

УДК 551.35:552.5

**ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ УРОВНЯ АРАЛЬСКОГО МОРЯ В
СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

Канд. геогр. наук

Н.И. Ивкина

Канд. техн. наук

С.П. Шиварёва

В статье рассмотрены изменения уровня Аральского моря за период инструментальных наблюдений. В связи с падением уровня Аральского моря менялось очертание береговой линии, особенно в мелководных восточных, юго-восточных и южных районах моря. Для более наглядного представления приведена модельная батиметрическая карта Аральского моря.

История Аральского моря характеризуется сложным ходом природных процессов. В первую очередь это выражается в резких колебания его уровня и солености. В голоценовый период уровень Аральского моря испытывал резкие разномасштабные колебания. Во время трансгрессий уровень моря поднимался до отметок 58 м и выше, соленость воды выравнивалась и не превышала 10 ‰. В регрессивные эпохи, совпадающие с жаркими аридными условиями, уровень резко падал и море разбивалось на отдельные высокоминерализованные озера (до 100 ‰ и более) [6].

За период инструментальных наблюдений в многолетних изменениях уровня Аральского моря исследователи выделяют два периода: условно-естественный (1911...1960 гг.) и современный резко нестационарный период активного антропогенного воздействия на режим моря (с 1961 г. по настоящее время).

Для первого периода характерна относительная стабильность уровня режима моря. Средние годовые уровни колебались около его средней многолетней отметки 53 м БС. Размах межгодовых колебаний уровня находился в пределах 1 м. Так, наибольшие отклонения средних годовых уровней от его среднего многолетнего значения на станции Аральское море составляли плюс 40 см (1912 г., 1960 г.) и минус 45 см (1920 г.). Объем воды составлял 1064 км³, из чего 79,7 км³ приходилось на Малое море и 984 км³ – на Большое море. Площадь зеркала воды Аральского моря составляла 66086 км² (5992 км² – площадь Малого моря, 13628 км² – площадь западной части Большого моря и 46466 км² – его

восточной части). Приток речных вод к морю составлял $56 \text{ км}^3/\text{год}$, а средняя соленость – $10...11 \text{ ‰}$. Море было расположено между $43^\circ 24'$ и $46^\circ 53'$ с.ш. и $58^\circ 12'$ и $61^\circ 59'$ в.д. и в целом вытянуто с юго-запада на северо-восток. Максимальная протяженность моря в этом направлении составляла 432 км , а средняя ширина – 156 км . На Аральском море насчитывалось более 1100 островов, наиболее крупные из них Кокарал, Барсакельмес, Возрождения. В режиме уровня моря в этот период проявлялась определенная цикличность колебаний средних годовых значений уровня моря ($22...25$ лет) и запаздывание примерно на год многолетнего хода уровня моря относительно многолетних колебаний стока, впадающих в море рек [5].

Начиная с 1961 г., средний годовой уровень Аральского моря стал снижаться. Это объясняется как естественным маловодьем предшествующих лет, так и антропогенными факторами – изъятием речного стока на орошение. Причем объем безвозвратных потерь стока увеличился не только из-за расширения орошаемых площадей, но из-за увеличения интенсивности самого орошения. В $60...70$ -е годы были построены крупные оросительные каналы. Немалую роль сыграли дополнительные потери воды на испарение с поверхности водохранилищ, построенных в бассейнах Амударьи и Сырдарьи. Интенсивность понижения с 1961 по 1965 гг. составила в среднем 22 см/год , а в период с 1965 по 1970 гг. – 18 см/год (небольшое его повышение произошло лишь в 1970 г. после экстремально многоводного 1969 г.). Таким образом, за десятилетний период уровень моря понизился на 2 м , при среднем притоке речных вод к морю около $43 \text{ км}^3/\text{год}$. В следующее пятилетие (1971...1975 гг.) уровень моря снизился еще на $2,4 \text{ м}$, а среднегодовая величина его падения составила 48 см/год . Начиная с 1975 года, падение уровня ускорилось – примерно 68 см/год . К концу 1985 г. уровень моря снизился до отметки примерно – $41,4 \text{ м}$, или на $11,6 \text{ м}$ по сравнению с его средним многолетним значением за $1911...1960$ гг. (рис. 1). В $1981...1986$ гг. в ряде лет сток полностью отсутствовал, а его среднее значение в эти годы составляло около $1,7 \text{ км}^3/\text{год}$. Одновременно более чем в 3 раза сократился объем воды в Аральском море (до 330 км^3) и почти в 2 раза площадь водоема (до 36500 км^2). Средняя глубина уменьшилась с $16,1$ до $9,0 \text{ м}$ [1, 3].

