

ЗАГАДКИ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

В. Н. МИХАЙЛОВ

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

THE RIDDLES OF THE CASPIAN SEA

V. N. MIKHAILOV

The Caspian Sea has a very unsteady hydrological regime. During the XX century the sea level experienced both a fast drop and a sharp rise. Answers to the following questions are given: are these sea level changes unusual? could we consider their consequences as an ecological catastrophe? Possible causes of the Caspian Sea's unsteady regime are discussed.

Каспийское море имеет неустойчивый гидрологический режим. В XX веке уровень моря испытал как быстрое падение, так и резкое повышение. В статье даны ответы на вопросы: насколько эти изменения уровня моря необычны и могут ли их последствия считаться экологической катастрофой. Обсуждаются возможные причины неустойчивого режима Каспийского моря.

www.issep.rssi.ru

ВВЕДЕНИЕ

Каспийское море – самое большое на планете бессточное озеро. Этот водоем называют морем за его огромные размеры, солоноватую воду и режим, сходный с морским. Уровень Каспийского моря-озера лежит намного ниже уровня Мирового океана. В начале 2000 года он имел отметку около – 27 абс. м. При этом уровне площадь Каспия составляет ~393 тыс. км² и объем вод 78 600 км³. Средняя и максимальная глубина 208 и 1025 м соответственно.

Каспийское море вытянуто с юга на север (рис. 1). Каспий омывает берега России, Казахстана, Туркменистана, Азербайджана и Ирана. Водоем богат рыбой, его дно и берега – нефтью и газом. Каспийское море довольно хорошо изучено [1, 2, 5], однако в его режиме остается немало загадок. Самая характерная черта водоема – это неустойчивость уровня с резкими падениями и подъемами. Последнее повышение уровня Каспия происходило на наших глазах с 1978 по 1995 год. Оно породило много слухов и домыслов. В печати появились многочисленные публикации, в которых говорилось о катастрофических наводнениях, экологической катастрофе. Нередко писали о том, что подъем уровня Каспия привел к затоплению чуть ли не всей дельты Волги. Что в высказанных суждениях соответствует действительности? В чем причина такого поведения Каспия?

ЧТО ПРОИЗОШЛО С КАСПИЕМ В XX ВЕКЕ

Систематические наблюдения над уровнем Каспийского моря были начаты в 1837 году. Во второй половине XIX века средние годовые значения уровня Каспия находились в диапазоне отметок от –26 до –25,5 абс. м и имели некоторую тенденцию к снижению. Эта тенденция продолжилась и в XX веке (рис. 2). В период с 1929 по 1941 год уровень моря резко снизился (почти на 2 м – от –25,88 до –27,84 абс. м). В последующие годы уровень продолжал падать и, снизившись приблизительно на 1,2 м, достиг в 1977 году самой низкой за период наблюдений отметки –29,01 абс. м. Затем уровень моря начал быстро повышаться и, поднявшись к 1995 году на 2,35 м, достиг отметки –26,66 абс. м. В последующие



Рис. 1. Каспийское море по данным космической съемки со спутника "Метеор-Природа" (25 мая 1984 года) по [3]

четыре года средний уровень моря снизился почти на 30 см. Его средние отметки составили $-26,80$ в 1996 году, $-26,95$ в 1997 году, $-26,94$ в 1998 году и $-27,00$ абс. м в 1999 году.

Снижение уровня моря в 1930–1970 годы привело к обмелению прибрежных акваторий, выдвиганию береговой линии в сторону моря, образованию широких пляжей. Последнее было, пожалуй, единственным по-

