

Определение перспектив существования Северного Аральского моря с учётом хозяйственной деятельности и в условиях изменяющегося климата

С.П. Шиварёва¹, В. И. Ли²

¹ Региональный центр гидрологии ИК МФСА, ² Казгидромет, Казахстан

Основным источником поступления воды в Северное Аральское море является р. Сырдарья. Створ Каратерень – самый нижний створ, и в основном он характеризует приток в Северное Аральское море. На разностно-интегральной кривой (рисунок 1) можно выделить период маловодья (1976...1987 гг.), средний по водности период (1988...2001 гг.) и многоводный период после 2001 г. Последний период совпал с наполнением Северного Аральского моря после строительства на нем Кок-Аральской плотины, отделяющей Северный Арал от высыхающей южной части Аральского моря.

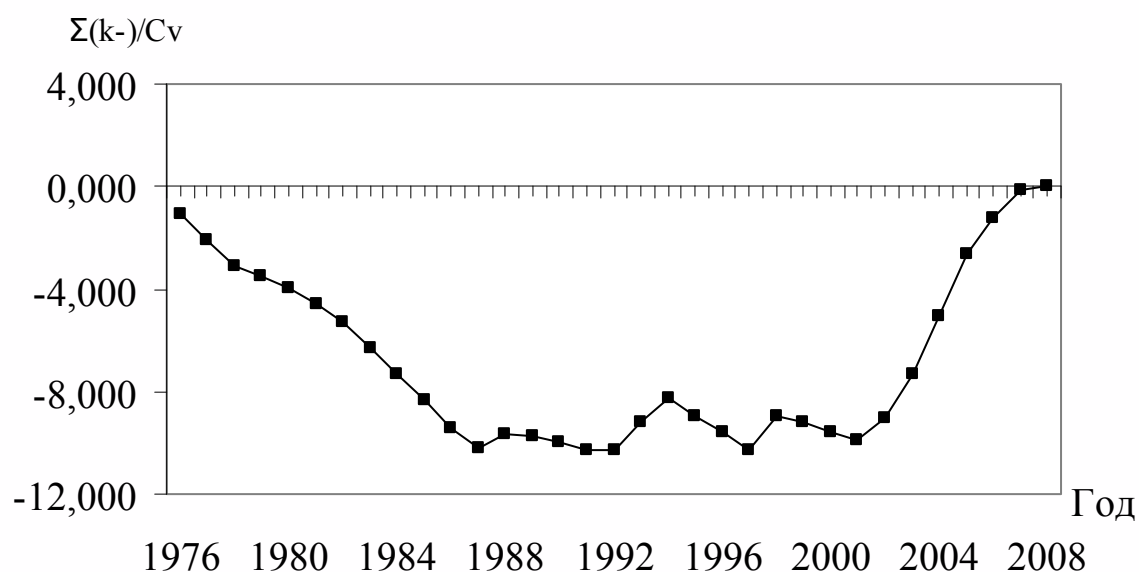


Рис. 1. Разностно-интегральная кривая стока р. Сырдарья в створе Каратерень

По данным измерений в настоящее время уровень Северного Аральского моря достиг 42 м., т.е. уровня, который предполагается поддерживать в перспективе.

Значения испарения с поверхности Аральского моря и осадков на его поверхность за период с 1961 по 1985 гг. приведены в монографии [1]. После образования Северного Арала достоверных данных по испарению с его поверхности нет. Поэтому была предпринята попытка оценить его среднюю величину в процессе моделирования. С этой целью за период осуществления наблюдений за его уровнем (2002-2008 гг.) по притоку р. Сырдарья – п. Каратерень было произведено моделирование уровня Северного моря. В качестве среднего значения эффективного испарения была принята его величина равная 910 мм. Моделирование осуществлялось, используя уравнение водного баланса, при условии поддержания уровня на отметке 42 м абс. По результатам расчетов оценен сброс воды из Северного Арала в Большой Арал, как остаточный член водного баланса. В результате получена его величина на конец 2008 г. равная 1,2 куб. км.

Далее было проведено моделирование вероятной динамики уровня Малого моря с использованием натурального ряда стока р. Сырдарья – п. Каратерень с учетом маловодных и многоводных периодов в стоке р. Сырдарья. Расчет уровней водоема производится методом последовательных приближений.

