

<https://doi.org/10.55764/2957-9856/2025-3-58-68.32>

МРНТИ 10.53.22

УДК 556.3

И. К. Рахметов^{*1}, Ә. Т. Токтар², А. А. Нургазиева³

¹ *PhD студент, научный сотрудник (ТОО «Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У. М. Ахмедсафина», Алматы, Казахстан; issaraqmet@gmail.com)

² Научный сотрудник (ТОО «Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У. М. Ахмедсафина», Алматы, Казахстан; aliya.toktar@gmail.com)

³ Младший научный сотрудник (ТОО «Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У. М. Ахмедсафина», Алматы, Казахстан; asel-nurgazieva@mail.ru)

ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА, РАЗВЕДАННЫХ ДЛЯ ОРОШЕНИЯ

Аннотация. Цель исследования – научное обоснование и геоинформационное обеспечение управленческих решений по освоению и охране месторождений подземных вод (МПВ) Восточного Казахстана, разведанных для орошения. Проведены полевые гидрогеохимические исследования, лабораторный анализ проб и ГИС-картографирование. Разработана геоинформационно-аналитическая подсистема, составлены карты использования и оценен ресурсный потенциал подземных вод. Установлены пригодность вод для орошения (минерализация < 1 г/л) и возможность использования на площади до 54,74 тыс. га. Выявлен высокий потенциал устойчивого водопользования при низком уровне текущей эксплуатации. Результаты подтверждены межлабораторными испытаниями и переоценкой архивных данных с учетом современных условий. Подтверждено природное происхождение вод без загрязнения, что открывает перспективы для их использования в целях орошения.

Ключевые слова: Восточный Казахстан, орошение, оценка состояния, гидрогеология, экология, изменение климата.

Введение. Обеспечение всеобщего доступа к водным ресурсам, а также их рациональное использование входят в число приоритетных задач глобальной повестки устойчивого развития. Эта цель закреплена в Цели 6 Повестки дня ООН на период до 2030 года [1]. Однако нехватка пресных поверхностных вод заставляет страны всё активнее обращаться к использованию подземных вод как альтернативного источника. За последние 25-30 лет в мире пробурено свыше 300 миллионов скважин для добычи подземных вод [2], а их совокупный годовой отбор на 2017 год составил 959 км³ (или более 30 000 м³/с). При этом почти 69% этих объемов приходится на Азию. Восемь из десяти крупнейших потребителей подземных вод находятся на этом континенте – Индия, Китай, Пакистан, Иран, Индонезия, Бангладеш, Саудовская Аравия и Турция – на них приходится 75% мирового забора. В сельском хозяйстве Азии 76% добываемых объемов используется для регулярного орошения.

Интегрированное управление водными ресурсами, объединяющее использование поверхностных и подземных источников, позволяет значительно повысить устойчивость водоснабжения в условиях климатических колебаний. Эксперты подчеркивают важность комбинированных подходов: использование поверхностных вод в периоды изобилия и привлечение подземных источников в засушливые сезоны способствуют повышению водной и продовольственной безопасности.

В Казахстане, согласно данным Комитета водного хозяйства Министерства водных ресурсов и ирригации Республики Казахстан, годовой объем отбора подземных вод в последние годы составляет 1,02-1,08 км³, что эквивалентно лишь 3,7-5% от общего объема водозабора по республике. Это означает, что используется только около 7% эксплуатационных запасов [16]. На нужды сельского хозяйства приходится 0,15-0,21 км³/год (8–15% от общего объема), из которых на регулярное орошение направляется менее 0,02 км³/год. Таким образом, значительный ресурсный

потенциал подземных вод остается невостребованным, особенно в аграрном секторе, что заметно контрастирует с практикой ряда стран Европы и Азии [4, 5]. Между тем общий объем подземных вод, пригодных для орошения в Казахстане, оценивается в 7,76 км³/год [6].

Для выработки обоснованной политики в области устойчивого водопользования необходимы дополнительные исследования, направленные на изучение обеспеченности территорий страны пресными подземными водами. Особое внимание следует уделить вопросам рационального использования и воспроизводства ресурсов, в первую очередь в контексте хозяйственно-питьевого водоснабжения [7, 8].

Актуальность результатов исследований тесно связана с обеспечением водной безопасности Казахстана в маловодные годы при сопутствующих трансграничных угрозах по снижению доступных поверхностных водных ресурсов. В Послании Главы государства К.-Ж. К. Токаева народу Казахстана «Справедливое государство. Единая нация. Благополучное общество» от 01 сентября 2022 г. заявлено: «Серьезным барьером для устойчивого экономического развития страны является нехватка водных ресурсов. В текущих реалиях эта тема переходит в разряд вопросов национальной безопасности».

Методы исследования. Методы и методика проведения работ представлены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Методика исследования МПВ Восточного Казахстана

Figure 1 – Methodology for studying the groundwater deposits of East Kazakhstan

Оценка современного состояния подземных вод выполнена на основе полевых региональных гидрогеологических и химико-аналитических исследований. Отбор проб производился в соответствии с ГОСТ ISO 5667-11-2013 «Качество воды. Часть 11. Отбор проб. Руководство по отбору проб подземных вод» [9], ГОСТ 31861-2012 «Вода. Общие требования к отбору проб» [10], ГОСТ 28168-89 «Почвы. Отбор проб» [11].

