

## ГЕОТЕКТОНИЧЕСКИЕ И ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЭЛЬТОНСКОЙ СОЛЯНОКУПОЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ

Н.Г. Мязина<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО Оренбургский Государственный Университет, Оренбург, Россия

## GEOTOTONIC AND HYDROGEOCHEMICAL PECULIARITIES OF THE ELTON SOLENOID DEPENDENT STRUCTURE

N.G. Myazina (Orenburg State University, Orenburg, Russia)

**Резюме.** Район исследования располагается в зоне Эльтонской солянокупольной структуры закрытого типа. Надсолевая структура, расположена во внутренней зоне развития крупных куполов изоморфной структуры, вокруг которых по краям компенсационных депрессий образуются дочерние купола второй генерации. Приподнятое залегание галогенной толщи отмечено в 2-х блоках структуры - северо-восточном и юго-западном. Между этими блоками находится "компенсационная" котловина оз. Эльтон. На формирование поверхности территории большое влияние оказали неотектонические процессы. Примером этого служат г. Улаган и возвышенность Пресный Лиман. Современный рельеф района образовался в четвертичное время, сопровождался неоднократными трансгрессиями моря. Эльтонская солянокупольная структура богата гидроминеральными ресурсами - минеральными родниками, реками, рапой озера Эльтон и сульфидными глинами. Эльтонский купол с обширными межкупольными депрессиями, находится в благоприятных условиях для генерации УВ. Перспективны на залежи углеводородов.

**Abstract.** The study area is located in the zone Eltonskiy salt dome structure of closed type. Post-salt structure, located in the inner zone of development of the large domes with isomorphic structure, around which the edges of the compensation depressions are formed subsidiaries domes of the second generation. Elevated occurrence of the halogen strata observed in 2-blocks of the structure of the North-East and South-West. Between these blocks is placed the "compensatory" basin of the lake Elton. On the formation of the surface areas was strongly influenced by neotectonic processes. Examples of this are the city Ulagan and upland Prsniy Liman. The modern relief of this area was formed in the quaternary time was accompanied by the repeated transgressions of the sea. Elton salt dome structure is rich in hydro-resources - mineral springs, rivers, salt lakes, brine of the lake Elton and sulphide mud. Elton dome with extensive marcopoli depressions, is in the favorable conditions for the hydrocarbon generation and is promising deposits of hydrocarbons.

**Ключевые слова:** Прикаспийская впадина, надсолевой этаж, соляной купол, родник, река, озеро, хлоридные рассолы, гидроминеральное сырье.

**Keywords:** Caspian sea basin, salt floor, salt dome, spring, river, lake, chloride brines, hydromineral raw materials.

\*Наталья Григорьевна Мязина, к.г.м.н., доцент, ФГБОУ ВО Оренбургский Государственный Университет, Оренбург, Россия, e-mail: [miazinanatalia@rambler.ru](mailto:miazinanatalia@rambler.ru)

Поступила в редакцию: 13 Апреля 2017

Прикаспийская впадина это область развития солянокупольной тектоники. Эльтонская солянокупольная структура закрытого типа, расположена во внутренней зоне развития крупных куполов изоморфной структуры, вокруг которых по краям компенсационных депрессий образуются дочерние купола второй генерации. Приподнятое залегание галогенной толщи отмечено в 2-х блоках структуры - северо-восточном и юго-западном. Между этими блоками находится "компенсационная" котловина оз. Эльтон. В краевых частях блоков располагаются выведенные на дневную поверхность породы мезозоя, образующие возвышенности Улаган и Пресный Лиман. На г. Улаган юрские и меловые породы, падающие на юго-восток и юг под углом 10-20°, осложнены несколькими сбросами широтного простирания. Самый крупный из них с амплитудой до 100 м пересекает отложения на два блока. Южный, опущенный блок, нарушен еще одним сбросом с амплитудой 60-85 м, приводящим в контакт породы келловейского яруса с верхними слоями волжского регионаруса и изменяющим их простирание с северо-востока 30-40° на восток-северо-восточное 80-90°. В тектоническое движение вовлечены также и четвертичные отложения. На южном и юго-восточном склонах г. Улаган вскрыты моноклинально залегающие апшеронские слои, наклоненные в том же направлении, что и коренные породы, но под значительно меньшими углами (2-3°). Слабые подвижки (прогибания) происходили и в котловине оз. Эльтон, о чем свидетельствует погружение каспийских осадков к центру озера и накопление мощной (более 100 м) толщи современных озерных образований.

