

ГИДРОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СОЛЕННЫХ ОЗЕР ПРИКАСПИЙСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

К. М. Ахмеденов¹, С. Х. Абишева², В. П. Петрищев³, Н. В. Петрищева⁴

¹Канд. геогр. наук, ассоциированный профессор,
директор Научно-исследовательского института биотехнологии и природопользования
(Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана, Уральск, Казахстан)

²Магистр сельского хозяйства, руководитель испытательного центра
Научно-исследовательского института биотехнологии и природопользования
(Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана, Уральск, Казахстан)

³Докт. геогр. наук, доцент, заведующий кафедрой городского кадастра
(Оренбургский государственный университет, Россия)

⁴Канд. геогр. наук, старший преподаватель кафедры геологии
(Оренбургский государственный университет, Россия)

Ключевые слова: минеральные озера, гидрохимия, солянокупольные ландшафты, предельно допустимая концентрация, катионно-анионный состав.

Аннотация. Представлены результаты гидрохимического исследования вод соленых озер Прикаспийской низменности, характеризующихся высокой минерализацией и слабощелочными значениями среды. Их объединяет общность происхождения озерных котловин, связанная с солянокупольной тектоникой. Экологическое состояние обследованных озерных экосистем характеризовалось средними показателями pH, превышением ПДК по тяжелым металлам и некоторым катионам и анионам. Вода озер Шалкар, Индер и Аралсор относится к жестким водам с хлоридно-натриевой минерализацией. Все три обследованных минеральных озера имеют высокий бальнеологический и рекреационный потенциал.

Введение. Прикаспийская впадина и прилегающий к ней с северо-востока Предуральский краевой прогиб являются крупнейшим в мире районом развития соляного псевдотектогенеза. Неотъемлемая часть ландшафтов соляных куполов-гигантов Прикаспийской низменности – сухие (корневые) озера. В зависимости от соотношения уровня обводненности и тектонической активности озера в солянокупольных структурах можно разделить на три группы. При достаточном поступлении воды в озеро и слабом проявлении активности солянокупольных структур формируются рапные, иловые озера с малой мощностью донных осадков и нестабильным водно-солевым режимом. Низкая обводненность территории, сопровождающаяся активным ростом солянокупольных поднятий, приводит к тому, что соляное зеркало приподнято выше уровня грунтовых вод, в результате чего образуются пересыхающие озера. Достаточное количество воды, поступающей в озерную котловину, вместе с высокой активностью солянокупольных структур является причиной образования сухих (корневых) соляных озер с мощными пластами озерных солей, заполняющих глубокие компенсационные мульды.

Прикаспийская низменность представляет обширную зону распространения соленых озер. Это уникальные водные экосистемы, особенностью которых являются щелочные условия и высокая концентрация солей. Следует отметить, что, несмотря на многочисленные исследования, соленые озера региона недостаточно изучены, особенно с применением современных научных методов и методологии.

Озеро Индер было впервые описано П. С. Палласом, который обследовал его в 1769 и 1773 годах [1]. В 1935 г. по заданию Главного геологического управления НКТП СССР Центральной научно-исследовательской станцией геохимии солей были организованы две экспедиции в Западный Казахстан для маршрутного обследования ряда соляных озер. Первая экспедиция посетила озеро Индер, а другая – озера Шалкар, Большой и Малый Сокрыл, Арал-Тюбе-Сор, громаднейший сульфатный водоем – озеро Аралсор, районы рек Сагиза и Эмбы (озера Карабатан, Искине, Тюлегень, Ак-Куль) и озера полуострова Мангышлак (Красное, Белое, Караколь и др.). Вода и рапа из этих озер, вода источников, их питающих, были подвергнуты химическому анализу [2, 3]. В статье, посвященной указанным работам, И. Б. Фейгельсон (1936) проверил на этих озерах