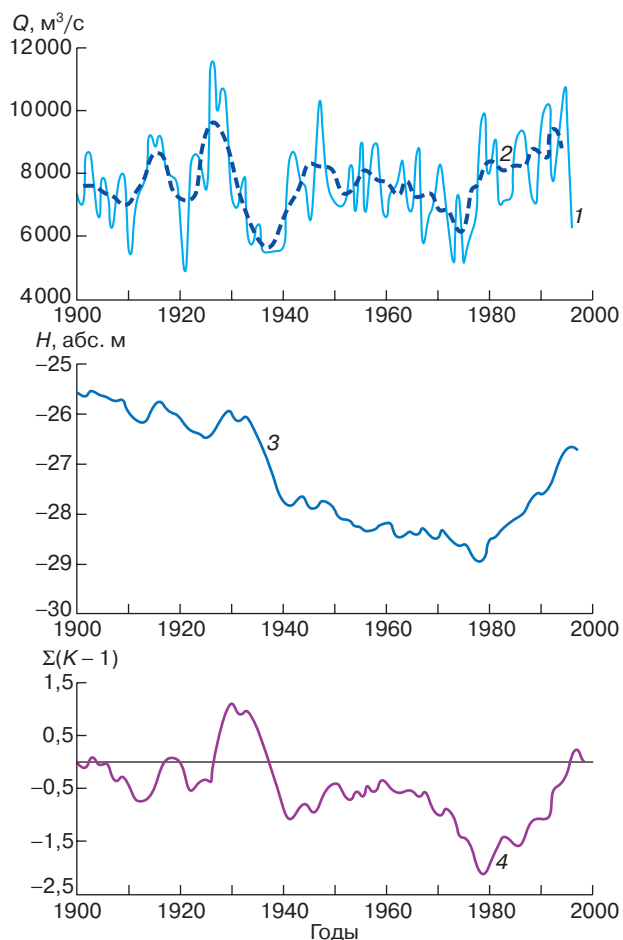


Рис. 2. Многолетние изменения (1900–1998 годы): 1 – среднего годового расхода воды Волги в вершине дельты у Верхнего Лебяжьего, 2 – расходов воды Волги при скользящем шестилетнем осреднении, 3 – средних годовых уровней воды (в абс. м) в Каспийском море (Махачкала); 4 – разностная интегральная кривая стока Волги по [4]

ложительным следствием падения уровня. Негативных последствий было значительно больше. С понижением уровня сократились площади кормовых угодий для рыбного стада в северном Каспии. Мелководное устьевое взморье Волги стало быстро зарастать водной растительностью, что ухудшило условия прохода рыб на нерест в Волгу. Резко сократились уловы рыб, особенно ценных пород: осетра, стерляди. Судоходство начало терпеть ущерб из-за того, что уменьшились глубины в подходных каналах, особенно вблизи дельты Волги.

Подъем уровня с 1978 по 1995 год оказался не только неожиданным, но и привел к еще большим негативным последствиям. Ведь и хозяйство, и население

прибрежных районов уже приспособились к низкому уровню.

Многие отрасли хозяйства стали терпеть ущерб. В зоне затопления и подтопления оказались значительные территории, особенно в северной (равнинной) части Дагестана, в Калмыкии и Астраханской области. От подъема уровня пострадали города Дербент, Каспийск, Махачкала, Сулак, Каспийский (Лагань) и десятки других более мелких населенных пунктов. Затоплены и подтоплены значительные площади сельскохозяйственных угодий. Разрушаются дороги и линии электропередач, инженерные сооружения промышленности предприятий и коммунально-бытовых служб. Угрожающее положение сложилось с рыбозаводными предприятиями. Усилились абразионные процессы в береговой зоне и влияние нагонов морской воды. В последние годы флоре и фауне взморья и прибрежной зоны дельты Волги нанесен ощутимый ущерб.

В связи с увеличением глубин на мелководьях Северного Каспия и сокращением площадей, занятых в этих местах водной растительностью, несколько улучшились условия для воспроизводства запасов проходных и полупроходных рыб и условия их миграции в дельту на нерест. Однако преобладание негативных последствий от поднявшегося уровня моря заставило говорить об экологической катастрофе. Началась разработка мер по защите народнохозяйственных объектов и населенных пунктов от наступающего моря.

НАСКОЛЬКО НЕОБЫЧНО СОВРЕМЕННОЕ ПОВЕДЕНИЕ КАСПИЯ?

Ответить на этот вопрос могут помочь исследования истории жизни Каспийского моря. Конечно, данных непосредственных наблюдений прошлого режима Каспия нет, но имеются археологические, картографические и иные свидетельства за историческое время и результаты палеогеографических исследований, охватывающих более длительный период [5].

