

<https://doi.org/10.55764/2957-9856/2024-4-75-83.41>

МРНТИ 38.61.31

УДК 551.4:556.3:550.837.82

Д. К. Аденова^{*1}, Е. Ж. Муртазин², О. Л. Мирошниченко³

^{1*} PhD, старший научный сотрудник (ТОО «Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У. М. Ахмедсафина», Алматы, Казахстан; adenovadinara@gmail.com)

² К. г.-м. н., заместитель директора по науке (ТОО «Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У. М. Ахмедсафина», Алматы, Казахстан; ye_murtazin@list.ru)

³ К. т. н., ведущий научный сотрудник (ТОО «Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У. М. Ахмедсафина», Алматы, Казахстан; o_mirosh@mail.ru)

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И КАЧЕСТВА ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АРТЕЗИАНСКИХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ЖАМБЫЛСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. Приведены результаты исследования состояния и качества подземных вод в Таласском, Сарысуском и Мойынкумском районах Жамбылской области. Полевые работы в 2023 г. этих районах показали превышения химических показателей подземных вод в скважинах № 1, 8, 27, 61, 66. Научная работа сопровождалась полевыми изысканиями и химико-аналитическими исследованиями проб воды из самоизливающихся скважин для оценки возможности их использования в целях хозяйственно-питьевого водоснабжения и орошения земель. Для повышения результативности обеспечено геоинформационное сопровождение работ. Анализ и обобщение накопленных материалов выполнены с использованием географической информационной системы для разработки прогнозных сценариев эксплуатации и охраны самоизливающихся скважин. Сделаны анализ и оценка потенциала фонтанной эксплуатации напорных подземных вод, даны рекомендации по использованию ресурсов подземных вод для устойчивого развития сельских территорий. С использованием ГИС-технологий впервые сформирована геоинформационная база данных самоизливающихся скважин и напорных артезианских водоносных горизонтов территории для эффективного управления и охраны подземных вод.

Ключевые слова: подземные воды, артезианская скважина, ГИС-технологии, охрана окружающей среды, Жамбылская область.

Введение. Подземные воды являются основными источниками пресной воды. В последние несколько десятилетий подземные воды используются в избыточных количествах для сельскохозяйственной деятельности, промышленного сектора и бытовых целей [1-3]. Рост населения, изменение образа жизни людей и другая промышленная деятельность приводят к увеличению использования подземных вод [4-6]. По мере возрастания дефицита воды в условиях повышения потребностей населения городов и экономики увеличивается уровень конкуренции за водные ресурсы [7, 8]. Все большее значение приобретают проблемы качества и количества воды, загрязнение и ее истощение, управление и взаимодействие водными ресурсами [9-11].

Индустриализация и рост населения, как правило, сопровождающиеся деградацией окружающей среды, усиливают антропогенную нагрузку на качество грунтовых вод [12, 13]. Безрассудная и неправильная утилизация промышленных стоков, обогащенных различными химическими, органическими, неорганическими и биологическими соединениями, приводят к выщелачиванию или просачиванию в грунтовые воды загрязнителей, оказывая существенное влияние на химический состав подземных вод [14].

Все сложнее становятся проблемы, связанные с освоением и использованием водных ресурсов в соответствии с требованиями целей устойчивого развития [15, 16]. Данный факт указывает на необходимость корректировки подходов, причем особое внимание следует уделять вопросам совершенствования природопользования и адаптации к изменению климата, обеспеченности водными ресурсами и развития инфраструктур.

Угроза дефицита воды и неэффективное управление водными ресурсами могут стать основным препятствием устойчивому социально-экономическому развитию и для Казахстана.

Наиболее острыми признаны проблемы обеспечения населения качественной питьевой водой, а также нарастающий дефицит водных ресурсов в аграрном секторе, повлекший за собой значительное сокращения площадей орошения и обводненных пастбищ [17]. Для обеспечения водной безопасности возрастает роль подземных вод, которые относятся к наиболее ценным полезным ископаемым [18, 19]. Увеличение спроса на пресную воду вызвано тремя главными факторами: ростом численности населения, расширением орошаемого земледелия и промышленным развитием. Обеспечение населения доступом к безопасной питьевой воде стало социально-экономическим приоритетом в Казахстане.

В работе рассматриваются проблемы водоснабжения и орошения земель, оцениваются качественные и количественные показатели подземных вод Жамбылской области.

Цели и задачи исследований. Оценка состояния самоизливающихся гидрогеологических скважин и прогноз на ближайшее будущее с выявлением их пригодности в использовании ресурсов подземных вод для развития сельских территорий.

Полевые исследования и отбор проб воды были проведены картографированием, при помощи ГИС-технологии. Инструменты на основе ГИС широко используются в создании цифровой географической базы данных для исследования и визуализации карт, а также прогнозного анализа взаимодействия подземных вод с поверхностными, необходимыми в процессе принятия решений для должностных лиц государственных органов. Антропогенная деятельность и техногенное воздействие на окружающую среду требуют дополнительного изучения. Для рекомендаций по устойчивым решениям надлежащая полевая работа с легким отслеживанием и понятными картами ГИС является очень важной. Результаты изучения будут использованы при дальнейших специализированных исследованиях моделирования с прогнозным анализом и в разработке программ устойчивого использования ресурсов подземных вод.

