

УДК 910.3

СОВРЕМЕННОЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОЗЕРА БАСКУНЧАК

Ш.Р. Поздняков, Е.В. Иванова, А.Е. Лапенков, А.В. Гузева, А.В. Ревунова
Институт озераедения РАН, Санкт-Петербург, E-mail: tbgmaster@mail.ru

Озеро Баскунчак имеет уникальный набор гидрологических и гидрохимических характеристик, что требует учета при любых расчетах водного баланса, натурных исследованиях, моделировании и прогнозировании процессов. В работе показана необходимость такого учета при оценке водного баланса озера. Кроме того, выделяющаяся соленость озера позволяет рассматривать его как полигон для исследования процессов и закономерностей в водных объектах в расширенном диапазоне характеристик.

Ключевые слова: озеро Баскунчак, водный баланс, испарение, минерализация озер, плотность воды, гидравлическая крупность.

DOI: 10.24411/2410-1192-2020-15906

Дата поступления 23.11.2020

Благодаря наличию огромных запасов самосадочной соли озеро Баскунчак является важнейшим поставщиком этого продукта в Российской Федерации. Накопление соли в озере происходит благодаря уникальным физико-географическим и геологическим условиям в водосборном бассейне. К сожалению, на данный момент на оз. Баскунчак имеет место изменение естественного водного режима, при котором расходная составляющая баланса превышает приходную. Указанное изменение уже привело к существенному снижению его уровня воды и дальнейшее продолжение этой тенденции не допустимо. Это наглядно прослеживается в районе соледобычи – уровень воды в районе солевых выемов опускается ниже уровня солевого пласта на 60-70 см. (рис. 1).

В этой связи представляется очень важным детально рассмотреть элементы водного баланса данного водоема и причины, приводящие к его современному состоянию. Необходимо также учесть, что оценка водного баланса высокоминерализованного водоема имеет свои нюансы. В частности, при оценке расходной составляющей водного баланса, а именно испарения, не могут быть применены стандартные приемы, достаточные при проведении аналогичных работ на пресных озерах.

Целью данной работы являлось проведение сравнительного анализа оценок водного баланса оз. Баскунчак с учетом специфических особенностей этого высокоминерализованного водоема для прогноза тенденций его дальнейшего развития в современных условиях и принятия необходимых мер в случае развития неблагоприятного сценария.



Рис. 1. Снижение уровня воды ниже уровня солевого пласта оз. Баскунчак, сентябрь 2020 г.

Материалы и методы исследования

В соответствии с вышеуказанным исследование выполнено с использованием различных расчетных методов, в т.ч. учитывающих высокую минерализацию озера и особенности современного антропогенного воздействия на территорию.

Озеро Баскунчак находится в Ахтубинском районе Астраханской области. Площадь водоема составляет 106 км, максимальная длина – 18 км, ширина – 9,5 км. Абсолютная отметка соляной поверхности – 22,6 м ниже уровня мирового океана. По климатическим особенностям район озера относится к Аралокаспийской климатической провинции с ясно выраженными чертами полупустыни и континентального режима, небольшим количеством осадков, высокой испаряемостью, значительными суточными и сезонными колебаниями температуры, сильными сухими ветрами, пыльными бурями. По данным ВНИИГМИ-МЦД, средняя годовая температура воздуха в этом районе в период 1961-2019 гг. составляла 9,1°C, колеблясь в диапазоне от 6°C до 11°C. В течение года средняя суточная температура воздуха может изменяться от –30°C до +35°C. Температура поверхности почвы достигает летом +60°C, зимой может снижаться до –22°C. Наибольшая высота снежного покрова (18 см) наблюдается в конце января и начале февраля. Теплый период составляет около 7 месяцев (апрель-октябрь). Весна – малоснежная, теплая, лето – жаркое, сухое. Среднегодовая относительная влажность воздуха находится в пределах от 58 % до 71 %, составляя в среднем 65 %. Наибольшие значения средней месячной относительной влажности (70-80 %) отмечаются в холодный период года (ноябрь-март), а наименьшие (45-60 %) – в теплый период. Средняя многолетняя сумма осадков в период 1961-2019 гг. составляла 276 мм, изменяясь в значительных пределах: от 190 до 405 мм. Суточный максимум

осадков достигает 75 мм. Средняя годовая скорость ветра находится в диапазоне 2,5-4,3 м/с, при этом максимальные скорости в отдельные дни могут достигать 20-25 м/с.

