

УДК 551.444:502.7(092):621.039.9:623.454.838

DOI 10.24411/2227-9490-2018-11072

Голубов Б.Н.



Аномальный подъём уровня Каспийского моря и катастрофическое обмеление Аральского моря как результат дренирования Арала под плато Устюрт и в Каспий вследствие техногенных возмущений недр

Голубов Борис Николаевич (1937—2017), кандидат геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник, Институт динамики геосфер РАН, Институт океанологии РАН им. П.П. Ширшова, Москва

ORCID ID <https://orcid.org/0000-0002-6379-1765>

Показано, что противофазное поведение уровней Аральского и Каспийского морей взаимно обусловлено техногенными возмущениями режима подземных вод региона. Сделаны выводы о том, что 1) подземная связь вод Аральского и Каспийского морей может осуществляться под плато Устюрт по карстовым пустотам в карбонатных среднемиоценовых отложениях и разновозрастным проницаемым водоносным горизонтам терригенных отложений; 2) подземные ядерные взрывы в сочетании с другими видами техногенного вмешательства в недра Арало-Каспийского региона спровоцировали подземное дренирование вод Арала в Каспий под плато Устюрт, а также вызвали фильтрационный перехват стока рек Амударьи и Сырдарьи на подступах к Аралу; обусловили резкие противофазные скачки уровней двух морей в 1969—1995 гг.; 3) залповый сброс вод Арала в Каспий после 1969 г. осуществлялся, вероятно, в основном по карстовым полостям в среднемиоценовых отложениях плато Устюрт; 4) дренирование вод Арала по проницаемым водоносным горизонтам терригенных отложений нижнего миоцена-олигоцена играло подчиненную роль.

Ключевые слова: Аральское море; Каспийское море; плато Устюрт; обмеление; подземные ядерные взрывы; подземные воды.

Введение

С 1960-х гг. в области внутреннего стока вод Евразии все более зримо набирают силу сдвиги в динамике всех оболочек географической среды и круговорота биосферы, включая её социальное звено, которые были спровоцированы двумя необычными процессами.

Первым из них явилось невиданное прежде стремительное обмеление Аральского моря. Оно зародилось в 1961—1963 гг. со скоростью 18—25 см/год, в 1969 г. было прервано импульсом кратковременного подъема на 15 см, а затем вновь усилилось до 70—100 см/год и стало подобно водовороту при срабатывании сливного клапана на дне емкости (рис. 1).

