

**Курбаниязов А.К.<sup>1</sup>, Чембарисов Э.И.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>к.г.н., доцент, директор Института непрерывного образования  
Международного казахско-турецкого университета имени Х.А. Ясави,  
г. Туркестан, Казахстан, e-mail: abilgazi@mail.ru, тел.: +7 702 562 2804

<sup>2</sup>д. г.н., главный научный сотрудник, Научно-исследовательский институт ирригации и  
водных проблем, г. Ташкент, Узбекистан

**ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ  
МОНИТОРИНГОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ГРУНТОВЫХ ВОД  
ОБСОХШЕЙ ЧАСТИ АРАЛЬСКОГО МОРЯ**

Безвозвратный забор вод Амударьи и Сырдарьи на орошение привел к уменьшению, а затем и к практически полному прекращению стока этих рек в Аральское море. Нарушение природного баланса стока и испарения, при котором существовал Арал, привело к Аральской экологической катастрофе – гибели экосистем дельт и моря и необратимым изменениям природной среды Туранской низменности. По мере снижения уровня моря ежегодно появляется новая суша, а та, которая расположена в тыловой части осушки, подвергается существенной трансформации в экстрааридных климатических условиях. Основным природным фактором, влияющим на развитие и становление природных комплексов на обсохшем дне Аральского море, являются подземные грунтовые воды. Это сказывается на структуре формирующихся природных комплексов (ПК) или ландшафтов, образующихся на обсохшем дне ряда динамичных региональных полос и обособленных ареалов.

В статье приведена оценка результатов мониторинговых исследований грунтовых вод обсохшей части Аральского моря. Характеристика уровенного и гидрохимического режимов грунтовых вод приводится по трем гидрогеологическим створам: Судочье-Аджибайскому, Муйнакскому и Аккалинскому.

**Ключевые слова:** эоплиоценовые отложения, гидрогеология, грунтовые воды, дельта, экологическая кризис.

Kurbanijazov A.K.<sup>1</sup>, Chembarisov Je.I.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ph.D., Associate Professor, Director of the Institute of Continuing Education of the International  
Kazakh-Turkish University named after H.A. Yasavi,  
Turkestan, Kazakhstan, e-mail: abilgazi@mail.ru, тел.: + 7 702 562 2804

<sup>2</sup>Ph.D., Chief Researcher, Scientific Research Institute of Irrigation and Water Problems,  
Tashkent, Uzbekistan

**Evaluation of the results of monitoring researches  
of ground waters on the dried part of the Aral sea**

Irreversible collection of Amudarya and Syrdarya water for irrigation has led to a decrease, and then to almost complete cessation of the flow of these rivers into the Aral Sea. Violation of the natural balance of runoff and evaporation, under which the Aral existed, led to the Aral ecological catastrophe – the death of delta and sea ecosystems and irreversible changes in the natural environment of the Turan lowland. As the sea level decreases, a new land appears each year, and the one that is located in the rear part of the dehydration undergoes an extraordinary transformation in extra-arid climatic conditions. The main natural factor influencing the development and formation of natural complexes on the dried bed of the Aral Sea is underground groundwater. This affects the structure of the emerging natural complexes or landscapes that form a number of dynamic regional bands and isolated areas on the dried day.

In the article is given an assessment of the results of groundwater monitoring monitoring of the dried part of the Aral Sea. Characteristics of the level and hydrochemical regimes of groundwater are given for three hydrogeological sections: Sudochye-Adzhibay, Muinak and Akkalinsky.

**Key words:** Euplestocene deposits, hydrogeology, ground waters, Delta, Ecological catastrophe.

Құрбаниязов А.К.<sup>1</sup>, Чембарисов Э.И.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Х.А. Ясауи атындағы халықаралық қазақ-түрік университеті, Үздіксіз білім беру институтының директоры г.ғ.к., доцент, Қазақстан, Түркістан қ., e-mail: abilgazi@mail.ru, тел.: +7 702 562 2804

<sup>2</sup>Ирригация мен су проблемалары ғылыми-зерттеу институтының кіші ғылыми қызметкері г.ғ.д., Ташкент қ., Өзбекстан