При оценке качественных характеристик пресных подземных вод применены аналитические, статистические и лабораторные гидрогеологические и гидрохимические методы исследований. Достоверность полученных результатов подтверждается ежегодным участием в межлабораторных сопоставительных исследованиях, проводимых сертифицированным провайдером [12].

Дополнительно для пространственного анализа и визуализации данных были применены геоинформационно-аналитические методы [12], что позволило более точно определить закономерности распределения качественных характеристик подземных вод на исследуемой территории.

Для создания тематических карт осуществляются выборка необходимых сведений, классификация данных, выполнение расчетов, оформление карт и анализ результатов. Принятие управленческих решений в области использования и охраны МПВ потребует большого объема особым образом структурированных данных. Это возможно осуществить только в рамках Государственной информационно-аналитической системы (ГИАС).

Структура ГИАС эксплуатационных запасов МПВ, разведанных для ОРЗ, создана с учетом потребностей в гидрогеологической информации для нужд сельского хозяйства, а также наличия картографических данных и возможностей используемой геоинформационной системы (далее – ГИС). Система создана в ArcGIS [13].

Вся представленная в ГИАС информация содержится в базах семантических и графических данных и базе документов. Следует отметить, что со всеми графическими объектами, представленными на слоях карт графической базы данных, связана содержательная информация из таблиц базы семантических данных. Все карты, составляющие систему, выполнены в единой географической проекции и на единой картографической основе, включающей систематизированную совокупность данных о территории (гидрографическая сеть, населенные пункты, почвенная зональность и др.).

В настоящее время для орошения земель в основном используются поверхностные воды, а МПВ можно считать резервом орошаемого земледелия. Поэтому наряду с информацией о МПВ, разведанных для ОРЗ, система содержит сведения о расположении орошаемых массивов, в том числе планируемых. Она включает данные об эксплуатационных запасах и прогнозных ресурсах подземных вод, заборе подземных вод в соответствии с их целевым назначением, ресурсах поверхностных вод.

Необходимо подчеркнуть, что большое значение для планирования использования подземных вод для орошения земель имеют результаты проведенных исследований. В качестве архивных данных в информационной системе представлена карта гидрогеологического районирования Казахстана по условиям орошения земель подземными водами [14].

ГИАС включает данные о параметрах МПВ, эксплуатационных запасах подземных вод определенного целевого назначения, а также сведения, связанные с использованием воды, – схемы размещения существующих и перспективных для орошения территорий, графики забора подземных вод для орошения земель, данные о заборе подземных вод административных областей и др.

В 2024 г. ГИАС пополнена сведениями по МПВ, разведанными для ОРЗ, по 2 областям Восточного Казахстана (Абайской и Восточно-Казахстанской). Карты размещения и сводные таблицы МПВ, разведанных для ОРЗ, по каждой административной области и каждому ВХБ представлены на рисунке 2.

Расчетами предусмотрен водоотбор на месторождениях подземных вод в течение 50-летнего срока эксплуатации только для территорий с перспективными для орошения площадями. Поскольку условия формирования и гидрогеодинамическая обстановка перспективных водоносных горизонтов и комплексов несколько отличаются друг от друга, оценка прогнозных ресурсов для каждого водоносного комплекса (горизонта) проводилась отдельно, в соответствии с установленными граничными условиями. Общее понижение уровня воды на любом водозаборе с учетом его взаимодействия с другими складывается из понижения уровня воды в самом водозаборе и величины срезов, вызываемых эксплуатацией других водозаборов. Для расчета водозаборов, состоящих из большого числа скважин, использовался метод, при котором группа взаимодействующих скважин представляется в виде обобщенной системы. Большое число скважин заменялось одним условным водозабором по системе «большого колодца». В данном случае влияние взаимодействующих скважин оценивается суммарно не только в удаленных от водозабора точках, но и на участках расположения самих скважин.

Общее понижение уровня воды в водозаборе определялось по формуле

$$S = S_{B3} + S_{СКВ},$$

где S_{B3} – понижение уровня, обусловленное взаимодействием обобщенной системы, м; $S_{СКВ}$ – дополнительное понижение уровня воды в самой скважине.

На карту современного состояния и перспектив использования подземных вод для орошения земель Восточного Казахстана нанесены площади, для орошения которых могут использоваться подземные воды разведанных месторождений с утвержденными эксплуатационными запасами (рисунок 3).

Карты использования подземных вод различного назначения, в том числе для орошения земель административных областей Восточного Казахстана, включают диаграммы водоотбора и эксплуатационных запасов подземных вод.