Доказано, что в течение плейстоцена (последние 700–500 тыс. лет) уровень Каспийского моря претерпел крупномасштабные колебания в диапазоне около 200 м: от –140 до +50 абс. м. В этот отрезок времени в истории Каспия выделяют четыре этапа: бакинский, хазарский, хвалынский и новокаспийский [5] (рис. 3). Каждый этап включал несколько трансгрессий и регрессий. Бакинская трансгрессия произошла 400–500 тыс. лет назад, уровень моря поднимался до отметки 5 абс. м. Во время хазарского этапа были две трансгрессии: раннехазарская (250–300 тыс. лет назад, максимальный уровень 10 абс. м) и позднехазарская (100–200 тыс. лет назад, наивысший уровень –15 абс. м). Хвалынский этап в истории Каспия включал две трансгрессии:

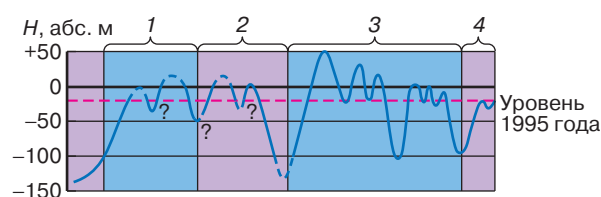


Рис. 3. Схема колебаний уровня Каспийского моря в плейстоцене по [5]. Наиболее крупные этапы в плейстоценовой истории Каспия: 1 – бакинский, 2 – хазарский, 3 – хвалынский, 4 – новокаспийский (горизонтальный масштаб условный)

самую крупную за период плейстоцена раннехвалынскую (40–70 тыс. лет назад, максимальный уровень 47 абс. м, что на 74 м выше современного) и позднехвалынскую (10–20 тыс. лет назад, подъем уровня до 0 абс. м). Эти трансгрессии разделила глубокая енотаевская регрессия (22–17 тыс. лет назад), когда уровень моря упал до –64 абс. м и был на 37 м ниже современного.

Значительные колебания уровня Каспия происходили и во время новокаспийского этапа его истории, совпавшего с голоценом (последние 10 тыс. лет). После мангышлакской регрессии (10 тыс. лет назад, понижение уровня до –50 абс. м) отмечались пять стадий новокаспийской трансгрессии, разделенные небольшими регрессиями (рис. 4). Вслед за колебаниями уровня моря – его трансгрессиями и регрессиями – изменялось и очертание водоема (рис. 5).

За историческое время (2000 лет) диапазон изменения среднего уровня Каспийского моря составил 7 м – от –32 до –25 абс. м [5] (см. рис. 4). Минимальный уровень в последние 2000 лет был во время дербентской регрессии (VI–VII века н.э.), когда он снижался до –32 абс. м. За время, прошедшее после дербентской регрессии, средний уровень моря изменялся в еще более узком диапазоне – от –30 до –25 абс. м. Этот диапазон изменения уровня назван зоной риска [5].

Таким образом, уровень Каспия испытывал колебания и раньше, и в прошлом они были более значительными, чем в XX веке. Такие периодические колебания – нормальное проявление неустойчивого состояния замкнутого водоема с переменными условиями на внешних границах. Поэтому нет ничего необычного в понижении и повышении уровня Каспийского моря.

МОЖНО ЛИ СЧИТАТЬ НЕДАВНИЙ ПОДЪЕМ УРОВНЯ КАСПИЯ И ЕГО ПОСЛЕДСТВИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КАТАСТРОФЕЙ

Колебания уровня Каспия в прошлом, судя по всему, не приводили к необратимой деградации его биоты. Конечно, резкие понижения уровня моря создавали