классификацию академика Н. С. Курнакова, а также сделал вывод о возможности их промышленного использования. Озеро Аралсор, по его мнению, – мощный источник тенардита и эпсомита, Индер – калия и брома, Большой Сокрыл – магнизиальных солей и брома, Карабатал – мирабилита. Кроме того, повсеместное распространение лечебного ила открывает большие возможности для организации грязелечебниц на озерах Большой Сокрыл, Индер, Аралсор, Карабатал и на полуострове Мангышлак [3, 4]. Ряд работ по изучению соляной массы Прикаспийских озер опубликовали также И. Н. Лепешков, М. Г. Валяшко, А. А. Кожевников и др. Рассолы озера Индер исследовали Н. С. Курнаков и И. Н. Лепешков [2]. Озера Шалкар и Аралсор изучались учеными Западно-Казахстанского государственного университета им. М. Утемисова [5–8]. Современные ландшафтные исследования солянокупольных ландшафтов, в том числе озерных впадин Индера, Шалкара и Аралсора, проведены учеными Института степи УрО РАН под руководством В. П. Петрищева [9–11].

Целью этой работы являлось изучение гидрохимических характеристик некоторых соленых озер Прикаспийской низменности.

Методы исследования. Проведено гидрохимическое обследование озер Индер, Шалкар и Аралсор. По морфометрическим показателям эти озера относятся к большим озерам. Время отбора проб – июль. Пробы отбирались с учетом требований «ГОСТ Р 51592-2000 Вода. Общие требования к отбору проб» с глубины 0,3–0,5 м в количестве 1 л в полиэтиленовые бутылки для анализа ионного состава и 1 л в бутылки из темного стекла для определения содержания нефтепродуктов.

Химико-аналитические работы проводились в аккредитованном испытательном центре Научно-исследовательского института биотехнологии и природопользования Западно-Казахстанского аграрно-технического университета им. Жангир хана.

pH измеряли на цифровых иономерх И-160М и Seven Easy pH Mettler Toledo согласно ГОСТ 26449.1-85; содержание сухого остатка устанавливали весовым методом; содержание тяжелых металлов находили по соответствующим методикам измерений на атомно-абсорбционном спектрометре с пламенной атомизацией Varian AA-140, жесткость и катионно-анионный состав – по ГОСТ 26449.1-85.

Азот аммонийный, нитриты, нитраты определяли спектрофотометрическим методом на приборе Varian, Cary-50.

Результаты и их обсуждение. Исследуемые соленые озера довольно велики, мелководны и имеют относительно большие площади (таблица 1). Из трех озер наиболее изучены Шалкар и Индер.

Таблица 1 – Морфометрические и физико-химические параметры исследованных озер

Озеро	Местоположение	S , км ²	h , м	$\frac{\text{Ширина}}{\text{Длина}}$, м	pH	J , мг-экв/л	M , г/дм ³
Индер	Индерский р-н, Атырауская обл.	112	0,7*	11 / 13,5	7,0	86,9	43,4
Аралсор	Бокейординский р-н, Западно-Казахстанская обл.	97	0,4*	10 / 12	7,1	2576,0	425,7
Шалкар	Теректинский р-н, Западно-Казахстанская обл.	200	6	15 / 18	8,1	39,4	12,1
Примечание. S – площадь водного зеркала; h – глубина озера; J – жесткость воды; M – минерализация. *В период исследований озеро было пересохшим, для анализа брали иловую воду.							

Шалкар – наиболее крупное озеро Западно-Казахстанской области. Расположено в 90 км к юго-востоку от областного центра г. Уральска, в левобережной части р. Жайык на территории Терек-тинского района. Озеро имеет округлую яйцеобразную форму, чуть вытянутую с севера на юг. По данным гидрологических исследований площадь водной поверхности озера составляет 200 км², протяженность берега по периметру – 57 км, ширина водной глади – 15 км, длина – 18 км. Средняя глубина – 6 м, наибольшая – 18 м. Глубина от 10–12 м занимает 30 % площади дна, глубина менее 2 м – 13%. Уровень озера ниже уровня Мирового океана на 26 м. Температура воды в июле, августе составляет 24–26 °С. С восточной стороны в озеро впадают реки Исенанкаты и Шолаканкаты протяженностью 130 и 73 км. На юго-западе находится временный водоток р. Солянка, по которой в многоводные годы происходил сброс воды из озера Шалкар. Вытекающая

из озера река Солянка углублена ниже дневной поверхности всего на 2,0–2,5 м, ее долина представляет собой изви-листую с пологими склонами балку. Колебания рельефа настолько постепенны, что они не нарушают общего плоского характера низменности. Для озера Шалкар характерен весенний подъем уровня воды, сменяющийся постепенным его спадом в течение летне-осеннего периода, иногда спад нарушается обычно небольшими подъемами уровня, происходящими в результате выпадения ливневых осадков. Весенний подъем начинается с конца марта – начала апреля, то есть в те сроки, что и на реках области. Средняя интенсивность повышения уровня воды в озере составляет 3–5 см/сут, а в многоводные годы она достигает 30–50 см/сут и более.