Площадь Малого моря сократилась до 3500 км^2 , а объем вод – до 28 км^3 . Малое и Большое моря соединялись между собой проливом Берга, ширина которого, в связи с падением уровня моря уменьшилась

на 10 км, а максимальные глубины на 12 м. Пролив Аузы-Кокарал, соединяющий с западной стороны Малое и Большое моря высох, а о. Кокарал стал полуостровом.

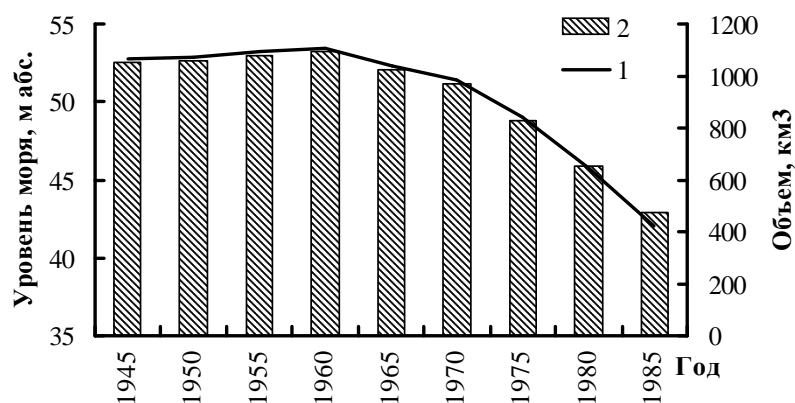


Рис. 1. Изменение уровня и объема Аральского моря с 1945 по 1985 гг.
1 – уровень моря, 2 – объем.

Наиболее наглядно изменение размеров Аральского моря за этот период демонстрирует рис. 2.

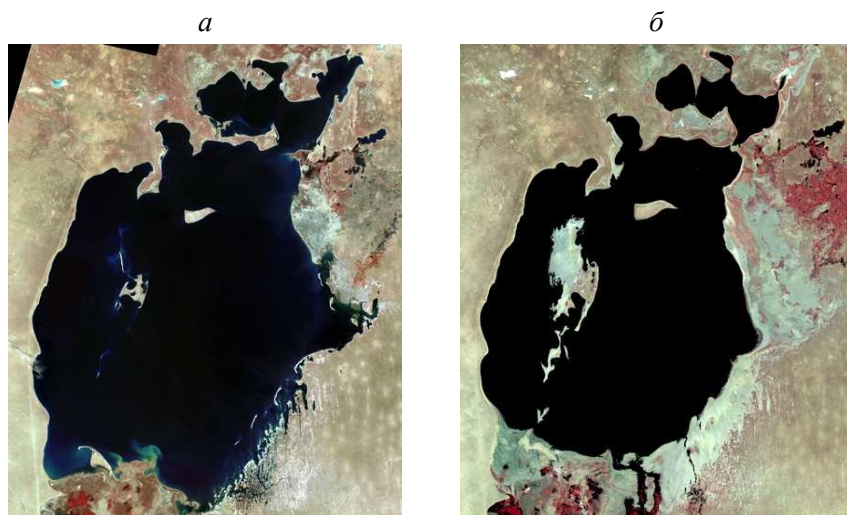


Рис. 2. Изменение очертания береговой линии Аральского моря за период с 1973 по 1987 г. а – 1973 г., б – 1987 г. (снимки NASA).

В связи с падением уровня Аральского моря менялось очертание береговой линии, особенно в мелководных восточных, юго-восточных и южных районах моря. Для того чтобы проанализировать, как смещается береговая линия, была создана модельная батиметрическая карта Аральского моря (рис. 3).