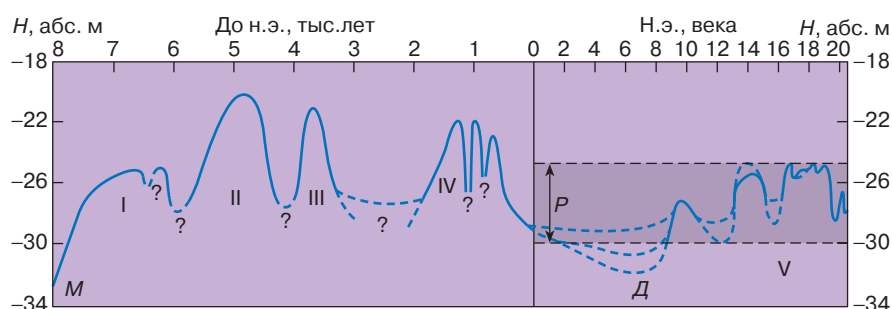


Рис. 4. Колебания уровня Каспийского моря за последние 10 тыс. лет по [5]. *P* – естественный размах колебаний уровня Каспийского моря при климатических условиях, свойственных субатлантической эпохе голоцена (зона риска). I–V – стадии новокаспийской трансгрессии; *M* – мангышлакская, *D* – дербентская регрессии

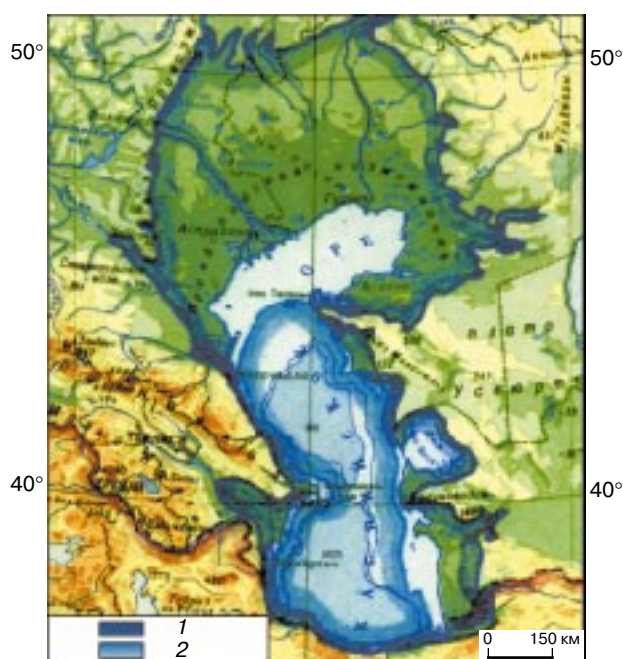


Рис. 5. Очертания Каспийского моря во время хвалынской трансгрессии (1) и мангышлакской регрессии (2)

временные неблагоприятные условия, например для рыбного стада. Однако с подъемом уровня ситуация сама собой исправлялась. Природные условия прибрежной зоны (растительность, донные животные, рыбы) испытывают периодические изменения вместе с колебаниями уровня моря и, по-видимому, обладают определенным запасом устойчивости и сопротивляемости внешним воздействиям. Ведь ценнейшее осетровое стадо было в Каспийском бассейне всегда, вне зависимости от колебаний уровня моря быстро преодолевая временное ухудшение условий существования.

Не подтвердились слухи о том, что повышение уровня моря вызвало наводнения по всей дельте Волги. Более того, оказалось, что повышение уровней воды даже в нижней части дельты неадекватно величине подъема уровня моря. Рост уровня воды в нижней части дельты в межень не превысил 0,2–0,3 м, а в половодье почти совсем не проявился. При максимальном уровне Каспия в 1995 году подпор со стороны моря распространился по самому глубокому рукаву дельты Бахтемиру не более чем на 90 км, а по другим рукавам не более чем на 30 км. Поэтому затопленными оказались лишь острова на взморье и узкая приморская полоса дельты. Затопления в верхней и средней частях дельты были связаны с высокими половодьями в 1991 и 1995 годах (что для дельты Волги нормальное явление) и с неудовлетворительным состоянием защитных дамб. Причиной слабого влияния подъема уровня моря на режим дельты Волги является наличие огромной мелководной зоны взморья, которая демпфирует воздействие моря на дельту.

