антропогенному воздействию (Ten Hulscher et al., 2021). При этом зона ответственности по установлению соответствующих норм в виде экологических нормативов качества (ЭНК) и связанных с ними целевых показателей качества (ЦПК) закреплена за уполномоченным государственным органом (п. 12 ст. 36 ЭК РК). Не допускается и вероятность изменчивости характеристик сточных вод с течением времени, обусловленных кумулятивным потенциалом кислотного дренажа и степени выщелачивания металлов по мере окисления сульфидных минералов, повышения минерализации при переходе горных работ на более глубокие горизонты и пр. (Kusi et al., 2024), прерогатива в исследовании которых, в свою очередь, предписана субъектам недропользования (ст. 64 ЭК РК).

Данные обстоятельства выявляют очевидную нереализованность законодательного механизма ЦУР 6 с точки зрения их практического применения, несмотря на достаточно полное функциональное отражение ее элементов в стратегических документах РК, интеграция которых по состоянию на 2019 г. составила более 80 % (Хамбар, Абуов, 2024). При этом, как показывают аналитические исследования (Gong et al., 2024; Nilsson, Weitz, 2019; Pradhan et al., 2017), прогресс в ЦУР, ограниченный исключительно интеграцией основных положений программы без комплексного понимания взаимообусловленности целей и индикаторов, имеет сугубо декларативный характер.

Настоящий аналитический обзор сфокусирован на анализе соответствия законодательной структуры регулирования водопользования

РК институциональным принципам ЦУР 6. В качестве ключевого аспекта исследований выступает позиционированный «комплексным» (Vanham et al., 2018) индикатор 6.4.2. ЦУР «уровень водного стресса», информационное наполнение которого за счет учета экологических стоков позволяет установить причинно-следственные связи с другими индикаторами ЦУР 6. Как следствие, аналитический обзор позволит акцентировать внимание на существующих пробелах в НПА и необходимых к принятию корректировок и мер реагирования, способных обеспечить целесообразные стимулы для повышения эффективности водопользования и таким образом достижения целей экологической политики.

2. Материалы и методы исследований

Оценка правовых актов на предмет экологической целесообразности действующих законодательных норм выполнена с использованием методов систематического сопоставления и синтеза большого спектра аналитических данных. Материалами для анализа послужили отечественные и международные НПА, отчетная документация по ним, данные открытых источников статистической информации, интерактивных программ моделирования, рецензируемой научной литературы.

Показанная в обзоре последовательность изложения результатов исследований мотивирована изначальной необходимостью представления комплексного и исчерпывающего аналитического повествования в вопросах ЦУР 6 и связанных с ними международных обязательств Казахстана в области защиты окружающей среды. В последующих подразделах представлены свидетельства о степени интеграции принципиальных подходов и положений ЦУР в национальное законодательство страны исходя из анализа объективности их форм реализации. В разделе «Обсуждение и заключительные заметки» в контексте изложенных доказательств определены существующие коллизии между действующими в Казахстане законодательными нормами и положениями международного права, а также связанными с ними рисками для окружающей среды, промышленности и социума. Объективность аналитического обзора обеспечена привлечением к рецензированию местных и зарубежных профильных специалистов, согласно требованиям научного журнала.

3. Результаты

3.1. «Комплексный» индикатор 6.4.2. ЦУР «водный стресс» и его взаимосвязь с индикаторами ЦУР 6

Индикатор 6.4.2. ЦУР «водный стресс» является официальным индикатором оценки доступности водных пресных ресурсов и мониторинга в достижении устойчивого водозабора, утвержденным Межучрежденческой группой экспертов по показателям ЦУР (МГЭ-ЦУР). Физический смысл показателя заключается в оценке объемов безвозвратного использования пресных вод по трем видам экономической деятельности (TFWW, Total freshwater withdrawn) – сельскохозяйственное, промышленное и муниципальное водоснабжение в сравнении с имеющимися возобновляемыми ресурсами (TRWR, Total renewable freshwater resources) после учета требований к экологическому стоку (EFR, Environmental flows requirements) (Dickens et al., 2019).

$$\text{Водный стресс} = TFWW/(TRWR-EFR)\times 100\%$$

Серьезность водного стресса, в соответствии с методологией FAO, оценивается как низкая при уровне показателя в 25–50 %, средняя – при 50–75 %, высокая – при 75–100 %, более 100 % – экстремально высокая (критическая). Значение показателя менее 25 % свидетельствует об отсутствии в регионе проблем с нехваткой воды. Превышающий 100 % уровень водного стресса указывает на вовлечение в экономическую деятельность доли EFR. Степень серьезности водного стресса после учета EFR также связывают с утратой в результате изменений гидрологического режима водоема присущих ему рекреационных, гидроэнергетических, судоходных и иных функций, не требующих в своей деятельности водозабора, но обладающих высокой водной потребностью, значительно превышающей остающиеся в объекте объемы EFR.

Используемые в расчетах TRWR и EFR представляются константами страны для достижения целевых показателей ЦУР в рамках Повестки дня на период до 2030 г., составляющими для Казахстана 108,4 млрд м³ и ~36,3 млрд м³ соответственно (Электронное правительство РК, 2017). При этом TRWR на 59,4 % (64,4 млрд м³) должен обеспечиваться внутренним стоком, сформированным осадками, питающими местные реки и грунтовые воды, и на 40,6 % (44,0 млрд м³) – внешним стоком, состоящим из трансграничных потоков рек после учета допустимых объемов к изъятию пресных вод выше по течению, определенных условиями межгосударственных соглашений. TFWW определяют фактические данные водозабора отраслями экономики в целом по стране, предоставляемые FAO центральным координатором по отчетности ЦУР в РК – Бюро национальной

статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам РК (Статистическое агентство РК, 2022). Определение EFR в контексте устойчивого развития берет свое начало из Брисбенской декларации и определяет количества и сроки потоков пресной воды, необходимых для поддержания водных экосистем, приемлемое состояние которых, в свою очередь, способствует укреплению культуры, экономики и благосостоянию населения (Arthington et al., 2018). Тривиальным представлением EFR вне контекста ЦУР, обеспечивающим практическую интерпретацию показателя, может служить формулировка Дубининой и др. (2015), суть которой заключается в обязательном сохранении ниже по течению от места воздействия (безвозвратного изъятия водных ресурсов или регулирования водного режима) части естественного стока, остаточный объем которого способен обеспечить устойчивые условия и функционирование пресноводных экосистем. Поскольку величина EFR водоема в зависимости от его экологического статуса и природно-климатических условий расположения может существенно отличаться, при подготовке Добровольных национальных отчетов по реализации ЦУР к 2030 г., в случае отсутствия внутренних оценок EFR, странам рекомендовано дезагрегировать показатель на региональном уровне с использованием данных глобальной информационной системы о потоках окружающей среды (Global Environmental Flow Information System, GEFIS), разработанной Международным институтом управления водными ресурсами (International Water Management Institute, IWMI) (Dickens et al., 2024).

Интерактивная платформа GEFIS (рис. 1), используя данные исторической изменчивости водных потоков глобальной модели гидрогеологии PCR-GLOBWB 2 (Sutanudjaja, 2018), позволяет вычислять необходимые для достижения водными экосистемами одного из 4-х целевых классов (от A до D) экологического менеджмента (Environmental Management Classes, EMC) объемы EFR, с целью сохранения их текущего экологического состояния, а также повышения или понижения класса исходя из социально-экономических соображений (таблица 1). Таким образом, под экологическим состоянием водной экосистемы в контексте индикатора 6.4.2. ЦУР подразумевается обусловленная антропогенной деятельностью, свойственная каждому классу некоторая степень отклонения биофизических компонентов от естественного эталонного состояния, выражаемая в виде кумулятивной изменчивости биотических факторов водной экосистемы в зависимости от степени освоения водных ресурсов (Sood et al., 2017). Тогда как перспектива управления предполагает возможные сценарии использования водных объектов, определяющие согласованный с экологическим состоянием уровень защиты. Стоит отметить, что экологическая классификация ЦУР предусматривает дифференциацию классов от A до E, однако в GEFIS класс E не рассматривается, поскольку поддержание водоемов в экологически неустойчивом состоянии противоречит Повестке дня на 2030 г.

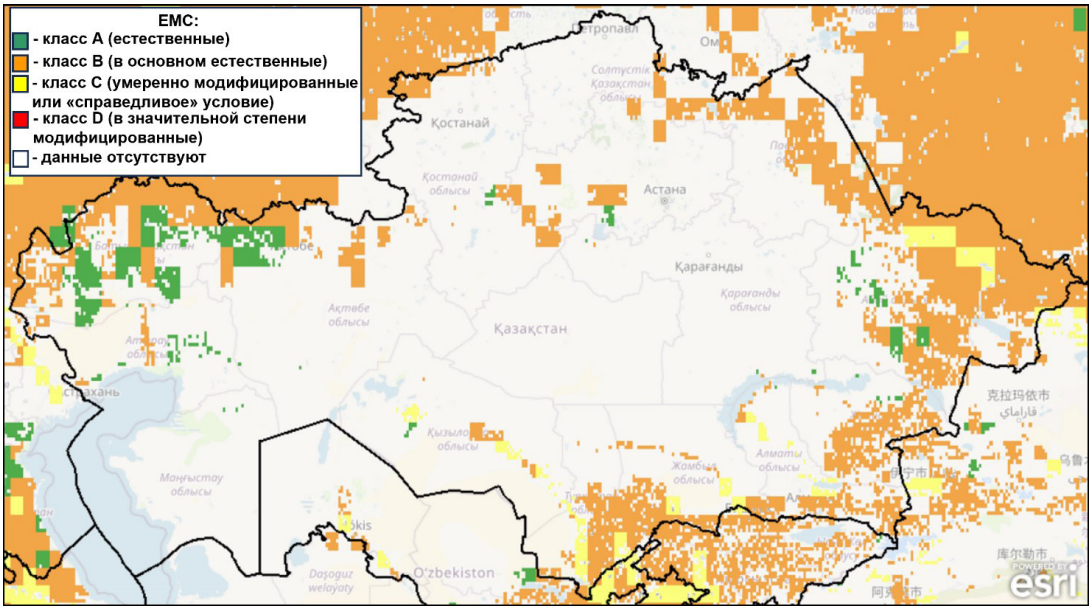

Рис. 1. Существующее распределение территорий по классам EMC (GEFIS, 2025)

Таблица 1. Оценка EFR существующих классов EMC в пределах административных областей РК (GEFIS, 2025)