Для поддержания уровня Северного Арала на отметке 42 м абс необходимо, чтобы приток мог компенсировать испарение с поверхности моря и сброс из Северного Арала, если он будет осуществляться. Было промоделировано два варианта с учетом сброса в Большой Арал и при его отсутствии. На рис. 2 приведены моделированные значения уровня Северного Арала на перспективу 33 года по стоку за период 1976...2008 гг. и сбросу, равному ($P=0$ и $P=1,2$ куб. км). Период 1976...2008 гг. отражает условия устойчивого водопотребления и современного климата.

Этот график показывает, как может изменяться уровень моря в перспективе до 2043 г., при условии, если речной сток в Северный Арал будет равный наблюдаемым значениям стока р. Сырдарья – п. Каратерень за период 1976...2008 гг. При отсутствии сброса в Большой Арал будет наблюдаться уровень выше 42 м абс. в течении 15 лет из 33. При значениях сброса $P=1,2$ км³ этот период уменьшится до 5 лет.

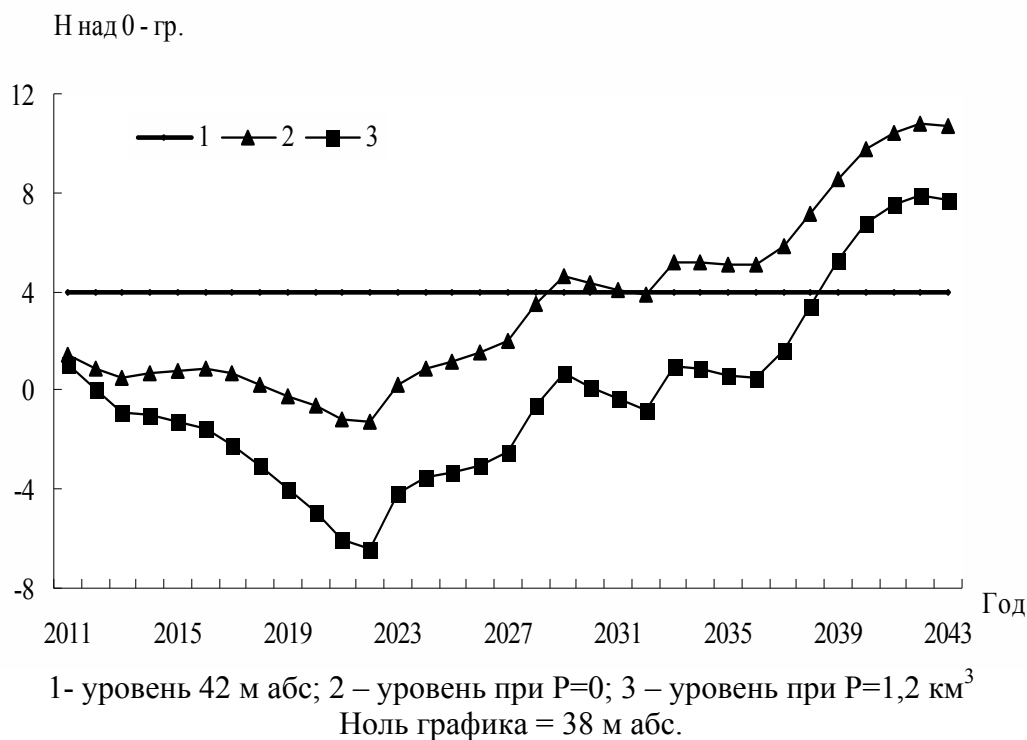


Рис. 2. Вероятная динамика уровней Северного Аральского моря в условиях устойчивого водопотребления в бассейне р. Сырдарья и современного климата

Выполненные расчёты позволили оценить изменение уровня Северного Аральского моря с учётом хозяйственной деятельности в условиях современного климата:

1. В условиях современного климата (при современном устойчивом водопотреблении) уровень Северного Аральского моря будет подвергаться значительным изменениям. При отсутствии сброса в Большой Арал в маловодный период воды, как правило, хватать не будет, ее дефицит составит порядка 2 км³ в отдельные годы.

2. В средний по водности период в отдельные годы тоже будет небольшой дефицит менее 1 км³.

3. В многоводный период будет наблюдаться «избыток» стока (до 8 км³), который можно будет использовать для поднятия уровня моря выше 42 м абс или для других целей.

4. В случае если будет осуществляться сброс в Большой Арал, в маловодный период дефицит воды в отдельные годы будет составлять 1...3 км³.

5. В средний по водности период в отдельные годы дефицит будет равен 1...2 км³, и только в многоводный период будет наблюдаться «излишек» притока до 6...7 км³.