Что касается отрицательного влияния повышения уровня моря на хозяйство и жизнь населения в береговой зоне, то следует напомнить следующее. В конце прошлого века уровень моря стоял выше, чем в настоящее время, и это никак не воспринималось как экологическая катастрофа. А раньше уровень был еще на более высоких отметках. Между тем Астрахань известна с середины XIII века, здесь же в XIII – середине XVI века находилась столица Золотой Орды Сарай-Бату. Эти и многие другие населенные пункты на побережье Каспия не страдали от высокого стояния уровня, так как их располагали на возвышенных местах и при аномальных уровнях половодья или при нагонах люди временно переселялись с низких мест на более высокие.

Почему же сейчас последствия подъема уровня моря даже на меньшие отметки воспринимаются как катастрофа? Причиной того огромного ущерба, который несет народное хозяйство, является не подъем уровня,

а бездумное и недалновидное освоение полосы земель в пределах упомянутой зоны риска, освободившихся (как оказалось, временно!) из-под уровня моря после 1929 года, то есть при снижении уровня ниже отметки –26 абс. м. Возведенные в зоне риска постройки, естественно, оказались затопленными и частично разрушенными. Теперь, когда затапливается территория, освоенная и загрязненная человеком, действительно создается опасная экологическая ситуация, источником которой являются не естественные процессы, а неразумная хозяйственная деятельность.

О ПРИЧИНАХ КОЛЕБАНИЙ УРОВНЯ КАСПИЯ

Рассматривая вопрос о причинах колебаний уровня Каспия, необходимо обратить внимание на противостояние в этой области двух концепций: геологической и климатической. Существенные противоречия в этих подходах выявились, например, на международной конференции “Каспий-95”.

Согласно геологической концепции, к причинам изменения уровня Каспия относят процессы двух групп. Процессы первой группы, по мнению геологов, ведут к изменению объема каспийской впадины и как следствие – к изменениям уровня моря. В число таких процессов входят вертикальные и горизонтальные тектонические движения земной коры, накопление донных осадков и сейсмические явления. Во вторую группу входят процессы, воздействующие, как полагают геологи, на подземный сток в море, то увеличивая его, то уменьшая. Такими процессами называют периодическое выдавливание или поглощение вод, которые насыщают донные отложения под воздействием изменяющихся тектонических напряжений (смены периодов сжатия и растяжения), а также техногенную дестабилизацию недр, обусловленную добычей нефти и газа или подземными ядерными взрывами. Нельзя отрицать принципиальной возможности влияния геологических процессов на морфологию и морфометрию каспийской впадины и подземный сток. Однако в настоящее время количественная связь геологических факторов с колебаниями уровня Каспия не доказана.

Несомненно, что тектонические движения сыграли определяющую роль на начальных этапах формирования каспийской впадины. Однако если учесть, что котловина Каспийского моря расположена в пределах геологически гетерогенной территории, следствием чего является периодический, а не линейный характер тектонических движений с неоднократной сменой знака [5], то вряд ли следует ожидать заметного изменения емкости впадины. Не в пользу тектонической гипотезы свидетельствует и тот факт, что береговые линии новокаспийских трансгрессий на всех участках побережья Каспия (за исключением отдельных районов в преде-

лах Апшеронского архипелага) находятся на одном уровне [5].

Нет оснований считать причиной колебаний уровня Каспия изменение емкости его впадины вследствие накопления осадков. Темпы заполнения котловины донными отложениями, среди которых основную роль играют выносы рек, оцениваются, по современным данным, величиной около 1 мм/год и менее, что на два порядка меньше наблюдаемых сейчас изменений уровня моря. Не могут сколько-нибудь существенно влиять на объем Каспийской котловины сейсмодетформации, которые отмечаются только вблизи эпицентра и затухают на близких расстояниях от него.

Что касается периодической крупномасштабной разгрузки подземных вод в Каспий, то ее механизм пока неясен. В то же время этой гипотезе противоречат, согласно Е.Г. Маеву, во-первых, ненарушенная стратификация иловых вод, указывающая на отсутствие заметных миграций вод через толщу донных отложений, а во-вторых, отсутствие доказанных мощных гидрологических, гидрохимических и седиментационных аномалий в море, которые должны были бы сопровождать крупномасштабную разгрузку подземных вод, способную повлиять на изменения уровня водоема.

Главным же доказательством несущественной роли геологических факторов в настоящее время является убедительное количественное подтверждение правдоподобности второй, климатической, а точнее, водно-балансовой концепции колебаний уровня Каспия.