Материалы и методы. Водные ресурсы Жамбылской области представлены поверхностными и подземными водами, которые служат источниками водоснабжения для хозяйственно-питьевых, производственных целей и орошения [18, 19]. В целом удельная водообеспеченность региона высокая и сопоставима со средней по Казахстану [10]. Основные закономерности распределения поверхностного и подземного стока определяют орографические особенности территории, характеризующиеся постепенным повышением поверхности земли от равнины (степная засушливая зона) к ее горному обрамлению на юге и юго-востоке [15] (предгорная увлажненная зона) (рисунок 1).

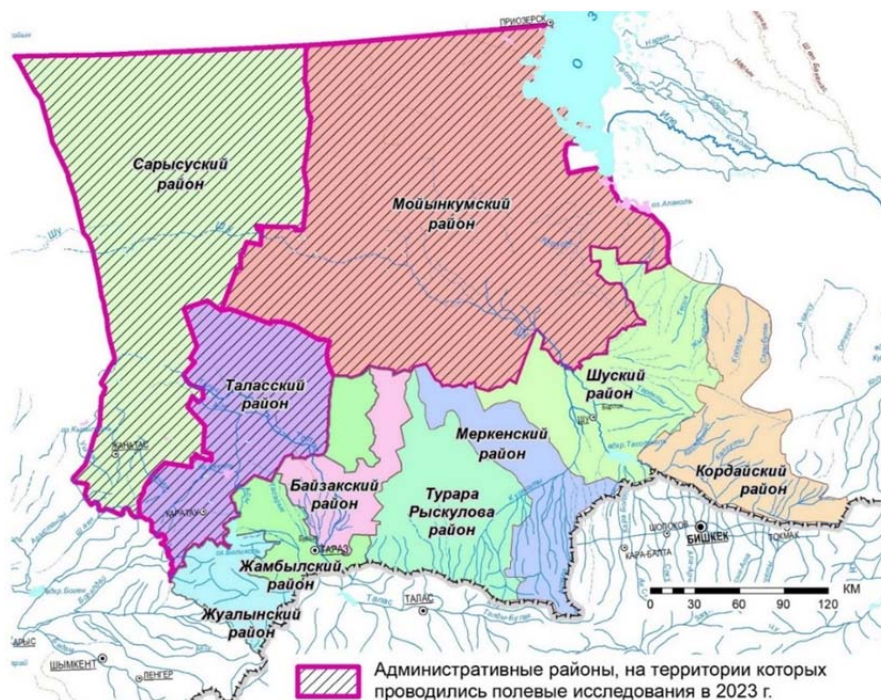


Рисунок 1 – Административное районирование Жамбылской области

Figure 1 – Administrative zoning of Zhambyl region

В 2023 году в Таласском, Сарысуском и Мойынкумском районах Жамбылской области исследования показали, что подземные воды соответствуют стандартам качества согласно Приказу министра здравоохранения РК №209 от 20 февраля 2023 г. по химическим показателям [20], кроме данных в скважинах №1, 8, 27, 61, 66.

Таблица 1 – Результаты экспедиционного обследования гидрогеологических скважин в 2023 г.

Table 1 – Results of the expeditionary survey of hydrogeological wells in 2023

№ п/п	Административный район	Скважины				
		обследовано всего	с самоизливом	без самоизлива	с насосом	забиты
1	Таласский	30	13	8	3	6
2	Сарысуский	35	25	5	2	3
3	Мойынкумский	5	5			
	Всего	70	43	13	5	9

В таблице 1 показано, что на территории исследований выявили 70 гидрогеологических скважин, разделенных по административным районам. Обследование показало, сколько скважин с самоизливом, сколько скважин без самоизлива, сколько всего скважин работает с насосом, сколько скважин забито камнями и посторонними материалами, а сколько всего скважин ликвидировано (рисунок 2).