Озеро Эльтон и его окрестности богаты ресурсами целебных грязей и рассолов. На их базе с 1910 года действует бальнеогрязевый санаторий [1, 2]. Кроме грязей и рассолов недра богаты подземными минеральными водами, многочисленные выходы источников наблюдаются по речкам Хара, Ланцуг, Бол. Сморогда, Чернявка и др. Бессточная котловина оз. Эльтон, представляющая собой огромную (187 км<sup>2</sup>) компенсационную впадину, заполненную современными хемогенными осадками с абсолютными отметками – -16,9-18,4 м. Общая длина береговой линии – 51 км, площадь водосборного бассейна 1365 км<sup>2</sup> [3]. Береговые склоны озера имеют три террасы. Береговая часть озера окаймляется пляжем шириной от 0,1 до 2,0 км, изрезанным руслами речек и оврагов, впадающих в озеро. Овраги глубокие (3-8 м) и короткие (2-4 км) с V-образным поперечным профилем. Общий уклон окружающей местности к озеру прослеживается до 25-ой горизонтали, а выше местность выполаживается и переходит в равнину со слабоволнистым рельефом.

В оз. Эльтон впадают мелкие степные речки. Ближайшей является р. Бол. Сморогда. Длина реки 19 км, площадь бассейна 130 км<sup>2</sup>. Общее падение от истока до устья – 37 м. Постоянный водоток начинается от родника, расположенного в 9 км от устья. Минерализация воды в р. Бол. Сморогда в многолетнем годовом разрезе изменяется в пределах 6,3-8,87 г/дм<sup>3</sup>. В целом на территории формируются воды высокой минерализации. Пресные воды встречаются редко, чаще всего в виде линз, плавающих на соленых водах.

Водоносный современный аллювиальный горизонта (**aQ<sub>IV</sub>**) распространен в долине р. Бол. Сморогда. Водовмещающие породы представлены песками и супесями, мощностью до 2-3 м. Горизонт опробован колодцами, на глубине 0,8-2 м. Дебиты немногочисленных колодцев не превышают 0,2 л/с при понижениях 1-2 м. Подземные воды сульфатно-хлоридные натриевые с минерализацией до 3-4 г/дм<sup>3</sup> и более.

Питание горизонта происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков и разгрузки в него вод хвалынских и хазарских отложений. Разгрузка осуществляется в основную дренаж – оз. Эльтон.

Относительно водоносный современный озерный горизонт (**hQ<sub>IV</sub>**) распространен в котловине оз. Эльтон и приурочен к верхнему соляному слою. Верхней его границей является соляное зеркало озера, нижней – мощная толща (до 30 м) подстилающих озерных илов и глин.

Мощность рассольного горизонта изменяется от 0,5-5 м в прибрежной части озера до 18,2 м в центре озера. Минерализация рапы 340-470 г/дм<sup>3</sup>, среднее содержание брома – 1,75 г/дм<sup>3</sup>, магния – 81,6 г/дм<sup>3</sup>. Минеральные озера являются своеобразными поверхностными месторождениями минеральных вод. Воды минеральных озер имеют различный химический состав, в районе Прикаспийской впадины и ее обрамления озера по составу хлоридные магниевые, натриево-магниевые (оз. Эльтон); натриевые, с минерализацией до 300 г/л и более.