В целом, многолетний водный баланс любого озера складывается из следующих компонентов: осадки на поверхность озера ($V_{осадки}$) и приток с водосбора ($V_{приток}$) – составляющие приходной части водного баланса; испарение ($V_{испарение}$) – составляющая расходной части баланса; невязка баланса ($V_{невязка}$), возникающая за счет неучтенных факторов; погрешности измерений и расчетов и т.д.

Гидрологический режим оз. Баскунчак в современный период в течение продолжительного периода года зависит в основном от изменения количества поступающих осадков на акваторию озера и величины испарения. Происходит это вследствие существенного антропогенного воздействия, поскольку поступление воды с поверхности водосбора купируется плотинами и задерживается дамбами, расположенными на основных притоках водоема (рис. 2). Данные сооружения были построены во второй половине XX в. – в период значительно большей водности, чем сейчас.

В частности, для р. Горькой – фактически основного притока оз. Баскунчак имеет место полное перекрытие поступления воды из ее бассейна в результате возведения в ее устье глухой плотины, перед которой образовалось замкнутое водохранилище (рис. 3). Как видно из рисунка, после наполнения данного водохранилища весной, уровень воды за летний период падает на 0,6-1 м в результате потерь на испарение. При этом через плотное тело плотины не наблюдается никакого просачивания, и перепад уровней выше и ниже плотины на р. Горькой составляет не менее 3 м.

Для других крупнейших притоков – Улан-Блага и группы Северных ручьев

— наблюдается значительное затруднение стока из-за возведенных в их нижнем течении дамб. Водопропускные отверстия в этих дамбах не обеспечивают полного стока воды, в результате этого

перед ними с внешней от озера стороны образуются разливы воды, по существу, представляющие собой дополнительные «испарительные бассейны» (рис. 4).