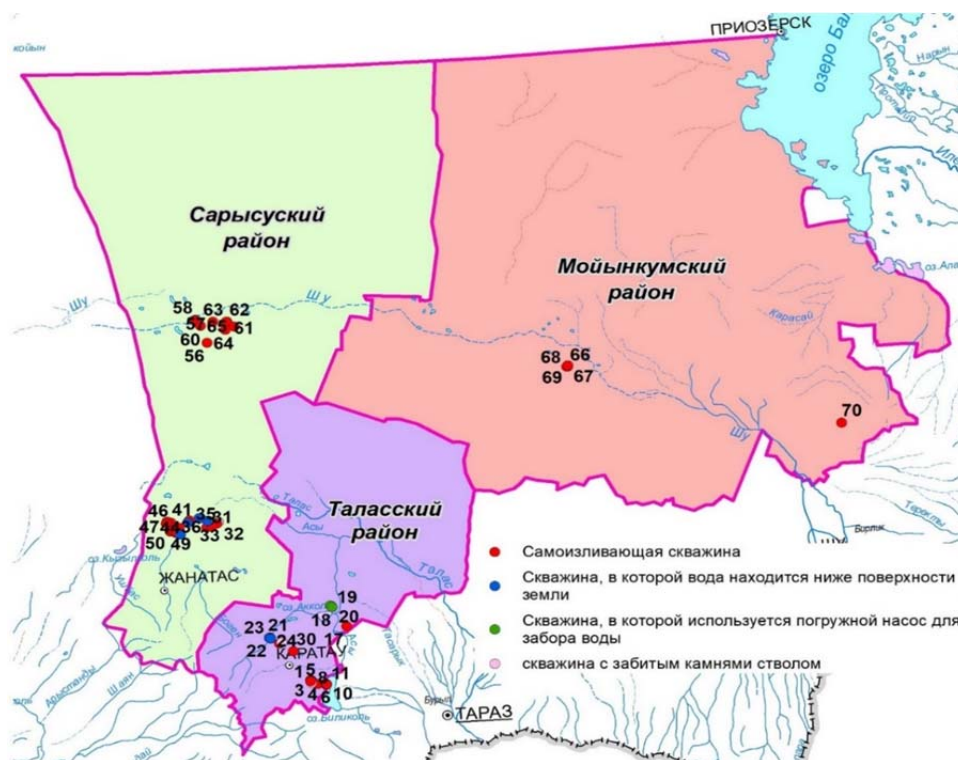


Рисунок 2 – Карта расположения самоизливающихся скважин

Figure 2 – Map of the location of self-flowing wells

Вышедшие из строя скважины своевременно не ликвидируются и являются потенциальными источниками загрязнения. Выявление бездействующих скважин и принуждение к их ликвидации осуществляются только при согласовании Комитета геологии Министерства промышленности и строительства Республики Казахстан и местных исполнительных органов (акиматы) использования подземных вод и выдачи лицензий на право пользования недрами.

Неравномерность распределения подземных вод, их глубина залегания, химический состав и объемы использования обуславливают некоторые конструктивные различия подземных водозаборов равнинных и предгорных районов.

Обследование водозаборов подземных вод показало, что практически все они находятся в удовлетворительном рабочем состоянии. Но насосно-силовое оборудование не соответствует техническим параметрам скважин. Подземные или наземные насосные станции над скважинами или вообще отсутствуют, или характеризуются неудовлетворительным санитарно-техническим состоянием (рисунок 3).



Рисунок 3 – Оголовок водозаборной скважины (а) и зона санитарной охраны (б)
Figure 3 – Water intake well head (a) and sanitary protection zone (b)

Зоны санитарной охраны водозаборов практически во всех населенных пунктах не отвечают установленным требованиям СанПиН 2.1.4.1110-02 «Зоны санитарной охраны источников...» ни по размерам площадок, ни по защитному оборудованию устьевых частей скважин, ни по санитарно-гигиеническим условиям. Площадки зон охраны чаще всего похожи на свалки строительного мусора, места складирования животноводческих органических отходов или изрытые пустыри, заросшие сорняками и не имеющие никаких ограждений (рисунок 3).

Практически во всех селах технический уровень строительства и особенно эксплуатации разведочно-эксплуатационных скважин находится на низком уровне, амортизационный срок эксплуатации подавляющего числа скважин и напорно-регулирующих емкостей давно истек.

В результате рекогносцировочного обследования водозаборов было установлено следующее:

на эксплуатационных скважинах часто отсутствует контрольно-измерительная аппаратура, приспособления для замера динамического уровня воды и объема водоотбора;

в связи с отсутствием напорно-регулирующих емкостей с достаточным запасным объемом и переборами в снабжении электроэнергией неизбежны остановки в работе водозаборных скважин.

в зоне влияния водозаборов нет наблюдательной сети для изучения формирования депрессионной воронки в процессе эксплуатации подземных вод.

Отмеченные недостатки затрудняют выбор и контроль правильного режима эксплуатации водозабора, определение причин снижения производительности скважин и преждевременного выхода их из строя, а также сдерживают накопление опыта эксплуатации водозаборов на базе подземных вод.

В процессе экспедиционного обследования для каждой водопойной точки были измерены уровни подземных вод при отсутствии саморазлива, оценены расходы с помощью 10-литрового ведра и секундомера, географические координаты определены с помощью GPS-навигатора. В результате составлена таблица общей характеристики гидрогеологических скважин по Таласскому, Сарыускому и Мойынкумскому районам Жамбылской области.

В течение экспедиционного обследования отобрано 14 проб на сокращенный химический анализ воды. Химические анализы на соответствие качеству воды согласно Приказу Министерства национальной экономики №209 от 16.03.2015 г. и на СТ РК 452-2002 проводились в ТОО «Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У. М. Ахмедсафина», лаборатории химико-аналитических методов исследования в г. Алматы в 2023 году.

Содержание микро- и макрокомпонентов в воде по всем отобраным пробам в пределах ПДК, кроме скважин № 1, 6, 8, 27, 61, 66 (таблица 2).