Породы водоупорного локального водоносного мезозойского комплекса (Т, J, К), обнажающиеся на возвышенности Улаган, представлены преимущественно глинистыми осадками триаса, юры и мела. Локальные водопроявления типа верховодки установлены отдельными скважинами в альб-сеноманских отложениях при производстве геологоразведочных и поисковых работ и колодцем в глинах юры. Водовмещающие породы – глины песчанистые с прослоями песка серого цвета. Грунтовые воды залегают на небольшой (6-7 м) для достаточно приподнятой местности глубине, что свидетельствует о локальном характере их распространения. Воды с минерализацией до 1 г/дм<sup>3</sup>, как правило, смешанного состава, а соленые (более 10 г/дм<sup>3</sup>) - хлоридного натриевого состава.

Водоносный иренский горизонт (**P<sub>1ir</sub>**) распространен к северу и северо-западу от возвышенности Улаган. Кровля его вскрывается на глубине 100-330 м. Уровень напорных вод устанавливается на глубине 30-64 м. Водовмещающими породами являются гипс-ангидритовые породы кепрока, трещиноватые, иногда закарстованные. Дебит скважин обычно изменяется в пределах 2,35-8,4 л/с при понижении 1-13,2 м. Средняя водопроницаемость горизонта составляет 47 м<sup>2</sup>/сут. Воды хлоридные натриевые с минерализацией от 10 до 208 г/дм<sup>3</sup>. Увеличение минерализации наблюдается с глубиной [4, 5].

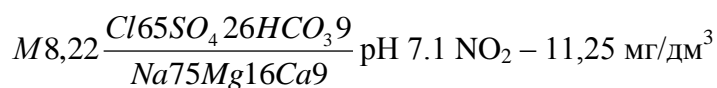
Относительно водоупорный иренский горизонт (**P<sub>1ir</sub>**) распространен повсеместно и представлен каменной солью с прослоями калийно-магниевых солей и ангидритов. Кровля горизонта в сводовых частях купола залегают на глубине 270-450 м, мощность соляной толщи более 1000 м [3. 4].

Апшеронский водоносный комплекс ( $N_{2ap}$ ) опробован пробуренными поисково-разведочной и наблюдательными скважинами и характеризуется наличием солоноватых вод (до  $5 \text{ г/дм}^3$ ) в интервале 24-28 м и сильносоленых ( $6,46 \text{ г/дм}^3$ ) – в интервале 34-38 м, хлоридного натриевого состава. В естественном состоянии воды данного комплекса имеют повышенные (ПДК) содержания хлоридов, сульфатов, натрия. Величина окисляемости выше нормы, в 3,5-4,8 раза. Воды апшеронских отложений жесткие ( $15,7-26,35 \text{ мг-экв/дм}^3$ ), нейтральные и близки к нейтральным ( $pH=7,1-8,0$ ).

Скважина **340010002** расположена на территории санатория "Эльтонский". Абсолютная отметка устья: 11,02 м. Начальный диаметр 165 мм. Пройдена роторным способом до глубины 31 м. Фильтр сетчатый, диаметр 89 мм в интервале 24-28 м.

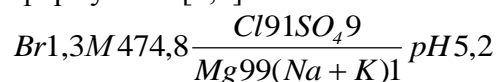
1	2	3	4	5
1	edQ <sub>IV</sub>	Почвенно-растительный слой, буровато-коричневый с корнями растений	0,5	0,5
2	mQ <sub>IIIhv</sub>	Суглинок легкий буровато-коричневый с известковыми включениями	1,5	1,0
3	-"	Переслаивание супеси и суглинка тяжелого коричневатого-бурого	12,0	10,5
4	aQ <sub>IIhz<sub>1</sub></sub>	Песок глинистый мелко- тонкозернистый серовато-бурого цвета, плотный	15,0	3,0
5	mQ <sub>Eap</sub>	Глина песчаная с небольшими прослойками глины плотной без песка, серая. в основании- песок мелко-тонкозернистый серый кварцевый	25,0	10,0
6	-"	Переслаивание глины песчаной серой с прослойками песка мелко- тонкозернистого кварцево-глауконитового зеленовато-серого цвета. Опробован интервал 24-28 м. Вода появилась с глубины 25,0 м и установилась на глубине 18,2 м. Дебит 0,036 л/с при понижении 2,91 м.	31,0	6,0