Котловина озера хорошо выражена, берега высокие, обрывистые, кроме северных и юго-западных, где склон местности в сторону чаши озера пологий. Рельеф дна ровный, с постепенным понижением к центру. Грунт дна озера двух типов: песчаный в прибрежной, илистый в открытой части озера. Регулярные гидрометеорологические наблюдения на озере начались с 1955 г. Максимальные уровни воды в озере наблюдались в 1957–1958 гг. (19,53 и 19,07 м). За период наблюдений установлено, что снижение уровня воды в озере происходило с 1958 до 1978 г., затем до 1995 г. регистрировалось повышение уровня. В последние годы точные сведения отсутствуют из-за закрытия гидропоста, но заметных колебаний уровня озера не происходит.

Вода озера относится к типу солоноватых с хлоридно-натриевой минерализацией воды, имеющей хлормagneвий гидрохимический тип с щелочной реакцией 8,1–8,7. Колебание уровня минерализации от межени к паводку составляет от 12 до 3 г/л.

Индер – крупное эллипсоидное по форме озеро площадью 112 км² и урезом воды – 23 м ниже уровня моря. Расположено в Индерском районе Атырауской области в левобережной части р. Жайык в 15 км. Длина озера – 13,5 км, ширина – 11 км, глубина – 0,7 м, протяженность береговой линии – 40 км. Водосборная площадь – 425 км². Питание озера происходит в основном за счет талых и дождевых вод, родников и грунтовых вод, поступающих с Индерских гор. Озеро вытянуто с северо-востока на юго-запад. Северные и западные его берега круты и обрывисты, достигают высоты более 20 м, изрезаны короткими щеле- и корытообразными логами и оврагами. У северного берега озера в оврагах встречаются родники с минеральными водами, общее число которых достигает 80, из них Ащетузбулак – на северо-восточном берегу озера – используется в бальнеологических целях. Средний годовой дебит источников составляет 78,2 л/с, варьируя в широких пределах (33–144 л/с). Некоторые родники берут истоки в пещерах, где круглый год лежит снег. Особо известен обросший легендами родник «Кыз аулие» («Святая девушка»). У этого источника ночуют женщины, которые долгое время не могут забеременеть. Озеро Индер обладает большим бальнеологическим потенциалом. Грязь озера наряду с минералами чрезвычайно богата гумусом, ферментами, которые очень полезны для здоровья человека. В ее составе присутствуют гормональные вещества, образованные как продукты разложения растений, насекомых и даже птиц (биологически активный гумус). Угодившие в солёное озеро насекомые не могут взлететь обратно, засаливаются, постепенно разлагаются и превращаются в грязь. Вдобавок они принимают участие в образовании различных минералов, в частности индерита и сатимуллита. Эти минералы характерны только для данной местности и больше нигде в мире не встречаются.

Озеро *Аралсор* расположено в Бокейординском районе Западно-Казахстанской области. Оно находится на севере района, его площадь – 97 км². Это второе по величине озеро в Западно-Казахстанской области (после озера Шалкар в Теректинском районе). Оно бессточное, запасы горько-соленой воды пополняются за счет атмосферных осадков и речки Ащюзек. Плоское дно, заполненное солью и мелкими линзами воды, окружено обрывистым берегом высотой до 3–5 м. Характерной чертой озерно-соровой депрессии является наличие крупных обрывов (чинков) по периметру соровой впадины, отделяющих его от плато и бугров. Высота обрывов составляет от 5 до 20 и даже 35 м (у восточного берега озера Аралсор), что в условиях плоского рельефа представляет собой своеобразную геоморфологическую аномалию. Очевидно, что происхождение столь контрастных для Прикаспийской низменности форм рельефа связано с геодинамикой соляных пластов, вызванной перераспределением и выдавливанием солевых масс из межкупольных зон и компенсационных мульд в солянокупольные поднятия. Летом озеро пересыхает и превращается полностью или частично в солончак.