### Арал теңізінің құрғап қалған бөлігіндегі жер асты суларының мониторингтік зерттеу нәтижелерін бағалау

Амудария мен Сырдария өзендері суларын суаруға қайтымсыз тарту оның азаюына, содан кейін бұл өзендер ағысының Арал теңізіне толықтай тоқтатылуына алып келді. Аралдың тіршілігіне ықпал еткен ағынның табиғи балансы мен буланудың бұзылуы Арал экологиялық катастрофасына – теңіз бен саға экожүйесінің бүлінуіне және Тұран ойпатының табиғи ортасының қайтымсыз өзгерістеріне алып келді. Теңіз деңгейінің төмендеуіне байланысты жыл сайын жаңа құрлық жер пайда болуда, ал құрғатудың тылдағы бөлігінде орналасқаны экстремалды климат жағдайларында елеулі трансформацияға ұшырайды. Арал теңізінің құрғап қалған түбінде табиғи кешендердің қалыптасуы мен дамуына ықпал ететін негізгі табиғи фактор жерасты грунт сулары болып табылады. Ол құрғап қалған теңіз түбінде динамикалық регионалды сызық және оқшауланған ареал түзуші қалыптасушы табиғи кешендердің (ТК) немесе ландшафттардың құрылымынан көрінеді.

Мақалада жер асты суларының мониторингі зерттеулер, Арал теңізінің кеуіп қалған бөлігі нәтижелерін бағалауды сипаттайды. Судочье-Аджибай, Мойнақ және Аққаланың жер асты суларының функция деңгейі, гидрохимиялық режимін үш гидрогеологиялық теңестіру болып табылады.

**Түйін сөздер:** эоплиоцендік шөгінділер, гидрогеология, грунт сулары, дельта, экологиялық дағдарыс.

Безвозвратный забор вод Амударьи и Сырдарьи на орошение привел к уменьшению, а затем, и к практически полному прекращению стока этих рек в Аральское море. Нарушение природного баланса стока и испарения, при котором существовал Арал, привело к Аральской экологической катастрофе – гибели экосистем дельт и моря и необратимым изменениям природной среды Туранской низменности (Рафиков 1997, Гельдыева Г. 2000, Рубанов 1998, Zavialov, 2005a, Zavialov, 2009b, Izhitskiy et al).

За последние 50 лет Аральское море практически исчезло. Его уровень упал на 26 м и в 2009 г. приблизился к абсолютной отметке 27 м. Море расчленилось на три остаточных водоема, общей площадью 7704 км<sup>2</sup>, что в 8,5 раза меньше первоначальной акватории (66000 км<sup>2</sup>). В Причинковом желобе сохранился относительно глубоководный (до 40 м) Западно-Аральский остаточный водоем (3876 км<sup>2</sup>). В центральной части Большого моря еле различимы контуры Восточно-Аральского мелководного остаточного водоема (глубина < 1 м), который по существу превратился в большую рапную лужу площадью 555 км<sup>2</sup>. Оба водоема солеродные, минерализа-

ция их вод 150-250 г/л. В ближайшие годы на месте Восточно-Аральского водоема возникнет громадный мокрый солончак Арал-сор. Последний будет являться областью региональной разгрузки высокоминерализованных грунтовых вод. Их испарение приведет к увеличению запасов солей, которые перекроют осевшие из испарившейся морской воды скигенетичные соли (мирабилит, галит). Поступление в остаточные водоемы сбросных вод с юга из оз. Жылтырбас и Акпеткинских озер прекратилось в 2006-2007 гг. Третий водоем на месте Малого моря, является искусственным (3273 км<sup>2</sup>). Отгороженный плотиной в проливе Берга он существует за счет остатков стока Сырдарьи. В результате разрывившейся Аральской экологической катастрофы и гибели моря его обсохшие дно превратились в самую молодую в мире высокодинамичную песчано-солончаковую пустыню Аралкум, являющуюся мощным очагом солепылевыноса, осложняющим экологическую обстановку в Приаралье.

По мере снижения уровня моря ежегодно появляется новая суша, а та, которая расположена в тыловой части осушки подвергается

существенной трансформации в экстрааридных климатических условиях. Основным природным фактором влияющим на развитие и становление природных комплексов на обсохшем дне Аральского моря является подземные грунтовые воды. Это сказывается на структуре формирующихся природных комплексов (ПК) или ландшафтов, образующих на обсохшем дне ряд динамичных региональных полос и обособленных ареалов.

На режим грунтовых вод в пределах обсохшего дна Аральского моря оказывает влияние как падение уровня Аральского моря, которое является региональным базисом их разгрузки, так и периодические сбросы с озера Судочье и Рыбацкого водоема.