ИЗМЕНЕНИЕ СОСТАВЛЯЮЩИХ ВОДНОГО БАЛАНСА КАСПИЯ КАК ОСНОВНАЯ ПРИЧИНА КОЛЕБАНИЙ ЕГО УРОВНЯ

Впервые колебания уровня Каспия были объяснены изменением климатических условий (конкретнее стока рек, испарения и атмосферных осадков на поверхность моря) еще Э.Х. Ленцем (1836 год) и А.И. Воейковым (1884 год). Позже ведущая роль изменения составляющих водного баланса в колебаниях уровня моря вновь и вновь доказывалась гидрологами, океанологами, физикогеографами и геоморфологами.

Ключевыми в большинстве упомянутых исследований являются составление уравнения водного баланса и анализ его компонентов. Смысл этого уравнения следующий: изменение объема вод в море является разницей между приходными (речной и подземный сток, атмосферные осадки на поверхность моря) и расходными (испарение с поверхности моря и отток вод в залив Кара-Богаз-Гол) составляющими водного баланса. Изменение уровня Каспия есть частное от деления изменения объема его вод на площадь моря. Анализ показал, что ведущая роль в водном балансе моря принадлежит

соотношению стока рек Волги, Урала, Терека, Сулака, Самура, Куры и видимого или эффективного испарения, разнице между испарением и атмосферными осадками на поверхности моря. Анализ составляющих водного баланса выявил, что наибольший вклад (до 72% дисперсии) в изменчивость уровня дает приток речных вод, а если конкретнее, то зона формирования стока в бассейне Волги. Что касается причин изменения самого стока Волги, то они связаны, как полагают многие исследователи, с изменчивостью атмосферных осадков (в основном зимних) в бассейне реки. А режим осадков, в свою очередь, определяется циркуляцией атмосферы. Уже давно доказано, что увеличению осадков в бассейне Волги способствует широтный тип циркуляции атмосферы, уменьшению – меридиональный.

В.Н. Малинин выявил, что первопричину поступления влаги в бассейн Волги надо искать в Северной Атлантике, а конкретно в Норвежском море. Именно там возрастание испарения с поверхности моря приводит к увеличению количества влаги, переносимой на континент, и соответственно к возрастанию атмосферных осадков в бассейне Волги. Последние данные о водном балансе Каспийского моря, полученные сотрудниками Государственного океанографического института Р.Е. Никоновой и В.Н. Бортником, приведены с уточнениями автора в табл. 1. Эти данные убедительно доказывают, что основными причинами как быстрого падения уровня моря в 30-е годы, так и резкого подъема в 1978–1995 годах были изменения речного стока, а также видимого испарения.

Имея в виду, что сток рек – один из главных факторов, влияющих на водный баланс и как следствие – на уровень Каспийского моря (а сток Волги дает не менее 80% суммарного речного стока в море и около 70% при-

ходной части водного баланса Каспия), интересно было бы найти связь между уровнем моря и стоком одной Волги, измеряемым наиболее точно. Непосредственная корреляция этих величин не дает удовлетворительных результатов.

Однако связь уровня моря со стоком Волги хорошо прослеживается, если учитывать сток реки не за каждый год, а брать ординаты разностной интегральной кривой стока, то есть последовательную сумму нормированных отклонений ежегодных значений стока от среднеегодовой величины (нормы) [4]. Даже визуальное сравнение хода средних годовых уровней Каспия и разностной интегральной кривой стока Волги (см. рис. 2) позволяет выявить их сходство.

За весь 98-летний период наблюдений за стоком Волги (с. Верхнее Лебяжье в вершине дельты) и уровнем моря (Махачкала) коэффициент корреляции связи уровня моря с ординатами разностной интегральной кривой стока составил 0,73. Если отбросить годы с небольшими изменениями уровня (1900–1928), то коэффициент корреляции возрастает до 0,85. Если для анализа взять период с быстрым падением (1929–1941 годы) и подъемом уровня (1978–1995 годы), то общий коэффициент корреляции будет 0,987, а отдельно для обоих периодов 0,990 и 0,979 соответственно [4].