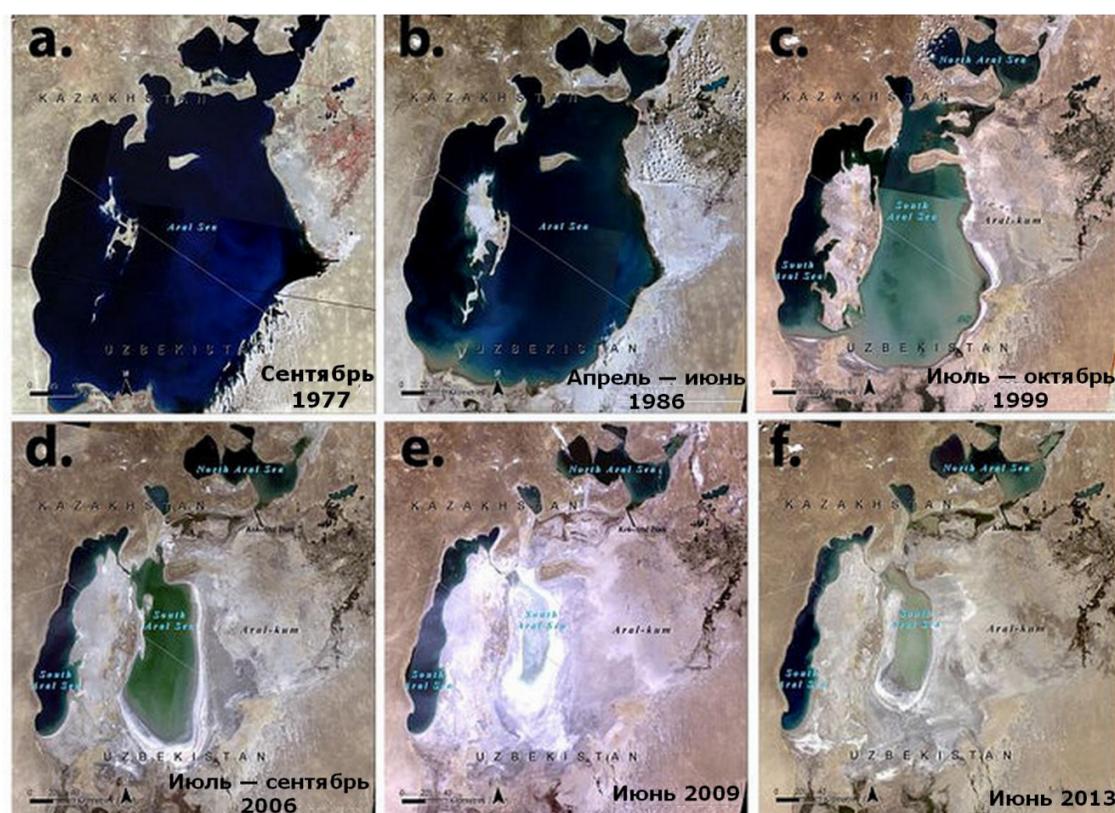
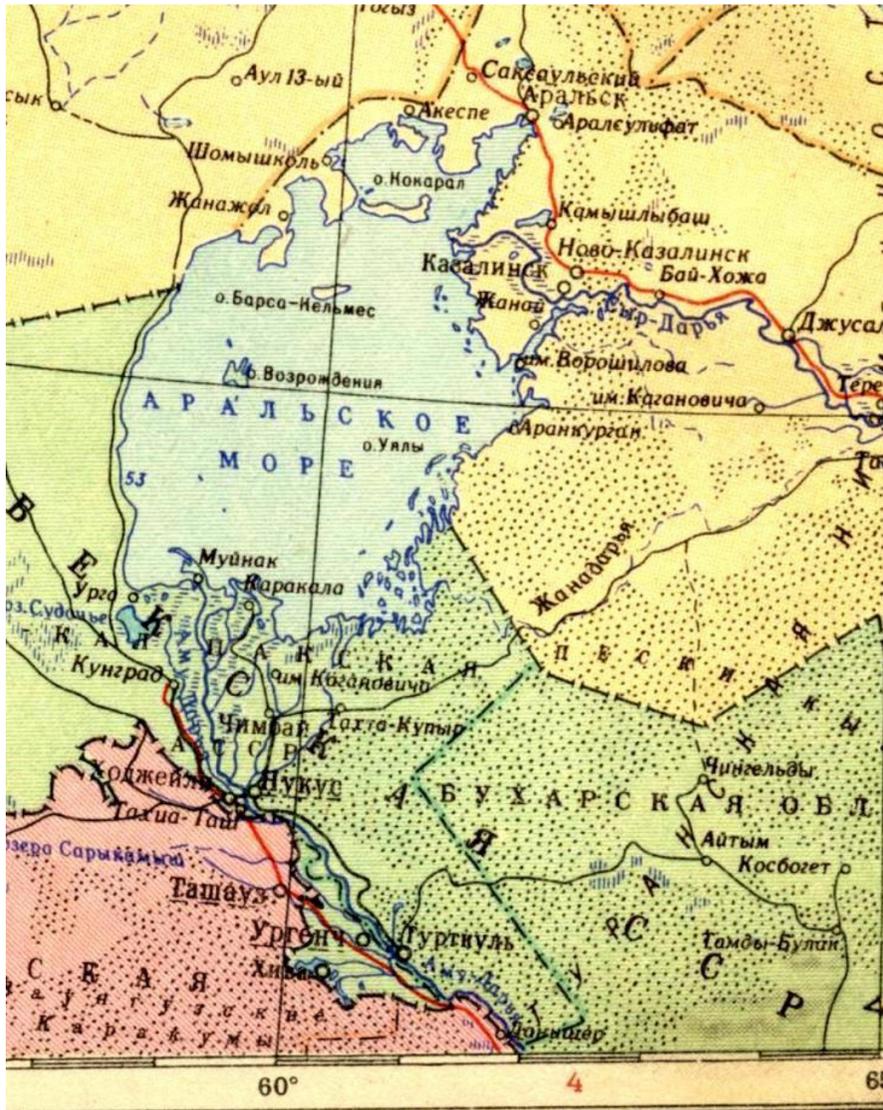