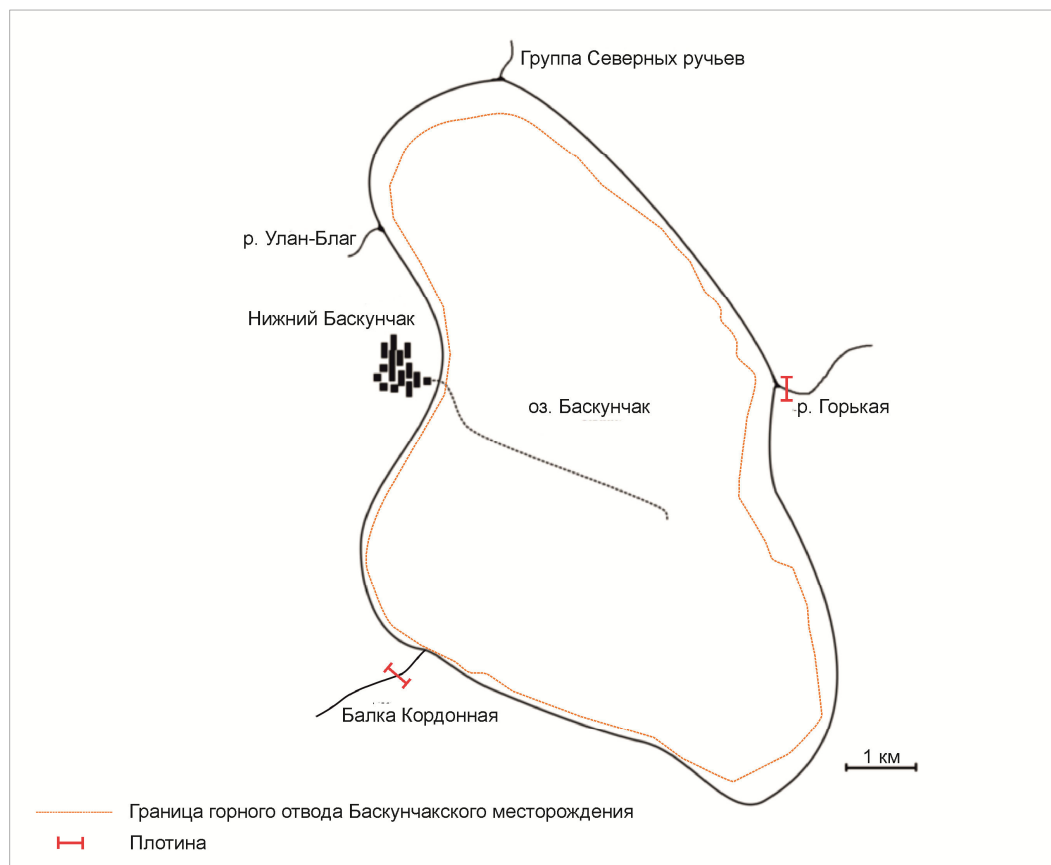


Рис. 2. Схема оз. Баскунчак с основными притоками



Рис. 3. Водохранилище на р. Горькой – основном притоке оз. Баскунчак



Рис. 4. Дамба в нижнем течении группы Северных ручьев

Беспрепятственный сток Северной группы ручьев на акваторию оз. Баскунчак обеспечивается только в период низкой воды. При малых расходах воды в летнюю межень (как на фотографии), водопропускные отверстия обеспечивают прохождение необходимых расходов воды ручьев, в отличие от периодов весеннего половодья или дождевых паводков, когда перед дамбами образуется подпор и формируются своеобразные дополнительные «испарительные бассейны» с безвозвратными потерями воды (рис. 4). Аналогичная ситуация имеет место и на р. Улан-Благ.

Как отмечалось ранее, при оценке испарения (расходная составляющая водного баланса) необходимо учитывать специфические особенности, связанные с высокой минерализацией оз. Баскунчак. Рапа (рассол) испаряется медленнее, чем вода, т.к. давление водяного пара над рассолом меньше, чем над водой. Кроме того, испарение воды с поверхности озера и водосборной территории определяется метеорологической ситуацией в регионе, что требует специального анализа.

Для характеристики общей метеорологической обстановки в качестве базового периода при анализе климатических изменений в данной работе выбран период 1961-1990 гг., который рекомен-

дован ВМО и служит основой для долгосрочной оценки изменения климата. Текущий базовый климатический период представлен 1991-2020 гг. [1-2].

При этом отмечены следующие различия между указанными периодами. Прежде всего имело место увеличение как средних годовых, так и внутригодовых температур. Так, наибольшее увеличение температуры воздуха в 1991-2019 гг. относительно 1961-1990 гг. отмечалось с января по март (2°C) и с июня по октябрь ($1-2^{\circ}\text{C}$). Различия в месячных суммах осадков носили более случайных характер. Их количество возросло в январе-мае, июле, сентябре и октябре, а уменьшилось – в июне, августе, ноябре и декабре. Наибольший рост осадков отмечался в октябре ($+40\%$), а наибольшее уменьшение – в августе (-44%). Снижение средних месячных скоростей ветра воздуха в 1991-2018 гг. по сравнению с периодом 1961-1990 гг. было характерно для всех сезонов года и составило $0,4-0,7$ м/с. При этом если в 1961-1990 гг. максимальные скорости ветра достигали $20-30$ м/с, то в 1991-2018 гг. они не превышали 12 м/с.