Область	Требуемый EFR для достижения класса EMC, %			
	A (естественные)	B (в основном естественные)	C (умеренно модифицированные)	D (в значительной степени модифицированные)
Акмолинская	66,0-76,5 (73,7)	46,7-55,3 (52,2)	24,9-46,7 (36,7)	20,1-33,4 (27,1)
Актюбинская	51,3-83,4 (64,3)	35,6-60,6 (42,9)	22,1-36,4 (28,7)	14,5-24,1 (19,3)
Алматинская	63,1-83,8 (69,6)	38,6-65,3 (47,0)	21,5-51,3 (30,9)	14,6-42,2 (19,9)
Атырауская	50-82,6 (70,0)	42,3-55,7 (50,7)	27,2-44,4 (36,8)	19,5-31,9 (26,3)
ЗКО	61,6-100 (67,2)	36,8-100 (44,0)	25,6-99,5 (29,2)	18,2-51,8 (19,9)
Жамбылская	57,9-68,3 (64,1)	31,9-46,5 (39,8)	16,4-30,3 (24,1)	8,0-19,8 (14,5)
Карагандинская	78,3-83,6 (82,7)	50,8-57,4 (51,7)	31,3-42,6 (33,2)	22,3-28,7 (23,4)
Костанайская	64,2-98,9 (72,0)	45,6-57,7 (51,7)	29,8-41,4 (36,3)	21,8-31,4 (25,6)
Кызылординская	65,7-100 (76,5)	41,7-80,1 (57,4)	28,8-70,0 (48,5)	20,6-50,5 (37,5)
Мангистауская	64,9	53,1	41,3	29,5
Туркестанская	50,8-71,6 (53,9)	24,3-41,2 (27,6)	10,0-31,0 (14,5)	4,3-23,4 (8,1)
Павлодарская	56,0-76,7 (73,8)	41,9-57,5 (52,7)	34,1-42,1 (39,3)	24,2-31,5 (28,6)
СКО	66,7-75,8 (73,2)	50,0-58,3 (52,2)	31,8-44,9 (36,6)	21,7-29,3 (24,4)
ВКО	65,7-78,9 (74,6)	42,3-62,5 (55,7)	27,7-49,6 (41,6)	18,7-39,3 (30,9)
В среднем по РК	69,8	48,4	33,8	23,7
Примечание: диапазон EFR по административным районам в пределах области, в скобках – среднее значение для области				

Засушливые и полузасушливые территории исключены GEFIS из расчетов из-за высокой вероятности получения недостоверных результатов EFR в условиях незначительности формирования водных потоков (Sood et al., 2017), в соответствии с чем площадь локально идентифицированных геопространственных данных на уровне страны составила 18,1 % (2,3 % класса A, 14,5 % класса B, 1,4 % класса C). Дезагрегированные в границах административных областей оценки EFR для достижения водными объектами класса A определили необходимость резервирования в водных объектах в зависимости от степени деградации от 50,8 % до 100 % TRWR, для классов B, C, D диапазон аналогичных показателей составил 24,3–100 %, 10–70 %, 4,3–50,5 % соответственно.

Отраженные в индикаторе 6.4.2. ЦУР классы EMC коррелируют с концептуальными подходами экологической классификации пресноводных экосистем и установления на основании их целевых показателей экологического статуса, отраженных в четырех томах Рамочной основы управления пресноводными экосистемами (Framework for Freshwater Ecosystem Management, FFEM) (UNEP, 2017 (Vol. 1, Vol. 2); UNEP, 2018 (Vol. 3, Vol. 4), создание которой инициировано Ассамблеей ООН по окружающей среде (United Nations Environment Assembly, UNEA) в 2013 г. (Decision of the Governing Council 27/3, 2013). FFEM не содержит набора глобально применимых стандартов качества воды по причине свойственных отдельным странам различий природно-климатических и социально-экономических условий с присущими им водными проблемами, а лишь задает вектор для установления научно обоснованных национальных систем экологической классификации и соответствующих ей перспектив управления, направленных на выполнение странами положений Конвенции о биологическом разнообразии (КБР) (Постановление Кабинета Министров РК от 19 августа 1994 г. № 918, 1994; Convention on Biological Diversity, 2021), прогресс в достижении которой синергично связан с индикаторами 6.3.2. ЦУР «доля водоемов с хорошим качеством воды» (Warner, 2020) и 6.6.1.ЦУР «доля водных бассейнов, в которых отмечены значительные изменения площади поверхностных вод» (UN-Water SDG 6 Data Portal, 2024).

Составленная по формату дорожной карты FFEM предопределяет логическую последовательность действий для установления целевых показателей экологического статуса водных экосистем, заключающуюся в выполнении четырех этапов – инициации, идентификации, оценки и принятия решений (рис. 2), способствуя проработке национальных нормативно-правовых актов, обеспечивающих согласованное видение устойчивого управления и пользования водными ресурсами, усилению координационной политики и межсекторального взаимодействия, развитию институционального и научного потенциала, составляющих базовые компоненты индикатора задачи 6.5.1 ЦУР «степень внедрения комплексного управления водными ресурсами (КУВР)» (UNEP, 2021).

Рис. 2. Этапы установления целевых показателей экологического статуса FFEM

Принимая во внимание зональность условий водосбора (см. рис. 2), методология индикатора 6.3.2. ЦУР (Warner, 2020) с целью исключения искажений результатов классификации рекомендует избегать подхода «единого для всех», свойственного национальному уровню, указывая на необходимость разграничения классификаций водоемов как минимум на типологическом или бассейновом уровне, что успешно реализовано в США (Gibson et al., 2000) и Австралии (ANZECC/ARMCANZ, 2000). В случае высокой вариативности природной изменчивости качества вод во временном масштабе и пространственной неоднородности, свойственных так называемым прерывистым рекам и эфемерным ручьям (intermittent rivers and ephemeral streams, IRES) засушливых и полузасушливых регионов (Gómez-Gener et al., 2021), классификацию, как указано в Warner (2020), следует проводить на уровне водоема или станции мониторинга.

Принятая в индикаторе 6.4.2. ЦУР (Dickens et al., 2024) система экологических классов EMC получена (Sood et al., 2017) модификацией «Индекса угрозы биоразнообразию рек» (Vörösmarty et al., 2010), исключив загрязнение и нарушения водосбора в качестве прокси-факторов изменчивости экологического состояния водоемов, однако сохранив при этом в глобальном масштабе, за счет ассимиляционного потенциала EFR, весовые соотношения индекса угроз. Это позволило (UNEP, 2018) по степени толерантности к загрязнению идентифицировать классы A, B как «высокоустойчивые», классы C, D, E – «в целом устойчивые», «в целом неустойчивые» и «неустойчивые» соответственно. Подобный подход, называемый в ЕС «принципом условной водоемкости», посредством оценки дефицита/наличия потенциала разбавления водоемом загрязняющих веществ до

их безвредных для экосистемы концентраций (Predicted No Effect Concentrations, PNECs) позволяет идентифицировать технологии из числа НДТ (EU-BRITE, 2006).

3.2. Оценка прогресса реализации ЦУР 6 в РК. Сопоставление институциональных подходов

Согласно мониторинговым данным FAO AQUASTAT (UN-Water SDG 6 Data Portal, 2024), диапазон значений водного стресса для Казахстана в целом за период 2000–2021 гг. находился на уровне 28,4–34,1 %. Причем, если до 2015 г. динамика показателя носила цикличный характер (период роста в 1–4 года сменялся снижением), то с 2016 г. наблюдается устойчивая тенденция к постепенному повышению, обусловленная закреплением отметки TFWW на уровне ~23–25 млрд м³. Вклад промышленного водозабора в TFWW за двадцатилетний период наблюдений FAO составлял от 19 % (4,7 млрд м³) до 32 % (7,4 млрд м³) (UN-Water SDG 6 Data Portal, 2024), причем составляющая его доля горнодобывающего сектора определяет порядка 4 % (0,26 млрд м³) (UN Global Platform, 2024). Наибольший вклад в TFWW внесен сельскохозяйственным водопользованием, составляющим в разные годы от 58 % до 71 %, наименьший – муниципальным, с отведением на него 10–15 % от суммарного водопотребления.

В целях определения доступных к изъятию водопользователями объемов воды, обеспечивающих необходимые питьевые, коммунально-бытовые, производственные, сельскохозяйственные и природоохранные нужды, Статьей 82 Водного кодекса РК (ВК РК) (Водный кодекс РК от 9 июля 2003 года № 481-II, 2003) в разрезе административных областей предусмотрено установление лимитов водопользования. Сопоставление утвержденных на период 2016–2025 гг. лимитов водопользования для страны в целом (Приказ Заместителя Премьер-Министра РК – Министра сельского хозяйства РК от 19 августа 2016 года № 367, 2016) с данными AQUASTAT, используемыми при оценке водного стресса FAO, представлено в таблице 2.

Таблица 2. Сравнительный анализ показателей водораспределения (лимиты водопользования на2016–2025 гг.) и водопотребления (данные FAO)

Показатели водораспределения и водопотребления	TFWW, млрд м³/год				TRWR, млрд м³/год	EFR/ попуски, млрд м³/год
	Сельхоз. нужды	Пром. нужды	Муницип. нужды	Σ		
Данные FAO (2016–2021 гг.)	14,8	6,1	2,9	23,8	108,4	36,3
Лимиты на 2016–2025 гг.	17,7	7,5		25,2	125,1*	3,43
*Среднемноголетний показатель возобновляемых водных ресурсов РК за период 2016–2019 гг. рассчитан на основании статистических данных ООН (UN Global Platform, 2024)						

Как видно из таблицы 2, установленные лимиты водозабора за счет выделенного для нужд сельскохозяйственного водного профицита и сокращения совокупного объема промышленного и муниципального водопользования превышают аналогичные фактические среднемноголетние показатели FAO AQUASTAT на 5,5 % (1,4 млрд м³/год). Поскольку в нормативно-правовом поле РК отсутствует понятие экологических стоков, можно предположить, что определенные в лимитах расчетные значения экологических нужд в общем количестве 3,43 млрд м³/год подразумевают под собой природоохранные попуски, направленные, как указано в п. 3 ст. 57 ВК РК, на регулирование расхода рек водохранилищ с целью сохранения их естественного состояния. Однако, по мнению Бурлибаева, Бурлибаевой (2020), используемый для их определения методический расчет не несет в себе экологической обоснованности, поскольку принимаемые объемы берутся вне зависимости от степени деградации водных экосистем.

