

ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОДЗЕМНЫХ И ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИВНОГО ОРОШЕНИЯ

Назаралиев Дилшод Валиджанович

канд. с.-х. наук, доцент НИУ “ТИИИМСХ”

Эргашева Зулхуммор Хикматулла кизи

Базовый докторант НИИИВП

Аннотация. В статье приведена гидрохимическая характеристика подземных и поверхностных вод Мирзачульского орошаемого массива в условиях интенсивного орошения. Исследование выполнено на основе результатов химических анализов проб воды, отобранных из магистральных каналов, коллекторно-дренажной сети и наблюдательных скважин различной глубины. Проведен анализ минерализации, общей жесткости и химического состава поверхностных и подземных вод. Установлено, что воды магистральных каналов характеризуются низкой минерализацией (0,64-0,98 г/л) и относятся преимущественно к сульфатно-кальциевому и сульфатно-магниевому типам, тогда как коллекторно-дренажные воды отличаются повышенной минерализацией до 2,55 г/л и жесткостью до 33,0 мг-экв/л. Выявлено, что в центральной и западной частях исследуемой территории минерализация подземных вод достигает 8-15,82 г/л. Установлено, что качество подземных вод улучшается с глубиной, а в среднечетвертичных водоносных комплексах распространены преимущественно пресные воды. Полученные результаты подтверждают существенное влияние ирригационных и инфильтрационных процессов на формирование гидрохимического режима подземных вод.

Ключевые слова: подземные воды, поверхностные воды, гидрохимия, минерализация, жесткость воды, химический состав вод, интенсивное орошение, коллекторно-дренажные воды, водоносный горизонт, гидрогеология, Мирзачульский регион.

Аннотация. Мақолада интенсив суғориш шароитида Мирзачўл суғориладиган массивининг ер ости ва ер усти сувларининг гидрохимёвий тавсифи келтирилган. Тадқиқот магистрал каналлар, коллектор-дренаж тармоғи ҳамда турли чуқурликлардаги кузатув кудуқларидан олинган сув намуналарининг кимёвий таҳлил натижалари асосида амалга оширилди. Ер усти ва ер ости сувларининг минераллашуви, умумий қаттиқлиги ҳамда кимёвий таркиби таҳлил қилинди. Аниқланишича, магистрал канал сувлари

паст минераллашув (0,64-0,98 г/л) билан тавсифланиб, асосан сульфат-кальцийли ва сульфат-магнийли турларга мансуб ҳисобланади. Коллектор-дренаж сувлари эса минераллашувининг 2,55 г/л гача ва қаттиқлигининг 33,0 мг-экв/л гача ошиши билан ажралиб туради. Тадқиқот ҳудудининг марказий ва ғарбий қисмларида ер ости сувларининг минераллашуви 8-15,82 г/л гача етиши аниқланди. Шунингдек, ер ости сувлари сифати чуқурлик ортиши билан яхшиланиши, ўрта тўртламчи сувли қатлам мажмуаларида эса асосан чучук сувлар тарқалганлиги белгиланди. Олинган натижалар суғориш ва инфильтрация жараёнларининг ер ости сувлари гидрокимёвий режими шаклланишига сезиларли таъсир кўрсатишини тасдиқлайди.

Калит сўзлар: ер ости сувлари, ер усти сувлари, гидрокимё, минераллашув, сув қаттиқлиги, сувларнинг кимёвий таркиби, интенсив суғориш, коллектор-дренаж сувлари, сувли горизонт, гидрогеология, Мирзачўл ҳудуди.

Abstract. This article presents the hydrochemical characteristics of groundwater and surface water in the Mirzachul irrigated region under conditions of intensive irrigation. The study was carried out based on the results of chemical analyses of water samples collected from main canals, collector-drainage networks, and observation wells of different depths. The mineralization, total hardness, and chemical composition of surface and groundwater were analyzed. The results showed that the waters of the main canals are characterized by low mineralization (0.64-0.98 g/L) and mainly belong to the sulfate-calcium and sulfate-magnesium types. In contrast, collector-drainage waters exhibit increased mineralization up to 2.55 g/L and hardness up to 33.0 meq/L. It was revealed that groundwater mineralization reaches 8-15.82 g/L in the central and western parts of the study area. The study also found that groundwater quality improves with increasing depth, while predominantly fresh waters occur within the Middle Quaternary aquifer complexes. The obtained results confirm the significant influence of irrigation and infiltration processes on the formation of the hydrochemical regime of groundwater.