Сморогдинский источник используется местным населением на протяжении десятилетий для лечения болезней органов пищеварения. Родник восходящего типа, слабо газует. Расположен в правом борту пойменной террасы р.Бол.Сморогда, дренирует воды хазарских отложений. Дебит самоизлива 0,6 л/с ( $56,84 \text{ м}^3/\text{сут}$ ). Воды источника солоноватые с минерализацией  $7,0 \text{ г/дм}^3$ , Содержание железа выше ПДК в  $\sim 4,7$  раза, азота аммонийного – в 11,25 раза (ПДК= $2 \text{ мг/дм}^3$ ), окисляемость выше нормы в 4,32 раза. Содержание в воде Сморогдинского источника  $\text{CO}_{2\text{св}}$  –  $110 \text{ мг/дм}^3$ . По данным исследований, проведенных Российским НЦВМ и К (г.Москва), по общей минерализации  $M=7,5-8,5 \text{ г/дм}^3$ . Подземные воды Сморогдинского источника относятся к среднеминерализованным, сульфатно-хлоридного натриевого состава. Являются близким аналогом Чартаковского, Каспийского типов [6].



Биологически активные компоненты не достигают бальнеотерапевтических нормативов, брома ( $3,0 \text{ мг/дм}^3$ ) и йода ( $0,2 \text{ мг/дм}^3$ ). Токсичные и нормируемые микроэлементы не обнаружены или их содержание значительно ниже предельно допустимых концентраций для минеральных вод. Обращает внимание повышенное содержание железа (суммарное) – до  $12,0 \text{ мг/дм}^3$ . В процессе проведения мониторинга было опробовано 2 поверхностных водотока: р.Бол.Сморогда и балки Сорочьей, впадающих в оз.Эльтон на его восточной части (таблица 1). Основной источник питания поверхностных вод – родники и атмосферные осадки [7].

Минерализация воды в р.Бол.Сморогда и в балки Сорочьей составляла  $4,9, 5,3 \text{ г/дм}^3$ . В обоих поверхностных водотоках воды по химическому составу сульфатно-хлоридные натриевые. Содержание преобладающих компонентов выше ПДК: хлора – в 4,8 раза, сульфатов – в 2,2 раза и натрия – в 3,4 раза. В р. Бол.Сморогда по сравнению с водотоком в б.Сорочьей меньше концентрация магния и кальция, вода мягкая (общая жесткость  $4,15 \text{ мг-экв/дм}^3$ ), но отмечается повышенная в 4 раза ( $8 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$  при ПДК=2  $\text{ мг O}_2/\text{дм}^3$ ) окисляемость. Минерализация воды в р.Бол.Сморогда в 1975 г. составляла  $9,5 \text{ г/дм}^3$ , в 1990 –  $7,5 \text{ г/дм}^3$  и в 2000 –  $4,9 \text{ г/дм}^3$ , прослеживается опреснение поверхностных вод реки. Все реки, впадающие в оз.Эльтон, содержат в составе своих вод ионы магния. Эльтон накапливает ионы магния, которые к началу осени достигают максимальной концентрации. По данным Васильева Г.А. содержание брома и хлористого магния в поверхностной рапе озера выше, чем в межкристаллической и составляет соответственно  $2,325$  и  $360,49 \text{ кг/м}^3$  в поверхностной рапе, снижаясь до  $1,754$  и  $283,42 \text{ кг/м}^3$  - в межкристаллической. Состав рапы оз.Эльтон выражается формулами [3,4]:



Рапа представляет собой - рассол хлоридный магниевый и магниевонатриевый (тип воды Ша). Накоплению магниезиальных солей способствует длительный испарительный период (с апреля до ноября), в течение которого испаряется слой пресной воды до  $1,5 \text{ м}$  толщиной, превращают Эльтон в богатейший склад магниезиальных солей [8].