Данные метеорологических наблюдений и полевых исследований гидрологических и гидрохимических параметров оз. Баскунчак позволили выполнить расчет составляющих водного ба-

ланса отдельно для указанных климатических периодов. На первом этапе ориентировочные расчеты были проведены по формуле Иванова (с поправкой Молчанова), которая используется для расчета готовых сумм испарения в районах с недостаточным увлажнением:

$$E_m = 0,0018 (25 + T)2(100 - a) \quad (1)$$

где E_m – слой испарения с поверхности пресного водоема, мм; T – средняя температура воздуха, а – средняя относительная влажность, %.

Далее использовался дополнительный коэффициент, учитывающий соленость водоема. Значения, полученные по этой формуле, представляют собой оценку потенциально возможных сумм испарения с водной поверхности при данной температуре и относительной влажности воздуха. Поскольку при этом не учитываются многие характеристики водоема (размеры, глубина, ориентация по отношению к направлению ветра, температура воды) и ветровой режим, то полученные суммы испарения носят ориентировочный характер. Величина слоя испарения составила 398 мм для периода 1961-1990 гг. и 422 мм – 1991-2018 гг.

После получения дополнительных данных по характеристикам водоема был проведен более детальный расчет. Испарение с поверхности акватории оз. Баскунчак E_p , мм/год рассчитывалось согласно рекомендациям работы [3] для засоленных водоемов по формулам:

$$E_0 = 0,14n(e_0 - e_{200})(1 + 0,72u_{200}) \quad (2)$$

$$E_p = \frac{K_{e_0} - e_{200}}{e_0 - e_{200}} E_0 \quad (3)$$

где E_0 – слой испарения с поверхности пресного водоема, мм; E_p – слой испарения с поверхности минерализованного водоема, мм; n – число суток в рас-

четном интервале; e_0 – среднее значение максимальной упругости водяного пара, вычисленное по температуре поверхности воды в водоеме, мб; e_{200} – упругость водяного пара над водоемом на высоте 200 см, мб; u_{200} – средняя скорость ветра над водоемом на высоте 200 см, м/с; K – коэффициент, учитывающий относительное уменьшение упругости водяного пара над раствором (рапой) и зависящий от химического состава и концентрации растворенных веществ.

Учитывая полученные данные и специфические особенности оз. Баскунчак, оценка испарения была выполнена по следующему алгоритму. Для расчета годового количества испарения вначале были выполнены оценки потенциально возможного испарения пресной воды в климатических условиях оз. Баскунчак (E_0) для двух рассматриваемых периодов по формуле (2). По результатам расчетов они оказались равными: 799 мм и 742 мм, соответственно. Затем на основании данных о химическом составе и концентрациях растворов отдельных солей в весовых процентах, представленных в работе [4] (табл. 1), был вычислен коэффициент K и слой испарения с озера с учетом его минерализации по формуле (3).

Значения месячных характеристик упругости водяного пара и скорости ветра, входящих в формулу (2), были получены по данным метеорологических наблюдений на метеостанции Верхний Баскунчак [2] с последующим введением поправочных коэффициентов, учитывающих размер озера и особенности расположения метеостанции в соответствии с методикой, представленной в работе [4].

Таблица 1

Состав минерализованных вод оз. Баскунчак (по данным [4])

	Плотность, г/см ³	Солевой состав*, % масс		
		MgCl ₂	CaCl ₂	NaCl
Северная часть	1,230	12,01	4,11	7,30
Южная часть	1,220	4,10	1,33	19,52

В связи с отсутствием регулярных наблюдений за температурой воды на оз. Баскунчак средние месячные значения температуры воды за периоды 1961-1990 гг. и 1991-2019 гг. были рассчитаны с использованием регрессионного анализа на основе данных наблюдений за температурой воды в санатории в пос. Нижний Баскунчак и температурой воздуха за 10-летний период (2003-2012) по данным ВНИИГМИ-МЦД. Коэффициент корреляции между этими характеристиками достигает 0,995.