Характеристика уровенного и гидрохимического режимов грунтовых вод первых от поверхности водоносных комплексов приводится по трем гидрогеологическим створам: Судочье-Аджибайскому, Муйнакскому и Аккалинскому.

Гидрогеологические условия зоны размещения створов характеризуются распространением здесь водоносных комплексов морских новоаральского ( $m_a$ ) и подстилающих их аллювиально-озерных амударьинских ( $al$ ) и морских ( $m_1$ ) голоценовых отложений, которые повсеместно распространены в пределах западной части обсохшего дна моря. Водовмещающие породы представлены песками, супесями, суглинками, глинами мощность комплекса 10-20 м. Водоносный комплекс эоплестоценовых (атынкольская свита) отложений (пески, алевролиты, глины) являются вторыми от поверхности и подстилают голоценовые отложения, с которыми образуют единую водоносную толщу. Водовмещающие породы представлены песками, алевролитами, глинами. Мощность отложений комплекса 10-18 м.

Подстилается комплекс мергелями и глинами водонепроницаемого комплекса верхнемеловых (компанский и мастрихский ярусы) ологоденовых отложений.

**Судочье-Аджибайский гидроствор.** Створ расположен в западной части обсохшего дна моря между чинком Устюрт и Арало-Кызылкумским валом и состоит из 10 гидрохимкустов. Скважины характеризуют режим подземных вод голоценовых, эоплестоценовых и верхнемеловых (туранский, коньякский и сантонский ярусы) отложений (ГХК-801-803).

Изменение глубины залегания уровня за многолетний период (2004-2009 гг.) характери-

зуется снижением уровня на 1,53-1,90 м. обусловленным снижением горизонта Аральского моря. Минерализация подземных вод (ПВ) в 2004-2009 гг. в скважинах ГХК-801-803 составляла 72,6-76,8 г/л, в скважинах 1-2 уровни ПВ находилась на глубине 2,6 м в 2007 г. и постепенно снижались до 3,35 м в 2009 г. от поверхности земли, а минерализация была равна 76,1 г/л.

В скважинах ГХК-3-4-5, расположенных в средней части створа уровни подземных вод за многолетний период (2004-2009 гг.) находились от 6,61-6,34 до 6,44-6,88 м, снижение УГВ за 2004 по 2009 гг. составляло 0,17-0,54 м, и было связано со снижением уровня Рыбацкого водоема, влияющим на режим ПВ пунктов данного наблюдаемого створа. Изменения минерализации происходили с юга на север, постепенно увеличиваясь от 54,13-49,8 до 76,57-84,92 г/л.

Изменение глубины залегания уровня и минерализации грунтовых вод на скважинах ГХК-6-7, расположенным на юге створа происходит за счет влияния Судочье-Караджарской полдерной системы, если сравнить тенденцию динамики уровня грунтовых вод, то она составляла в 2004 г. 3,7-5,5 м и постепенно снижась до 4,3-5,8 м, т.е. с амплитудой колебания 0,15 м в год. Отмечался подъем уровня на 0,6-0,8 м в 2008 г., минерализация подземных вод меняется в широких пределах и составляет от 54,7 до 19,1 г/л. Тенденция изменения уровня и минерализации подземных вод на скважинах Судочье-Аджибайского створа за отчетный период приводятся в таблице 1. Как видно из таблицы снижение уровня отмечается по скважинам, расположенным на периферии дельты р. Амударьи за предельным обсохшего дна моря, и на скважинах, расположенным на севере створа.

Режим уровня подземных вод за период исследований меняется с юга на север. В скважинах расположенных в южной части створа (ГХК-6-7) отмечается подъем уровня на 0,37 м, который продолжался до осени 2008 г., а в 2009 г. уровень снизился до первоначальных отметок.

Сбросы с озера Судочье оказывают влияние на режим уровня грунтовых вод, которое проявляется в подъеме уровня и снижении минерализации.

В северном направлении, по мере приближения к современному урезу моря влияние сбросов уменьшается и режим изменения уровня грунтовых вод (УГВ) северных скважин определяется естественным снижением уровня моря.

Таблица 1 – Среднегодовые изменения уровней и минерализации ГВ по Судочье-Аджибайскому гидроствору за 2004-2009 гг.