В Эльтоне, в районах устьев рек Ланцуг, Хара, Бол.Сморогда, Чернявка и др. находятся залежи грязи. Общая площадь их составляет более  $6 \text{ км}^2$ , а объем – не менее  $3 \text{ млн. м}^3$ , по химическому составу и ряду показателей: поглощению микробов, красок, содержанию железа, сероводорода – грязь Эльтона близка грязям Мертвого моря. В районе оз. Эльтон разрабатывается месторождение грязей на участке Старого курорта, а также имеется ряд перспективных залежей: в устье балок Мал.Сморогда, Карантинка и урочище Старый Эльтон.



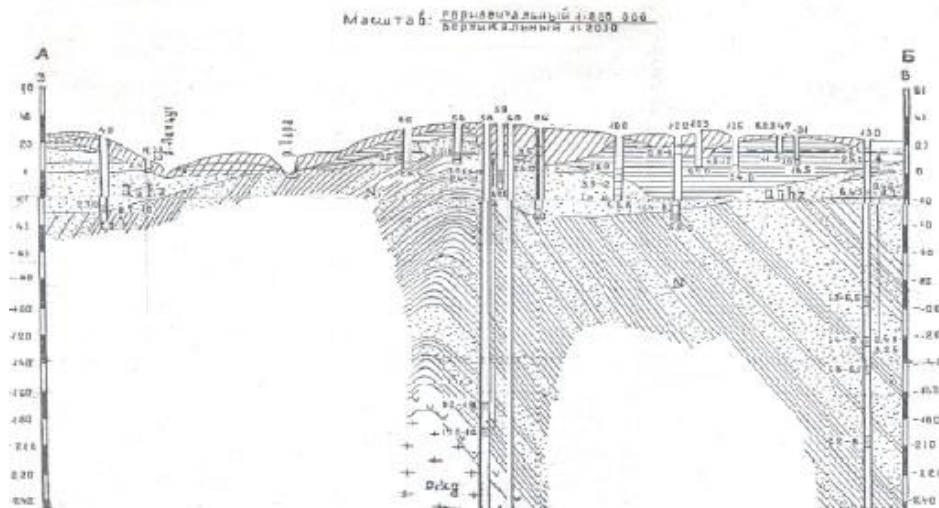
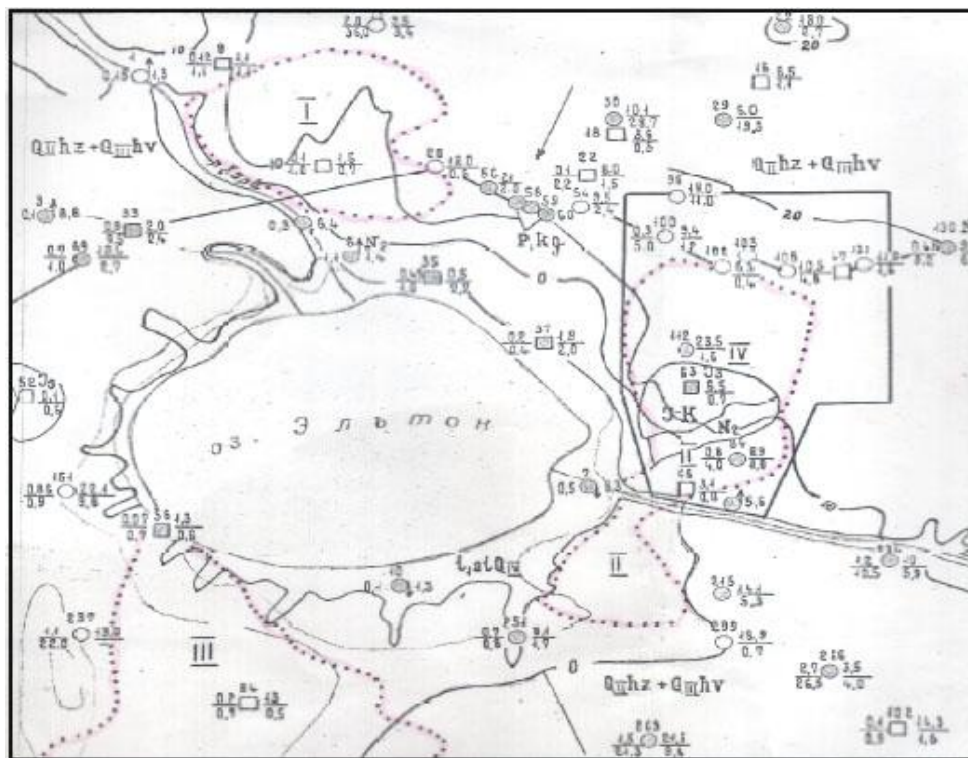