Во время весеннего половодья (обычно к концу марта – первой половине апреля) вся поверхность данного водоема покрывается слоем воды толщиной 0,3-1,0 м (в зависимости от запасов снега на водосборе). Затем, в течение 2-3 месяцев в результате интенсивного испарения этот слой фактически исчезает, обнажая обширные пространства, покрытые солью. Площади открытой воды остаются только в районах современной или старой соледобычи, что составляет около 20 % всей площади озера.

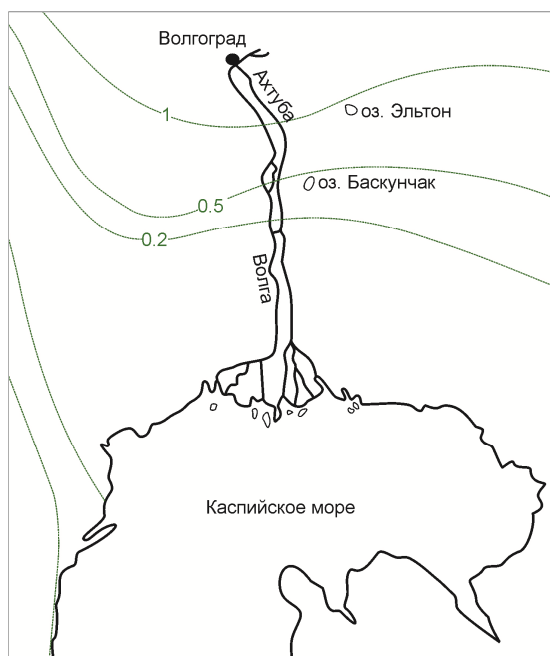


Рис. 5. Средний многолетний сток, л/(с*км²) [6]
(без учета зарегулированного стока в прудах и водохранилищах).

Такая ситуация сохраняется до марта. Величина площадей, покрытых водой, оказывает влияние на длину разгона ветровых потоков и, соответственно, на величину слоя испарения. Указанные особенности были учтены при расчетах испарения с поверхности данного водоема. С учетом указанных параметров величина слоя испарения составила 536 мм для периода 1961-1990 гг. и 495 мм – для периода 1991-2019 гг.

Для оценки потенциального притока ($V_{\text{приток}}$) проведен расчет поступления воды с водосбора с последующим пересчетом на площадь озера. Согласно результатам картографической съемки и анализу распространения стока площадь водосбора оз. Баскунчак составляет 467 км² [5]. При площади зеркала 106 км² и среднегодовом значении стока 0,5 л/(с*км²) стоковая компонента водного баланса составляет 69,5 мм/год.

Полученные результаты и их обсуждение

В летний период 2019 г. специалистами ИНОЗ РАН были выполнены отборы проб воды для оценки минерализации оз. Баскунчак. В результате лабораторных анализов получено среднее значение равное 360 г/л. Поскольку данная величина соответствует различным средним литературным оценкам, то она и была принята для дальнейших расчетов. В химическом составе, в основном, преобладают соли хлорида натрия, в связи с этим данный водоем является важнейшим объектом Российской Федерации, где ведется промышленная добыча самосадочной соли.

По данным таблицы 1 и приложения 11 «Коэффициенты уменьшения упругости водяного пара при различной концентрации растворов отдельных солей (в вес.%)» представленного в работе [4], было получено, что коэффициент К из-за различий в составе солей для северной части оз. Баскунчак равен 0,93, а для южной части – 0,84. В результате в дальнейших расчетах использовалось

осредненное значение K , равное 0,89. Использование полученных данных позволили выполнить соответствующие расчеты для обоих климатических периодов, результаты которых приведены в таблице 2. Там же собраны значения необходимых метеорологических параметров.