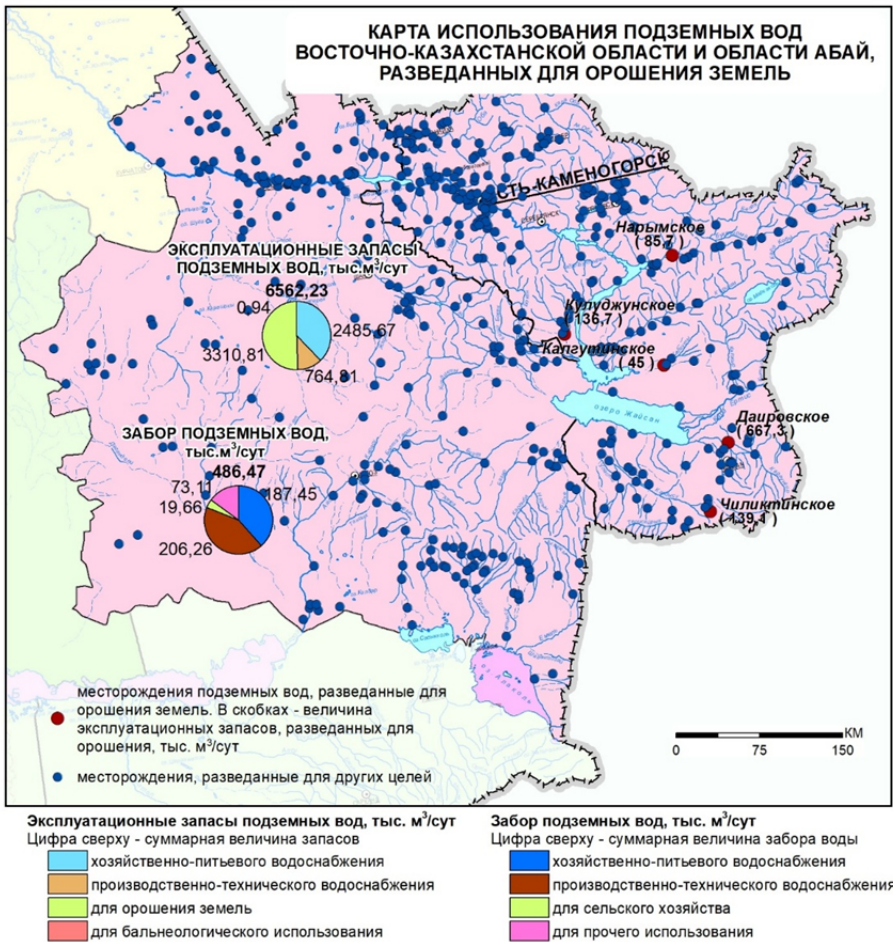


Рисунок 2 – Карта использования подземных вод Восточно-Казахстанской и Абайской областей, разведанных для орошения земель

Figure 2 – Map of groundwater use in the East Kazakhstan region and Abay, explored for land irrigation



Рисунок 3 – Карта фактического материала

Figure 3 – Map of the actual material



а



б

Рисунок 4 – Скважина Кулуджунского МПВ и отбор почвенных проб (а); точки отбора проб Восточно-Казахстанской области (б)

Figure 4 – Well of Kuludzhun groundwater deposit and soil sampling (a) and sampling points of East Kazakhstan region (b)

Суммарные эксплуатационные запасы месторождений подземных вод, разведанных для орошения - 1073,8 тыс.м³/сут (0,392 км³/год)