На основе анализа и обобщения результатов экспедиционных обследований создана геоинформационная база данных самоизливающихся скважин и напорных артезианских водоносных горизонтов по районам исследований. Формирование такой геоинформационной базы позволяет в дальнейшем оценить потенциал фонтанной эксплуатации напорных подземных вод для устойчивого развития сельских территорий.

Рекомендации по управленческим решениям будут основаны на создании геоинформационно-аналитической подсистемы ресурсов напорных подземных вод. Внедрение методики для автоматизированного формирования геоинформационно-аналитической системы предполагает разработку процедуры для осуществления информационного сопровождения гидрогеологических исследований. Методика предусматривает использование интегрированных информационно-аналитических систем, основными элементами которых являются фактографические и географические информационные системы, а также системы численного математического моделирования.

Результаты и их обсуждение. В ходе исследования были успешно применены методы геоинформационного сопровождения работ для накопления данных о состоянии самоизливающихся скважин и окружающей природной среды (почв, растительности и др.) и оценки потенциала фонтанной (на самоизливе) эксплуатации напорных артезианских подземных вод; химический анализ проб воды из самоизливающихся скважин для оценки возможности их использования в хозяйственно-питьевом водоснабжении и орошении земель; полевые изыскания с установлением географической привязки самоизливающихся гидрогеологических скважин и оценкой влияния самоизлива на состояние окружающей среды; анализ материалов для разработки прогнозных сценариев эксплуатации самоизливающихся скважин с использованием географической информационной системы. Важность этого подхода подтверждается существующими исследованиями, которые демонстрируют улучшение эффективности использования подземных вод.

В таблице 2 показаны результаты химико-аналитических исследований полевых проб подземных вод, и подземные воды в этих скважинах соответствуют стандартам качества согласно Приказу министра здравоохранения РК №209 от 20 февраля 2023 г. по солености, жесткости и химическим показателям, кроме данных в скважинах № 1, 8, 27, 61, 66 (рисунок 4).

Таблица 2 – Результаты химико-аналитических исследований полевых проб подземных вод в Таласском, Сарыуском и Мойынкумском районах Жамбылской области, мг/дм³

Table 2 – Results of chemical-analytical studies of field samples of groundwater in the Talas, Sarysu and Moyunkum districts of the Zhambyl region, mg/dm³

№ скважин	pH	Минерализация	Сухой остаток	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
1	7,14	2061	1780	105,3	1,4	398,8	66,9	213,6	52,1	1214,2
6	7,42	757	604	42,4	1,2	103,2	38,9	213,6	52,5	282,4
8	7,03	2890	2520	118,0	1,7	597,2	92,4	213,6	3,5	1856,3
9	7,59	410	288	26,0	0,5	55,1	17,0	183,1	12,4	103,3
16	7,68	371	240	28,4	0,4	49,1	14,0	225,8	6,0	35,4
27	7,27	1314	1105	35,4	0,9	302,6	24,3	195,3	13,1	732,6
31	7,69	411	282	43,3	1,1	45,1	17,6	207,5	17,7	66,7
45	7,79	389	262	42,7	1,0	39,1	16,4	213,6	10,6	58,4
48	7,79	448	312	75,0	0,7	29,1	13,4	219,7	17,0	81,5
52	7,86	396	264	47,2	0,9	37,1	15,2	210,5	14,9	58,9
56	7,89	863	705	187,6	6,4	57,1	23,1	173,9	180,8	214,9
61	7,74	1954	1830	627,0	4,4	31,1	4,9	173,9	734,0	371,3
66	7,78	1150	964	263,0	3,6	65,1	33,4	173,9	164,9	424,8
70	7,73	825	646	190,0	1,3	54,1	12,8	225,8	70,9	243,3

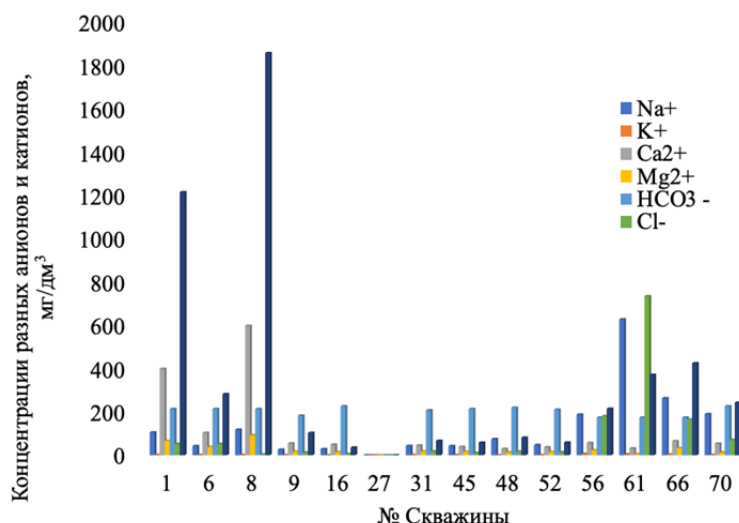


Рисунок 4 – Частотные распределения химических компонентов в скважинах по отношению к гистограмме (гистограмма Колинса). Сводные химические результаты полевых проб в Таласском, Сарысуском и Мойынкумском районах Жамбылской области