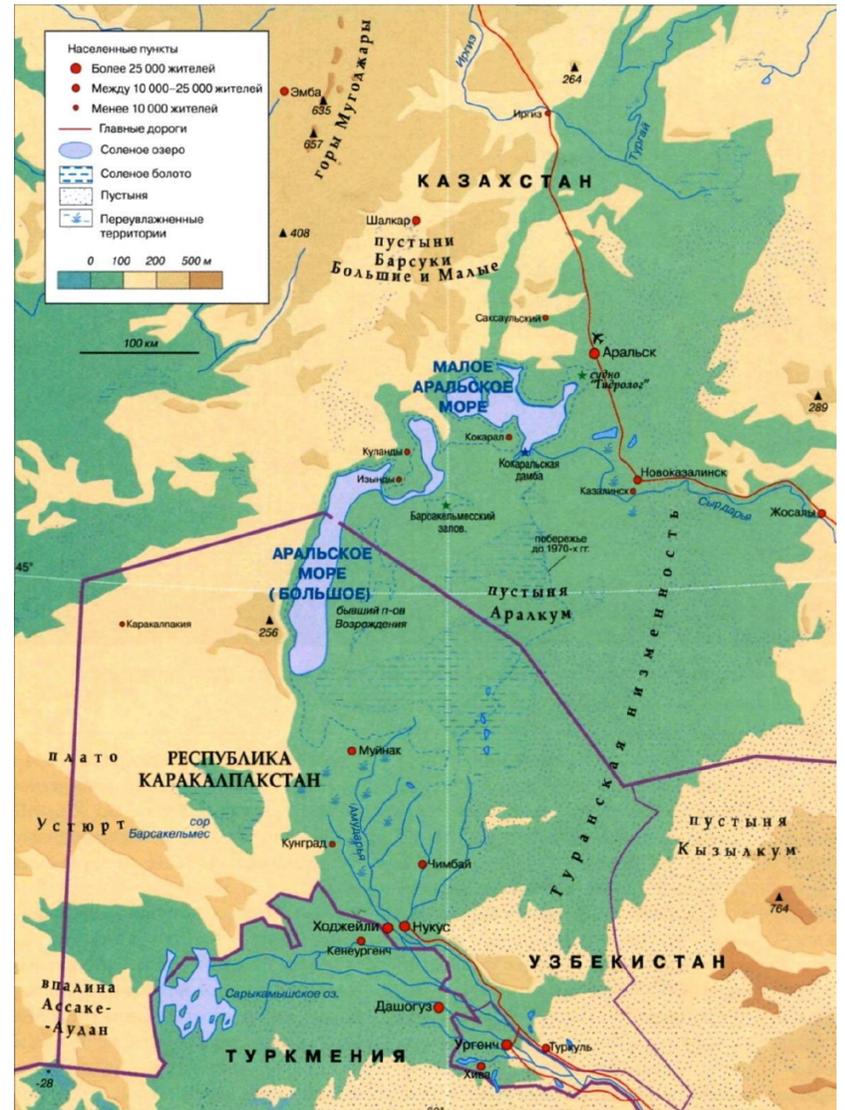
Рис. 1. Обмеление Аральского моря сократилось с сентября 1977 по июнь 2013. Фото USGS/NASA с сайта https://esnoticia.co/noticias/74049_foto_40180.jpeg.

**ГОЛУБОВ Б.Н. Аномальный подъём уровня Каспийского моря и катастрофическое обмеление Аральского моря
КАК РЕЗУЛЬТАТ ДРЕНИРОВАНИЯ АРАЛА ПОД ПЛАТО УСТЮРТ И В КАСПИЙ ВСЛЕДСТВИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ НЕДР**

Уровень Арала упал уже более чем на 27 м, вода отступила от берегов на 70—110 км, море распалось на мелкие плесы и тысячи квадратных километров его бывшего дна подверглись опустыниванию, для борьбы с которым уже потребовалось, в частности, отчлнить Северный Арал дамбой Кок-Арал и реализовать ряд других дорогостоящих защитных мероприятий (рис. 2Б, 2В).