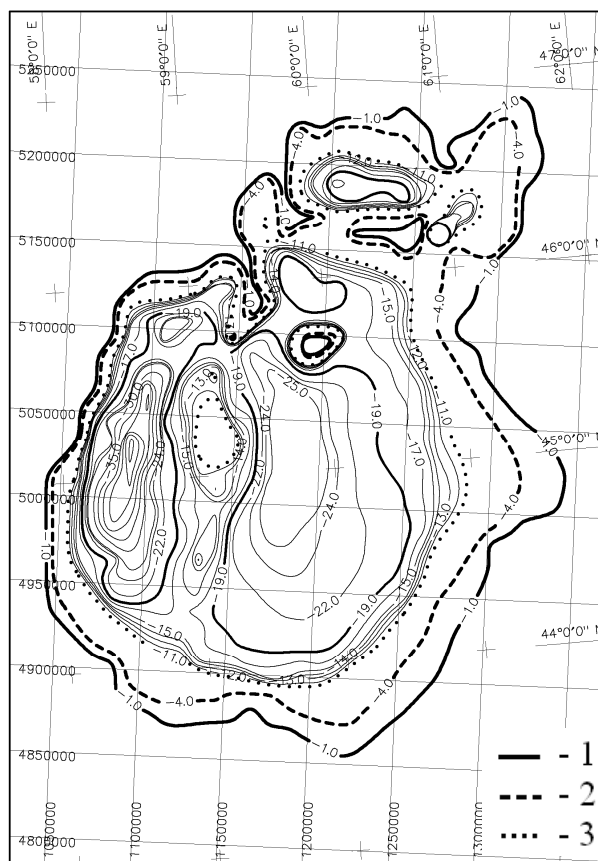


Рис. 3. Батиметрическая модель Аральского моря. Положение береговой линии: 1 – 1965 г., 2 – 1975 г., 3 – 1985 г.

Эта работа проводилась в два этапа. Первый этап заключался в анализе имеющихся топографических материалов и космических снимков. В качестве базовой была использована карта российского Государственного океанографического института (ГОИН), составленная в 1981 г. по навигационным морским картам. Второй этап – в оцифровке карт, последующей их обработке и редактировании средствами гидродинамической модели.

Для построения модельной батиметрической карты Аральского моря необходимо было определить размер сетки модели, её протяженность, ширину и ориентацию. При изображении рельефа горизонталями особое внимание уделялось изгибам, которые должны характеризовать определенную форму рельефа и соответствовать его поперечному профилю. Чтобы иметь возможность соединить отдельные топографические карты, счет горизонталей велся от одной уровневой поверхности (минус

53,00 м). Эта отметка соответствует нулевому значению на модельной карте. Карта создавалась с использованием датской технологии MIKE 21.

Для наглядности на карту линиями различного стиля было нанесено положение береговой линии в различные годы периода наиболее интенсивного падения уровня моря: отчетливо видно, что, по мере снижения уровня моря, береговая черта выдвинулась в водоем, изменилось и географическое расположение водоема.

Снижение уровня моря продолжалось и к концу 1987 г. уровень моря достиг критической отметки 40 м абс., при которой произошло разделение водоема на две части – Большое и Малое моря. Однако, разделение было неустойчивым и в условиях относительной многоводности в 1987 и 1988 гг. воды Сырдарьи и Амударьи доходили до моря. Сток Сырдарьи в эти годы оставлял соответственно 1,2 и 6,2 км³, а Амударьи – 8 и 16 км³. Так, в 1988 г. часть стока р. Сырдарьи через пролив Берга поступала в Большое море. Тем не менее, уровень Большого моря продолжал снижаться, и к концу 1989 г. вновь произошло разделение на Малое и Большое моря. При этом уровень Большого моря снизился до отметки 38,6 м абс., а уровень Малого моря находился на отметках около 39,5 м абс. Площадь Большого моря к началу 1990 г. составляла примерно 33,5 тыс. км², объем 310 км³, а средняя соленость около 30 ‰. Площадь Малого моря составляла около 3 тыс. км², объем 20 км³ [2].

Весной 1990 г. и летом 1992 г. в районе пролива Берга также образовался узкий канал, который обеспечивал сток воды из Малого моря в Большое. В июле 1992 г. этот канал был перекрыт песочной дамбой, высота которой составляла около 1 м с целью контроля уровня воды в Малом море. Однако вскоре дамба была разрушена давлением воды. Затем была построена двухметровая дамба, которая просуществовала в течение 9 месяцев. В марте 1993 г. уровень воды в Малом море повысился более чем на 1 м, и она также была разрушена. Позднее, в период с 1993 до 1999 г. местные власти еще пару раз воздвигали и укрепляли дамбу в проливе Берга [3-4]. В итоге этого уровень Малого Арала весной 1999 г. достиг отметки 42,0...42,6 м (согласно разным источникам). В апреле 1999 г., когда давление воды и влияние волновой деятельности достигли критического уровня, эта дамба снова была разрушена. В итоге уровень Малого Аральского моря снова упал и колебался в 1999 г. около отметки 40 м.