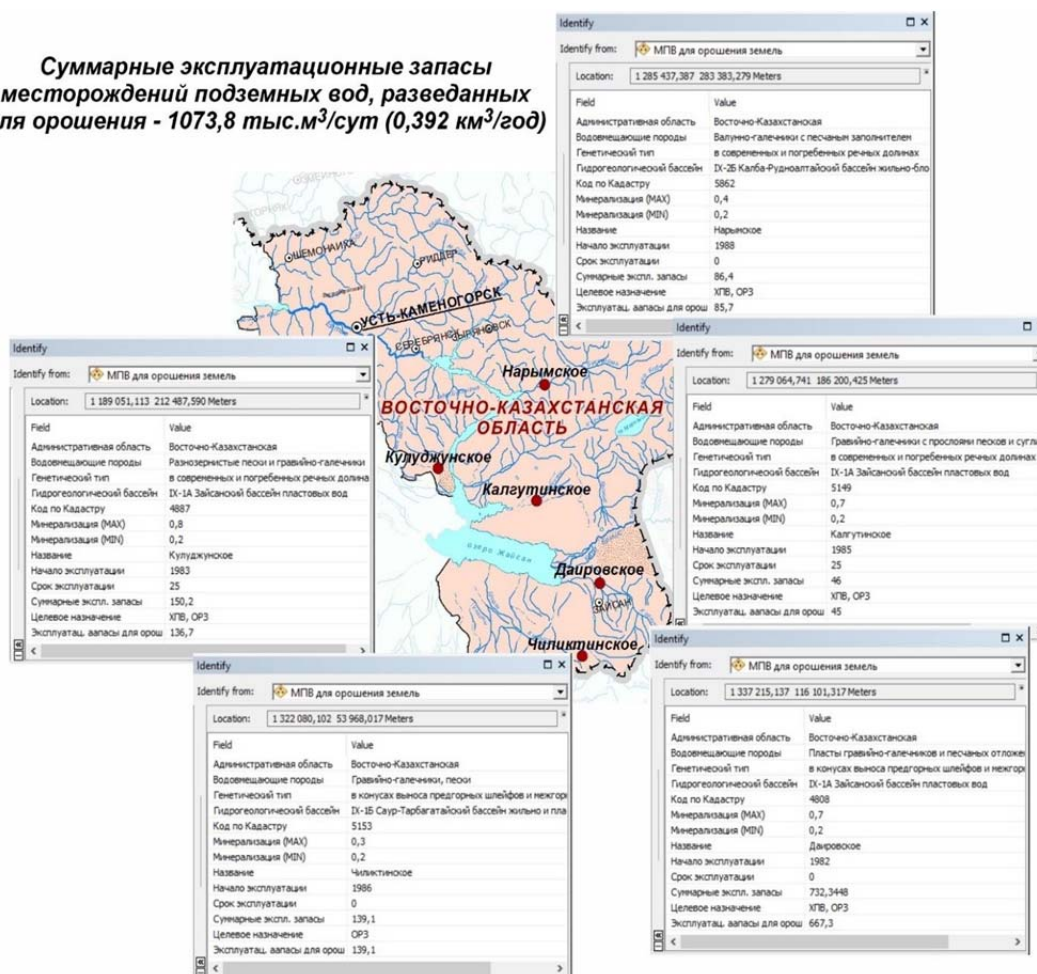


Рисунок 5 – Карта МПВ Восточно-Казахстанской области, разведанных для ОРЗ

Figure 5 – Map of the East Kazakhstan region groundwater deposits explored for irrigation purposes

Следует отметить, что подземные воды Восточного Казахстана практически не используются для орошения, несмотря на наличие разведанных эксплуатационных запасов.

Карты размещения площадей орошения административных областей Восточного Казахстана отображают массивы существующего и перспективного орошения подземными и поверхностными водами. Важную роль при оценке ресурсного потенциала подземных вод играют региональные прогнозные эксплуатационные ресурсы, которые позволяют судить о потенциальной обеспеченности регионов страны подземными водами различного целевого назначения, а также о перспективности тех или иных территорий для поисков и разведки их месторождений. Оценка прогнозных ресурсов территории исследований проведена в различные годы.

Обработка результатов геохимических опробований выполнена с помощью программного комплекса AquaChem 11, разработанного Waterloo Hydrogeologic (Канада) для графического отображения в виде диаграмм Пайпера, которые показывают основной анионно-катионный состав подземных вод, и диаграмм Дурова, отображающих содержание основных макрокомпонентов в составе подземных вод и соотношение величины минерализации и значений pH (рисунок 6).

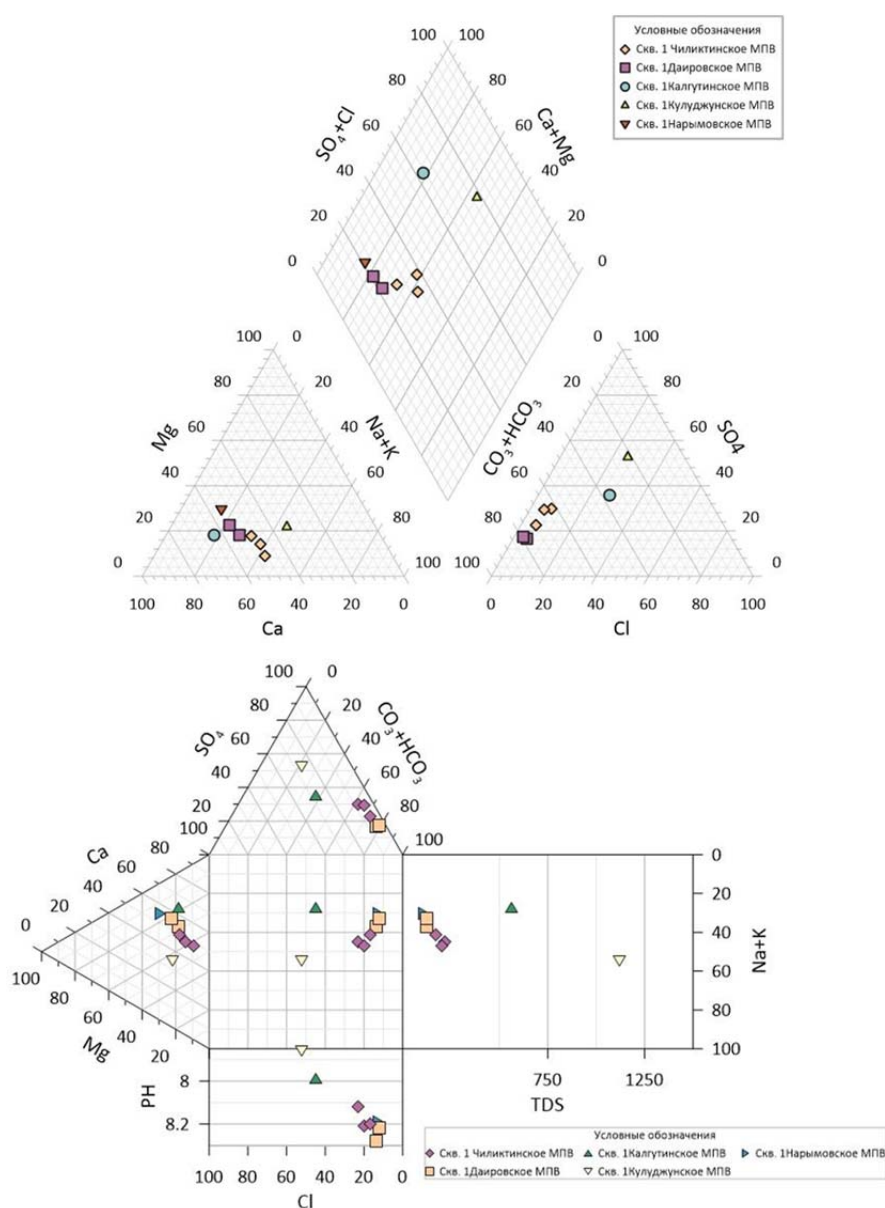


Рисунок 6 – Диаграммы химического состава подземных вод МПВ для ОРЗ Восточно-Казахстанской области