Из результатов анализа физико-химических параметров (см. таблицу 1) видно, что вода озер имеет средние показатели pH и высокие показатели минерализации. Минерализация воды озер в период исследований варьировала от 12,1 до 425,7 г/дм³. pH воды в озерах находились в щелочной области и колебались от 7,0 до 8,1. Общая жесткость во всех озерах различается, самой жесткой является вода озера Аралсор.

Изучение ионно-солевого состава озер показало, что в них преобладают ионы натрия (таблица 2). В водах озер Индер, Аралсор и Шалкар содержание ионов магния составляло 298 – 15 288 мг/дм³, ионов кальция – 148 – 26 040 мг/дм³.

Таблица 2 – Ионный состав соленых озер, мг/дм³

Ионы	ПДК _{рх}	ПДК _{пит}	Индер	Аралсор	Шалкар
Na ⁺ K ⁺	170	–	14 806	114 777	3884,0
Mg ²⁺	40	–	298,0	15 288,0	389,0
Ca ²⁺	180	–	1250,0	26 040,0	148,0
Cl ⁻	300	350	22 890	262 500,0	6720,0
SO ₄ ²⁻	100	500	3932,0	6300,0	700,0
HCO ₃ ⁻	–	–	250,0	738,0	256,0
CO ₃ ²⁻	–	–	Не обн.	Не обн.	Не обн.
NO ₂ ⁻	0,08	3,0	0,02	0,13	0,05
NO ₃ ⁻	40	45,0	2,21	4,5	2,66
NH ₄ ⁺	0,5	2,0	18,0	3,0	1,2

По анионному составу в озерах установлено преобладание хлорид-ионов, их концентрации 6720 – 262 500 мг/дм³. Концентрация гидрокарбонатов в водах озер варьировала от 250 до 738 мг/дм³. Карбонаты в воде не обнаружены. Содержание сульфатов – 700–6300 мг/дм³. Количество других анионов по сравнению с хлорид-ионами не значительное.

Результаты элементного анализа (таблица 3) показали значительное содержание железа и хрома во всех озерах.

Таблица 3 – Содержание тяжелых металлов в поверхностных водах озер, мг/дм³

Тяжелые металлы	ПДК _{рх}	ПДК _{пит}	Кларк речной воды	Индер	Аралсор	Шалкар
Cu	0,001	1,0	0,007	0,32	0,11	0,112
Zn	0,01	5,0	0,02	0,002	0,045	0,014
Pb	0,006	0,03	0,001	Не обн.	Не обн.	Не обн.
Cd	0,005	0,001	0,0002	»	»	»
Fe	0,1	0,3	0,04	1,49	4,41	0,89
Cr	0,02	0,05	0,001	3,48	3,22	1,00
Mn	0,01	0,1	0,01	0,83	0,07	0,11
Co	0,01	0,1	0,003	Не обн.	0,09	Не обн.
Ni	0,01	0,1	0,0025	»	0,071	»

Подвижные комплексы железа с гуминовыми кислотами в значительных количествах содержатся в поверхностных водах озер и рек исследуемой территории. Превышение ПДК по железу относится к природным особенностям территории (см. таблицу 3). Содержание никеля в природной воде озера Аралсор и хрома во всех трех озерах выше значений кларка речной воды [12]. Концентрации меди и цинка в поверхностных водах превышают ПДК. В озерах отсутствуют свинец и кадмий. Содержание кобальта и никеля в озере Аралсор почти в 4 раза выше кларка речной воды.