Приведенные результаты расчетов полностью подтверждают вывод о том, что в периоды резкого понижения или повышения уровня моря сами уровни тесно связаны со стоком (точнее, с суммой его ежегодных отклонений от нормы).

Особой задачей является оценка роли в колебаниях уровня Каспия антропогенных факторов, и прежде всего сокращения стока рек из-за безвозвратных его потерь на заполнение водохранилищ, испарение с поверхности

Таблица 1. Среднегодовые составляющие водного баланса Каспийского моря

Период и его продолжительность, годы	Приходная часть, км ³ /год			Расходная часть, км ³ /год		Результирующий баланс км ³ /год см/год	Изменение уровня за период, см по расчету баланса по наблюдениям
	речной сток	подземный сток	осадки	испарение	сток в Кара-Богаз-Гол		
I. 1900–1929(30)	332,4	5,5	69,8	389,4	21,8	$\frac{-3,5}{-1,0}$	$\frac{-30}{-31}$
II. 1930–1941(12)	268,6	5,5	72,9	394,8	12,4	$\frac{-60,2}{-15,4}$	$\frac{-185}{-196}$
III. 1942–1969(28)	285,4	4,0	74,1	356,3	10,6	$\frac{-3,4}{-0,9}$	$\frac{-25}{-68}$
IV. 1970–1977(8)	240,5	4,0	87,6	374,9	7,1	$\frac{-49,9}{-13,8}$	$\frac{-110}{-49}$
V. 1978–1995(18)	315,0	4,0	86,1	348,7	8,6	$\frac{47,8}{13,6}$	$\frac{245}{235}$

искусственных водоемов, водозабор на орошение. Полагают, что начиная с 40-х годов безвозвратное водопотребление неуклонно возрастало, что привело к сокращению притока речных вод к Каспию и дополнительному снижению его уровня по сравнению с естественным. По В.Н. Малинину, к концу 80-х годов разница между фактическим уровнем моря и восстановленным (естественным) достигла почти 1,5 м. При этом суммарное безвозвратное водопотребление в бассейне Каспия оценивалось в те годы в 36–45 км³/год (из них на Волгу приходилось около 26 км³/год). Если бы не изъятие речного стока, то повышение уровня моря началось бы не в конце 70-х, а в конце 50-х годов.

Рост водопотребления в бассейне Каспия к 2000 году прогнозировался сначала до 65 км³/год, а потом до 55 км³/год (36 из них приходилось на долю Волги). Такое увеличение безвозвратных потерь речного стока должно было снизить уровень Каспия к 2000 году еще более чем на 0,5 м. В связи с оценкой влияния безвозвратного водопотребления на уровень Каспия отметим следующее. Во-первых, встречающиеся в литературе оценки объемов водозабора и потерь на испарение с поверхности водохранилищ в бассейне Волги, по-видимому, существенно завышены. Во-вторых, прогнозы роста водопотребления оказались ошибочными. В прогнозах закладывали темпы развития водопотребляющих отраслей хозяйства (особенно орошения), которые не только оказались нереальными, но и сменились спадом производства в последние годы. В действительности, как указывает А.Е. Асарин (1997 год), к 1990 году водопотребление в бассейне Каспия составило около 40 км³/год, а в настоящее время снизилось до 30–35 км³/год (в бассейне Волги до 24 км³/год). Поэтому и “антропогенная” разница между естественным и фактическим уровнем моря в настоящее время не столь велика, как прогнозировалось.

О ВОЗМОЖНЫХ КОЛЕБАНИЯХ УРОВНЯ КАСПИЯ В БУДУЩЕМ

Автор не ставит перед собой цель подробно анализировать многочисленные прогнозы колебаний уровня Каспийского моря (это самостоятельная и непростая задача). Основной вывод из оценки результатов прогнозирования колебаний уровня Каспия можно сделать следующий. Хотя прогнозы были основаны на совершенно разных подходах (как детерминистических, так и вероятностных), не было ни одного надежного прогноза. Основная сложность использования детерминистических прогнозов, построенных на уравнении водного баланса моря, – это неразработанность теории и практики сверхдолгосрочных прогнозов изменения климата на больших территориях.