Figure 6 – Diagrams of the chemical composition of groundwater groundwater deposits for irrigation purposes, East Kazakhstan region

В целом воды классифицируются как пресные или слабоминерализованные, но с локальными зонами повышенной минерализации. Пробы воды, отобранные с Чиликтинского, Нарымовского и Даировского МПВ, характеризуются гидрокарбонатно-кальциевым типом воды, что указывает на относительно короткий промежуток циркуляции подземных вод. Анализ проб воды, отобранных с Калугинского и Кулуджунского МПВ, демонстрирует повышенное содержание ионов натрия и хлоридов, что может свидетельствовать о возможном участии более древних или глубинных водоносных горизонтов или преобладании процессов испарения.

Подземные воды, разведанные для ОРЗ, относятся к гидрокарбонатно-кальциевому типу, выявленные ионные аномалии могут указывать на гидрохимическую неоднородность и возможное влияние глубинных или эволюционных процессов.

Современное состояние подземных вод в Восточном Казахстане оценено с применением полевых, лабораторных и геоинформационно-аналитических методов [12], с соблюдением нормативных требований к отбору проб [9-11] и подтверждением достоверности данных через межлабораторные исследования [12]. Полученные данные систематизированы в ГИАС, отражающей эксплуатационные запасы, ресурсы и потенциал использования подземных вод для нужд орошаемого земледелия.

Таблица 1 – Площади орошения, обеспеченные эксплуатационными запасами месторождений подземных вод, разведанных для орошения земель

Table 1 – Irrigation areas provided with operational reserves of groundwater deposits explored for irrigation of lands

МПВ	Геол. индекс водго горизонта	Минерализация, г/л		Величина ЭЗ МПВ для ОРЗ	Обеспеченность ЭЗ МПВ, м ³ /с		Суммарная величина обеспеченности ЭЗ МПВ, Q _{обес} , м ³ /с	Коэффициент обеспеченности ЭЗ МПВ, K _{обес} = Q _{обес} /Q	
Даировское	a Q _{II}	0,2-0,7	667,3	0,244	7,72	0,50	10,20	10,70	1,38
	N ₂ -Q _I								
Калугинское	ар Q	0,2-0,8	45,0	0,016	0,52	0,30	1,80	2,10	4,03
Кулуджунское	ар Q	0,2-0,8	136,7	0,050	1,58	0,08	2,70	2,8	1,77
Нарымское	aQ _{II-III}	0,2-0,4	85,7	0,031	0,99	0,09	1,00	1,09	1,09
Чиликтинское	арQ _{II} -	0,2-0,3	139,1	0,051	1,61	0,40	3,22	3,62	2,25
	N ₂ -Q _I								
Итого МПВ и запасов	5		1073,8	0,391	12,43				

Представленные в таблице 1 данные отражают количественную оценку обеспеченности эксплуатационных запасов подземных вод для пяти месторождений. Показатель «обеспеченность ЭЗ» (Q₂, м³/с) характеризует устойчивый дебит скважин при заданной вероятности обеспеченности и может рассматриваться как оперативно доступный ресурс. Величина «суммарной обеспеченности» (Q_{обес}, м³/с) представляет собой агрегированное значение, полученное путём суммирования индивидуальных дебитов в пределах месторождения, и используется для оценки совокупной водоотдачи эксплуатационного участка. Коэффициент обеспеченности (K_{обес} = Q_{обес} / Q₃), в свою очередь, служит индикатором степени соответствия расчётных ресурсов проектным значениям эксплуатационных запасов (Q₃).

Из таблицы 1 видно, что обеспеченность варьирует по месторождениям, достигая наибольших значений на Даировском МПВ (Q_{обес}=10,20 м³/с, K_{обес}=1,38), что связано с более высокими запасами и эксплуатационными возможностями. В то же время для Калугинского МПВ, несмотря на низкую величину эксплуатационных запасов, отмечается высокий коэффициент обеспеченности (K_{обес}=4,03), что указывает на значительный эксплуатационный потенциал при малых утверждённых запасах.

Важный вклад в изучение региональных прогнозных ресурсов подземных вод Казахстана внесла работа «Обобщение и анализ гидрогеологических материалов с целью оценки запасов подземных вод речных долин Казахстана» [15].