Figure 4 – Frequency distributions of chemical components in wells in relation to the histogram (Collins histogram). Summary chemical results of field samples in Talas, Sarysu and Moyinkum districts of Zhambyl region

В скважинах №1, 8, 27, 61, 66 сухой остаток, минерализация воды превышает в два раза, при котором минерализация воды не должно превышать 1000 мг/дм³. В скважине № 61 предельно допустимая концентрация хлоридов в воде превышает в два раза и составляет 734 мг/дм³. В скважинах № 1, 8, 27 предельно допустимая концентрация сульфатов в воде превышает в три раза и составляет: 1214,2; 1856,3 и 732,6 мг/дм³.

Необходимо отметить, что для подземных вод характерны минерализации выше 1000 мг/дм³ в связи с геологическими и природными процессами. Можно сделать вывод, что необходим контроль качества подземных вод.

Наибольший практический интерес представляют скважины с производительностью выше 10 л/с. По данным экспедиционного обследования, проведенного в 2023 году Таласском, Сарысуском и Мойынкумском районах, не было выявлено скважин с дебитом от 10 л/с и выше.

Следовательно, по техническому состоянию большинство скважин не соответствуют нормам эксплуатации и не могут быть использованы в целях водообеспечения населения и орошения земель, так как качество и количество подземных вод ухудшаются и становятся не пригодными для водопользования.

Важно проанализировать и охарактеризовать новые методы рационального использования водных ресурсов и водообеспечения питьевой водой и орошаемых земель. Выбор источников обводнения орошаемых земель должен быть обоснован санитарными требованиями и технико-экономическими расчетами. В процессе орошения и обводнения пастбищ необходимо оценить возможность возникновения вторичного засоления земель.

К факторам, которые влияют с различной степенью интенсивности на продолжительность работы скважин, можно отнести геологическое строение, способ бурения, конструкции скважины и фильтра, способ установки фильтра, способы и сроки освоения скважин, режим эксплуатации.

Предотвратить химическую колюматацию скважин при использовании вод с неустойчивым химическим составом невозможно, поскольку ее причиной является нарушение естественного режима водоносного пласта. Для уменьшения интенсивности колюматации следует не допускать неравномерного режима эксплуатации скважин, из-за которого происходит аэрация подземных вод, не использовать эрлифтные подъемники, необходимо проверять работу обратных клапанов погруженных насосов, чтобы предотвратить поступление аэрированных вод в зону фильтра.

Надежность эксплуатации подземного водозабора во многом зависит от качественного и полного выполнения строительной организацией всего комплекса работ, предусмотренного проектом. Обеспечению этого условия способствует технический надзор со стороны заказчика, проведение которого в период строительства обязательно.

Закключение. Для перспективного использования и охраны напорных подземных вод при фонтанной эксплуатации проведена оценка потенциала ресурсов самоизливающихся артезианских вод в южном регионе республики Казахстан. При реализации исследований впервые разработана и создана геоинформационная база данных самоизливающихся скважин и напорных артезианских водоносных горизонтов с применением ГИС-технологий. Полученные карты являются основой для дальнейшего управления режимом эксплуатации и осуществления комплексного мониторинга самоизливающихся скважин в регионе.

Результаты исследований актуальны для устойчивого развития сельских территорий при развитии орошаемого земледелия и выращивания плодово-ягодных и кормовых культур, а также дальнейшего устойчивого социально-экономического развития региона.

В статье рассмотрено состояние подземных вод, гидрогеологических скважин, проведен анализ по качественным и количественным показателям. Выявлены перспективные источники орошения, оценены и проанализированы сценарии рисков дефицита воды, дан прогноз по обеспечению дополнительного объема водопользования.

Итак, очень важное значение для получения соответствующего экономического эффекта от привлечения ресурсов подземных вод в водопользовании и орошении имеет рациональный подход к их использованию. Экономика страны в будущем потребует увеличения гарантированного объема водных ресурсов соответствующего качества, предназначенных для удовлетворения питьевых и хозяйственно-бытовых нужд, а также для использования в сельском хозяйстве. Единственным способами улучшить данную ситуацию являются хорошо налаженное управление балансом между ресурсами и потреблением, также управление качеством воды.

Финансирование. Это исследование финансируется Комитетом по науке Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (№ BR 21882211).