Когда уровень моря в 30–70-х годах снижался, большинство исследователей предсказывали его дальнейшее падение. В последние два десятилетия, когда началось повышение уровня моря, в большинстве прогнозов предсказывался чуть ли не линейный и даже ускоряющийся рост уровня до –25 и даже –20 абс. м и выше в начале XXI века. При этом не учитывали три обстоятельства. Во-первых, периодическую природу колебаний уровня всех бессточных водоемов. Неустойчивость уровня Каспия и его периодическая природа подтверждаются анализом современных и прошлых его колебаний. Во-вторых, при уровне моря, близком к –26 абс. м, начнется затопление обсохших при низком стоянии уровня крупных заливов-сорос на северо-восточном побережье Каспия – Мертвый Култук и Кайдак, а также низменных территорий в других местах побережья. Это привело бы к увеличению площади мелководий и как следствие – возрастанию испарения (до 10 км³/год). При более высоком уровне моря увеличится отток вод в Кара-Богаз-Гол. Все это должно стабилизировать или по крайней мере замедлить рост уровня. В-третьих, колебания уровня в условиях современной климатической эпохи (последние 2000 лет), как было показано выше, ограничены зоной риска (от –30 до –25 абс. м). С учетом антропогенного уменьшения стока уровень вряд ли превысит отметку –26–26,5 абс. м.

Снижение среднегодовых уровней в последние четыре года в общей сложности на 0,34 м, возможно, свидетельствует о том, что в 1995 году уровень достиг своего максимума (–26,66 абс. м), и о перемене в тенденции хода уровня Каспия. Во всяком случае предсказание, что уровень моря вряд ли превысит отметку –26 абс. м [5], по-видимому, оправдывается.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В XX веке уровень Каспийского моря изменялся в пределах 3,5 м, сначала понизившись, а затем резко поднявшись. Такое поведение Каспия – нормальное состояние замкнутого водоема как открытой динамической системы с переменными условиями на ее входе.

Каждому сочетанию приходных (сток реки, осадки на поверхность моря) и расходных (испарение с поверхности водоема, отток в залив Кара-Богаз-Гол) компонентов водного баланса Каспия соответствует свой уровень равновесия. Поскольку составляющие водного баланса моря под влиянием климатических условий также изменяются, то уровень водоема колеблется, стремясь достичь равновесного состояния, но никогда его не достигает. В конечном счете тенденция изменения уровня Каспия в данное время зависит от соотношения осадки минус испарение на водосборе (в бассейнах питающих его рек) и испарение минус осадки над самим водоемом. В недавнем подъеме уровня Каспия

на 2,3 м в действительности нет ничего необычного. Такие изменения уровня многократно бывали и в прошлом и не наносили непоправимого ущерба природным богатствам Каспия. Нынешний подъем уровня моря стал катастрофой для хозяйства береговой зоны лишь из-за неразумного освоения человеком этой зоны риска.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гидрометеорология и гидрохимия морей. СПб.: Гидрометеорологический институт, 1992. Т. 6: Каспийское море, вып. 1: Гидрометеорологические условия. 359 с.
2. Каспийское море: Гидрология и гидрохимия. М.: Наука, 1986. 262 с.
3. Космические методы геоэкологии / Под ред. В.И. Кравцовой. М., 1998. 108 л.
4. Михайлов В.Н., Павлишников Е.С. Еще раз о причинах изменений уровня Каспийского моря в XX веке // Вестн. МГУ. Сер. 5, География. 1998. № 3. С. 35–38.

5. Рычагов Г.И. Плейстоценовая история Каспийского моря. М.: Изд-во МГУ, 1997. 267 с.

Рецензент статьи Н.В. Короновский

* * *

Вадим Николаевич Михайлов, доктор географических наук, профессор кафедры гидрологии суши географического факультета МГУ, заслуженный деятель науки РФ, действительный член Академии водохозяйственных наук. Область научных интересов – гидрология и водные ресурсы, взаимодействие рек и морей, дельты и эстуарии, гидроэкология. Автор и соавтор около 250 научных работ, в том числе 11 монографий, двух учебников, четырех научно-методических руководств.