Вода озера Шалкар относится к щелочным. Жесткость – 39,4 мг-экв/л, т.е. вода очень жесткая. В соответствии с классификацией вод по солености эта вода с повышенной соленостью. В воде озера Шалкар увеличены содержания железа и хрома, значительно превышен марганец. Остальные тяжелые металлы в пределах установленных норм питьевой воды, однако содержание меди завышено для рыбохозяйственного водоема. По общей жесткости вода озера Аралсор относится к очень жестким водам. По минерализации воду этого озера можно классифицировать как рассолы, а по химическому типу – как хлоридные. В воде озера Аралсор наблюдается повышенное содержание железа – 4,41 мг/дм³, что превышает ПДК в 14,7 раза для питьевых вод и в 44,1 раза для рыбохозяйственных вод. Содержание хрома в 64,4 раза выше для питьевых вод и в 161 раз для рыбохозяйственных вод. По общей жесткости вода озера Индер относится к очень жестким. По минерализации воду этого озера можно классифицировать как рассолы, а по химическому типу – как хлоридные. В воде озера Индер наблюдается повышенное содержание железа – 1,49 мг/дм³, что превышает ПДК в 4,96 раза для питьевых вод и в 14,9 раза для рыбохозяйственных вод. Содержание хрома в 69,6 раза выше для питьевых вод и в 174 раза для рыбохозяйственных вод.

На основании результатов катионно-анионного анализа вод изучаемых озер была проведена их типизация (таблица 4). Классификация соляных озер основана на химическом составе рапы. Как видно, для всех вод характерна хлоридно-натриевая минерализация.

Таблица 4 – Типизация вод соленых озер

Озеро	Формула Курлова	Вода по ионному составу
Индер	$M_{48,45} = \frac{Cl\ 88}{Na\ 88}$	Хлоридно-натриевая
Аралсор	$M_{425,65} = \frac{Cl\ 98}{Na\ 66}$	Хлоридно-натриевая
Шалкар	$M_{12,1} = \frac{Cl\ 92}{Na\ 81}$	Хлоридно-натриевая

Заключение. Таким образом, химический состав поверхностных вод исследуемых озер формируется под воздействием как природных факторов, так и источников техногенного воздействия.

Экологическое состояние этих озер характеризовалось превышением фоновых уровней по следующим показателям: по содержанию тяжелых металлов наблюдается превышение рыбохозяйственных нормативов по ионам никеля и кобальта в озере Аралсор, превышение питьевых и рыбохозяйственных нормативов по ионам марганца во всех озерах, превышение питьевых и рыбохозяйственных нормативов по ионам железа, превышение рыбохозяйственных нормативов по ионам цинка в озерах Аралсор и Шалкар, превышение рыбохозяйственных нормативов по ионам меди во всех озерах.

Все три минеральных озера объединяет единство происхождения, связанное с особенностями проявления солянокупольных поднятий на Прикаспийской низменности, способствовавших развитию крупных по площади озерных впадин.

Озера Индер и Шалкар можно объединить в один тип, а озеро Аралсор – в другой. В первом типе имеются возвышенности, сложенные мезозойскими и палеозойскими породами и сопряженные с озерными впадинами компенсационных мульд (Индерские горы и оз. Индер; г. Сантас и Сасай и озеро Шалкар). Морфологическая структура таких ландшафтов характеризуется наибольшей сложностью и разнообразием в связи с высокими градиентами между тектоническим прогибанием озерной мульды и активным подъемом окружающих ее солянокупольных поднятий. Противоположно направленные тектонические процессы создают аномальные для Прикаспийской низменности значения относительных высот и эрозионных врезов на ландшафтах данного типа. Таким геокомплексам свойственно формирование катенных спряжений, которые образуются вследствие аккумуляции солей с прилегающей морской равнины в соляных озерах и активного рассоления и дренирования поднимающихся солянокупольных возвышенностей. Аралсорский тип

представлен крупными соровыми впадинами с крутыми (10–15 м) обрывистыми берегами, которые соответствуют своду соляного поднятия, и глубоко внедряющими в сору в виде полуостровов и кос плоских возвышенностей, расположенных на крыльях структур. Рассматривая этот тип ландшафтов на примере собственно Аралсора, следует отметить, что компенсационные мульды в данном случае сливаются с присводовыми впадинами, что обуславливает аномальную высоту обрывов по берегам сора. Резко выраженный гипсометрический рубеж между соровым солончаком и плоской возвышенностью является основным градиентом, определяющим морфологическую контрастность структуры ландшафтов аралсорского типа. Считаем необходимым дальнейшее исследование этих озер с бальнеологической оценкой их ресурсов.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан № 4036/ГФ4 «Анализ социально-экономической значимости ландшафтов солянокупольного происхождения для Республики Казахстан».