Рисунок 1. Схематическая гидрогеологическая карта и гидрогеологический разрез по линии АБ

**Таблица 1.** Геохимическая характеристика водных объектов (рек, впадающих в озеро Эльтон)

№ № по.	Название озер	Минерализация, г/дм <sup>3</sup>	Катионы и анионы, мг/дм <sup>3</sup> /мг*эquiv						pH Уд.вес	Br, В мг/дм <sup>3</sup>	I, г/дм <sup>3</sup>	H <sub>2</sub> S мг/дм <sup>3</sup>	Формула химического состава	Индекс воды по О.А. Алекину
			HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup>						
1	р. Большая Сморогда	4,906	646,8 10,6	1004,9 20,9	1666,9 46,95	32,06 1,6	30,99 2,54	1713,96 74,52	7,5 -	-	-	-	Cl <sub>160</sub> SO <sub>4</sub> <sub>27</sub> HCO <sub>3</sub> <sub>13</sub> (K+Na) <sub>95</sub> Mg <sub>3</sub> Ca <sub>2</sub>	S Cl <sup>Na</sup> <sub>1</sub>
2	Балка Сорочья впадающая в Бол. Сморогду	5,26	665,09 10,9	1116,81 23,27	1648,56 46,44	210,4 10,5	182,3 14,99	1269,6 55,2	7,0 -	-	-	-	Cl <sub>158</sub> SO <sub>4</sub> <sub>29</sub> HCO <sub>3</sub> <sub>13</sub> (K+Na) <sub>68</sub> Mg <sub>19</sub> Ca <sub>13</sub>	S Cl <sup>Na</sup> <sub>IIa</sub>
3	р. Солянка	22,204	488 8,0	196,7 4,1	13297,6 374,6	801,6 40,0	668,8 55,0	6718,3 292,1	7,0 -	33,3	0,38	22,1	Cl <sub>197</sub> HCO <sub>3</sub> <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> <sub>1</sub> (Na+K) <sub>75</sub> Mg <sub>15</sub> Ca <sub>10</sub>	Na Cl IIIб
4	Рапа оз. Эльтон	341913	695,4 11,4	19110,1 398,13	199510, 5620,0	400,8 20,0	18483,2 1520	103360,8 4493,9	6,8 1,210	353	Отс.	-	Cl <sub>193</sub> SO <sub>4</sub> <sub>7</sub> (K+Na) <sub>74</sub> Mg <sub>26</sub>	MgNa Cl IIIa

Анализы были проведены в лаборатории Волгоградской гидрогеологической экспедиции (для съемочных и тематических работ при непосредственном моем участии)

Эльтонская солянокупольная структура перспективна в отношении нефтегазоносности подсолевого и надсолевого комплексов отложений Волгоградско-Астраханского сектора Прикаспийской впадины. Она расположена в Кайсацкой структурной зоне центральных районов Прикаспийской впадины. В соответствии со схемой перспектив в их пределах выявлено наибольшее число перспективных объектов, связанных с ловушками различных типов. Это обосновывается наличием бессолевого мульд и возможно проводящих разломов, увеличением в депрессионных зонах этих структурных зон мощности верхнепермско-триасовых, среднеюрских и нижнемеловых отложений; улучшением коллекторских свойств песчаных пород. Достаточно мощные толщи триаса и юры, выполняющие обширные межкупольные депрессии, находятся в благоприятных условиях для генерации УВ.