Как видно из таблицы 2, для годового слоя осадков средние значения за указанные периоды составили соответственно: 267 мм/год и 281 мм/год, для среднегодовой температуры воздуха – 8,5 °C и 9,6 °C. Годовой слой осадков по отношению к прошлому климатическому периоду увеличился в среднем на 5,2 %, среднегодовая температура воздуха – на 1,1 °C, средняя скорость ветра уменьшилась на 15 %. Средние значения испарения с водной поверхности оз. Баскунчак за указанные периоды составили 536 мм/год и 495 мм/год, соответственно. Это свидетельствует о том, что величина уменьшилась на 12 %. Таким образом, несмотря на рост температуры воздуха, значительное уменьшение скорости ветра привело к уменьшению годовых сумм испарения.

Как отмечалось выше, в настоящее время поступление воды с поверхности водосбора купируется плотинами и задерживается дамбами, расположенными на основных притоках водоема. Результаты обследования плотин и дамб, выполненное специалистами ИНОЗ РАН в 2020 г. в рамках соответствующих работ, показали, что их наличие однозначно нарушает естественный водный баланс.

Таблица 2

Значения метеорологических величин для рассматриваемых климатических периодов

Метеорологическая величина	I	II
Среднегодовая температура воздуха, °C	8,5	9,6
Среднегодовая скорость ветра, м/с	3,5	3,0
Годовой слой осадков, мм/год	267	281
Годовой слой испарения, мм/год	536	495
Дефицит водного баланса при отсутствии боковой приточности, мм/год	269	214

Примечание: I – 1961-1990 гг.; II – 1991-2018 гг.

В частности, наличие дамб в устьях р. Улан-Благ и Северной группы ручьев приводит к тому, что во время весеннего половодья перед ними образуются обширные разливы воды (рис. 4), поскольку имеющиеся водопропускные отверстия не обеспечивают беспрепятственного пропуска расходов этих водотоков в данный период гидрологического года. Следовательно, как отмечалось, создаются своеобразные «испарительные бассейны» – дополнительные участки поверхности с внешней стороны акватории озера, покрытые слоем воды небольшой глубины, интенсивно испаряющейся. Таким образом, расходная часть баланса озера увеличивается.

В свою очередь, в нижнем течении р. Горькой сооружены две глухие плотины, полностью купирующие сток воды из этой наиболее полноводной в бассейне реки в озеро. Таким образом, если принять поверхностное поступление водных масс с поверхности водосбора в оз. Баскунчак близким к 0, то тогда дефицит водного баланса в настоящее время составит 214 мм/год. Оценка расхода р. Улан-Благ и группы Северных ручьев в меженный период показывает, что их вклад можно считать незначительным. Скорость потока оценивалась при помощи ИСП-1М (измерителя скорости потока с регистратором) и поплавковым методом. Скорость потока р. Улан-Благ составляет 20 л/с, а в группе Северных ручьев – 46 л/с. При таких значениях их вклад в годовой сток оценивается в 18 мм/год. Следовательно, несмотря на снижение в последние десятилетия величины годового слоя испарения и некоторого увеличения осадков, водный баланс озера остается сугубо отрицательным.

В то же время в результате расчетов приточной поверхностной составляющей получено значение $V_{\text{приток}} = 69,5$ мм/год. Как видно, оно оказалось меньше современного дефицита водного баланса и не может компенсировать его. Однако необходимо иметь в виду, что расчеты поверхностного стока для

районов бассейна оз. Баскунчак с сильной закарстованностью (такие районы были зафиксированы в большом количестве в процессе полевых работ ИНОЗ РАН в 2019 и 2020 гг.) могут отличаться от реальных значений в результате влияния карста в различные годы и сезоны. Кроме того, в настоящее время в местах скопления водных масс перед искусственными плотинами (в частности, на водохранилищах в долине р. Горькой) имеет место подпор подземных вод. После восстановления естественного поверхностного стока с большой вероятностью увеличится и подземная составляющая притока, которая может полностью компенсировать дефицит баланса.