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Боркин Л.Я., Сытин А.К. Экспедиция в Западный Казахстан в 2012 году: по маршрутам П. С. Палласа (1769–1793) // Природа Западного Казахстана и Петр Симон Паллас (полевые исследования 2012 года). – СПб.: Изд-во «Европейский дом», 2015. – С. 19-32.
- [2] Широкова В.А. Гидрохимия в России. Очерки истории. – М.: ИИЕТ РАН, 2010. – 274 с.
- [3] Фейгельсон И.Б. К гидрологии соляных озер Западного Казахстана и источников их питания // Разведка недр. – 1936. – № 4. – С. 17-26.
- [4] Фейгельсон И.Б., Кожевников А.А. К гидрохимии соляных озер Урало-Эмбинской области // Тр. Казахского филиала АН СССР. – 1938. – Т. 2, вып. 2. – С. 63-83.
- [5] Иванов В.В. Физико-географический очерк Западного Казахстана // Географический сборник. – М.: Л., 1953. – Вып. 2. – С. 5-51.
- [6] Джубанов А.А. Климат и воды // Природа, население и хозяйство Западно-Казахстанской области. – Уральск, 1998. – С. 43-57.
- [7] Петренко А.З., Джубанов А.А., Фартушина М.М. и др. Природно-ресурсный потенциал и проектируемые объекты заповедного фонда Западно-Казахстанской области. – Уральск, 1998. – 176 с.
- [8] Петренко А.З., Джубанов А.А., Фартушина М.М. и др. Зеленая книга Западно-Казахстанской области. Кадастр объектов природного наследия. – Уральск: Изд-во РИО ЗКГУ, 2001. – 194 с.
- [9] Петрищев В.П. Солянокупольный ландшафтогенез: морфоструктурные особенности и последствия техногенной трансформации геосистем. – Екатеринбург: УрО РАН, 2011. – 310 с.
- [10] Петрищев В.П., Чибилев А.А., Ахмеденов К.М., Рамазанов С.К. Особенности формирования ландшафтов Индерского солянокупольного района // География и природные ресурсы. – 2011. – № 2. – С. 79-84.
- [11] Петрищев В.П., Норейка С.Ю., Петрищева Н.В., Ахмеденов К.М. Особенности компонентов ландшафтных геосистем солянокупольного происхождения западной части Прикаспийской впадины // Вестник ОГУ. – Оренбург, 2015. – № 6. – С. 189-198.
- [12] Войткевич Г.В., Кокин А.В., Мирошников А.Е., Прохоров В.Г. Справочник по геохимии. – М.: Недра, 1990. – 480 с.

REFERENCES

- [1] Borkin L.Ya. Sytin A.K. Expedition to the West Kazakhstan in 2012: routes P. S. Pallas (1769–1793) // Nature of West Kazakhstan and Peter Simon Pallas (field research, 2012). St. Petersburg: "European House" publisher, 2015. P. 19-32 (in Russian).
- [2] Shirokova V.A. Hydrochemistry in Russia. Essays on History. M.: IHST RAS, 2010. 274 p. (in Russian).
- [3] Feigel'son I.B. To hydrology salt lakes in western Kazakhstan and sources of supply // Prospecting. 1936. N 4. P. 17-26 (in Russian).
- [4] Feigel'son I.B., Kozhevnikov A.A. To hydrochemistry of salt lakes of Ural-Emba region // Tr. Kazakh branch of the USSR SA. 1938. Vol. 2, issue 2. P. 63-83. (in Russian).
- [5] Ivanov V.V. Physical-geographical essay of Western Kazakhstan // Geographic collection. M.; L., 1953. Vol. 2. P. 5-51 (in Russian).
- [6] Dzhubanov A.A. Climate and Water // Nature, population and economy of the West Kazakhstan region. Uralsk, 1998. P. 43-57 (in Russian).
- [7] Petrenko A.Z., Dzhubanov A.A., Fartushina M.M. et al. Natural resource potential and planned facilities reserve fund of the West-Kazakhstan region. Oral, 1998. 176 p. (in Russian).
- [8] Petrenko A.Z., Dzhubanov A.A., Fartushina M.M. et al. The Green Book of the West Kazakhstan region. Cadastre of natural properties. Oral: publ. RIO WKSU, 2001. 194 p. (in Russian).
- [9] Petrishchev V.P. Salt dome landscape genesis: morphostructural features and implications of technological transformation of geosystems. Ekaterinburg: UB of RAS, 2011. 310 p. (in Russian).