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Carlo Ingrao, Rossana Strippoli, Giovanni Lagioia, Donald Huisinsh. Water scarcity in agriculture: An overview of causes, impacts and approaches for reducing the risks // *Heliyon*, 2023, 9(8), e18507. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e18507>
- [2] Kerstin Unfried, Krisztina Kis-Katos, Tilman Poser. Water scarcity and social conflict. *Journal of Environ // Economics and Management*, 2022, 113, 102633. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2022.102633>
- [3] Yihua Dai, Zhifeng Liu. Spatiotemporal heterogeneity of urban and rural water scarcity and its influencing factors across the world // *Ecological Indicators*, 2023, 153, 110386. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110386>
- [4] Erica DeNicola MS, Omar S.Aburizaiza, Azhar Siddique, Haider Khwaja, David O.Carpenter MD. Climate Change and Water Scarcity: The Case of Saudi Arabia. *Annals of Glob. // Heal.*, 2015, 81(3), pp. 342-353. <https://doi.org/10.1016/j.aogh.2015.08.005>
- [5] WWAP (United National World Water Assessment Programme). The United National World Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World, Paris, UNESCO, 2015 WWDR-2015.pdf (unesco.org)
- [6] WWAP (United National World Water Assessment Programme) / UN-Water. The United National World Water Development Report 2018: Nature-Based Solutions for Water. Paris, UNESCO, 2018.
- [7] UNESCO. Groundwater Making the invisible visible. The United Nations World Water Development Report. Paris, France, 2022, 248 p. WWDR_2022_EN_report_web_0.pdf (unesco.org)
- [8] Порядин В. И., Абсаметов М. К., Аденова Д. К. Управление ресурсами подземных вод для решения задач водоснабжения экономики Казахстана на долгосрочный период // *Известия Национальной академии наук Республики Казахстан*. – 2017. – № 5(425). – С. 93-102. <http://www.geolog-technical.kz/images/pdf/g20175/93102.pdf>
- [9] Absametov M. K., Adenova D. K., Nusupova A. B. Assessment of the impact of anthropogenic factors water resources of Kazakhstan. *NEWS of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences*, 2019, 1(433), pp. 248-254 <http://www.geolog-technical.kz/images/pdf/g20191/248-254.pdf>
- [10] Абсаметов М. К., Мухамеджанов М. А., Сыдыков Ж. С., Муртазин Е. Ж. Подземные воды Казахстана – стратегический ресурс водной безопасности страны. – Алматы: Гылым, 2017. – 220 с.
- [11] Murtazin Ye. Zh., Adenova D. K., Tazhiyev S. R. Assessment of the potential of self-discharging hydrogeological wells for sustainable development of rural areas of Zhambyl region // *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences*, 2022, 5(455), p. 142-155. <https://doi.org/10.32014/2518-170X.223>
- [12] Siyal A. W., Gerbens-Leenes P. W., Vaca-Jimenez S. D. Freshwater competition among agricultural, industrial, and municipal sectors in a water-scarce country. Lessons of Pakistan's fifty-year development of freshwater consumption for other water-scarce countries. *Water Resources and Industry*, 2023, 29, 100206 <https://doi.org/10.1016/j.wri.2023.100206>
- [13] Patricia Fortes, Sofia G. Simoes, Teresa Armada Bras, Filipa Amorim. Competing water uses between agriculture and energy: Quantifying future climate change impacts for the Portuguese power sector // *Journal of Cleaner Production*, 2022, 371, 133629 <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133629>
- [14] Yang Rui, Xu Hang. Water diversion and agricultural production: Evidence from China // *Journal of Integrative Agriculture*, 2023, 22(4), p. 1244-1257 <https://doi.org/10.1016/j.jia.2023.03.006>

- [15] Сыдыков Ж. С., Жакелов А. К., Джабасов М. Х. Подземные воды Казахстана. Ресурсы, использование и проблемы охраны. – Алматы: Гылым, 1999. – 284 с.
- [16] Adenova D., Tazhiyev S., Sagin J., Absametov M., Murtazin Y., Trushel L., Miroshnichenko O., Zaryab A. Groundwater Quality and Potential Health Risk in Zhambyl Region, Kazakhstan. *Water*, 2023, 15, 482. <https://doi.org/10.3390/w15030482>
- [17] Robert A. Myers, Eric Gyimah, Kelvin Gbemadu, Bertha Osei, Osei Akoto. Appraising groundwater quality and the associated health risks of heavy metal contamination at Suame magazine. *Scientific African*, 2023, 21, e01794 <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2023.e01794>
- [18] Джакелов А. К. Формирование подземных вод Чу-Сарысу́йского артезианского бассейна, их ресурсы и перспективы использования. – Алматы: Гылым, 1993. – 238 с.
- [19] Гидрогеология СССР. Т. XXXVI. Южный Казахстан. – Москва: Недра, 1970. – 473 с. <https://g.eruditor.one/file/868887/?ysclid=lkwhev67jq627554410>
- [20] Государственный стандарт Республики Казахстан. Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества. СТ РК ГОСТ Р 51232 – 2003. Комитет по стандартизации, метрологии и сертификации МИТ РК. – Астана. <https://waterservice.kz/downloads/rd/gst7.pdf?ysclid=ld3fpwacho899490449>