Для оценки перспектив существования Северного Аральского моря в условиях изменения климата выполнена оценка уязвимости водных ресурсов бассейна Северного Аральского моря при антропогенном изменении климата в первой половине XXI века. Оценка уязвимости водных ресурсов вследствие антропогенного изменения климата проводилась по бассейну рек Арысь, используемой в качестве индикатора для определения уязвимости водных ресурсов р. Сырдарья.

Для оценки влияния потенциального антропогенного изменения климата на водные ресурсы бассейна р. Сырдарья (бассейн р. Арысь) выполнены следующие виды работ:

- 1) Проведена подготовка исходных данных, необходимых для использования модели формирования стока, разработанной В.В. Голубцовым [2];
- 2) Определены параметры модели;
- 3) Произведены численные эксперименты на модели для исследуемых бассейнов;
- 4) Получена оценка уязвимости водных ресурсов в бассейне реки Арысь по заданным сценариям изменения климата.

Численные эксперименты на модели производились с целью проверки точности результатов расчетов. Для этого рассчитанные с помощью модели гидрографы стока сопоставлялись с фактическими гидрографами. В большинстве случаев совпадение рассчитанных и фактических гидрографов оказалось достаточно удовлетворительным. В целом результаты численных экспериментов позволяют сделать вывод о возможности использования модели формирования стока для оценки водных ресурсов бассейна Северного Аральского моря, особенно для горных районов, где влияние на сток хозяйственной деятельности в настоящее время еще относительно невелико.

В таблице приведены отклонения водных ресурсов, рассчитанные при антропогенном изменении климата, от значений естественных ресурсов в бассейне реки Арысь на перспективу до 30 и 50 лет. Антропогенные изменения климата оценивались по сценариям А2 и В2 [3]. Для условий Казахстана в определенной мере следует ориентироваться на оба сценария изменения климата. Данные этой таблицы показывают, что если изменения климата на перспективу до 30 лет будут происходить в соответствии со сценарием А2, то водные ресурсы в горном бассейне рек Арысь увеличатся, в среднем на 0,75%. Сценарий В2 более «жесткий». Согласно этому сценарию водные ресурсы в бассейне р. Арысь уменьшатся, но на незначительную величину – 1,95%.

Как видно из таблицы, в перспективе на 30 и 50 лет при 2 сценариях изменения климата осадки и температуры увеличиваются. В рассматриваемых горных районах за счет увеличения зимних осадков (особенно в основных стокообразующих зонах бассейнов) увеличиваются значения снеготопливных запасов, что приводит в условиях повышения температуры воздуха к увеличению стока в весенний период. Увеличение температуры воздуха не так существенно, чтобы

привести к значительному более раннему оттаиванию почвогрунтов и как следствие к увеличению потерь стока в период весеннего половодья. Данные этой таблицы также показывают, что если изменения климата на перспективу 50 лет будут происходить в соответствии со сценарием А2, то водные ресурсы в бассейне рек Арысь увеличатся, в среднем на 1,29 %. Согласно сценарию В2, увеличение стока в этом районе не будет, он уменьшится примерно на 7,25 %.