Таблица 2 – Распределение прогнозных ресурсов подземных вод по регионам и административным областям

Table 2 – Distribution of predicted groundwater resources by regions and administrative areas of the research area

Регион, область	Площадь, тыс. км ²	Прогнозные ресурсы подземных вод по минерализации, г/л						Модуль, л/с на 1 км ²	
		до 1,0			до 3,0			Минерализация воды, г/л	
		тыс. м ³ /сут	м ³ /с	км ³ /год	тыс. м ³ /сут	м ³ /с	км ³ /год	до 1,0	до 3,0
Всего по Республике Казахстан	2723,0	110 789,20	1282,3	40,44	155 732,20	1802,50	56,84	0,47	0,66
Западный Казахстан	736,24	7 178,8	83,1	2,62	14 412,9	166,8	5,26	0,11	0,23
Южный Казахстан	710,47	65 781,3	761,4	24,01	92 301,7	1068,3	33,69	1,07	1,50
Алматинская	105,26	17 160,8	198,6	6,26	20 234,4	234,2	7,39	1,89	2,22
Жетісу	118,65	21 963,3	254,2	8,02	27 294,2	315,9	9,96	2,14	2,66
Жамбылская	144,26	14 933,0	172,8	5,45	22 480,8	260,2	8,21	1,20	1,80
Северный Казахстан	564,97	14 625,0	169,3	5,34	19 928,5	230,7	7,27	0,30	0,41
Центральный Казахстан	427,98	7 904,1	91,5	2,88	11 877,2	137,5	4,34	0,21	0,32
Карагандинская	239,04	6 475,8	75,0	2,36	7 801,4	90,3	2,85	0,31	0,38
Улытауская	188,94	1 428,3	16,5	0,52	4 075,8	47,2	1,49	0,09	0,25
Восточный Казахстан	283,30	15 300,0	177,1	5,58	17 211,9	199,2	6,28	0,63	0,70
Восточно-Казахстанская	97,80	9 680,7	112,1	3,53	9 779,6	113,2	3,57	1,15	1,16
Абай	185,50	5 619,3	65,0	2,05	7 432,3	86,0	2,71	0,35	0,46

В данной работе прежде всего была проведена типизация речных долин. Выделены долины: I – с постоянным речным стоком, с активной связью подземных вод с рекой; II – с постоянным речным стоком, но с затрудненной связью подземных вод с рекой; III – с периодическим стоком; IV – с отсутствием речного стока или гидравлической связи подземных вод с рекой. Каждый из выделенных типов речных долин имеет различные источники формирования эксплуатационных ресурсов.

Оценка прогнозных эксплуатационных ресурсов подземных вод с составлением Карты прогнозных эксплуатационных ресурсов в масштабе 1:200 000 по территории Восточно-Казахстанской области проведена в 1987 г. путем обобщения и анализа значительного фактического материала. Ресурсы подземных вод подсчитаны на бесконечный срок эксплуатации, т.е. источниками формирования эксплуатационных ресурсов являются только естественные ресурсы. Прогнозные ресурсы по долинам рек Ертис, Уба, Буктырма оценены по линейному модулю, который определен по данным разведочных работ на опорных участках. Прогнозные ресурсы бассейнов основных рек оценены по площадному модулю, который, в свою очередь, определен по данным водоотлива. Их общая величина составила 2515,6 тыс. м³/сут (29,1 м³/с, или 0,92 км³/год).

Обсуждение. Потенциальная возможность использования подземных вод для орошения на перспективу обоснована величинами прогнозных эксплуатационных ресурсов подземных вод. Результаты оценки прогнозных эксплуатационных ресурсов подземных вод на современный период приведены в таблице 2.

Основные ресурсы пресных подземных вод Восточного Казахстана с минерализацией до 1 г/л составляют 13,8% от общего количества находящиеся в республике (см. таблицу 2: по ВКО – 177,1 м³/с из 1282,3 м³/с по РК). Естественные (возобновляемые) ресурсы представляют степень обеспеченности того или иного региона ресурсами подземных вод, позволяют установить соотношение ресурсов подземных и поверхностных вод и роль подземного стока в общем водном

балансе, что в целом имеет важное значение при составлении схем комплексного использования и охраны водных ресурсов и гидрогеологическом обосновании водохозяйственных балансов.

Естественные, антропогенные и естественно-антропогенные возобновляемые ресурсы подземных вод определяются величиной их суммарного питания, которая обусловлена инфильтрацией атмосферных осадков, оросительных и поверхностных вод, фильтрацией из естественных и искусственных поверхностных водных объектов, а также притоком подземных вод со смежных территорий. Возобновляемые ресурсы подземных вод являются показателем восполнения ресурсов подземных вод, отражающим их основную особенность как возобновляемого полезного ископаемого, и характеризуют верхний предел возможного отбора подземных вод за многолетний период без их истощения.

Заключение. В результате исследований 2024 года оценено современное состояние месторождений подземных вод Восточного Казахстана, разведанных для орошения. Исследования не выявили четко выраженной тенденции изменения запасов подземных вод под влиянием климатических факторов. Антропогенное воздействие минимально, так как эксплуатация разведанных месторождений для орошения практически не ведется.

На основании расчетов проектных площадей орошения за счет подземных вод в Восточном Казахстане выявлено, что потенциально можно орошать дополнительно 54,74 тыс. га земель за счет ресурсов подземных вод. Однако текущее использование подземных вод для орошения остается крайне низким.

Финансирование. Работа поддержана грантовым финансированием проекта BR 21882211 «Ресурсы подземных вод как основной резерв устойчивого орошаемого земледелия Казахстана».