REFERENCES

- [1] Carlo Ingrao, Rossana Strippoli, Giovanni Lagioia, Donald Huisingh. Water scarcity in agriculture: An overview of causes, impacts and approaches for reducing the risks // *Heliyon*, 2023, 9(8), e18507. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e18507>
- [2] Kerstin Unfried, Krisztina Kis-Katos, Tilman Poser. Water scarcity and social conflict. *Journal of Environ // Economics and Management*, 2022, 113, 102633. <https://doi.org/10.1016/j.jeeem.2022.102633>
- [3] Yihua Dai, Zhifeng Liu. Spatiotemporal heterogeneity of urban and rural water scarcity and its influencing factors across the world // *Ecological Indicators*, 2023, 153, 110386. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110386>
- [4] Erica DeNicola MS, Omar S.Aburizaiza, Azhar Siddique, Haider Khwaja, David O.Carpenter MD. Climate Change and Water Scarcity: The Case of Saudi Arabia. *Annals of Glob. // Heal.*, 2015, 81(3), pp. 342-353. <https://doi.org/10.1016/j.aogh.2015.08.005>
- [5] WWP (United National World Water Assessment Programme). The United National World Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World. Paris, UNESCO, 2015 WWPDR-2015.pdf (unesco.org)
- [6] WWP (United National World Water Assessment Programme) / UN-Water. The United National World Water Development Report 2018: Nature-Based Solutions for Water. Paris, UNESCO, – 2018
- [7] UNESCO. Groundwater Making the invisible visible. The United Nations World Water Development Report. Paris, France, 2022. 248 p. WWPDR_2022_EN_report_web_0.pdf (unesco.org)
- [8] Poryadin V. I., Absametov M. K., Adenova D. K. (2017). Groundwater resource management for solving the problems of water supply of the economy of Kazakhstan in the long term // *NEWS of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences*. 2017. No 5(425). P. 93-102. <http://www.geolog-technical.kz/images/pdf/g20175/93102.pdf> (in Russ.).
- [9] Absametov M. K., Adenova D. K., Nusupova A. B. Assessment of the impact of anthropogenic factors water resources of Kazakhstan // *NEWS of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences*. 2019, No 1(433). P. 248-254. <http://www.geolog-technical.kz/images/pdf/g20191/248-254.pdf>
- [10] Absametov M. K., Mukhamedzhanov M. A., Sydykov Zh. S., Murtazin Ye. Zh. Kazakhstan's underground waters are a strategic resource for the country's water security. *Almaty: Gylm*, 2017. 220 p. (in Russ.).
- [11] Murtazin Ye. Zh., Adenova D. K., Tazhiyev S. R. Assessment of the potential of self-discharging hydrogeological wells for sustainable development of rural areas of Zhambyl region // *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences*, 2022, No 5(455). P. 142-155. <https://doi.org/10.32014/2518-170X.223>
- [12] Siyal A. W., Gerbens-Leenes P. W., Vaca-Jimenez S. D. Freshwater competition among agricultural, industrial, and municipal sectors in a water-scarce country. Lessons of Pakistan's fifty-year development of freshwater consumption for other water-scarce countries // *Water Resources and Industry*, 2023, No 29. P. 100-206. <https://doi.org/10.1016/j.wri.2023.100206>
- [13] Patricia Fortes, Sofia G. Simoes, Teresa Armada Bras, Filipa Amorim. Competing water uses between agriculture and energy: Quantifying future climate change impacts for the Portuguese power sector // *Journal of Cleaner Production*, 2022, No 371. P. 133-629. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133629>
- [14] Yang Rui, Xu Hang. Water diversion and agricultural production: Evidence from China // *Journal of Integrative Agriculture*, 2023, № 22(4). P. 1244-1257. <https://doi.org/10.1016/j.jia.2023.03.006>
- [15] Sydykov Zh. S., Zhakelov A. K., Dzhabasov M. H. Groundwater of Kazakhstan. Resources, Use and Protection Problems. *Almaty: Gylm*, 1999. 284 p. (in Russ.).
- [16] Adenova D., Tazhiyev S., Sagin J., Absametov M., Murtazin Y., Trushel L., Miroshnichenko O., Zaryab A. Groundwater Quality and Potential Health Risk in Zhambyl Region, Kazakhstan // *Water*, 2023, No 15. P. 482. <https://doi.org/10.3390/w15030482>
- [17] Robert A. Myers, Eric Gyimah, Kelvin Gbemadu, Bertha Osei, Osei Akoto. Appraising groundwater quality and the associated health risks of heavy metal contamination at Suame magazine // *Scientific African*, 2023, No 21, e01794/ <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2023.e01794>
- [18] Dzhabelov A. K. Formation of groundwater of the Chu-Sarysu artesian basin, their resources and prospects for use. *Almaty: Gylm*, 1993. 238 p. (in Russ.).
- [19] Hydrogeology of the USSR. Vol. XXXVI. Southern Kazakhstan. Moskva: Nedra, 1970. 473 p. <https://g.eruditor.one/file/868887/?ysclid=lkwhev67jq627554410> (in Russ.).

[20] State standard of the Republic of Kazakhstan. Drinking water// General requirements for the organization and methods of quality control. Committee on Standardization, Metrology and Certification of the Ministry of Industry and Trade of the Republic of Kazakhstan. Astana, 2003. P. 51-232. <https://waterservice.kz/downloads/rd/gst7.pdf?ysclid=ld3fpwacho899490449> (in Russ.).