А



Б

Рис. 2. Карты Аральского моря:
А — начала 50-х гг. XX века, **Б** — современная



Рис. 3. Плотины Кок-Арал, вид сверху. Фото с сайта http://travelask.ru/blog/posts/12184-dve-strany-odna-problema-buduschee-arala-v-rukah-kazahstana?utm_referrer=https://zen.yandex.com

Вторым таким процессом, возникшим вслед за обмелением Арала, явился резкий аномальный подъём уровня Каспийского моря с 1977 г., который непрерывно длился 18 лет, достигал порой чрезвычайно высоких значений 32—40 см/год и с 1995 г. сменился стадией более спокойных знакопеременных колебаний. По своей длительности и скорости этот подъём оказался рекордным за весь период инструментальных наблюдений уровня Каспия, которые ведутся с 1830 г. Этот неожиданно возникший вопреки прогнозам подъём тоже негативно отразился на хозяйстве прибрежных пространств региона, стратегия которого опрометчиво выстраивалась в расчете на прогрессирующее обмеление моря.

Подобные эпизоды противофазного поведения уровней Аральского и Каспийского морей иногда наблюдались и прежде. Они привлекли внимание исследователей в 1889 г., когда вспыхнул знаменитый спор об усыхании Средней Азии, не утихающий до сих пор и затрагивающий сложный клубок научных, социально-экономических, международно-правовых и природоохранных прикладных проблем.

Но, несмотря на разногласия в оценках масштабов явления, противоборствующие стороны по умолчанию рассматривали Арал и Каспий как изолированные друг от друга замкнутые бессточные водоемы с непроницаемым дном. И те, и другие схо-

ГОЛУБОВ Б.Н. АНОМАЛЬНЫЙ ПОДЪЕМ УРОВНЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ И КАТАСТРОФИЧЕСКОЕ ОБМЕЛЕНИЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ КАК РЕЗУЛЬТАТ ДРЕНИРОВАНИЯ АРАЛА ПОД ПЛАТО УСТЮРТ И В КАСПИЙ ВСЛЕДСТВИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ НЕДР

дились в том, что ритмы климата являются практически единственным регулятором колебаний уровней двух морей [Kropotkin 1904; Берг 1904, 1908; Воейков 1908; Варущенко и др. 1987; Венюков 2011]. Такие построения оперировали лишь соотношением притока поверхностных вод и потерь вод морей на испарение, что избавляло от необходимости отслеживать ход геологических и гидрогеологических процессов в недрах этих морей и соседних территорий. То есть сама постановка вопроса о связи Арала и Каспия с подземной гидросферой и между собой исключалась в принципе. Поэтому и недавние резкие скачки уровней этих морей исследователи все еще по старинке рассматривают как независимые и обусловленные лишь заурядным воздействием климата, а также хозяйственного потребления речного стока на водный баланс двух «бессточных» водоемов.