Keywords: groundwater, surface water, hydrochemistry, mineralization, water hardness, chemical composition of water, intensive irrigation, collector-drainage water, aquifer, hydrogeology, Mirzachul region.

Введение. В условиях современного дефицита водных ресурсов и увеличения антропогенной нагрузки на природную среду особую актуальность приобретает изучение гидрохимического состояния подземных и поверхностных вод на орошаемых территориях [1]. Интенсивное развитие ирригации, расширение площадей сельскохозяйственного освоения, а также длительное функционирование коллекторно-дренажных систем оказывают

существенное влияние на гидрогеологические и гидрохимические процессы, происходящие в пределах орошаемых массивов [2, 3].

В результате изменяются уровенный режим, минерализация и химический состав подземных вод, что в дальнейшем может привести к ухудшению мелиоративного состояния земель и снижению качества водных ресурсов. Мирзачульский регион является одним из крупнейших орошаемых массивов Центральной Азии, где поверхностные и подземные воды тесно взаимосвязаны между собой. Основными источниками орошения являются магистральные каналы Дустлик и Южно-Голодостепский канал, а также разветвленная сеть коллекторно-дренажных водотоков. В условиях интенсивного орошения значительная часть инфильтрационных вод участвует в формировании подземного стока и влияет на гидрохимический режим водоносных горизонтов. Вследствие этого наблюдаются процессы вторичного засоления, увеличения минерализации грунтовых вод и изменения их химического состава.

Анализ гидрохимических особенностей подземных и поверхностных вод имеет важное значение для оценки экологического и мелиоративного состояния территории, прогнозирования процессов засоления и разработки мероприятий по рациональному использованию водных ресурсов [4, 5]. Особый интерес представляет изучение пространственного распределения минерализации и жесткости вод, а также выявление влияния коллекторно-дренажных систем на качество подземных вод в различных гидрогеологических условиях.

Целью данного исследования является изучение гидрохимической характеристики подземных и поверхностных вод в условиях интенсивного орошения, оценка их минерализации, общей жесткости и химического состава, а также выявление закономерностей изменения качества вод под влиянием природных и антропогенных факторов.

Для достижения поставленной цели были использованы результаты химических анализов проб воды, отобранных из поверхностных водотоков, коллекторно-дренажной сети, наблюдательных, разведочных и эксплуатационных скважин. Проведен сравнительный анализ качества вод по показателям минерализации, жесткости и преобладающему солевому составу. Полученные результаты позволяют оценить современное гидрохимическое состояние исследуемой территории и определить основные факторы, влияющие на формирование качества подземных и поверхностных вод.

Материалы и методы исследования. Исследование выполнено на территории Мирзачульского орошаемого массива в условиях интенсивного антропогенного воздействия. Объектами исследования являлись

поверхностные и подземные воды магистральных каналов, коллекторно-дренажной сети и водоносных горизонтов различной глубины.

В основу работы положены результаты гидрохимических анализов проб воды, отобранных из рек, каналов, коллекторов, разведочных, наблюдательных и эксплуатационных скважин. Выполнено поинтервальное опробование водоносных горизонтов в процессе бурения скважин.

В лабораторных условиях определялись показатели минерализации, общей жесткости и химического состава вод. Для оценки качества вод использованы методы сравнительного гидрохимического анализа и статистической обработки данных. Анализ изменения гидрохимических показателей выполнен по материалам наблюдений за 2015-2024 гг.

Результаты исследования. Результаты исследования гидрохимических исследований показали, что качество поверхностных и подземных вод исследуемой территории формируется под влиянием интенсивного орошения, инфильтрационных процессов и деятельности коллекторно-дренажной сети. Основными поверхностными водотоками являются река Сырдарья, магистральные каналы Дустлик и Южно-Голодостепский канал, а также система коллекторов и распределительных каналов. В таблице 1 приведены результаты анализа минерализации, общей жесткости и солевого состава поверхностных вод исследуемой территории.