Таблица

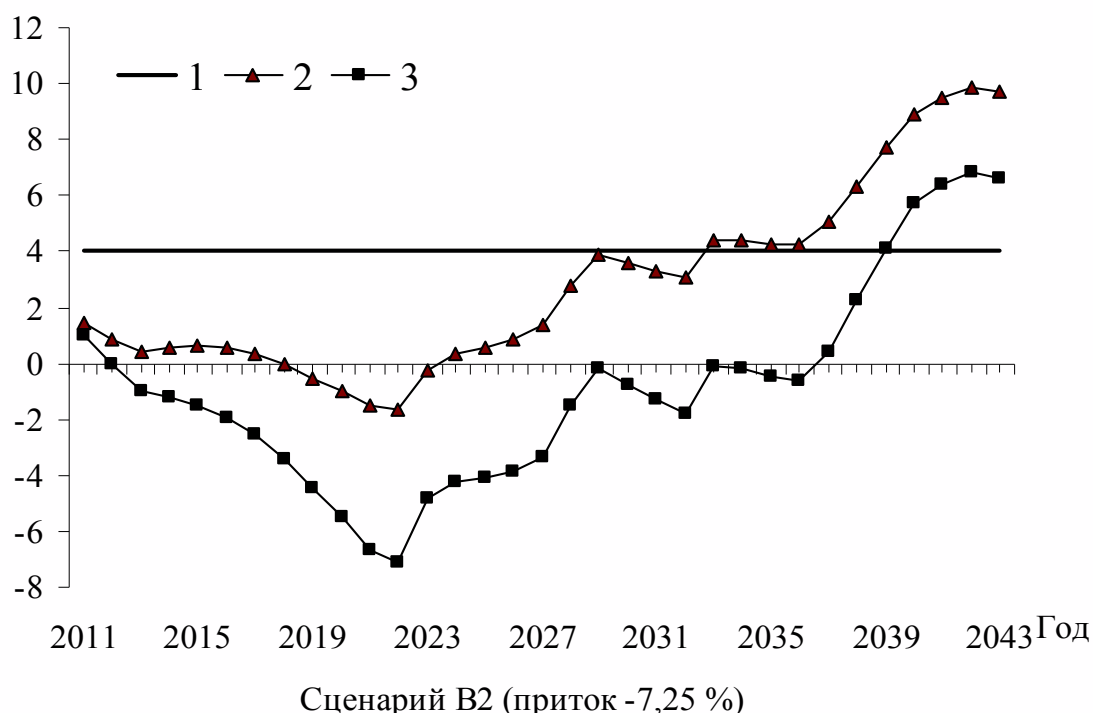
Отклонения измеренных значений речного стока (ΔW , %), атмосферных осадков (ΔX , %) и температуры воздуха (ΔT °С) от моделированных их значений при сценариях климата А1 и В2 в перспективе на 30 и 50 лет

Река	ΔW , %		ΔX , %		ΔT °С	
	А2	В2	А2	В2	А2	В2
Период 30 лет						
Арысь	0,75	-1,95	2,86	1,85	1,31	1,72
Период 50 лет						
Арысь	1,30	-7,25	3,14	2,11	2,48	2,64

В разные по водности годы результаты оценки уязвимости водных ресурсов оказались следующими. По сценариям изменения климата А2 и В2, независимо от водности года изменение водных ресурсов имеет ту же тенденцию, что и в среднем за весь многолетний период. Поэтому, можно полагать, что под влиянием антропогенного изменения климата произойдет небольшое увеличение водных ресурсов горных районов и их уменьшение в равнинных районах казахстанской части бассейна реки Сырдарья.

Данные таблицы показывают, что наиболее ощутимыми могут быть варианты сценариев А2 и В2, приведенные во второй строке этой таблицы. Вариант А2 предполагает увеличение притока на 1,3 %, а вариант В2 как более «жесткий» уменьшение притока на 7,25 %. На рис. 3 представлены результаты моделирования уровня Северного Аральского моря в условиях осуществления сценария В2 при значениях сброса ($P=0$ и $P=1,2 \text{ км}^3$) с учётом той же антропогенной нагрузки, которая была в 1976...2008 гг. Этот график показывает, как может изменяться уровень моря при измененных, согласно сценарию В2, значениях стока р. Сырдарья – п. Каратерень. При отсутствии сброса в Большой Арал в течение 11 лет из 33 будет наблюдаться уровень выше 42 м абс. При значениях сброса $P=1,2 \text{ км}^3$ этот период уменьшится до 5 лет.

Н над 0 - гр.



1- уровень 42 м абс; 2– уровень при $P=0$; 3– уровень при $P=1,2 \text{ км}^3$,
ноль графика - 38 м абс

Рис. 3. Вероятная динамика уровней Северного Аральского моря с учётом хозяйственной деятельности в условиях антропогенного изменения климата

По прогнозу до 2040 года водные ресурсы за счёт изменения климата не значительно уменьшатся. Так, в маловодный период они уменьшатся на 7 %, а поступление речной воды в Северное Аральское море за счёт хозяйственной деятельности сократится на 77 % и уровень моря упадёт до отметки 36,37 м. Сделан вывод, что под влиянием изменения климата и при сохранении такой же антропогенной нагрузки на речной сток р. Сырдарья, которая наблюдалась в последние десятилетия, не удастся в маловодные годы поддержать уровень Северного Аральского моря на современной отметке.

Литература

1. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Том 7. Аральское море. Л.: Гидрометеоиздат, 1990.-195 с.
2. Голубцов В.В. Моделирование стока горных рек в условиях ограниченной информации.-Астана: ИДЕАП-ИС, 2010.-231 с.
3. Долгих С.А., Смирнова Е.Ю., Сабитаева А.У. К вопросу о построении сценариев изменения климата Казахстана // Гидрометеорология и экология.-2006.