- [10] Petrishchev V.P., Chibilev A.A., Ahmedenov K.M., Ramazanov S.K. Features of formation of landscapes Inder salt dome area // Geography and natural resources. 2011. N 2. P. 79-84 (in Russian).
- [11] Petrishchev V.P., Noreika S.Yu., Petrishcheva N.V., Ahmedenov K.M. Features components of landscape geosystems salt dome origin western part of the Caspian Depression // Bulletin of OSU. Orenburg. 2015. N 6. P.189-198 (in Russian).
- [12] Voitkevich G.V., Kokin A.V., Miroshnikov A.E., Prokhorov V.G. Handbook on geochemistry. M.: Nedra, 1990. 480 p. (in Russian).

КАСПИЙ МАҢЫ ОЙПАТЫ ТҰЗДЫ КӨЛДЕРДІҢ ГИДРОХИМИЯЛЫҚ ЗЕРТТЕУ

К. М. Ахмеденов¹, С. Х. Абишева², В. П. Петрищев³, Н. В. Петрищева⁴

¹География ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор,
Биотехнология және табиғатты пайдалану ғылыми-зерттеу институтының директоры
(Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті, Орал, Қазақстан)

²Ауыл шаруашылығының магистрі,
Биотехнология және табиғатты пайдалану ғылыми-зерттеу институтының сынау орталығының жетекшісі
(Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті, Орал, Қазақстан)

³География ғылымдарының докторы, доцент, қалалық кадастр кафедрасының меңгерушісі,
(Орынбор мемлекеттік университеті, Орынбор, Ресей)

⁴География ғылымдарының кандидаты, геология кафедрасының аға оқытушысы
(Орынбор мемлекеттік университеті, Орынбор, Ресей)

Түйін сөздер: минералды көлдер, гидрохимия, тұздықүмбезді ландшафт, зиянсыз концентрация шегі, анионды-катионды құрам.

Аннотация. Каспий маңы ойпаттарының тұзды суларының гидрохимиялық зерттеулері көрсетілген, олар жоғары минералды және сілтілі ортасын сипаттайды. Оларды біріктіретін қазаншұңқырларының шығуының тұздықүмбездермен байланысу тектоникасында. Зерттелген көлдердің экожүйесі орташа көрсеткішті рН, ауыр металдардың және кейбір аниондар мен катиондардың зиянды заттардың шегінен асуымен сипатталады. Шалкар, Иnder және Аралсор көлдерінің сулары кермектігі қатты, хлоридті-натрийлі минералды болып табылады. Зерттелген үш минералды көлдер бальнеологиялық және рекреациондық көрсеткіштері жоғары болып табылады.

HYDROCHEMICAL RESEARCHES OF SALT LAKES CASPIAN LOWLAND

K. M. Akhmedenov¹, S. Kh. Abisheva², V. P. Petrishchev³, N. V. Petrishcheva⁴

¹Candidate of geographical sciences, associate professor,
director of Scientific research institute of biotechnology and wildlife management
(West Kazakhstan agrarian technical university named after Zhangir khan, Uralsk, Kazakhstan)

²Master of agriculture, head of test centre of Scientific research institute of biotechnology and wildlife management
(West Kazakhstan agrarian technical university named after Zhangir khan, Uralsk, Kazakhstan)

³Doctor of geographical sciences, docent, head of the chair urban cadastre
(Orenburg State University, Orenburg, Russian)

⁴Candidate of geographical sciences, senior lecturer of the chair geology
(Orenburg State University, Orenburg, Russian)

Keywords: mineral lakes, hydrochemistry, saline-dome landscapes, the maximum allowable concentration, cation-anion structure.

Abstract. The results of the hydrochemical research of salt lakes waters of the Caspian depression, characterized by high mineralization and weakly alkaline values. They are united by their common origin of lake basins associated with salt-dome tectonics. The ecological status of the surveyed lake ecosystems characterized average values pH, exceeding MAC for heavy metals and some cations and anions. Water of lakes Shalkar, Inder and Aralsor refers to hard waters with sodium chloride mineralization. All three lakes are surveyed mineral balneological and a high recreational potential.