Согласно п. 2 ст. 82 ВК РК, актуализация лимитов водопользования в разрезе водных бассейнов и областей осуществляется каждые десять лет в рамках процедуры их пересмотра, в соответствии с которой определение водной потребности для отраслей экономики, производится на основании заявок первичных водопользователей, которые, в свою очередь, исходят из расчетов удельных норм водопотребления и водоотведения вторичных водопользователей. Проектные материалы по расчету удельных нормативов служат обоснованием для получения прав на использование в своей деятельности поверхностных и подземных водных ресурсов, предусмотренных условиями для выдачи разрешений на специальное водопользование (ст. 66 ВК РК). Порядок разработки и оформления документации регламентируется соответствующей Методикой расчета удельных нормативов водопотребления и водоотведения (Приказ Заместителя Премьер-Министра РК – Министра сельского хозяйства РК от 30 декабря 2016 года № 545, 2016). Основой для ограничений субъектов водопользования в объемах забора свежих и отведению сточных вод, выставления требований по внедрению на производстве рациональных методов и технологий, гарантирующих водосбережение, а также подтверждения комплексности и рациональности водопользования служат укрупненные нормы водопотребления и водоотведения (п. 3. ст. 86 ВК РК) (Приказ и. о. Министра сельского хозяйства РК от 11 октября 2016 года № 431, 2016).

Укрупненные нормы промышленного водопотребления и водоотведения отнесены к единице производимой продукции или сырья и имеют строго обозначенные количественные показатели возможного водозабора, водосброса, безвозвратных потерь; относительные показатели – к приведенной доле использования на производстве оборотной и повторно используемой воды.

Между тем, как известно, интенсивность шахтного и карьерного водоотлива определяется местными факторами водосбора, что не всегда может дать сопоставимые с укрупненными нормами значения. К сравнению, Руководство отчетности по воде компаний – членов Международного совета по горному делу и металлам (International Council on Mining and Metals, ICMM) (ICMM, 2021), политика производственной деятельности которых основана на ЦУР, не рекомендует отражать показатели рациональности водопользования нормализацией относительно метрик произведенной продукции или финансовой прибыли, ввиду того что операционные водные нужды и условия отдельно взятого предприятия отличаются своей специфичностью. Более того, политика ведущей практики компаний (ICMM, 2023) заключается в построении в рамках многосторонней инициативы наиболее рациональных водобалансовых схем предприятия на уровне суббассейна, в которых направления использования шахтных и карьерных вод определяются на основании оценок водных рисков с учетом климатических и гидрологических прогнозов, экологических потребностей региона. Сравнительный анализ выраженных в процентном отношении укрупненных норм водопотребления и водоотведения горнорудных предприятий РК с показателями устойчивого управления водными ресурсами нескольких компаний – членов ICMM - Barrick Gold Corporation (добыча медной руды) (Barrick Gold Corporation, 2022) и Alcoa (производство и добыча бокситов) (Alcoa, 2023) представлен в таблице 3.

Таблица 3. Показатели эффективности водопользования для компаний – членов ICMM и РК

Показатели эффективности водопользования	Оборотная и последовательно используемая, %	Свежая вода из источника, %	Безвозвратное потребление и потери, %	Сточная вода, подлежащая отведению, %
Barrick Gold Corp	82-83%	-	-	-
Alcoa	16,9	83,1	3,9	79,2
РК добыча руды:				
Бокситовой	83,7	16,3	11,6	4,7
Медной	76	24	6,2	17,8
Марганцевой	93	7	5,60	1,4
Хромитовой	93,3	6,71	0,6	6,1
Железной	96,1	3,95	3,9	0,07

Как видно из таблицы 3, нормативным критерием рационализации структуры водоснабжения и водоотведения казахстанских предприятий является достижение необходимого процента повторного использования вод, значения которых представляются более жесткими в сравнении с показанными примерами

компаний – членов ICMM, направленность использования шахтных и карьерных вод в которых определяется необходимостью поддержания пространственного равновесия водных ресурсов региона горнодобычи.

В отношении перспектив управления водными объектами, исходя из сформировавшегося экологического потенциала водного объекта, Единой системой классификации качества воды в водных объектах (ЕСККВВО) (Приказ Председателя Комитета водного хозяйства Министерства водных ресурсов и ирригации РК от 20 марта 2024 года № 70, 2024; Приказ Министра экологии и природных ресурсов РК от 14 ноября 2024 года № 275-П, 2024) предусмотрено установление категорий возможного пользования водными ресурсами проточных водоемов (рек и водохранилищ), исходя из соответствия качества их вод требованиям различных потребителей. При этом, согласно ст. 41 Правил разработки и пересмотра ЭНК (Приказ и. о. Министра экологии, геологии и природных ресурсов РК от 27 июля 2021 года № 270, 2021), пороговые числовые показатели классов ЕСККВВО одновременно являются и целевыми экологическими нормативами.

Основой для создания казахстанской системы эколого-управленческой классификации речных систем, исходя из схожести подходов экологической систематизации классов, предположительно, послужили нормативы качества поверхностных проточных вод с экологических позиций Единых критериев качества вод стран СЭВ (Романенко и др., 1990), разграничивающих таким же образом экологическое состояние водоемов по степени загрязненности от I до VI класса, тогда как в основу управленческих решений легли подходы установления дифференцированного водопользования Республики Молдова, детально описанные в диагностическом докладе 2012 г. (ЕЭК ООН, РЭЦЦА, 2012). В таблице 4 с позиции эколого-управленческой структуры классификации представлен анализ сопоставимости ЕСККВВО (Приказ Председателя Комитета водного хозяйства Министерства водных ресурсов и ирригации РК от 20 марта 2024 года № 70, 2024) с принципиальными положениями индикатора ЦУР 6.4.2 (Sood et al., 2017; Dickens et al., 2019) и FFEM (UNEP, 2018).

Таблица 4. Классы экологического состояния водных экосистем и соответствующие им законодательные перспективы управления

Экологическое состояние и перспектива управления (виды водопользования)		
ЕСККВВО	Индикатор 6.4.2 ЦУР	FFEM
I класс (очень хорошее качество) – в поверхностных водах водного объекта не наблюдается изменений или они очень малы. Водные ресурсы могут быть использованы для всех видов (категорий) водопользования – рыбоводства и охраны ихтиофауны, хозяйственно- питьевого, культурно-бытового, сельскохозяйственного, промышленного водопользования.	А класс (естественные) – водоемам свойственны незначительные изменения среды обитания. Рекомендуемая перспектива управления – отнесение к категории природоохранных объектов. Не допускается строительство новых водохозяйственных сооружений.	Категория 1 (высокая целостность экосистемы) – близкое к естественному (эталонному) состоянию. Экосистемы данной категории следует отнести к области приоритетного планирования природоохранной деятельности.
II класс (хорошее качество) – поверхностные воды в незначительной степени затронуты человеческой деятельностью и пригодны для всех категорий водопользования, аналогично I классу, за исключением того, что для хозяйственно-питьевого назначения требуются методы простой водоподготовки.	В класс (в основном естественные) – несмотря на освоение водных ресурсов, биоразнообразие и среда обитания в большей степени остаются ненарушенными. Разрешены небольшие ирригационные сооружения, объекты водоснабжения.	Категория 2 (минимально или умеренно нарушенные экосистемы) – качество воды водных экосистем определяет их использование в целях рекреации, питьевого водозабора, обитания чувствительных видов рыб (лососевых и карповых), и иных индикаторных таксонов. Забор воды для орошения, искусственное пополнение очищенными сточными водами, гидроэнергетика и прочие нужды являются причиной гидроморфологических стрессов, при этом данные воздействия могут быть приняты приемлемыми при обеспечении соответствующего управленческого реагирования, исключающего дальнейшую деградацию экосистемы.
III класс (умеренно загрязненные) – регистрируются умеренные признаки нарушения функционирования экосистемы. Нежелательно использовать водоем для разведения лососевых рыб, в целях хозяйственно питьевого водопользования требуются более эффективные методы очистки нежели для вод II класса. Для нужд рекреации, орошения, промышленности воды пригодны без ограничений	С класс (умеренно модифицированные или «справедливое» условие) – места обитания и динамика биоты характеризуется некоторой степенью изменчивости, при которой сокращается численность популяций чувствительных видов, отмечается присутствие инвазивных видов, однако целостность экосистемы сохраняется. Нарушения естественной среды обитания и качества вод обоснованы необходимостью социально-экономического развития регионов в виде строительства плотин, водозаборных сооружений. Для сохранения текущего экологического статуса водоема требуется применение превентивных природоохранных мер управления	

Таблица 4. Продолжение

IV класс (загрязненные) – наблюдаются значительные отклонения показателей качества воды от природного фона. Воды пригодны для орошения и промышленного водопользования, не рекомендованы для целей рекреации, для хозяйственно-питьевого водопользования требуется интенсивная (глубокая) водоподготовка.	D (в значительной степени модифицированные) – прослеживаются существенные, но при этом приемлемые изменения среды обитания, биоты и основных функций экосистем, проявляющихся в снижении видового состава гидробионтов, преобладании устойчивых к воздействию либо инвазивных видов. Значительные и четко видимые изменения связаны с недостаточно рациональным или вынужденным освоением водных ресурсов. Для улучшения качества водоема необходимы соответствующие управленческие вмешательства, требующие снижения нагрузки на водоем.	Категория 3 (сильно нарушенные экосистемы) – существует явное негативное влияние земле- и водопользования на целостность/функции экосистемы. Качество вод не соответствует требованиям водоисточников питьевого водоснабжения, рекреации, аквакультуры. Устойчивость экосистемы к воздействию низкая, экологическое состояние находится в пограничном положении, требующем принятия управленческих действий для восстановления экосистемы.
V класс (очень загрязненные) – воды водоема пригодны только для целей промышленного водопользования, орошения – при применении методов отстаивания в картах отстаивания. Характеристики экологического состояния аналогичны IV классу.	E (серьезно модифицированные) – наблюдается сокращение биоразнообразия с полным вытеснением неустойчивых к воздействию видов. Экосистемные функции водоема полностью изменены или утрачены. Класс водоема не приемлем с точки зрения управления, для перевода водоема в более высокий класс, в случае реализуемости данного плана, требуется применение жестких управленческих мер.	Категория 4 (крайняя степень нарушения экосистемы) – естественность экосистемы низкая, экологическое состояние находится в критическом положении полной деградации водной экосистемы без принятия срочных масштабных управленческих мер к восстановлению.
VI класс (высоко загрязненные) – поверхностным водам водоема свойственны значительные отклонения по ряду нормируемых показателей из-за постоянной антропогенной нагрузки. Водные ресурсы водоема пригодны исключительно для категорий водопользования, не предъявляющих высоких требований к качеству - гидроэнергетика, водный транспорт, добыча полезных ископаемых.		

Несмотря на приведенные количественные и описательные различия выделенных классов экологического управления ЕСККВВО, ЦУР и FFEM (см.