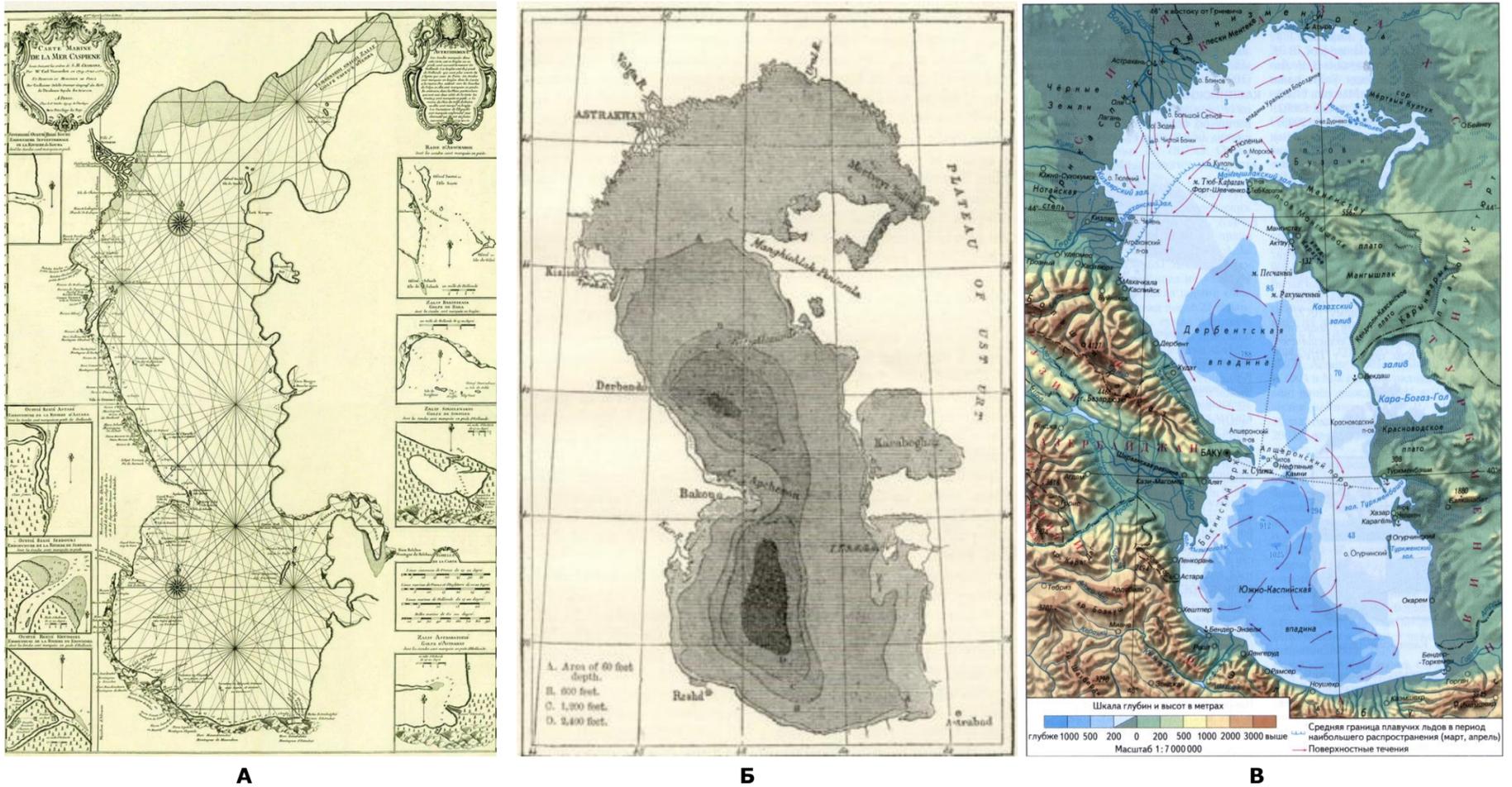
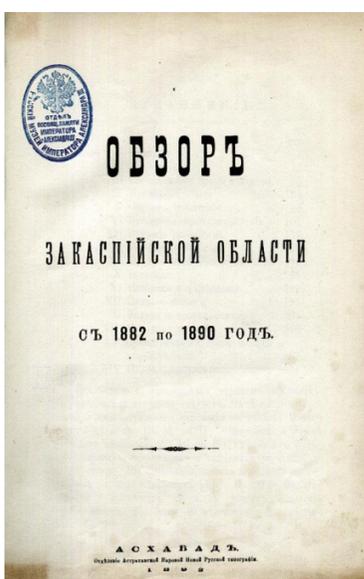
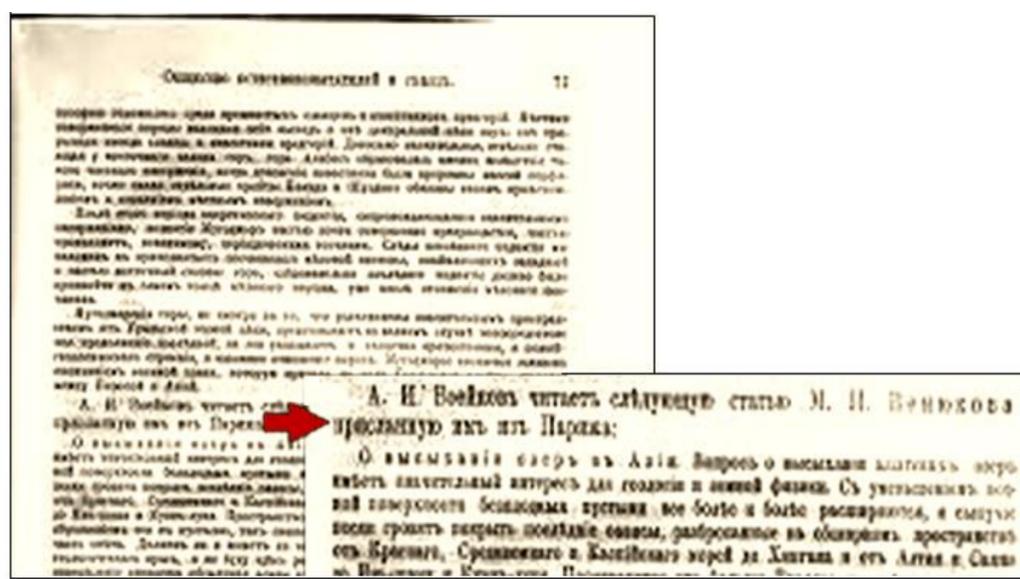