В 2001 г., при поддержке Всемирного банка, было начато строительство Кок-Аральской плотины, а также ряда дамб и каналов, в целях

восстановления уровня воды в северной части Аральского моря. В августе 2005 г. была перекрыта протока между Большим и Малым морями и завершено строительство Кок-Аральской разделительной плотины. Высота гребня плотины — 6 м (45,5 м абс), наполнение Малого моря предполагается до отметок 42,2 м абс. После её возведения северная часть моря практически вошла в свои новые берега, уровень Малого моря сразу стал повышаться и за период с августа по декабрь 2005 г. вырос на 1 м (рис. 4).

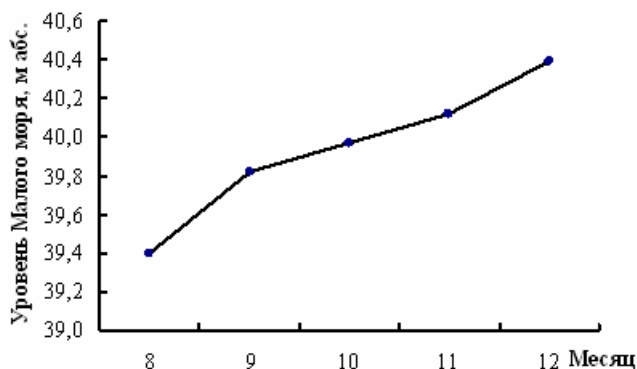


Рис. 4. Изменение уровня Малого Арала в 2005 г. после строительства Кок-Аральской плотины.

В марте 2006 г. уровень моря достиг отметки 41,8 м (рис. 5), а затем стал опять снижаться и к ноябрю достиг отметки 41,1 м. В первой половине 2007 г. уровень не превышал отметки 41,25 м. Начиная со второй половины 2007 г., в соответствии с данными поста Тастубек, уровень Малого моря колеблется около отметки 42,0 м. Площадь его акватории за этот период увеличилась примерно на 900 км².

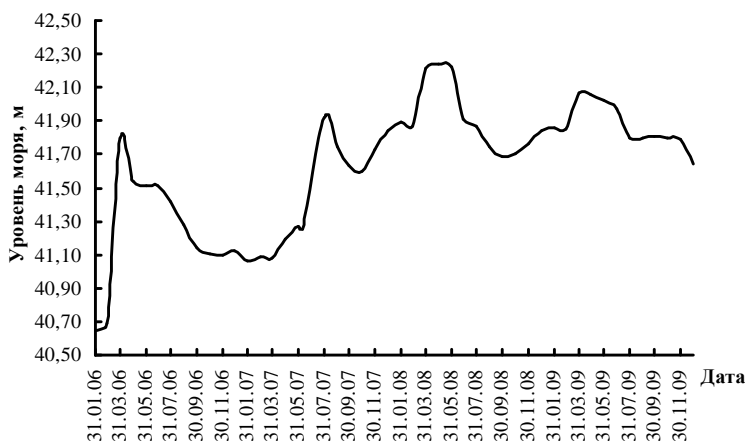


Рис. 5. Колебание уровня Малого Арала в период с марта 2006 г. по декабрь 2009 г. включительно.

Анализ космических снимков Аральского моря за период с 2001 по 2009 гг. показывает, что уровень в Малом Арале стабилизировался, в то время как Большой Арал продолжал сокращаться быстрыми темпами. Восточная часть Большого Арала исчезла, осталось только западная глубоководная часть (рис. 6в).

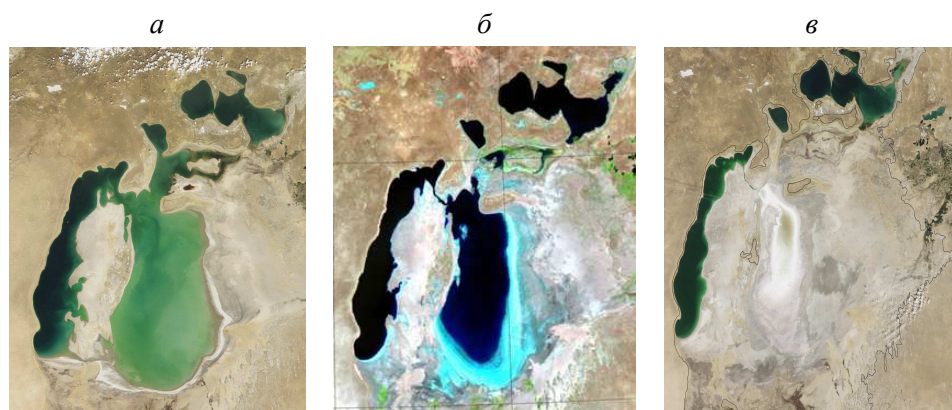


Рис. 6. Динамика изменения зеркала Аральского моря за период 2001...2008 гг. по данным космических снимков MODIS Terra и MODIS Aqua. (Проект «MODIS Rapid Response Project at NAGA/GSFC» разрешением 1 км). а – 2001 г., б – 2006, в – 2009 г.