таблицу 4), в системе экологической классификации прослеживаются общие черты, заключающиеся в дифференциации водоемов, исходя из степени отклонения от естественного состояния, будь то биотические или физико-химические изменения. При этом целям управления свойственны абсолютно противоположные подходы пользования водными ресурсами, вне зависимости от предъявляемых водопользователями требований к качеству воды и их расходу. Механизм установления видов водопользования, рекомендуемый FFEM и ЦУР, направлен на восстановление нарушенных антропогенной деятельностью и на защиту нетронутых водных экосистем, способствуя улучшению или сохранению качественных и количественных характеристик водных объектов. Причем подобная практика в той или иной степени реализована в странах ЕС, США, Австралии, Китая, Индонезии, Вьетнама (UNEP, 2018). Более того, в обновленных целях действий по снижению угроз биоразнообразию КБР (Convention on Biological Diversity, 2021) учреждены обязательства по разработке и внедрению в национальную политику до 2030 г. комплекса мер, обеспечивающих сохранность водных объектов, находящихся в нетронутом естественном состоянии. В свою очередь, в системе ЕСККВВО для водных объектов I и II класса, напротив, характерно многоцелевое использование, сопряженное с высокой вероятностью вовлечения в хозяйственный оборот доли EFR. Следствием этого послужит дальнейшая деградация естественных экосистем с исчезновением эндемичных и местных видов биоценоза, с ростом социального недовольства расположенных ниже по течению водопользователей, их высокой конкуренцией за ресурс, создающей благоприятную среду для коррупционных схем.

В отношении непроточных водоемов разработка ЭНК отложена на неопределенный срок, что в целом объяснимо масштабами необходимых исследований, охвату которыми должно подлежать более 48 тысяч естественных замкнутых водоемов (Муравлев, 1973), тогда как государственным мониторингом к настоящему времени охвачены только 29 из них (РГП «Казгидромет», 2023). Данные обстоятельства побуждают природопользователей при регулировании экологических правоотношений руководствоваться переходными положениями ЭК РК (Экологический кодекс РК, 2021), опираясь на возможность применения нормативов состояния природных ресурсов, установленных в соответствии с Законом РК об охране животного мира (Закон РК от 9 июля 2004 года № 593-II «Об охране, воспроизводстве и использовании животного мира», 2004).

С одной стороны, данные меры определяют гибкость адаптации действовавшей со времен СССР единоприменимой системы нормирования с использованием рыбохозяйственных ПДК к подходам экорегулирования ввиду того, что количественные и качественные характеристики зообентоса и ихтиофауны являются определяющими индикационными показателями

оценки экологического состояния водных объектов и их степени отклонения от естественных условий (Ten Hulscher et al., 2021). С другой стороны, отсутствие как таковых критериев и методик проведения подобных исследований, за исключением общих положений правил разработки и установления ЭНК (Приказ и. о. Министра экологии, геологии и природных ресурсов РК от 27 июля 2021 года № 270, 2021), в дальнейшем могут обернуться проявлением предвзятости по отношению к разработанным специализированными научными организациями нормативам, к тому же усугубляемой и тем, что прохождение экспертизы НПА в соответствии с Законом РК «О правовых актах» (Закон РК от 6 апреля 2016 года № 480-V) определяется необходимым только по инициации определенных категорий субъектов.

4. Обсуждение и заключение

Анализ динамики водного стресса, основанный на оценках FAO, проводимых на протяжении последних 22 лет, показал, что в целом по стране отсутствует тенденция к уменьшению потребления водных ресурсов, что дополнительно подкрепляется наблюдаемым значительным сокращением поверхностной протяженности водных экосистем страны и средне-низким уровнем внедрения КУВР, отслеживаемых индикаторами задач 6.6.1 и 6.5.1 ЦУР соответственно (UN-Water SDG 6 Data Portal, 2024). Рассмотрение законодательного процесса распределения водных потоков, в свою очередь, указало на отсутствие как такового планового устойчивого механизма по освоению водных ресурсов, принимая во внимание тот факт, что распределение водных потоков на нужды экономики исходит прежде всего из запросов потребителей, а интегрированное понимание текущих и долгосрочных водных проблем затрудняется территориальной разобщенностью границ гидрологической оценки и лимитирования, имеющихся запасов водных ресурсов, проводимых на уровне водохозяйственных бассейнов и административных областей соответственно.

Кроме того, не уделяется должного внимания и научной стороне экологически обоснованного освоения водных ресурсов (за исключением расчетов природоохранных попусков из водохранилищ для регулирования уровня вод на нижележащих участках водотока рек), потому как в правовом поле РК отсутствует понятие экологических стоков, а за норму безвозвратного предельно допустимого объема изъятия принято условное значение в 30 % (Приказ и. о. Министра экологии, геологии и природных ресурсов РК от 13 августа 2021 года № 327, 2021) вне зависимости от действующего класса водоема и степени его деградации. Так, например, исходя из смоделированных показателей EFR, наглядно показано, что для определенных регионов страны могут потребоваться

бóльшие объемы сохранения в водоеме экологических стоков для их поддержания на уровне классов А, В, С (I, II, III классов ЕСККВВО соответственно) в сравнении с остающимися после нормативного изъятия количествами.

Данные факты указывают на то, что шахтные и карьерные воды в условиях истощения запасов водных ресурсов и ухудшения их качества могут стать альтернативным источником водопользования, поскольку объемы воды, сопровождающие горнодобывающую деятельность, значительно превышают собственные потребности предприятий для использования. Готовность их реализации потенциальным потребителям определяется, главным образом, наличием спроса на воду определенного качества и количества, тогда как в существующих реалиях «потенциальным водопотребителям» законно, исходя из характеристик категорий водопользования ЕСККВВО, использовать в своей деятельности воды I и II классов, на которые, согласно международной практике, должен быть наложен особый природоохранный режим, тем самым сводя к минимуму ценность ресурса.

Кроме того, вызывает определенные сомнения и экологический контекст действующих нормативов качества воды ЕСККВВО, в то время как минимизация риска негативных воздействий на водную экосистему при отведении сточных шахтных и карьерных вод в водные объекты невозможна без четкого понимания качественно-количественных характеристик принимающей водной среды, характеризующих ее благоприятное состояние. Так, согласно п. 10 ст. 36 ЭК РК (Экологический кодекс РК, 2021), следует, что нормы и нормативы в области использования природных ресурсов, не могут подменять собой ЭНК, тогда как, основываясь на общественных обсуждениях концепции проекта (Портал «Открытые НПА», 2023) и подхода классификации, можно сделать выводы, что количественные показатели отдельных нормативов приняты исходя из требуемого качества вод для использования, базирующихся на уровне очистки, а не с точки зрения влияния загрязнителей на биогеоценоз водоема. При этом, принимая во внимание аридность климата Казахстана, для которого свойственны естественные специфические условия формирования качества вод с адаптированным к ним видовым составом биоценоза, ЕСККВВО с заимствованными из практики Молдовы подходами экорегулирования, декларирующими отсутствие необходимости повсеместного внедрения природоохранных мер, обосновывая тем, что не все водоемы используются в рыбном промысле лососевых и карповых (ЕЭК ООН, РЭЦЦА, 2012), внедряют в правопонимание выводы, что водоемы с отличными от представленных в I–III классах загрязнены и необходимости в их сохранении нет.

Поскольку на формирование качества вод водоема и видовой состав гидробиоценоза в естественном состоянии оказывают влияние природные характеристики водосбора, такие как геология, климат и рельеф, вариация

EFR в интервале отклонений от характеристик эталонных участков способна внести некоторую ясность в пределы изменчивости биотических и физико-химических показателей качества вод водных объектов различных классов. При этом, по причине отнесения преобладающей доли территорий Казахстана к категории засушливых и полузасушливых со свойственным им преобладанием эфемерных водоемов (Максимович, 1955; Алекин, 1948), для показателей EFR характерна высокая степень естественной гидрохимической изменчивости (Gómez-Gener et al., 2021), что значительно усложняет масштабы исследований по вычислению экологических нормативов. Для получения более достоверных результатов толерантности водных экосистем к воздействию, поскольку оно может оказаться критичным в условиях низкой ассимилирующей способности, требуется дополнительное проведение полевых и лабораторных исследований с последующими сбором и обработкой научной информации, исключения водных объектов из общей классификационной структуры (UNEP, 2018). Причем данная практика уже интегрирована в нормы ЭК РК и его подзаконных НПА. Так, Правилами разработки и пересмотра экологических нормативов качества (Приказ и. о. Министра экологии, геологии и природных ресурсов РК от 27 июля 2021 года № 270, 2021) произведено разграничение химических, физических и гидробиологических показателей на классы водопользования ЕСККВВО. Правилами разработки целевых показателей качества окружающей среды (ЦПК ОС) (Приказ и. о. Министра экологии, геологии и природных ресурсов РК от 19 июля 2021 года № 257, 2021) и Приказом Министра экологии и природных ресурсов РК от 14 ноября 2024 года № 275-П (2024) определена последовательность плана действий по формированию комплекса мер и связанной с ними оценкой социальных, экономических и экологических последствий для достижения целевых характеристик состояния компонентов окружающей среды, которые в последующем должны быть использованы при разработке программ развития отдельных административно-территориальных единиц.

Процедура установления ЦПК водных объектов, проведенная в соответствии с имеющейся международной практикой, могла бы ликвидировать существующие пробелы и неопределенности, возникшие при разработке системы классификации ЕСККВВО. Однако существующие подходы к их определению, по причине отсутствия научно-методических руководств, способствуют их реализации по наитию (Михайличенко, 2024), приводя к полному несоответствию представленных в них материалов функциональному назначению ЦПК и возможности практического применения. Установленные количественные показатели принимаются без каких-либо оценок-обоснований необходимости достижения данных нормативов, проработки социально-экономических, санитарно-эпидемиологических и экологических последствий от реализации

комплекса представленных мер. Кроме того, в проектах и вовсе не наблюдается какой-либо увязки с ЭНК водоемов, по-прежнему приводятся ссылки, как это показано многими исследованиями (ЕЭК ООН, РЭЦЦА, 2012; Попов, 2022), на не имеющие экологической подосновы рыбохозяйственные нормативы ПДК.