Рис. 4. Карты Каспийского моря:

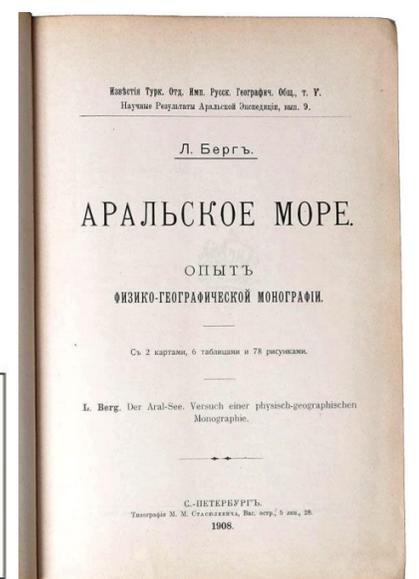
А — изданная в Лондоне в 1736 г. карта работы Германа Молла 1730 г. (по съемкам 1721—1723 гг. команды под управлением К. фон Вердена, работавшей по инструкциям Петра I; один из картографов — Ф.И. Соймонов); **Б** — карта 1880 г. с указанием глубин (автор не указан); **В** — современная карта



А



Б



В

Рис. 5. Работы, посвященные водным ресурсам Средней Азии рубежа XIX—XX вв.:

А — титульный лист «Обзора Закаспийской области с 1882 по 1890 год» (Асхабад, 1892, автор неизвестен); **Б** — фрагменты страницы трудов VIII Съезда русских естествоиспытателей и врачей (СПб., 1889) с сообщением А.И. Воейкова о статье М.И. Венюкова «О высыхании озер в Азии» и ее текстом; **В** — титульный лист первого издания труда Л.С. Берга «Аральское море. Опыт физико-географического исследования» (1908)

Но по мере нарастания длительности и амплитуды этих скачков становилось все более очевидным, что такое поведение Арала и Каспия не имеет своих аналогов в обозримом прошлом, не укладывается в «прокрустово ложе» климатологических построений и должно расцениваться как аномальное. К ревизии укоренившихся воззрений подталкивало, в частности, то, что климатологические прогнозы колебаний уровней этих морей оказались относительно успешными лишь до 60-х годов минувшего XX столетия, а затем стали явно занижать ожидаемые темпы усыхания Арала и ошибочно предсказывать прогрессирующее обмеление, а не подъем уровня Каспия после 1978 г. [Проблема... 1985]. Одно это позволяло подозревать действие какого-то нового фактора в режиме этих морей.