№ шп	№ ГХК и скв.	2004 г.		2005 г.		2006 г.		2007 г.		2008 г.		2009 г.		Снижение УГВ			
		УГВ, м	минер. Г/л	УГВ, м	минер. Г/л	за 1 год	за 3 года										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	16	17	18	19	20	17	18
1	ГХК-1-1	3,32	72,00	1,90	86,3	3,30	70,2	0,01	0,02	3,61	69,31	3,16	53,82	снято с наблюдения в связи с оптимизации набл.сети ГМПВ			
2	2	3,11	70,10	3,18	74,2	3,27	74,6	-0,05	-0,16	3,60	69,31	3,78	97,40	3,10	54,80	-0,3	-0,9
2	ГХК-2-1	1,64	84,40	1,70	77,1	1,75	82,9	-0,04	-0,11	2,24	104,60	1,75	76,80	3,60	97,40	-0,2	-0,7
2	2	1,72	74,2	1,80	78,2	3,04	80,4	-0,44	-1,32	2,95	58,60	3,41	97,40	6,20	94,00	-0,2	-0,5
3	ГХК-3-1	5,90	80,8	5,10	87,8	5,68	80,7	0,07	0,22	5,67	86,50	6,29	111,30	6,15	72,30	-0,2	-0,6
2	2	5,80	68,1	5,75	74,9	5,63	67,1	0,06	0,17	5,57	72,00	6,17	73,40	6,80	102,00	-0,1	-0,3
4	ГХК-4-1	6,80	61,2	6,55	61,7	6,75	60,5	0,02	0,05	6,53	101,90	6,86	86,20	6,80	92,00	-0,1	-0,3
2	2	6,69	66,2	6,45	64,2	6,62	86,0	0,02	0,07	6,50	91,53	6,81	74,45	8,00	58,00	-0,2	-0,7
5	ГХК-5-1	7,43	59,20	7,59	67,5	7,07	76,8	0,12	0,36	7,31	57,17	7,73	35,12	7,35	41,60	-0,1	-0,3
2	2	7,03	33,90	7,07	42,4	6,31	45,0	0,24	0,72	7,04	41,40	7,80	65,50	5,68	191,00	0,04	0,1
6	ГХК-6-1	3,75	54,70	3,70	56,2	4,2	55,1	-0,15	-0,45	4,36	36,00	3,68	52,10	снято с наблюдения в связи с оптимизации набл.сети ГМПВ			
2	2	3,7	57,30	3,75	55,2	4,1	51,5	-0,14	-0,41	4,30	37,53	3,47	58,12	5,90	48,00	-0,1	-0,2
7	ГХК-7-1	4,8	30,50	5,50	29,5	5,6	26,0	-0,26	-0,79	5,80	19,70	5,62	16,80	5,28	89,00	-0,4	-1,3
2	2	5,5	36,30	5,48	35,7	5,6	32,7	-0,03	-0,08	5,71	47,80	6,24	49,30	5,10	69,00	-0,4	-1,1
8	ГХК-801-1	3,48	69,30	3,78	73,1	4,26	76,2	-0,26	-0,78	4,01	87,67	4,51	81,58	4,97	75,00	-0,4	-1,2
2	2	3,7	65,10	4,75	76,4	4,2	72,8	-0,18	-0,55	3,96	68,26	4,23	75,26	снято с наблюдения в связи с оптимизации набл.сети ГМПВ			
3	3	3,6	64,60	3,45	68,2	3,4	73,6	0,05	0,14	3,78	74,20	3,90	54,20	снято с наблюдения в связи с оптимизации набл.сети ГМПВ			
4,40	ГХК-802-1	4,40	68,20	4,62	73,8	4,4	78,0	0,02	0,05								
4,4	2	4,4	77,30	4,58	72,5	4,3	72,0	0,02	0,05								
4,3	3	4,3	70,50	4,36	65,2	4,2	67,5	0,03	0,08								
4,3	ГХК-803-1	4,3	87,80	4,69	87,2	4,9	88,2	-0,22	-0,65	5,29	122,60	6,28	91,40	снято с наблюдения в связи с оптимизации набл.сети ГМПВ			
4,37	2	4,37	74,10	4,65	69,0	4,9	60,2	-0,17	-0,52	5,23	82,12	6,04	77,00				
4,16	3	4,16	76,80	4,59	72,6	4,8	69,3	-0,21	-0,64	5,20	82,30	6,22	81,30				

**Муйнакский гидроствор.** Створ расположен восточнее полуострова Муйнак и включает две одиночные скважины и 4 гидрохимкуста. Многолетние режимные наблюдения по Муйнакскому гидроствору показывают, что в пределах части Муйнакского гидроствора, охватывающего собственно обсохшее дно моря, динамика уровня и гидрохимического режимов ГВ на скважинах ГХК-3-5, расположенным на севере створа лишь частично зависит от грунтового потока, идущего со стороны Муйнакского и Рыбацкого польдеров и русел р. Амударьи. Но, в основном, динамика УГВ и гидрохимический режим определяется здесь отступлением береговой линии Аральского моря.