ЛИТЕРАТУРА

- [1] United Nations. The United Nations World Water Development Report 2022: Groundwater: Making the Invisible Visible. – UNESCO, Paris. <https://www.unesco.org/reports/wwdr/2022/en> (дата обращения: 06.11.2023).
- [2] Margat J., van der Gun J. Groundwater around the World: A Geographic Synopsis. – CRC Press/Balkema, 2013. – 372 p. <https://doi.org/10.1201/b13977.ngwa.org+7SCIRP+7ResearchGate+7>
- [3] Taylor R. G., Scanlon B. R., Döll P., Rodell M., van Beek R., Wada Y., Longuevergne L., Leblanc M., Famiglietti J.S., Edmunds M., Konikow L., Green T. R., Chen J., Taniguchi M., Bierkens M. F. P., MacDonald A., Fan Y., Maxwell R. M., Yechieli Y., Gurdak J.J., Allen D. M., Shamsudduha M., Hiscock K., Yeh P. J.-F., Holman I., Treidel H. Ground water and climate change. // Nature Climate Change. – 2013. – Vol. 3, No. 4. – P. 322-329. <https://doi.org/10.1038/nclimate1744>. Princeton University+1Публикации Геологической службы США+1.
- [4] Смоляр В. А., Буров Б. В., Веселов В. В. Водные ресурсы Казахстана (поверхностные и подземные воды, современное состояние). – Алматы: Ғылым, 2002. – 596 с.
- [5] Калмыкова Н. В., Шапиро С. М. Сырдарьинский артезианский бассейн. – Алма-Ата: Ғылым, 1992. – 200 с.
- [6] Смоляр В. А., Буров Б. В., Мустафаев С. Т. Ресурсы подземных вод Республики Казахстан // Водные ресурсы Казахстана: оценка, прогноз, управление. – Алматы, 2012. – Т. VIII. – 632 с.
- [7] Абсаметов М. К., Мухамеджанов М. А., Сыдыков Ж. С., Муртазин Е. Ж. Подземные воды Казахстана – стратегический ресурс водной безопасности страны. – Алматы, 2017. – 220 с.
- [8] Рациональное использование и охрана подземных вод Республики Казахстан в условиях климатических и антропогенных изменений / Под ред. проф. Абсаметова М. К. – Алматы, 2020. – 280 с.
- [9] ГОСТ ISO 5667-11-2013. Качество воды. Часть 11. Отбор проб. Руководство по отбору проб подземных вод (ISO 5667-11:2009, IDT).
- [10] ГОСТ 31861-2012. Вода. Общие требования к отбору проб.
- [11] ГОСТ 28168-89. Почвы. Отбор проб.
- [12] Малышев Н. А. Гидрогеология. – М.: Недра, 2004. – 228 с.
- [13] Environmental Systems Research Institute (ESRI). ArcGIS Pro Documentation. – URL: <https://pro.arcgis.com>.
- [14] Джакелов А. К. и др. Гидрогеологическое районирование Казахстана по условиям орошения земель подземными водами. – Алма-Ата, 1983.
- [15] Шорина С. В., Сычев К. И. Обобщение и анализ гидрогеологических материалов с целью оценки запасов подземных вод речных долин Казахстана. – Алма-Ата, 1972 г.
- [16] Постановление Правительства Республики Казахстан от 5 февраля 2024 года № 66. «Об утверждении Концепции развития системы управления водными ресурсами Республики Казахстан на 2024-2030 годы». – 57 с.

REFERENCES

- [1] United Nations. The United Nations World Water Development Report 2022: Groundwater: Making the Invisible Visible. UNESCO, Paris. <https://www.unesco.org/reports/wwdr/2022/en> (accessed 06.11.2023).
- [2] Margat J., van der Gun J. Groundwater around the World: A Geographic Synopsis. – CRC Press/Balkema, 2013. 372 p. <https://doi.org/10.1201/b13977.ngwa.org+7SCIRP+7ResearchGate+7>
- [3] Taylor R. G., Scanlon B. R., Döll P., Rodell M., van Beek R., Wada Y., Longuevergne L., Leblanc M., Famiglietti J.S., Edmunds M., Konikow L., Green T.R., Chen J., Taniguchi M., Bierkens M.F.P., MacDonald A., Fan Y., Maxwell R.M., Yechieli Y., Gurdak J.J., Allen D.M., Shamsudduha M., Hiscock K., Yeh P.J.-F., Holman I., Treidel H. Ground water and climate change. // Nature Climate Change. 2013. Vol. 3, No. 4. P. 322-329. <https://doi.org/10.1038/nclimate1744>. Princeton University+1Publications of the US Geological Survey+1.
- [4] Smolyar V. A., Burov B. V., Veselov V. V. Water resources of Kazakhstan (surface and groundwater, current state). Almaty: Gylym, 2002. 596 p. (in Russ.).
- [5] Kalmykova N. V., Shapiro S. M. Syr Darya artesian basin. Alma-Ata: Gylym, 1992. 200 p. (in Russ.).
- [6] Smolyar V. A., Burov B. V., Mustafayev S.T. Groundwater resources of the Republic of Kazakhstan // Water resources of Kazakhstan: assessment, forecast, management. Almaty, 2012. Vol. VIII. 632 p. (in Russ.).
- [7] Absametov M. K., Mukhamedzhanov M. A., Sydykov Zh. S., Murtazin E. Zh. Groundwater of Kazakhstan – a strategic resource for the country's water security. Almaty, 2017. 220 p. (in Russ.).
- [8] Rational use and protection of groundwater of the Republic of Kazakhstan in the context of climatic and anthropogenic changes / Edited by prof. Absametov M. K. Almaty, 2020. 280 p. (in Russ.).
- [9] GOST ISO 5667-11-2013. Water quality. Part 11. Sampling. Guidelines for groundwater sampling (ISO 5667-11:2009, IDT) (in Russ.).
- [10] GOST 31861-2012. Water. General requirements for sampling (in Russ.).
- [11] GOST 28168-89. Soils. Sampling (in Russ.).
- [12] Malyshev N. A. Hydrogeology. M.: Nedra, 2004 (in Russ.).
- [13] Environmental Systems Research Institute (ESRI). ArcGIS Pro Documentation. URL: <https://pro.arcgis.com>
- [14] Dzhakelov A.K. et al. Hydrogeological zoning of Kazakhstan according to the conditions of irrigation of lands with groundwater. Alma-Ata, 1983 (in Russ.).
- [15] Shorina S.V., Sychev K.I. Generalization and analysis of hydrogeological materials for the purpose of assessing groundwater reserves of river valleys of Kazakhstan. Alma-Ata, 1972 (in Russ.).
- [16] On approval of the Concept for the development of the water resources management system of the Republic of Kazakhstan for 2024-2030 Resolution of the Government of the Republic of Kazakhstan dated February 5, 2024, No. 66. 57 p. (in Russ.).