В отношении непроточных замкнутых водоемов, предписанная переходными положениями ЭК РК (Экологический кодекс РК, 2021) возможность временной подмены ЭНК нормативами состояния природных ресурсов, определенных в соответствии с Законом РК об охране животного мира (Закон РК от 9 июля 2004 года № 593-II «Об охране, воспроизводстве и использовании животного мира», 2004), предоставляет возможность природопользователям инициировать научные исследования по установлению естественных биогеохимических условий водоема, необходимых для определения уровня очистки и режима сброса карьерных и шахтных вод. Более того, выявление взаимосвязи между экотоксикологией водных организмов и химией воды фактических водоемов к настоящему времени получило широкое мировое признание при выведении PNEC металлов, определяемых на основании моделей биотических лигандов (Biotic Ligand Model, BLM), в том числе для защиты водной биоты в районах добычи полезных ископаемых (Moreno-Ocio, et al., 2022; De Jonge et al., 2013). Однако реализация данных полномочий также не осуществима без принятия на государственном уровне соответствующих методических документов и законодательных норм прохождения экспертизы проектов, исключающих в дальнейшем факты их непризнания. При этом сам процесс разработки нормативов должен включать анализ доступных фондовых материалов, исследование современного состояния водных объектов эталонных участков, получение теоретических и эмпирических моделей изменения характеристик водных объектов, подготовка которых требует времени и участия высококвалифицированных профильных специалистов в области лимнологии, биологии, химии, экологии.

В заключение необходимо отметить, что понимание водных проблем имеет решающее значение при организации водохозяйственной инфраструктуры горнодобывающих предприятий. Между тем имеющиеся законодательные системные недоработки, выявленные показателем 6.4.2. ЦУР, создают риски неэффективных капиталовложений и ухудшения экологической обстановки регионов горнодобычи. Более широкое применение практики повторного использования воды, улучшение и сохранение характеристик водных объектов могут быть достигнуты только путем систематических изменений, устоявшихся подходов водопользования и нормирования в соответствии с ратифицированными международными природоохранными обязательствами РК, детально описанными в рамках данной статьи.

Список литературы

Алекин, О.А. (1948). Гидрохимия рек СССР. Реки Кавказа и Азиатской территории СССР. Ленинград: 2-я типолитогр. Гидрометеоиздата.

Бурлибаев, М.Ж., Бурлибаева, Д.М. (2020). Концептуальные основы нормирования экологического и свободного стока рек Казахстана. *Водное хозяйство России*, 5, 52–73. DOI: 10.35567/1999-4508-2020-5-4

Водный кодекс Республики Казахстан от 9 июля 2003 года № 481-II (2003). Дата обращения: 15.12.2024. https://online.zakon.kz/document/?doc_id=1042116

Дубинина, В.Г., Никитина, О.И., Марков, М.Л. (2015). Методические подходы к определению объемов допустимого безвозвратного изъятия стока из слабоизученных, неизученных и малых рек. Водное хозяйство России, 4, 80–97. DOI: 10.35567/1999-4508-2015-4-7

ЕЭК ООН, РЭЦЦА (2012). Диагностический доклад и план развития сотрудничества. *К развитию Регионального сотрудничества по обеспечению качества вод в Центральной Азии*. Алматы: OST-XXI век.

Закон Республики Казахстан от 6 апреля 2016 года № 480-V ЗРК (2016). Дата обращения: 27.12.2024 https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z1600000480

Закон Республики Казахстан от 9 июля 2004 года № 593-II «Об охране, воспроизводстве и использовании животного мира» (2004). Дата обращения: 15.12.2024 https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z040000593

Закондырин, А.Е. (2023). Категория наилучших доступных технологий: эволюция понятия от эколого-технологической модернизации к общественной значимости. *Экономика, предпринимательство и право*, 13, 3, 707–720. https://doi.org/10.18334/epp.13.3.117356

Киздарбекова, А.С., Пономарева, Т.С., Южаков, И.Ю. (2023). Сравнительно-правовой анализ казахстанского и зарубежного законодательства в области нормирования шахтных и карьерных дренажных вод в горнодобывающей промышленности. *Право и государство*, 3 (100), 37–51. https://doi.org/10.51634/2307-5201_2023_3_37

Кодекс Республики Казахстан «О недрах и недропользовании» от 27 декабря 2017 года № 125-VI (2017). Дата обращения: 10.06.2025. https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31764592

Максимович, Г.А. (1955). Химическая география вод суши. Москва: Географгиз.

Михайличенко, А.Д. (2024). Алгоритм установления целевых показателей качества окружающей среды на примере Костанайской области. Вестник КазНУ. *Серия Экологическая*, 2 (79), 4–20. https://doi.org/10.26577/EJE.2024.v79.i2-01

Муравлев, Г.Г. (1973). Малые озера Казахстана (Ресурсы и использование в сельскохозяйственном производстве). Алма-Ата: Кайнар.

Попов, А.Н. (2022). О неопределенности результатов применения величин ПДК при оценке состояния водного объекта. *Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление*, 4, 103–126. https://doi.org/10.35567/19994508_2022_4_7

Портал «Открытые НПА» (2023). [Публичное обсуждение проекта]. Дата обращения: 15.12.2024 г. https://legalacts.egov.kz/npa/view?id=14454220

Послание Главы государства Касым-Жомарта Токаева народу Казахстана от 1 сентября 2023 года (2023). Дата обращения: 12.12.2024 https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=37321590

Постановление Кабинета Министров Республики Казахстан от 19 августа 1994 г. № 918 (1994). Дата обращения: 01.12.2024. https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=1004349&pos=2;-87#pos=2;-87

Постановление Правительства Республики Казахстан от 1 апреля 2022 года № 187 (2022). Дата обращения: 01.12.2024. https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=37575485

Постановление Правительства Республики Казахстан от 5 февраля 2024 года № 66 (2024). Дата обращения: 16.12.2024 https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=35806196

Приказ Заместителя Премьер-Министра Республики Казахстан - Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от 30 декабря 2016 года № 545 (2016). Дата обращения: 18.12.2024. https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=35671482

Приказ Заместителя Премьер-Министра Республики Казахстан Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от 19 августа 2016 года № 367 (2016). Дата обращения: 11.12.2024. https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=38734267

Приказ и. о. Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от 11 октября 2016 года № 431 (2016). Дата обращения: 13.12.2024. https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=36511505

Приказ и. о. Министра экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан от 27 июля 2021 года № 270 (2021). Дата обращения: 2.12.2024. https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=34989492

Приказ и. о. Министра экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан от 13 августа 2021 года № 327 (2021). Дата обращения: 5.12.2024. https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=39876611

Приказ и. о. Министра экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан от 19 июля 2021 года № 257 (2021). Дата обращения: 9.12.2024. https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=38711820

Приказ Министра экологии и природных ресурсов Республики Казахстан от 14 ноября 2024 года № 275-П (2024). Дата обращения: 2.12.2024. https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=38493017

Приказ Министра экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан от 10 марта 2021 года № 63 (2021). Дата обращения: 15.12.2024. https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=32149330

Приказ Председателя Комитета водного хозяйства Министерства водных ресурсов и ирригации Республики Казахстан от 20 марта 2024 года № 70 (2024). Дата обращения: 9.12.2024. https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=36318193

РГП «Казгидромет» (2023). Гидрологический мониторинг и мониторинг качества природных объектов [Региональный семинар по мониторингу, оценке и обмену информацией в трансграничных бассейнах Центральной Азии] https://unece.org/sites/default/files/2023-02/S1-1%20Ravza%20Ashanova.pdf

Романенко, В.Д., Оксиюк, О.П., Жукинский, В.Н., Стольберг, Ф.В., Лаврик, В.И. (1990). Экологическая оценка воздействия гидротехнического строительства на водные объекты. Киев: Наукова думка.

СТ РК ISO 23043-2023 (2024). Отходы. Методы оценки процессов очистки промышленных сточных вод для повторного использования. Дата обращения: 16.06.2025. https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=38436036

Статистическое агентство Республики Казахстан (2024). Мониторинг Целей устойчивого развития до 2030 года [база данных статистики]. Дата обращения: 08.11.2024. https://stat.gov.kz/ru/sustainable-development-goals/goal/

Уорнер, С. (2020). Документ № 2 Технического руководства по индикатору ЦУР 6.3.2 Целевые значения. 20200508. *Ирландия: Центр развития водного потенциала Программы ООН по окружающей среде, Университетский колледж Корка.*

Хамбар, Б., Абуов, А. (2024). Реализация целей устойчивого развития в Республике Казахстан. Астана: АО «*Институт экономических исследований*».

Экологический кодекс Республики Казахстан от 2 января 2021 года № 400-VI (2021). Дата обращения: 14.12.2024. https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=39768520

Электронное Правительство Республики Казахстан (2017). Краткая информация о реализации ЦУР в Казахстане. Дата обращения: 22.11.2024. https://egov.kz/cms/ru/articles/development_goals

ACSMP (2011). Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry. Creative Commons

Alcoa (2023). Sustainability Report 2023. Дата обращения: 10.11.2024. https://www.alcoa.com/sustainability/pdf/2023-Sustainability-Report.pdf

Arthington, A.H., Bhaduri, A., Bunn, S.E, Jackson, S.E., Tharme, R.E., Tickner, D., Young, B., Acreman, M., Baker, N., Capon, S., Horne, A.C., Kendy, E., McClain, M.E., LeRoy Poff, N., Richter, B.D., Ward, S. (2018). The Brisbane Declaration and Global Action Agenda on Environmental Flows. *Front. Environ. Sci.*, 6:45, 1–15. https://doi.org/10.3389/fenvs.2018.00045

Atakhanova, Z, Meirambayeva, M., Baigaliyeva, M. (2024). Mine Water Use in Kazakhstan: Data Issues, Risks, and Regulations. *Sustainability,* 16 (6), 2456, 1–14. https://doi.org/10.3390/su16062456

Barrick Gold Corporation (2022). Sustainability Report 2022. Дата обращения: 10.11.2024. https://s25.q4cdn.com/322814910/files/doc_downloads/sustainability/Barrick_Sustainability_Report_2022.pdf

Biancalani, R., Marinelli, M. (2021). Assessing SDG indicator 6.4.2 «level of water stress» at major basins level. *UCL Open Environment*, 3, 1–17. https://doi.org/10.14324/111.444/ucloe.000026

Convention on Biological Diversity (2021). First draft of the post-2020 global biodiversity framework. UN Environment Programme. Дата обращения: 10.01.2025. https://www.cbd.int/doc/c/abb5/591f/2e46096d3f0330b08ce87a45/wg2020-03-03-en.pdf

De Jonge, M., Tipping, E., Lofts, S., Bervoets, L., Blust, R. (2013). The use of invertebrate body burdens to predict ecological effects of metal mixtures in mining-impacted waters. *Aquatic Toxicology,* 142, 294–302. https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2013.08.018

Decision of the Governing Council 27/3: International water quality guidelines for ecosystems (2013). Дата обращения: 10.11.2024. https://www.unep.org/ru/cpr/environment-assembly-resolutions-and-decisions

Dickens, Ch., Smakhtin, V, Biancalani, R., Villholth, K.G., Eriyagama, N., Marinelli, M. (2024). Incorporating environmental flows into «water stress» indicator 6.4.2 Guidelines for a minimum standard method for global reporting. Rome: FAO

Eriyagama, N., Messager, M. L., Dickens, C., Tharme, R., Stassen, R. (2024). Towards the harmonization of global environmental flow estimates: comparing the Global Environmental Flow Information System (GEFIS) with country data [IWMI Research Report 186] https://doi.org/10.5337/2024.204

EU-BRITE (2006). Reference Document on Economics and Cross-Media Effects. *European IPPC Bureau*

FAO and UN Water (2021). Progress on the level of water stress: Global status and acceleration needs for SDG indicator 6.4.2. Rome: FAO.