Изменения глубины залегания уровня и минерализации приводятся в таблице 2. Как видно из таблицы, здесь, как и на западе (Судочье-Аджибайский створ) снижение уровня отмечается, в основном, на скважинах ГХК-5, расположенных на севере створа.

Режим всех рассматриваемых пунктов отличается временем наступления максимумов уровня за 2008 г. Если сравнивать тенденции изменения УГВ в многолетнем разрезе, то с 2004 г. отмечается общее снижение уровня по всему фронту гидроствора от 3,96 до 5,96 м, т.е. с амплитудой колебания 0,4 м в год.

Минерализация ПВ увеличивается в северном направлении, т.е. с юга на север, она была равна в 2004 г. 71,0 г/л, а в 2009 г. она уменьшилась на 3 г/л. Таким образом, практически на всем протяжении створа режим уровня и минерализации находятся под влиянием сбросов с Рыбацкого водоема и притока со стороны дельты р. Амударьи. Влияние моря проявляется только на скважинах ГХК-5.

Соотношение снижения УГВ по отношению к снижению уровня моря составляет 1,71-0,67 м за год, т.е. снижение УГВ в суглинисто-глинистых породах Муйнакского гидроствора происходит в 1,5 раза медленнее, чем снижение уровня моря (таблица 2). К северу и северо-западу от гидроствора, и по мере погружения водовмещающих пород, аллювиально-озерных, аллювиально-морских и эоплистоценовых отложений, в сторону обсохшего дна моря минерализация ГВ возрастает от 55-65 до 74-88 г/л.

Подробно тому, как сложно распределение минерализации ГВ по площади, также сложно ее изменение с глубиной, что во многом зависит от литолого-фациального строения и фильтрационных свойств водовмещающих пород.

**Аккалинский гидроствор.** Размещены в обсохшей зоне Аральского моря и состоит из трех гидрохимических кустов (103,111,112). На этом гидростворе изучается режим ГВ аллювиально-морских и эоплейстоценовых водоносных горизонтов и комплексов.

На створе на динамику ГВ оказывает влияние проток Казахдарья и частные прорывы и разливы Майпост-Думалакской и Жылтырбаскойпольдерных систем, а на севере от мыса Аккала (ГХК 103) и до береговой линии (27,7 м. абс.) уровень и химический состав ГВ находятся под непосредственным влиянием сброса и разлива с Жылтырбаской и Майпост-Думалакскойпольдерных систем. Многоводные годы эти системы часто затапливаются речными водами р. Амударьи, и многие наблюдательные пункты оставались подтопленными.

За многолетний период (2004-2008 гг.) по всему фронту Аккалинского створа наблюдалось общее снижение уровня ПВ, что составляла: от 0,19-0,33 мв ГХК- 111, 0,15-0,23 м в ГХК- 112 и 0,37-0,46 в ГХК -103 до 0,34-0,91 мв ГХК- 111, 0,16-1,92 м в ГХК- 112 и 0,53-0,94 м в ГХК- 103 (таблица 3).

Амплитуда колебания уровня подземных вод данного гидроствора по сравнению с предыдущими годами исследование составило: по ГХК 111-0,43 м в ГХК 112-1,68 м и в ГХК 103-0,32м.

Изменение минерализации ПВ за период наблюдения (2007-2008 гг.) незначительные, от 1,2 до 2,4 г/л в нижних горизонтах ( $N_2^3$ ), а на верхних аллювиально-озерных, морских отложениях минерализация во много раз больше: от 24,6-36,6 до 26,5-35,3 г/л.

Анализ результатов режимных наблюдений по Аккалинскому створу за 2007-2009 гг. показывает, что снижение уровня моря на изменение уровней, химического состава и минерализации ГВ аллювиально-озерных аллювиально-морских отложений прямое влияние оказывает только в пределах обсохшего дна моря, т.е. между береговыми линиями 53,0 м. (1960 г.) и до 27,0 м. абс.. (2009 г.).