**Выводы.** На территории Эльтонской солянокупольной структуры отсутствуют воды, пригодные для хозяйственно-питьевых нужд и бальнеологического назначения. Вскрытые поисково-разведочной скважиной № 1-р в толще апшеронских отложений в интервалах 24-25 и 34-38 м слабоводоносные песчаные прослои, содержат воды хлоридного натриевого состава, солоноватые (до 5 г/дм<sup>3</sup>) в интервале 24-28 м и сильносолончатые (6,46 г/дм<sup>3</sup>) – в интервале 34-38 м, воды жесткие, с повышенным содержанием железа и высокой окисляемостью. По своему качеству они не соответствуют требованиям ГОСТа и санитарным правилам для питьевых и лечебных вод.

Воды Сморогдинского источника могут быть использованы как лечебно-столовые и для лечения болезней желудочно-кишечного тракта, эндокринных и почечных заболеваний.

Поверхностные водотоки: р.Бол.Сморогда и в балки Сорочьей, и впадающие в оз.Эльтон сульфатно- хлоридные натриевые I и II типа с минерализацией 4.9; 5,26 г/дм<sup>3</sup>(Таблица 1, № 1, 2). Питание происходит за счет атмосферных осадков и разгрузки вод хвалынских и хазарских отложений.

Поверхностная вода р.Солянки соленая хлоридная натриевая хлоркальциевого типа (Шб) с минерализацией 22,2 г/дм<sup>3</sup>. Содержит йода, брома - 33 мг/л, сероводорода - 22,1 мг/л. Питание рек в северной части осуществляется за счет подтока хлоркальциевых рассолов по зонам разломов по периметру соляного купола.

Воды поверхностные р.Солянка в теплое время могут использоваться как бальнеологические бромные и сероводородные.

Надсолевой и подсолевой этаж нефтегазоносный, перспективен на углеводородные флюиды. Наличие пластов с высокими коллекторскими свойствами и покрышек в надсолевом комплексе, а также благоприятные условия формирования ловушек различного типа дают возможность положительно оценивать перспективы всей западной части Прикаспийской впадины на УВ.

### Литература

1. Гидрогеология СССР, Поволжье и Прикамье, Том XIII, под редакцией Афанасьева Т.П., Москва, Недра, 1970, 800 с.
2. Мязина Н.Г., (2008) Закономерности формирования и распространения минеральных вод в гидрогеологических структурах Волгоградской области монография, Волгоград, Изд-во ВолГУ, 212 с.
3. Мязина Н.Г., (2013) Сопоставление гидрохимических особенностей озера Эльтон и Мертвого моря, Водное хозяйство России, Екатеринбург, 1, 52-59.
4. Мязина Н.Г., (2013) Гидрогеохимические особенности рассолов надсолевого комплекса Прикаспийской синеклизы, Геология, география и глобальная энергия, Астрахань, 51, 96-100.
5. Мязина Н.Г., (2015) К вопросу гидрогеологического районирования надсолевого этажа Прикаспийской впадины, Сб тр. Фундаментальные и прикладные вопросы гидрогеологии нефтегазоносных бассейнов, Материалы III Всеросс. науч. Конф. с международным участием (к 90-летию А.А.Карцева), 1(1), с.7
6. Мязина Н.Г., (2015) Надсолевые гидроминеральные и бальнеологические ресурсы Прикаспийской впадины, Всероссийской молодежной школе-конференции Арчиловские чтения, Чебоксары, 223-230.
7. Мязина Н.Г., (2016) Зона интенсивного (активного) водообмена Прикаспийского мегабассейна, Вода: химия и экология, Москва, 11, 96-100.
8. Мязина Н.Г., (2016) Гидрогеохимические особенности подземных вод зоны гипергенеза Прикаспийского мегабассейна, Геохимия ландшафтов (к 100-летию А.И. Перельмана), Доклады Всероссийской научной конференции, Москва, Географический факультет МГУ, 383-386.