Западная часть Большого Арала тоже уменьшилась в размерах. На рис. 7 приведены продольные разрезы западной части Большого Арала в условно-естественный период и период максимального падения уровня в одном масштабе и по одной и той же линии разреза (по модельной карте от точки с координатами 57,52° в.д. и 43,45° с.ш. под углом 30°). Отчетливо видна деградация размеров и глубин моря.

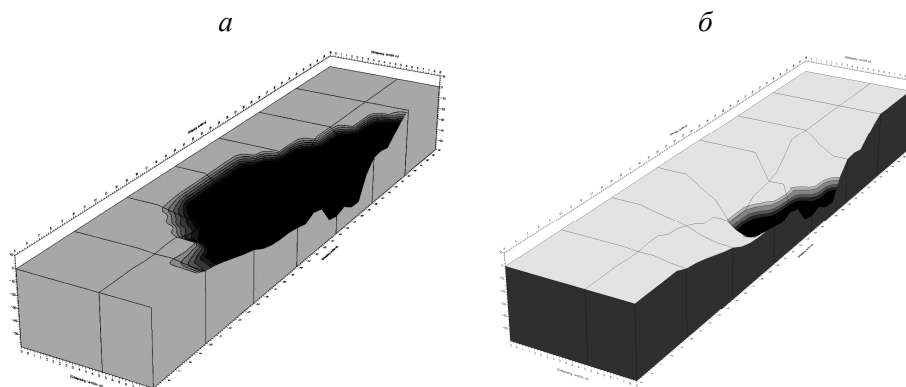


Рис. 7. Продольные разрезы западной части Большого Арала в условно-естественный период (а) и в период максимального падения уровня (б).

Современный уровень, оставшейся части Большого Арала, в соответствии с данными узбекского поста Актумсук и казахстанского поста Куланды находится в районе отметок 26...28 м БС.

Согласно расчётам учёных, спасти Аральское море уже невозможно. Даже если полностью отказаться от забора воды из Амударьи и Сырдарьи, то прежний уровень воды в нём восстановится не ранее, чем через 200 лет [7]. В настоящее время стоит задача сохранить его отдельные части. Для этого очень важно объединить усилия научного сообщества для выработки новых подходов в решении проблемы Аральского моря.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гидрометеорологические проблемы Приаралья / Под ред. Г.Н. Чичасова. Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 227 с.
2. Израэль Ю.А., Анохин Ю.А. Проблемы оценки экологических, социальных и экономических последствий деградации окружающей природной среды в Приаралье / В кн. Мониторинг природной среды в бассейне Аральского моря. – 1991. – С. 4-6.
3. Михайлов В.Н., Гуров Ф.Н. О причинах падения уровня Аральского моря // Вестник МГУ. Сер. География. – N4. – 2000. – С. 7-12.
4. Михайлов В.Н., Кравцова В.И., Гуров Ф.Н., Марков Д.В., Грегуар М. Оценка современного состояния Аральского моря // Вестник МГУ. Сер. География. – 2001. – №6. – С. 14-21.
5. Проект «Моря». Гидрометеорология И Гидрохимия Морей. – Т. VII. Аральское Море. – Спб: Гидрометеиздат, 1990. – С. 29-43.
6. Свиточ А.А. История Позднего Аральского Моря / Аридные Экосистемы. – Т. 15. – N 2(38). – 2009. – С. 5-17.
7. The Aral Sea Disaster. Philip Micklin In Annual Review Of Earth And Planetary Sciences, Vol. 35, Pp. 47-72; 2007.

Республиканское Государственное Предприятия «Казгидромет»

АРАЛ ТЕҢІЗІНІҢ ДЕҢГЕЙІНІҢ ҚАЗІРГІ ӨЗГЕРУ ДИНАМИКАСЫ

Геогр. ғылымд. канд. Н.И. Ивкина
Техн. ғылымд. канд. С.П. Шиварёва

Мақалада аспаптық бақылау кезеңіндегі Арал теңізінің деңгейінің өзгеруі қарастырылды. Теңіз деңгейінің төмендеуімен байланысты жағалық сызықтар әсіресе, шығыс таяз сулы, оңтүстік-шығыс және оңтүстік теңіз аудандарында өзгерді. Көрнекі таныстыру мақсатында Арал теңізінің модельді батиметрлік картасы келтірілген.