Таблица 1

Гидрохимическая характеристика поверхностных вод исследуемой территории

№	Названия водотока № гидрометрического поста	Минерализация, г/л	Жесткость, мг-экв/л	Солевой состав
1	Канал Малек, РП-1	0,64	9,7	Сульфатно-магниевая
2	Канал Малек, РП-13, левая ветка	0,72-1,16	9,5-14	Сульфатно-кальциевая
3	Канал Дустлик, РП-7, правая ветка	0,72	9,3	Сульфатно-магниевая
4	Канал Дустлик, РП-6	0,81	10,2	Сульфатно-магниевая
5	Южно-Голодостепский канал	0,98	12,10	Сульфатно-кальциевая
6	Канал Шурузьяк, РП-4	0,72	9,9	Сульфатно-кальциевая
7	Сброс Шурузьяк, РП-2	2,1	26,2	Сульфатно-кальциевая
8	Главный пойменный коллектор, РП -11	2,55	15,3	Хлоридно-натриевая
9	Пограничный коллектор, РП-14	1,51	17,6	Сульфатно-магниевая
10	Коллектор Шурузьяк, РП-1	2,2	27	Сульфатно-кальциевая
11	Центральный - Голодостепский коллектор	2,52	33,0	Сульфатно-кальциевая
11	Баяутский коллектор	1,3	8,50	Сульфатно-натриевая

Установлено, что воды магистральных каналов характеризуются сравнительно низкой минерализацией и относятся преимущественно к пресным водам. Минерализация воды в каналах Дустлик, Малек и Южно-Голодостепском канале изменяется в пределах 0,64-0,98 г/л при общей жесткости 9,3-12,1 мг-экв/л. По химическому составу преобладают сульфатно-кальциевые и сульфатно-магниевые воды. В отличие от магистральных каналов, воды коллекторно-дренажной сети характеризуются повышенной минерализацией и жесткостью. Минерализация воды в Главном пойменном коллекторе достигает 2,55 г/л, в коллекторе Шурузяк - 2,2 г/л, а в Центральном-Голодостепском коллекторе - 2,52 г/л. Общая жесткость в отдельных коллекторах возрастает до 33,0 мг-экв/л. По химическому составу среди коллекторных вод преобладают сульфатно-кальциевые, сульфатно-магниевые и хлоридно-натриевые типы вод. Полученные результаты свидетельствуют о накоплении растворенных солей в условиях длительного орошения и возврата дренажных вод. Результаты многолетних наблюдений за 2015-2024 гг. приведены в таблице 2.

Таблица 2

Изменение минерализации и общей жесткости поверхностных вод за 2015-2024 гг.

№	Название водотоков	Годы			
		2015	2018	2021	2024
Минерализация от - до, мг/л					
1	Коллектор Шурузяк	1400-2500	1491-2604	-	2180-2200
2	Центральный - Голодостепский коллектор	-	-	-	2520
3	Коллектор Баяут	-	-	-	1300
4	Джетисайский коллектор	-	-	-	1099
5	ГПК - с	526-1175	772-1429	837-1341	2550
6	Правая ветвь канала Дустлик	500-1040	620-1210	670-190	720-810
7	Река Сырдарья, пост Надеждинский	758-1611	832-1500	819-1625	-
Общая жесткость мг.экв/л					
8	Коллектор Шурузяк	16,4-22,75	17,6-32,7	-	26,2-27
9	Центральный - Голодостепский коллектор	-	-	-	33,0
10	Коллектор Баяут	-	-	-	8,5
11	Джетысайский коллектор	-	-	-	17,50
12	ГПК - с	8,2-14,8	8,2-14,9	7,2-14,2	15,3
13	Правая ветвь канала Дустлик	5,0-12,9	5,6-13,2	6,5-12,8	9,3-10,2
14	Река Сырдарья, пост Надеждинский	7,6-19,2	9,2-16,7	7,7-16,0	-

Анализ данных показал тенденцию увеличения минерализации отдельных коллекторно-дренажных водотоков. Наиболее высокие значения минерализации отмечены в Шурузьякском и Центрально-Голодостепском коллекторах, где показатели достигали 2180-2520 мг/л. При этом воды правой ветви канала Дуслик сохраняли относительно низкую минерализацию - 720-810 мг/л. Максимальные значения общей жесткости установлены в Центрально-Голодостепском коллекторе - до 33,0 мг-экв/л и в коллекторе Шурузьяк - до 27 мг-экв/л.