GEFIS (2025). [IWMI Research Data Portal]. Дата обращения: 5.01.2025. https:// http://eflows.iwmi.org/

Gibson, G., Carlson, R., Simpson, J., Smeltzer, E., Chapra, S., Heiskary, S., Jones, J., Kennedy, R. (2000). Nutrient Criteria Technical Guidance Manual Lakes And Reservoirs. EPA: Washington.

Gómez-Gener, L., Siebers, A., Arce, M. I., Arnon, Sh., Bernal, S., Bolpagni, R., Datry, Th., Gionchetta, G., Grossart, H.P., Mendoza-Lera, C., Pohl, V., Risse-Buhl, U., Shumilova, O., Tzoraki, O., von Schillers, D., Weigand, A., Weigelhofer, G., Zak, D., Zoppini, A. (2021). Towards an improved understanding of biogeochemical processes across surface-groundwater interactions in intermittent rivers and ephemeral streams. *Earth-Science Reviews*, 220, 103724. https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2021.103724

Gong, M., Yu, K., Xu, Z., Xu, M., Qu, S. (2024). Unveiling complementarities between national sustainable development strategies through network analysis. *Journal of environmental management*, 350, 119531. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.119531

Haby, M.M., Barreto, JOM., Kim, JYH., Peiris, S., Mansilla, C., Torres, M., Guerrero-Magaña, DE., Reveizet, L. (2024). What are the best methods for rapid reviews of the research evidence? A systematic review of reviews and primary studies. *Research Synthesis Methods,* 15(1), 2–20. https://doi.org/10.1002/jrsm.1664

ICMM (2021). Water Reporting: Good Practice Guide: 2nd Edition. London: International Council on Mining and Metals

Jain, R., Cui, Z., & Domen, J. (2016). Environmental Impact of Mining and Mineral Processing: Management, Monitoring, and Auditing Strategies. Oxford: Butterworth-Heinemann.

Jones, E.R., Bierkens, M.F.P., van Vliet, M.T.H. (2024). Current and future global water scarcity intensifies when accounting for surface water quality. *Nature Climate Change*, 14, 629–635. https://doi.org/10.1038/s41558-024-02007-0

Kusi, J.K., Foli, G., Peasah, M., Akoto, O. (2024). Geochemical characterization of waste rock dump and its potential to predict acid mine drainage. *Scientific African*, 26. e02350. https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2024.e02350

Moreno-Ocio, I., Méndez-Fernández, L., Martínez-Madrid, M., Costas, N., Pardo, I., Rodriguez, P. (2022). Developing As and Cu Tissue Residue Thresholds to Attain the Good Ecological Status of Rivers in Mining Areas. *Archives of Environmental Contaminacion and Toxicology*, 82(3), 379–390. https://doi.org/10.1007/s00244-022-00915-w

Nilsson, M., Weitz, N. (2019). Governing Trade-Offs and Building Coherence in Policy-Making for the 2030 Agenda. *Politics and Governance*, 4(7), 254–263. https://doi.org/10.17645/pag.v7i4.2229

Pradhan, P., Costa, L., Rybski, D., Lucht, W., Kropp, J.P. (2017). A Systematic Study of Sustainable Development Goal (SDG) Interactions. *Earth's Future*, 5(11), 1067–1179. https://doi.org/10.1002/2017EF000632

Reig, P., Shiao, T., Vigerstol, K., Copeland, C., Morgan, A., Strong, C., Hamilton, R., Dobson, R., Walker, S. (2021). Setting Enterprise Water Targets: A Guide for Companies. UN Global Compact CEO Water Mandate, Pacific Institute, CDP, The Nature Conservancy, World Resources Institute, and WWF. Дата обращения 30.09.2024. www.ceowatermandate.org/enterprise-water-targets

Sood, A., Smakhtin, V., Eriyagama, N., Villholth, K. G., Liyanage, N., Wada, Y., Ebrahim, G., Dickens, C. (2017). Global environmental flow information for the sustainable development goals [*IWMI Research Report 1*68] https://doi.org/10.5337/2017.201

Sutanudjaja, E., Beek, R., Wanders, N., Wada, Yo., Bosmans, J., Drost, N., van der Ent, R.J., de Graaf, I., Hoch, J.M., de Jong, K., Karssenberg, D., López López, P., Pessenteiner, S., Schmitz, O., Straatsma, M.W., Vannametee, E., Wisser, D., Bierkens, M. (2018). PCR-GLOBWB 2: a 5 arcmin global hydrological and water resources model. *Geoscientific Model Development*, 11, 2429–2453. https://doi.org/10.5194/gmd-11-2429-2018

Ten Hulscher, D., Polesello, S., Coquery, M., Perceval, O., Merrington, G., Osté, L., Schlekat, Ch. (2021). Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Guidance Document No. 38 Technical Guidance for implementing Environmental Quality Standards (EQS) for metals.

UN (2023). The United Nations World Water Development Report 2023: Partnerships and cooperation for water. Paris: UNESCO.

UN Global Platform (2024) [Environment Statistics]. Дата обращения: 5.09.2024. https://unstats.un.org/UNSDWebsite/

UNEP (2017). A Framework for Freshwater Ecosystem Management. Volume 1: Overview and country guide for implementation. Nairobi: UNON Publishing Services Section.

UNEP (2017). A Framework for Freshwater Ecosystem Management. Volume 2: Technical guide for classification and target-setting. Nairobi: UNON Publishing Services Section.

UNEP (2018). A Framework for Freshwater Ecosystem Management. Volume 3: Case studies. Nairobi: UNON Publishing Services Section

UNEP (2018). A Framework for Freshwater Ecosystem Management. Volume 4: Scientific Background. Nairobi: UNON Publishing Services Section

UNEP (2021). Progress on Integrated Water Resources Management. Tracking SDG 6 series: global indicator 6.5.1 updates and acceleration needs. Nairobi: Strategic Agenda

UN-Water SDG 6 Data Portal (2024). [Data Lab]. Дата обращения: 30.10.2024. https://sdg6data.org/

Vanham, D., Hoekstra, A.Y., Wada, Y., Bouraoui, F., de Roo, A., Mekonnen, M.M., van de Bund, W.J., Batelaan, O., Pavelic, P., Bastiaanssen, W.G.M., Kummu, M., Rockström, J., Liu, J., Bisselink, B., Ronco, P., Pistocchi, A., & Bidoglio, G. (2018). Physical water scarcity metrics for monitoring progress towards SDG target 6.4: An evaluation of indicator 6.4.2 «Level of water stress». *The Science of the total environment*, 613–614, 218–232. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.09.056

Vörösmarty, CJ., McIntyre, PB., Gessner, MO., Dudgeon, D., Prusevich, A., Green, P., Glidden, S., Bunn, SE., Sullivan, CA., Liermann, CR., Davies, PM. (2010). Global threats to human water security and river biodiversity. *Nature*, 467, 555–561. https://doi.org/10.1038/nature09440

Zomer, R.J., Xu, J. Trabucco, A. (2022). Version 3 of the Global Aridity Index and Potential Evapotranspiration Database. *Scientific Data*, 9 (409), 1–15. https://doi.org/10.1038/s41597-022-01493-1

Statutory regulation of water use in Kazakhstan's mining industry and its compliance with the SDGs: an analytical review

Ponomareva T. S. *, **Zhirkov V.V.**, **Yuzhakov I.Yu.**

Biosphere Kazakhstan Research Center LLP, 7/2 Mustafin St., office 407, Karaganda, 100012, Kazakhstan

*Email: ponomaryova@bskz.kz

https://doi.org/10.29258/CAJWR/2025-R1.v11-2/46-77.rus

ABSTRACT

The growing pressure on water resources as well as Kazakhstan's international obligations under Agenda 2030 predetermine the need for urgent upgrading of water infrastructure at domestic industrial enterprises. Meanwhile, in the absence of objective hydro-ecological da-ta and regulatory univocacy, the adoption of technological solutions on mine and quarry wa-ter treatment is associated with water-related risks for the mining industry. These factors have triggered the preparation of this analytical review aimed at broader informing the stakeholders on the matter. The study's fundamental methodology is based on the scientific-theoretical (ideological) comparison of the existing legal framework pertaining to water use regulation with the institutional policy assumed under Sustainable Development Goal 6 (SDG 6) "Clean water and sanitation". The integrated SDG Indicator 6.4.2. SDG "Level of water stress: freshwater withdrawal as a proportion of available freshwater resources" has served the key aspect of the study, as its cross-cutting nexus with other SDG 6 indicators al-lows a comprehensive assessment of whether Kazakhstan's national water-related strategies are properly executed in terms of sustainable water governance. The study's findings show that despite a fairly complete integration of the SDGs into Kazakhstan's national legislation their actual implementation in the form of valid environmental standards requires a critical re-assessment through the lens of potential practical application, in particular, guiding min-ing enterprises in identifying the corresponding BATs (best available technolo-gies/ techniques). The deficiencies of environmental standards stem from poor interdepart-mental interaction, vague understanding of responsibilities as well as the formal nature of industrial and research communities' participation in the elaboration, expert assessment and scientific support of targeted lawmaking.