В любом случае важно отметить следующее. Учитывая накопленный дефицит, продолжающееся снижение уровня может иметь катастрофические последствия как для экологического состояния системы водоема, так и для его существования вообще. Даже с учетом того, что часть поверхностного стока все же попадает на акваторию озера, результирующий баланс приводит к дальнейшему снижению среднесуточных значений уровня воды. Учитывая огромное промышленное значение оз. Баскунчак, как основного объекта добычи соли в масштабах всей страны, современное гидрологическое состояние озера совершенно недопустимо. В данном случае важнейшим мероприятием по восстановлению естественного водного баланса является удаление плотин и расширения водопропускных отверстий в дамбах или их полного удаления в районах устьев р. Улан-Благ и группы Северных ручьев.

Далее необходимо отметить следующее. Уникальные характеристики оз. Баскунчак представляют огромный научный интерес и потенциал для исследований и экспериментов. Высокая минерализация озера сказывается не только на составляющих водного баланса. На любые процессы, проходящие в водной массе оз. Баскунчак, оказывает влияние ее высокая соленость. В част-

ности, вода такого водоема характеризуется высокой плотностью. Для рассматриваемого водоема при господствующей минерализации значение плотности воды, как правило, превышает $1,2 \text{ кг/м}^3$ [7]. При такой плотности привычные закономерности и процессы существенно меняются. Например, изменяются условия осаждения твердых наносов и связанная с этим гидравлическая крупность частиц. При этом для определенных групп частиц, имеют место качественные изменения. В частности, частицы с плотностью до $1,2 \text{ кг/м}^3$ (к таким относятся, например, многие виды микропластических частиц) не оседают вовсе.

Естественно, в этих условиях оказываются неприменимыми стандартные методы анализа гранулометрического состава частиц наносов. Плотность водной среды в данном случае будет определяющей при любых гидродинамических и гидрофизических процессах, и это необходимо учитывать при построении универсальных моделей, методик и расчетных схем. С другой стороны, наличие такого естественного экспериментального полигона предоставляет отличную возможность для проведения соответствующих работ с целью расширения области применимости методик в области исследования твердых частиц во всем диапазоне возможных размеров, включая наномасштабный и частиц микропластика, и обеспечивая универсализацию методов.

Выводы

В настоящее время на оз. Баскунчак имеет место нарушение естественного водного режима. Рассчитанная в данной работе расходная часть водного баланса (испарение с водной поверхности водоема) с учетом специфических особенностей соленого озера составляет в настоящее время 495 мм в год. Это значение не компенсируется приходной составляющей в виде осадков на озеро – 281 мм в год. Результаты исследования

показали, что из-за антропогенного воздействия поступление воды в виде другой приходной составляющей (поверхностного стока с бассейна) либо слабо выражено, либо в отдельных частях бассейна отсутствует вовсе.

Таким образом, в результате на оз. Баскунчак наблюдается снижение уровня воды и увеличение периода времени, при котором поверхность озера оказывается свободной от водных масс. Подобное нарушение равновесного естественного гидрологического режима оз. Баскунчак может привести к его деградации и серьезным экологическим последствиям. Восстановление поверхностной составляющей приходной части баланса (около 69,5 мм в год) не только замедлит деградацию озера, но возможно, остановит ее за счет усиления дополнительного подземного притока.

Заключение

Благодаря физико-географическим и геологическим особенностям бассейна оз. Баскунчак приобрело столь уникальный набор условий для формирования гидрологических и гидрохимических характеристик. Эти особенности высокоминерализованного водоема требуют постоянного учета при любых расчетах, например, как показано в данной статье, водного баланса, а также натурных исследованиях, моделировании процессов и выполнении прогнозов.

Как видно из выполненного анализа, учет особенностей, с одной стороны,

минерализации и химического состава воды, а с другой стороны, гидрологического режима позволил обеспечить существенное уточнение результатов расчетов испарения с поверхности оз. Баскунчак и, таким образом, корректное выполнение расчетов водного баланса для принятия оптимальных решений по его сохранению.