Полученные данные свидетельствуют о том, что поверхностные воды исследуемой территории представлены как пресными, так и слабоминерализованными водами. Незабетонированные участки каналов и коллекторов оказывают существенное влияние на формирование гидрохимического режима подземных вод за счет инфильтрационного питания.

Для оценки качества подземных вод выполнены гидрохимические исследования проб, отобранных из разведочных, наблюдательных, эксплуатационных и опытно-разведочных скважин. Установлено, что минерализация грунтовых вод первого от поверхности водоносного горизонта изменяется от 1,09 до 14 г/л при общей жесткости 10-38,5 мг-экв/л. В центральной и западной частях территории минерализация достигает 8-15,82 г/л, где преобладают хлоридно-натриевые и сульфатно-натриевые воды. В восточной и северной частях района минерализация подземных вод, как правило, не превышает 3 г/л, а по химическому составу преобладают сульфатно-кальциевые воды.

Подземные воды голодостепского комплекса характеризуются минерализацией 0,45-3,64 г/л при жесткости 7-24 мг-экв/л. Наиболее опресненные воды отмечены вблизи магистральных каналов Дуслик и ЮГК, а также коллекторов Джетысай и Главный Пойменный, что связано с инфильтрацией оросительных вод.

Результаты поинтервального опробования показали изменение гидрохимических показателей с глубиной. По скважине №6р минерализация составила 2,8-3,01 г/л при жесткости 7,2-7,6 мг-экв/л, по скважине №9 - 3,12-3,3 г/л при жесткости 39,2 мг-экв/л, а по скважине №1 - 1,76-3,56 г/л при жесткости 22,5-44,25 мг-экв/л.

Подземные воды среднечетвертичного водоносного комплекса, вскрытые на глубинах 110-190 м, характеризуются более высоким качеством. По скважине №7р получены пресные воды с минерализацией 0,84 г/л и жесткостью

4,7 мг-экв/л. В северной и северо-восточной частях территории минерализация подземных вод изменяется от 0,3 до 1 г/л при жесткости 4-7 мг-экв/л.

Установлено, что качество подземных вод в целом улучшается с глубиной. На участке Малек минерализация верхнего водоносного горизонта составляет 2,3-3,8 г/л, тогда как в нижележащих среднечетвертичных отложениях она снижается до 0,55-1,55 г/л. На участке ЦОМС объединенная водоносная толща характеризуется минерализацией 5,0-6,7 г/л при общей жесткости 35-41 мг-экв/л.

По мере удаления от области питания - с юго-востока на запад и северо-запад - качество подземных вод постепенно ухудшается, а показатели минерализации возрастают. Минерализация и химический состав подземных вод неоген-четвертичного водоносного комплекса отражены на карте гидроизогипс, минерализации и химического состава подземных вод неоген-четвертичных отложений (Рис. 1).