Д. К. Аденова^{*1}, Е. Ж. Муртазин², О. Л. Мирошниченко³

^{1*} PhD, аға ғылыми қызметкер («У. М. Ахмедсафин атындағы гидрогеология және геоэкология институты») ЖШС, Алматы, Қазақстан; adenovadinara@gmail.com)

² Геология-минералогия ғылымдарының кандидаты, директордың ғылым жөніндегі орынбасары («У. М. Ахмедсафин атындағы гидрогеология және геоэкология институты») ЖШС, Алматы, Қазақстан; ye_murtazin@list.ru)

³ Техника ғылымдарының кандидаты, жетекші ғылыми қызметкер («У.М. Ахмедсафин атындағы гидрогеология және геоэкология институты») ЖШС, Алматы, Қазақстан; o_mirosh@mail.ru)

ЖАМБЫЛ ОБЛЫСЫНДАҒЫ АРТЕЗИАН ЖЕРАСТЫ СУЛАРЫНЫҢ ГИДРОГЕОХИМИЯЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІНІҢ ЖАҒДАЙЛАРЫ МЕН САПАСЫН БАҒАЛАУ

Аннотация. Жамбыл облысының Талас, Сарысу және Мойынқұм аудандарындағы жерасты суларының жағдайларын мен сапасын бағалайтын зерттеу нәтижелері ұсынылған. 2023 жылы Жамбыл облысының Талас, Сарысу және Мойынқұм аудандарындағы жүргізілген далалық жұмыстары бойынша № 1, 8, 27, 61, 66 ұңғымалардағы жерасты суларының химиялық көрсеткіштерінің асып кеткенін көрсетті. Ғылыми жұмыс далалық зерттеулермен және өздігінен ағатын ұңғымалардан алынған су үлгілерін шаруашылық-ауыз сумен қамтамасыз ету және жерді суару үшін пайдалану мүмкіндіктерін бағалау үшін химиялық-аналитикалық зерттеулермен қатар жүрді. Тиімділікті арттыру үшін жұмысты геоақпараттық қамтамасыз ету арқылы жүргізілді. Жинақталған материалдарды талдау және синтездеу өздігінен ағатын ұңғымаларды пайдалану мен қорғаудың болжамды сценарийлерін әзірлеу үшін географиялық ақпараттық жүйені қолдану арқылы жүзеге асырылды. Зерттеу нәтижелері бойынша талдау жасалды және қысымды жерасты суларының фонтандық пайдалану потенциалы бағаланды, ауылдық елді мекендерді тұрақты дамыту үшін жерасты су ресурстарын пайдалану бойынша ұсыныстар берілді, ГАЖ технологияларын пайдалана отырып, жерасты суларын тиімді басқару және қорғау үшін алғаш рет аумақтың өздігінен ағатын ұңғымалары мен шектелген артезиан сулы горизонттарының геоақпараттық базасы қалыптастырылды.

Түйін сөздер: жерасты сулары, артезиан ұңғымасы, ГАЖ технологиялары, қоршаған ортаны қорғау, Жамбыл облысы.

D. K. Adenova^{*1}, Ye. Zh. Murtazin², O. L. Miroshnichenko³

^{1*} PhD, Senior Researcher (LLP “Institute of Hydrogeology and Geoecology Named after U. M. Akhmedsafin”, Almaty, Kazakhstan; adenovadinara@gmail.com)

² Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Deputy Director for Science (LLP “Institute of Hydrogeology and Geoecology Named after U.M. Akhmedsafin”, Almaty, Kazakhstan; ye_murtazin@list.ru)

³ Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher (LLP “Institute of Hydrogeology and Geoecology Named after U.M. Akhmedsafin”, Almaty, Kazakhstan; o_mirosh@mail.ru)

ASSESSMENT OF THE STATE AND QUALITY OF HYDROGEOCHEMICAL INDICATORS OF ARTESIAN GROUNDWATER IN THE ZHAMBYL REGION

Abstract. The results of a study assessing the condition and quality of groundwater in the Talas, Sarysu, and Moynkum districts of Zhambyl region are presented. Fieldwork conducted in 2023 in these districts showed exceedances of chemical indicators of groundwater at wells No. 1, 8, 27, 61, and 66. The scientific work included field research and chemical-analytical studies of water samples from self-flowing wells to determine their suitability for domestic and drinking water supply, as well as for land irrigation.

To improve efficiency, geoinformation support was provided. The analysis and generalization of the collected materials were carried out using a geographic information system (GIS) for developing predictive scenarios for the operation and protection of self-flowing wells. Based on the research results, both an analysis and an assessment were made of the potential for the fountain (artesian) exploitation of pressurized groundwater. Recommendations were given on the use of groundwater resources for the sustainable development of rural areas. Using GIS technologies, a geoinformation database of self-flowing wells and confined artesian aquifers of the territory was created for the first time, enabling more effective groundwater management and protection.

Keywords: groundwater, artesian well, GIS technology, environmental protection, Zhambyl region.