Таблица 2 – Среднегодовые изменения уровней и минерализации ГВ по Муйнакскому гидроствору за 2004-2009 гг.

№ пп	№ ГХК и скв.	2004 г.		2005 г.		2006 г.		2007 г.		2008 г.		2009 г.		Снижение УГВ							
		Уровень ГВ, м	Минер. г/л	Уровень ГВ, м	Минер. г/л	Уровень ГВ, м	Минер. г/л	УГВ, м.	Минер. г/л	УГВ, м.	Минер. г/л	УГВ, м.	Минер. г/л	за 1 год	за 3 года						
1	2	11	12	13	14	15	16	17	18	21	22	23	24	25	26	27	28				
1	ГХК-1	4,24	60,2	4,39	57,00	4,16	48,10	0,03	0,08	4,52	49,15	4,67	57,0	снято с наблюдения в связи оптимизации наблюдательной сети ГМПВ.							
2	2	3,87	73,3	4,25	61,90	4,10	66,40	-0,08	-0,23	4,29	76,34	5,00	75,53					4,91	55,0	-0,08	-0,25
3	3	4,07	65,2	4,57	56,60	4,23	56,10	-0,05	-0,16	4,62	75,72	4,90	76,0					4,82	74,00	-0,10	-0,31
4	ГХК-2-1	4,72	71,3	4,63	66,50	4,16	55,20	0,19	0,56	4,35	74,00	4,75	30,0	4,65	74,0	-0,10	-0,30				
5	2	5,14	66,0	4,89	61,20	4,23	50,20	0,30	0,91	4,66	54,0	4,99	53,0	4,91	55,0	-0,08	-0,25				
6	3	4,58	56,7	4,80	57,90	4,57	51,30	0,00	0,01	4,51	62,76	4,92	70,0	4,82	74,00	-0,10	-0,31				
7	ГХК-3-1	4,07	70,0	4,28	64,50	3,93	72,30	0,05	0,14	4,15	62,55	4,78	70,0	4,82	65,00	-0,22	-0,67				
8	2	4,19	73,0	4,29	64,00	4,03	74,20	0,05	0,16	4,40	53,74	5,03	90,0	4,93	53,00	-0,18	-0,53				
9	ГХК-5-1	2,45	78,0	2,70	82,30	3,42	68,00	-0,32	-0,97	2,71	101,4	4,34	60,57	4,32	65,00	-0,54	-1,61				
10	2	2,35	82,0	2,63	74,00	2,92	76,90	-0,19	-0,57	2,74	78,34	4,26	87,20	4,20	88,00	-0,49	-1,46				

Таблица 3 – Среднегодовые изменения уровня и минерализации ГВ по Аккалинскому гидроствору за 2004-2009 гг.

№ пп	№ ГХК и скв.	2004 г.		2005 г.		2006 г.		Снижение УГВ		2007 г.		2008 г.		Снижение УГВ	
		УГВ, м	минер. Г/л	УГВ, м	минер. Г/л	УГВ, м	минер. Г/л	за 1 год	за 3 года	УГВ, м	минер. Г/л	УГВ, м	минер. Г/л	за 1 год	за 2 года
1	ГХК-111-1	6,19	1,5	6,35	1,10	6,39	0,90	-0,07	-0,20	6,43	1,20	7,13	1,40	-0,35	-0,70
2	2	8,13	1,7	8,34	1,40	8,40	1,60	-0,09	-0,27	8,43	2,30	9,34	2,20	-0,46	-0,91
3	3	8,65	27,6	8,79	21,40	8,84	14,10	-0,06	-0,19	8,88	24,60	9,22	23,00	-0,17	-0,34
4	4	7,61	23,3	7,85	25,60	7,94	22,90	-0,11	-0,33	7,97	36,60	8,70	35,30	-0,37	-0,73
5	ГХК-112-1	6,72	1,9	6,96	1,00	6,95	1,40	-0,08	-0,23	7,40	2,30	7,56	1,40	-0,08	-0,16
6	2	8,42	1,5	8,82	1,00	6,78	1,00	0,55	1,64	7,58	2,40	9,50	2,30	-0,96	-1,92
7	3	8,0	15,6	8,26	16,30	7,20	14,10	0,27	0,80	7,61	19,60	8,97	18,70	-0,68	-1,36
8	4	8,64	24,2	8,86	22,10	8,79	22,90	-0,05	-0,15	8,83	24,00	9,37	26,50	-0,27	-0,54
9	ГХК-103-1	4,83	1,2	5,14	1,10	5,20	1,00	-0,12	-0,37	5,23	1,30	5,76	0,80	-0,27	-0,53
10	2	3,52	1,5	3,79	1,50	3,95	1,40	-0,14	-0,43	3,98	2,20	4,77	2,50	-0,40	-0,79
11	3	3,45	16,8	3,76	16,80	3,89	14,10	-0,15	-0,44	3,93	21,30	4,59	19,60	-0,33	-0,66
12	4	3,0	27,2	3,31	27,20	3,46	30,00	-0,15	-0,46	3,49	29,60	4,43	28,01	-0,47	-0,94