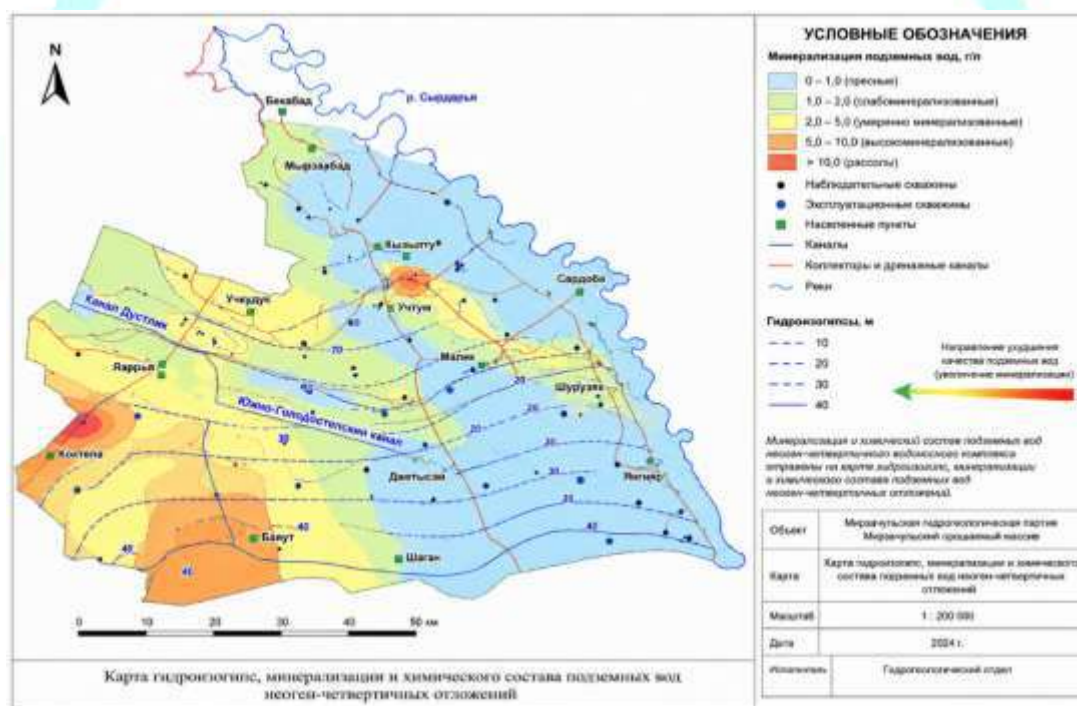


Рис. 1. Карта гидроизогипс, минерализации и химического состава подземных вод неоген-четвертичных отложений

Как видно из рисунка 1, минерализация подземных вод изменяется от 0,3-1,0 г/л в северо-восточной части территории до 5,0-10,0 г/л и более в западной и юго-западной частях. Повышенная минерализация приурочена к зонам интенсивного орошения и влияния коллекторно-дренажной сети, что

свидетельствует о существенном воздействии инфильтрационных процессов на гидрохимический режим подземных вод.

Заключение. Проведенные гидрохимические исследования показали, что качество поверхностных и подземных вод Мирзачульского орошаемого массива формируется под влиянием интенсивного орошения, инфильтрационных процессов и коллекторно-дренажной сети. Установлено, что воды магистральных каналов характеризуются низкой минерализацией - 0,64-0,98 г/л, тогда как в коллекторно-дренажных водах минерализация достигает 2,52-2,55 г/л при жесткости до 33,0 мг-экв/л.

Выявлено, что минерализация грунтовых вод первого от поверхности водоносного горизонта изменяется от 1,09 до 14 г/л. В центральной и западной частях территории преобладают высокоминерализованные хлоридно-натриевые и сульфатно-натриевые воды, тогда как в северо-восточной части распространены преимущественно пресные и слабоминерализованные воды с минерализацией 0,3-1,0 г/л.

Установлено, что качество подземных вод улучшается с глубиной. Подземные воды среднечетвертичного водоносного комплекса характеризуются сравнительно низкой минерализацией - 0,84-1,2 г/л и жесткостью 4,7-12,8 мг-экв/л. Полученные результаты подтверждают тесную гидравлическую взаимосвязь поверхностных и подземных вод и существенное влияние ирригационных и дренажных процессов на формирование гидрохимического режима исследуемой территории.

Список использованной литературы

1. Белов К.В., Волошин В.Р., Черепанский М.М. Региональная гидрогеология: учебное пособие для вузов. - СПб.: Лань, 2024. - 196 с.
2. Шестаков В.М. Гидрогеологические исследования в межгорных впадинах. - М.: Изд-во МГУ, 1987. - 151 с.
3. Кац Д.М., Шестаков В.М. Мелиоративная гидрогеология. М.: МГУ, 1992. - 256 с.
4. Fatxulloev A., Hamroqulov J., Gafarova A. Assessment of influence of groundwater dynamics on meliorative condition of irrigated territories on base of GIS: case study of Karasuv river basin // AIP Publishing AIP Conference Proceedings. - 2024. - Vol. 3256, No. 1. - 020064.
5. Rakhimov N.N., Davitov N.R. Features of hydrodynamic and hydrochemical changes of groundwater of the Bukhara region // Reports of the University of Geological Sciences. - Tashkent, 2023. - №4. - P. 12-18.