Вместе с тем, значительная соленость данного озера позволяет рассматривать его как полигон, позволяющий выполнять исследования процессов и закономерностей в водных объектах в расширенном диапазоне характеристик. В частности, охватывать весь диапазон возможных плотностей водной среды естественных водоемов и, таким образом, обеспечивать выявление причинно-следственных связей тех или иных явлений и процессов с этим учетом. В этой связи, оз. Баскунчак может служить полигоном для выполнения гидродинамических и геохимических работ в экспериментально-теоретических исследованиях при граничных (в естественных условиях) гидрохимических характеристиках. В частности, для исследования процессов, зависящих от плотности водной среды, например, особенностей переноса и пространственного распределения и концентрации твердых частиц наносов во всем диапазоне их размеров, включая наномасштабный, оценке их гидравлической крупности, особенностях поведения фрагментов микропластика и т.д.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИНОЗ РАН – СПб ФИЦ РАН на 2019-2023 гг. по теме № 0154-2019-0003 «Разработка комплексных методов исследования и оценки характеристик твердых частиц в наномасштабном диапазоне размеров в водных объектах с различной степенью антропогенной нагрузки», номер госрегистрации – АААА-А19-119031890107.

Список литературы

1. Руководящие указания ВМО по расчету климатических норм (№ 1203). – Женева: ВМО, 2017. – 32 с.
2. Сайт ВНИИГМИ-МЦД [Электронный ресурс]. – URL: <http://meteo.ru/data/163-wind>.
3. Указания по расчету испарения с поверхности водоемов. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – 85с.

4. Методические рекомендации по применению классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Озерные соли. – М., 2007. – 44 с.
5. Данные государственного водного реестра [Электронный ресурс]. – URL: <http://textual.ru/gvr/index.php?card=186318>).
6. Воскресенский К.П. Сток в южном Заволжье и Прикаспийской низменности. – Л.: Гидрометеоиздат, 1953. – 96 с.
7. Иванов В.М., Семенов К.А., Прохорова Г.В., Симонов Е.Ф. Аналитическая химия натрия. – М.: Наука, 1986. – 245 с.

References

1. Rukovodyashchiye ukazaniya VMO po raschetu klimaticheskikh norm (№ 1203). – Zheneva: VMO, 2017. – 32 с.
2. Sayt VNIIGMI-MTsD. – URL: <http://meteo.ru/data/163-wind>.
3. Ukazaniya po raschetu ispareniya s poverkhnosti vodoyemov. – L.: Gidrometeoizdat, 1969. – 85s.
4. Metodicheskiye rekomendatsii po primeneniyu klassifikatsii zapasov mestorozhdeniy i prognoznnykh resursov tverdykh poleznykh iskopayemykh. Ozernye soli. – М., 2007. – 44 s.
5. Dannye gosudarstvennogo vodnogo reyestra. – URL: <http://textual.ru/gvr/index.php?card=186318>.
6. Voskresensky K.P. Stok v yuzhnom Zavolzhye i Prikaspyskoy nizmennosti. – L.: Gidrometeoizdat, 1953. – 96 s.
7. Ivanov V.M., Semenenko K.A., Prokhorova G.V., Simonov Ye.F. Analiticheskaya khimiya natriya. – М.: Nauka, 1986. – 245 s.

RECENT HYDROLOGICAL CONDITION OF LAKE BASKUNCHAK

Sh.R. Pozdnyakov, E.V. Ivanova, A.E. Lapenkov, A.V. Guzeva, A.V. Revunova
Institute of Limnology of the RAS, St. Petersburg, E-mail: tbgmater@mail.ru

Lake Baskunchak (Astrakhan oblast, Russia) is characterized by specific hydrological and hydrochemical features in particularly a high level of water salinity. It is important feature in assessment a water balance of the lake. It needs to take into account during field observations, modeling and forecasting of natural processes. This research focuses on recent hydrological conditions and water balance of Lake Baskunchak. It was shown that the lake can be used for different research experiments, for example, for investigation of hydrological processes with a wide range of physical and chemical parameters.

Keywords: Lake Baskunchak, water balance, evaporation, water salinity, water density, hydraulic size.

Received November 23, 2020