### Литература

- 1 Рафиков А.А., Эргашев Ш.Э., Хайдаров Э. Процессы опустынивания Южного Приаралья. – Ташкент: Университет, 1997.- 220 с.
- 2 Гельдыева Г.В., Курбаниязов А.К. Роль поверхностных и подземных вод в развитии ландшафтов обсохшего дна юго-западной части Аральского моря // Мат.-лы науч.-практич. конф. «Реальность и перспективы устойчивого развития экосистем Аральского региона – Алматы. – 2000.- 35 с.
- 3 Рубанов И.В., Пинхасов Б.И., Курбаниязов А.К. Процессы соленакопления в акватории Аральского моря // Проблемы освоения пустынь. – 1998. – № 3-4. – С. 31-37.
- 4 Zavialov, P.O., A.A. Ni, T.V. Kudyshkin, A.K. Kurbaniyazov, and S.N. Dikarev (2009) Five years of field hydrographic research in the Large Aral Sea (2002-2006). *J. Marine Systems*, 76, 263-271, doi: 10.1016/j.jmarsys.2008.03.013.
- 5 Zavialov P.O. (2005) Physical oceanography of the dying Aral Sea. Springer/Praxis, Chichester, UK, 146 pp
- 6 Большое Аральское море в начале XXI века: физика, биология, химия / Ред. Завьялов П.О. и др.; М.: Наука. 2012. 229 с.
- 7 Izhitskiy, A.S., P.O. Zavialov, E. Roget, H.-P. Huang and A.K. Kurbaniyazov. (2014) On thermohaline structure and circulation of the Western Large Aral Sea from 2009 to 2011. *J. Marine Systems*, 129, 234-247, doi: 10.1016/j.jmarsys.2013.06.013

### References

- 1 Rafikov A.A., Ergashev Sh.E., Khaidarov E. (1997) Desertification processes of the Southern Aral Sea area. – Tashkent: University, – 220 p. (In Russian).
- 2 Geldyeva G.V., Kurbaniyazov A.K. (2000) The role of surface and groundwater in the development of landscapes of the dried bottom of the southwestern part of the Aral Sea // Materials of scientific-practical conference «Reality and perspectives of sustainable development of the ecosystems of the Aral region – Алматы, – 35 p. (In Russian).
- 3 Rubanov I.V., Pinkhasov B.I., Kurbaniyazov A.K. (1998) Processes of salt accumulation in the water area of the Aral Sea // Problems of Desert Development. № 3-4. – p. 31-37. (In Russian).
- 4 Zavialov, P.O., A.A. Ni, T.V. Kudyshkin, A.K. Kurbaniyazov, and S.N. Dikarev (2009) Five years of field hydrographic research in the Large Aral Sea (2002-2006). *J. Marine Systems*, 76, 263-271, doi: 10.1016/j.jmarsys.2008.03.013.
- 5 Zavialov P.O. (2005) Physical oceanography of the dying Aral Sea. Springer/Praxis, Chichester, UK, 146 pp
- 6 The Great Aral Sea in the early 21st century: physics, biology, chemistry (2012) Ed. Zavyalov P.O. and etc., M.: Science. 229 p. (In Russian).
- 7 Izhitskiy, A.S., P.O. Zavialov, E. Roget, H.-P. Huang and A.K. Kurbaniyazov. (2014) On thermohaline structure and circulation of the Western Large Aral Sea from 2009 to 2011. *J. Marine Systems*, 129, 234-247, doi: 10.1016/j.jmarsys.2013.06.013