ARTICLE HISTORY

Received: April 7, 2027

Accepted: July 9, 2025

Published: August 7, 2025

KEYWORDS

SDGs, quarry and mine water, environmental standards, rational water use, statutory regulation, wastewater

References

ACSMP (2011). Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry. Creative Commons

Alcoa (2023). Sustainability Report 2023. Accessed on 10.11.2024 https://www.alcoa.com/sustainability/pdf/2023-Sustainability-Report.pdf

Alekin, O. A. (1948). Gidrohimiya rek SSSR. Reki Kavkaza i Aziatskoj territorii SSSR [Hydrochemistry of the rivers of the USSR. Rivers of the Caucasus and the Asian Territory of the USSR]. Leningrad: Gidrometeoizdat (in Russian)

Arthington, A.H., Bhaduri, A., Bunn, S.E, Jackson, S.E., Tharme, R.E., Tickner, D., Young, B., Acreman, M., Baker, N., Capon, S., Horne, A.C., Kendy, E., McClain, M.E., LeRoy Poff, N., Richter, B.D., Ward, S. (2018). The Brisbane Declaration and Global Action Agenda on Environmental Flows. *Front. Environ. Sci.*, 6:45, 1–15. https://doi.org/10.3389/fenvs.2018.00045

Atakhanova, Z, Meirambayeva, M., Baigaliyeva, M. (2024). Mine Water Use in Kazakhstan: Data Issues, Risks, and Regulations. *Sustainability,* 16 (2456), 1–14. https://doi.org/10.3390/su16062456

Barrick Gold Corporation (2022). Sustainability Report 2022. Accessed on 10.11.2024 https://s25.q4cdn.com/322814910/files/doc_downloads/sustainability/Barrick_Sustainability_Report_2022.pdf

Biancalani, R., Marinelli, M. (2021). Assessing SDG indicator 6.4.2 "level of water stress' at major basins level. *UCL Open: Environment*, 3, 1–17. https://doi.org/10.14324/111.444/ucloe.000026

Burlibaev, M.Zh., Burlibaeva, D.M. (2020). Konceptual'nye osnovy normirovaniya ekologicheskogo i svobodnogo stoka rek Kazahstana [Conceptual basics of standardization of ecological and free flow for rivers in Kazakhstan]. Vodnoe hozyajstvo Rossii – *Water Sector of Russia*, 5, 52–73 (in Russian).

Convention on Biological Diversity (2021). First draft of the post-2020 global biodiversity framework. UN Environment Programme. Accessed on 10.01.2025 https://www.cbd.int/doc/c/abb5/591f/2e46096d3f0330b08ce87a45/wg2020-03-03-en.pdf

De Jonge, M., Tipping, E., Lofts, S., Bervoets, L., Blust, R. (2013). The use of invertebrate body burdens to predict ecological effects of metal mixtures in mining-impacted waters. *Aquatic Toxicology,* 142, 294-302. https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2013.08.018

Decision of the Governing Council 27/3: International water quality guidelines for ecosystems (2013). Accessed on 10.11.2024 https://www.unep.org/ru/cpr/environment-assembly-resolutions-and-decisions

Dickens, Ch., Smakhtin, V, Biancalani, R., Villholth, K.G., Eriyagama, N., Marinelli, M. (2019). Incorporating environmental flows into "water stress" indicator 6.4.2 Guidelines for a minimum standard method for global reporting. Rome: FAO

Dubinina, V.G., Nikitina, O.I., Markov, M.L. (2015). Metodicheskie podhody k opredeleniyu ob"emov dopustimogo bezvozvratnogo iz"yatiya stoka iz slaboizuchennyh, neizuchennyh i malyh rek [Methodological approaches to determining the volume of permissible irretrievable flow withdrawal from poorly studied, unexplored and small rivers]. *Vodnoe hozyajstvo Rossii* – Water Management of Russia, 4, 80-97(in Russian)

Ekologicheskij Kodeks Respubliki Kazahstan ot 2 yanvarya 2021 goda № 400-VI (2021). [Environmental Code of the Republic of Kazakhstan dated January 2, 2021 No 400-VI]. Accessed on 14.12.2024 https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=39768520 (in Russian)

Elektronnoe Pravitel'stvo RK (2017). Kratkaya informaciya o realizacii CUR v Kazahstane [Brief information on the implementation of the SDGs in Kazakhstan]. Accessed on 22.11.2024 https://egov.kz/cms/ru/articles/development_goals (in Russian)

Eriyagama, N., Messager, M. L., Dickens, C., Tharme, R., Stassen, R. (2024). Towards the harmonization of global environmental flow estimates: comparing the Global Environmental Flow Information System (GEFIS) with country data [IWMI Research Report 186] https://doi.org/10.5337/2024.204

EU-BRITE (2006). Reference Document on Economics and Cross-Media Effects. *European IPPC Bureau*

FAO and UN Water (2021). Progress on the level of water stress: Global status and acceleration needs for SDG indicator 6.4.2. Rome: FAO.

GEFIS (2025) [IWMI Research Data Portal] Accessed on 5.01.2025 https:// http://eflows.iwmi.org/

Gibson, G., Carlson, R., Simpson, J., Smeltzer, E., Chapra, S., Heiskary, S., Jones, J., Kennedy, R. (2000). Nutrient Criteria Technical Guidance Manual Lakes and Reservoirs. EPA: Washington.

Gómez-Gener, L., Siebers, A., Arce, M. I., Arnon, Sh., Bernal, S., Bolpagni, R., Datry, Th., Gionchetta, G., Grossart, H. P., Mendoza-Lera, C., Pohl, V., Risse-Buhl, U., Shumilova, O., Tzoraki, O., von Schillers, D., Weigand, A., Weigelhofer, G., Zak, D., Zoppini, A. (2021). Towards an improved understanding of biogeochemical processes across surface-groundwater interactions in intermittent rivers and ephemeral streams. *Earth-Science Reviews,* 220, 103724. https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2021.103724

Gong, M., Yu, K., Xu, Z., Xu, M., Qu, S. (2024). Unveiling complementarities between national sustainable development strategies through network analysis. *Journal of environmental management*, 350, 119531. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.119531

Haby, MM., Barreto, JOM., Kim, JYH., Peiris, S., Mansilla, C., Torres, M., Guerrero-Magaña, DE., Reveizet, L. (2024). What are the best methods for rapid reviews of the research evidence? A systematic review of reviews and primary studies. *Research Synthesis Methods*, 15, 2-20. https://doi.org/10.1002/jrsm.1664

ICMM (2021). Water Reporting: Good Practice Guide: 2nd Edition. London: International Council on Mining and Metals.

Jain, R., Cui, Z., & Domen, J. (2016). Environmental Impact of Mining and Mineral Processing: Management, Monitoring, and Auditing Strategies. Oxford: Butterworth-Heinemann.

Jones, E.R., Bierkens, M.F.P., van Vliet, M.T.H. (2024). Current and future global water scarcity intensifies when accounting for surface water quality. *Nat. Clim. Chang.*, 14, 629–635. https://doi.org/10.1038/s41558-024-02007-0

Khambar, B., Abuov, A. (2024). Realizatsiya tselei ustoychivogo razvitiya v Respublike Kazakhstan [Implementation of Sustainable Development Goals in the Republic of Kazakhstan]. Astana: *JSC «Institute of Economic Research»* (in Russian)

Kizdarbekova, A.S., Ponomaryova, T.S., Yuzhakov, I.Yu. (2023). Sravnitel'no-pravovoj analiz kazahstanskogo i zarubezhnogo zakonodatel'stva v oblasti normirovaniya shahtnyh i kar'ernyh drenazhnyh vod v gornodobyvayushchej promyshlennosti [Comparative legal analysis of national and foreign legislation in the field of regulation of mine and quarry drainage waters of the mining industry]. *Pravo i gosudarstvo* – Law and the State, 3 (100), 37-51. https://doi.org/10.51634/2307-5201_2023_3_37 (in Russian)

Kodeks Respubliki Kazakhstan «O nedrakh i nedropol'zovanii» ot 27 dekabrya 2017 goda № 125-VI. [Code of the Republic of Kazakhstan «On Subsoil and Subsoil Use» dated December 27, 2017, No. 125-VI]. Accessed on 10.06.2025 https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31764592 (in Russian)

Kusi, J.K., Foli, G.,Peasah, M., Akoto, O. (2024). Geochemical characterization of waste rock dump and its potential to predict acid mine drainage. *Scientific African*. 26. e02350. https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2024.e0235.

Maksimovich, G. A. (1955). Himicheskaya geografiya vod sushi [Chemical geography of land waters]. Moscow: Geografgiz. (in Russian).

Mihajlichenko, A.D. (2024). Algoritm ustanovleniya celevyh pokazatelej kachestva okruzhayushchej sredy na primere Kostanajskoj oblasti [An algorithm for setting environmental quality targets on the example of Kostanay region]. Vestnik KazNU. Seriya Ekologicheskaya – Al-Farabi Kazakh National University. *Ecological Series,* 2 (79), 4-20. https://doi.org/10.26577/EJE.2024.v79.i2-01 (in Russian).

Moreno-Ocio, I., Méndez-Fernández, L., Martínez-Madrid, M., Costas, N., Pardo, I., Rodriguez, P. (2022). Developing As and Cu Tissue Residue Thresholds to Attain the Good Ecological Status of Rivers in Mining Areas. *Arch Environ Contam Toxicol* 82,379–390. https://doi.org/10.1007/s00244-022-00915-w

Muravlev, G.G. (1973). Malye ozera Kazahstana (Resursy i ispol'zovanie v sel'skohozyajstvennom proizvodstve) [Small Lakes of Kazakhstan (Resources and Use in Agricultural Production)]. Alma-Ata: Kajnar (in Russian)

Nilsson, M., Weitz, N. (2019). Governing Trade-Offs and Building Coherence in Policy-Making for the 2030 Agenda. *Politics and Governance*, 4(7), 254-263. https://doi.org/10.17645/pag.v7i4.2229

Popov, A.N. (2022). O neopredelennosti rezul'tatov primeneniya velichin PDK pri otsenke sostoyaniya vodnogo obyekta [About uncertainness of results in case of application of MPC values for assessment of a water body status]. *Vodnoe khozyaystvo Rossii: problemy, tekhnologii, upravlenie* – Water Sector of Russia: Problems, Technologies, Management, 4, 103–126. https://doi.org/10.35567/19994508_2022_4_7 (in Russian)

Portal otkrytye NPA (2023). [Public discussions of the project]. Accessed on 15.12.2024 https://legalacts.egov.kz/npa/view?id=14454220 (in Russian)

Poslanie Glavy gosudarstva Kasym-Zhomarta Tokaeva narodu Kazahstana ot 1 sentyabrya 2023 goda (2023). [Address of the Head of State Kassym-Jomart Tokayev to the people of Kazakhstan dated September 1, 2023] Accessed on 12.12.2024 https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=37321590 (in Russian)

Postanovlenie Kabineta Ministrov Respubliki Kazahstan ot 19 avgusta 1994 g. № 918 (1994). [Resolution of the Cabinet of Ministers of the Republic of Kazakhstan dated August 19, 1994 No. 918]. Accessed on 01.12.2024 https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=1004349&pos=2;-87#pos=2;-87 (in Russian)

Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Kazahstan ot 1 aprelya 2022 goda № 187 (2022). [Decree of the Government of the Republic of Kazakhstan dated April 1, 2022 No 187]. Accessed on 1.12.2024 https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=37575485 (in Russian)

Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Kazahstan ot 5 fevralya 2024 goda № 66 (2024). [Decree of the Government of the Republic of Kazakhstan dated February 5, 2024 No 66]. Accessed on 16.12.2024 https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=35806196 (in Russian).