И. К. Рахметов^{*1}, Ә. Т. Токтар², А. А. Нұрғазиева³

¹ *PhD докторанты, ғылыми қызметкер («У. М. Ахмедсафин атындағы Гидрогеология және геоэкология институты» ЖШС, Алматы қ., Қазақстан; issaraqmet@gmail.com)

² Аға ғылыми қызметкер («У. М. Ахмедсафин атындағы Гидрогеология және геоэкология институты» ЖШС, Алматы, Қазақстан; aliya.toktar@gmail.com)

³ Кіші ғылыми қызметкер («У. М. Ахмедсафин атындағы Гидрогеология және геоэкология институты» ЖШС, Алматы, Қазақстан; asel-nurgazieva@mail.ru)

ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ СУЛАНДЫРУ ҮШІН ЗЕРТТЕЛГЕН ЖЕР АСТЫ СУЛАРЫНЫҢ ҚАЗІРГІ ЖАҒДАЙЫН БАҒАЛАУ

Аннотация. Зерттеудің мақсаты Шығыс Қазақстандағы жер асты су көздерін дамыту және қорғау, суару үшін мәліметтерді сақтау бойынша басқару шешімдерін ғылыми негіздеу және геоақпараттық қамтамасыз ету болып табылады. Аймақтық гидрогеохимиялық зерттеулер, сынамаларды зертханалық талдау және ГАЗ картасын жасау жүргізілді. Жер асты суларының болжалды ресурстық әлеуетін және карталарды пайдалануды құрайтын геоақпараттық және аналитикалық ішкі жүйе әзірленді. Суаруға арналған судың пайызы (минералдануы < 1 г/л) және 54,74 мың шаршы метрге дейінгі аумақта пайдалану мүмкіндігі. га құрылды. Қазіргі заманғы пайдалану деңгейі төмен суды пайдаланудың жоғары әлеуеті анықталды. Нәтижелер зертханааралық сынақтар мен заманауи жағдайларды ескере отырып, мұрағат деректерін қайта бағалау арқылы расталды. Сулардың ластанбаған табиғи тану расталды, бұл оларды суаруға пайдалану мүмкіндігін ашады.

Түйін сөздер: Шығыс Қазақстан, суармалау, жағдайды бағалау, гидрогеология, экология, климаттың өзгеруі

I. K. Rakhmetov^{*1}, A. T. Toktar², A. A. Nurgazieva³

¹ *PhD candidate, Research associate (LLP «Akhmedsafin Institute of Hydrogeology and Geoecology»,
Almaty, Kazakhstan; issaraqmet@gmail.com)

² Senior Researcher (LLP «Akhmedsafin Institute of Hydrogeology and Geoecology»,
Almaty, Kazakhstan; aliya.toktar@gmail.com)

³ Junior Researcher (LLP «Akhmedsafin Institute of Hydrogeology and Geoecology»,
Almaty, Kazakhstan; asel-nurgazieva@mail.ru)

ASSESSMENT OF THE CURRENT STATE OF GROUNDWATER RESOURCES IN EAST KAZAKHSTAN EXPLORED FOR IRRIGATION

Abstract. The aim of the study is to provide scientific substantiation and geoinformation support for management decisions on the development and protection of groundwater deposits in Eastern Kazakhstan explored for irrigation. Field hydrogeochemical studies, laboratory analysis of samples and GIS mapping were conducted. A geoinformation and analytical subsystem was developed, maps of use were compiled and the resource potential of groundwater was assessed. The suitability of water for irrigation (mineralization < 1 g / l) and the possibility of use on an area of up to 54.74 thousand hectares were established. A high potential for sustainable water use with a low level of current operation was revealed. The results were confirmed by interlaboratory tests and re-evaluation of archival data taking into account modern conditions. The natural origin of water without pollution was confirmed, which opens up prospects for their use for irrigation.

Keywords: East Kazakhstan, irrigation, status assessment, hydrogeology, ecology, climate change.