Pradhan, P., Costa, L., Rybski, D., Lucht, W., Kropp, J.P. (2017). A Systematic Study of Sustainable Development Goal (SDG) Interactions. *Earth's Future*, 5(11), 1067-1179. https://doi.org/10.1002/2017EF000632

Prikaz i.o. Ministra ekologii, geologii i prirodnyh resursov Respubliki Kazahstan ot 27 iyulya 2021 goda № 270 (2021). [Order of the Acting Minister of Ecology, Geology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan dated July 27, 2021 No 270]. Accessed on 2.12.2024 https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=34989492 (in Russian)

Prikaz i.o. Ministra ekologii, geologii i prirodnyh resursov Respubliki Kazahstan ot 13 avgusta 2021 goda № 327 (2021). [Order of the Acting Minister of Ecology, Geology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan dated August 13, 2021 No 327]. Accessed on 5.12.2024 https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=39876611 (in Russian)

Prikaz i.o. Ministra ekologii, geologii i prirodnyh resursov Respubliki Kazahstan ot 19 iyulya 2021 goda № 257 (2021). [Order of the Acting Minister of Ecology, Geology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan dated July 19, 2021 No 257]. Accessed on 9.12.2024 https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=38711820 (in Russian)

Prikaz i.o. Ministra sel'skogo hozyajstva Respubliki Kazahstan ot 11 oktyabrya 2016 goda № 431 (2016). [Order of the Acting Minister of Agriculture of the Republic of Kazakhstan dated October 11, 2016 No 431]. Accessed on 13.12.2024 https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=36511505 (in Russian)

Prikaz Ministra ekologii i prirodnyh resursov RK ot 14 noyabrya 2024 goda № 275-P (2024). [Order of the Minister of Ecology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan dated November 14, 2024 No 275-P]. Accessed on 2.12.2024 https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=38493017 (in Russian).

Prikaz Ministra ekologii, geologii i prirodnykh resursov Respubliki Kazakhstan ot 10 marta 2021 goda № 63 (2021). [Order of the Minister of Ecology, Geology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan dated March 10, 2021 No 63]. Accessed on 15.12.2024 https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=32149330 (in Russian)

Prikaz Predsedatelya Komiteta vodnogo hozyajstva Ministerstva vodnyh resursov i irrigacii RK ot 20 marta 2024 goda № 70 (2024). [Order of the Chairman of the Water Management Committee of the Ministry of Water Resources and Irrigation of the Republic of Kazakhstan dated March 20, 2024 No 70]. Accessed on 9.12.2024 https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=36318193 (in Russian)

Prikaz Zamestitelya Prem'er-Ministra Respubliki Kazahstan - Ministra sel'skogo hozyajstva Respubliki Kazahstan ot 30 dekabrya 2016 goda № 545 (2016). [Order of the Deputy Prime Minister of the Republic of Kazakhstan - Minister of Agriculture of the Republic of Kazakhstan dated December 30, 2016 No 545]. Accessed on 18.12.2024 https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=35671482 (in Russian)

Prikaz Zamestitelya Prem'er-Ministra Respubliki Kazahstan Ministra sel'skogo hozyajstva Respubliki Kazahstan ot 19 avgusta 2016 goda № 367 (2016). [Order of the Deputy Prime Minister of the Republic of Kazakhstan of the Minister of Agriculture of the Republic of Kazakhstan dated August 19, 2016 No 367]. Accessed on 11.12.2024 https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=38734267 (in Russian)

Reig, P., Shiao, T., Vigerstol, K., Copeland, C., Morgan, A., Strong, C., Hamilton, R., Dobson, R., Walker, S. (2021). Setting Enterprise Water Targets: A Guide for Companies. UN Global Compact CEO Water Mandate, Pacific Institute, CDP, The Nature Conservancy, World Resources Institute, and WWF. Accessed on 30.09.2024 www.ceowatermandate.org/enterprise-water-targets

RGP «Kazgidromet» (2023). Gidrologicheskij monitoring i monitoring kachestva prirodnyh ob"ektov [Regional Workshop on Monitoring, Assessment and Information Exchange in Transboundary Basins of Central Asia] https://unece.org/sites/default/files/2023-02/S1-1%20Ravza%20Ashanova.pdf

Romanenko, V.D., Oksiyuk, O.P., Zhukinskij, V.N., Stol'berg, F.V., Lavrik, V.I. (1990). Ekologicheskaya ocenka vozdejstviya gidrotekhnicheskogo stroitel'stva na vodnye ob"ekty [Environmental assessment of the impact of hydraulic engineering construction on water bodies]. Kiev: Naukova dumka

Sood, A., Smakhtin, V., Eriyagama, N., Villholth, K. G., Liyanage, N., Wada, Y., Ebrahim, G., Dickens, C. (2017). Global environmental flow information for the sustainable development goals [IWMI Research Report 168] https://doi.org/10.5337/2017.201

ST RK ISO 23043-2023 (2024). Otkhody. Metody otsenki protsessov ochistki promyshlennykh stochnykh vod dlya povtornogo ispol'zovaniya [ST RK ISO 23043-2023. Waste. Methods for evaluating industrial wastewater treatment processes for reuse]. Accessed on 16.06.2025 https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=38436036 (in Russian)

Statisticheskoe agentstvo RK (2024). Monitoring Celej ustojchivogo razvitiya do 2030 goda [Statistics Database]. Accessed on 08.11.2024 https://stat.gov.kz/ru/sustainable-development-goals/goal/

Sutanudjaja, E., Beek, R., Wanders, N., Wada, Yo., Bosmans, J., Drost, N., van der Ent, R.J., de Graaf, I., Hoch, J.M., de Jong, K., Karssenberg, D., López López, P., Pessenteiner, S., Schmitz, O., Straatsma, M.W., Vannametee, E., Wisser, D., Bierkens, M. (2018). PCR-GLOBWB 2: a 5 arcmin global hydrological and water resources model. *Geoscientific Model Development*, 11, 2429-2453. https://doi.org/10.5194/gmd-11-2429-2018

Ten Hulscher, D., Polesello, S., Coquery, M., Perceval, O., Merrington, G., Osté, L., Schlekat, Ch. (2021). Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Guidance Document No. 38 Technical Guidance for implementing Environmental Quality Standards (EQS) for metals.

UN (2023). The United Nations World Water Development Report 2023: Partnerships and cooperation for water. Paris: UNESCO.

UN ECE, CAREC (2012). Diagnosticheskij doklad i plan razvitiya sotrudnichestva. K razvitiyu Regional'nogo sotrudnichestva po obespecheniyu kachestva vod v Central'noj Azii [Diagnostic report and cooperation plan. Towards the development of Regional Cooperation on Water Quality Assurance in Central Asia]. Almaty: OST-XXI vek (in Russian)

UN Global Platform (2024) [Environment Statistics]. Accessed on 5.09.2024 https://unstats.un.org/UNSDWebsite/

UNEP (2017). A Framework for Freshwater Ecosystem Management. Volume 1: Overview and country guide for implementation. Nairobi: UNON Publishing Services Section.

UNEP (2017). A Framework for Freshwater Ecosystem Management. Volume 2: Technical guide for classification and target-setting. Nairobi: UNON Publishing Services Section.

UNEP (2018). A Framework for Freshwater Ecosystem Management. Volume 3: Case studies. Nairobi: UNON Publishing Services Section.

UNEP (2018). A Framework for Freshwater Ecosystem Management. Volume 4: Scientific Background. Nairobi: UNON Publishing Services Section.

UNEP (2021). Progress on Integrated Water Resources Management. Tracking SDG 6 series: global indicator 6.5.1 updates and acceleration needs. Nairobi: Strategic Agenda

UN-Water SDG 6 Data Portal (2024). [Data Lab]. Accessed on 30.10.2024 https://sdg6data.org/

Vanham, D., Hoekstra, A. Y., Wada, Y., Bouraoui, F., de Roo, A., Mekonnen, M. M., van de Bund, W. J., Batelaan, O., Pavelic, P., Bastiaanssen, W. G. M., Kummu, M., Rockström, J., Liu, J., Bisselink, B., Ronco, P., Pistocchi, A., & Bidoglio, G. (2018). Physical water scarcity metrics for monitoring progress towards SDG target 6.4: An evaluation of indicator 6.4.2 "Level of water stress". *The Science of the total environment*, 613-614, 218–232. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.09.056

Vodnyj Kodeks Respubliki Kazahstan ot 9 iyulya 2003 goda № 481-II (2003) [Water Code of the Republic of Kazakhstan dated July 9, 2003 No 481-II]. Accessed on 15.12.2024 https://online.zakon.kz/document/?doc_id=1042116 (in Russian)

Vörösmarty, CJ., McIntyre, PB., Gessner, MO., Dudgeon, D., Prusevich, A., Green, P., Glidden, S., Bunn, SE., Sullivan, CA., Liermann, CR., Davies, PM. (2010). Global threats to human water security and river biodiversity. Nature, 467, 555-561. https://doi.org/10.1038/nature09440

Warner, S. (2020). Dokument №2 Tekhnicheskogo rukovodstva po indikatoru TSUR 6.3.2 TSelevye znacheniya. 20200508 [Document No. 2 of the Technical Guidance for SDG Indicator 6.3.2: Target Values. 20200508]. Ireland: UNEP-DHI Centre on Water and Environment, University College Cork (in Russian)

Zakon Respubliki Kazahstan ot 6 aprelya 2016 goda № 480-V ZRK (2016) [Law of the Republic of Kazakhstan dated April 6, 2016 No 480-V ZRK]. Accessed on 27.12.2024 https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z1600000480 (in Russian)

Zakon Respubliki Kazahstan ot 9 iyulya 2004 goda N 593 (2004) [Law of the Republic of Kazakhstan dated July 9, 2004 No. 593] Accessed on 15.12.2024 https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z040000593 (in Russian)

Zakondyrin, A. E. (2023). Best available technology category: evolution of the concept from environmental modernization to social relevance. *Journal of Economics, Entrepreneurship and Law,* 13(3), 707-720. https://doi.org/10.18334/epp.13.3.117356

Zomer, R.J., Xu, J. Trabucco, A. (2022). Version 3 of the Global Aridity Index and Potential Evapotranspiration Database. *Scientific Data*, 9 (409), 1–15. https://doi.org/10.1038/s41597-022-01493-1