Несостоятельность излишней абсолютизации климатического фактора в расчетах водного баланса Каспийского и Аральского морей показана в работах [Шило 1989; Шило, Кривошей 1989, 1994; Кривошей 1997], авторы которых отмечают, в частно-

ГОЛУБОВ Б.Н. АНОМАЛЬНЫЙ ПОДЪЕМ УРОВНЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ И КАТАСТРОФИЧЕСКОЕ ОБМЕЛЕНИЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ КАК РЕЗУЛЬТАТ ДРЕНИРОВАНИЯ АРАЛА ПОД ПЛАТО УСТЮРТ И В КАСПИЙ ВСЛЕДСТВИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ НЕДР

ГОЛУБОВ Б.Н. Аномальный подъём уровня Каспийского моря и катастрофическое обмеление Аральского моря
КАК РЕЗУЛЬТАТ ДРЕНИРОВАНИЯ АРАЛА ПОД ПЛАТО УСТЮРТ И В КАСПИЙ ВСЛЕДСТВИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ НЕДР

сти, что около половины стока реки Амударьи не забирается на орошение, а «куда-то проваливается» в подземные резервуары на подступах к Аральскому морю и дренируется в бассейн Каспийского моря, вероятно, под древним руслом Узбоя.

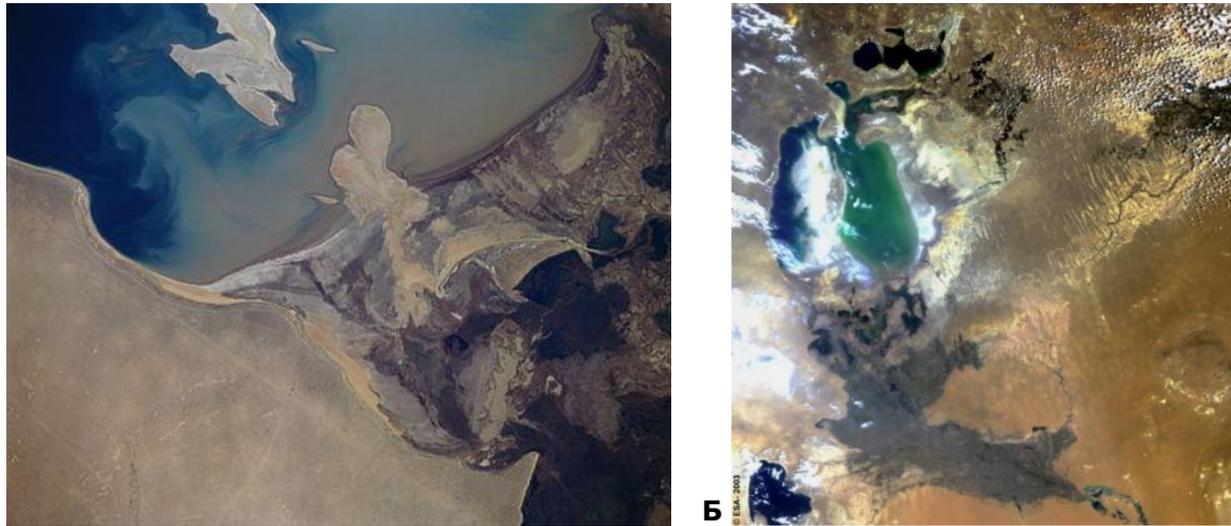


Рис. 6. Дельта Амударьи на спутниковых снимках: **А** — 1994 (NASA), **Б** — 2003 (ESA) годов.

Фото с сайтов:
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Amu_darya_delta.jpg и
http://www.fotodom.ru/image/HD_00-2543.html.

Регулятором колебаний уровней Арала и Каспия, по мнению этих авторов, являются вариации напряжений в земной коре, обеспечивающие чередование фаз поглощения и отжимания подземных вод. Но эта увлекательная гипотеза не указывает конкретные пути подземной связи Арала и Каспия, не подкреплена данными морских, наземных и дистанционных натуральных наблюдений и выстраивается без учета особенностей техногенного преобразования недр региона.

В связи с этим заметим, прежде всего, что недавние резкие противофазные скачки уровней Арала и Каспия возникли на пике экспансии нефтегазодобывающей промышленности, набиравшей здесь темпы с 1956 г., и совпали с периодом проведения на плато Устюрт, а также в долинах рек Амударья и Сырдарья серии промышленных подземных ядерных взрывов (ПЯВ) (рис. 7, табл. 1).

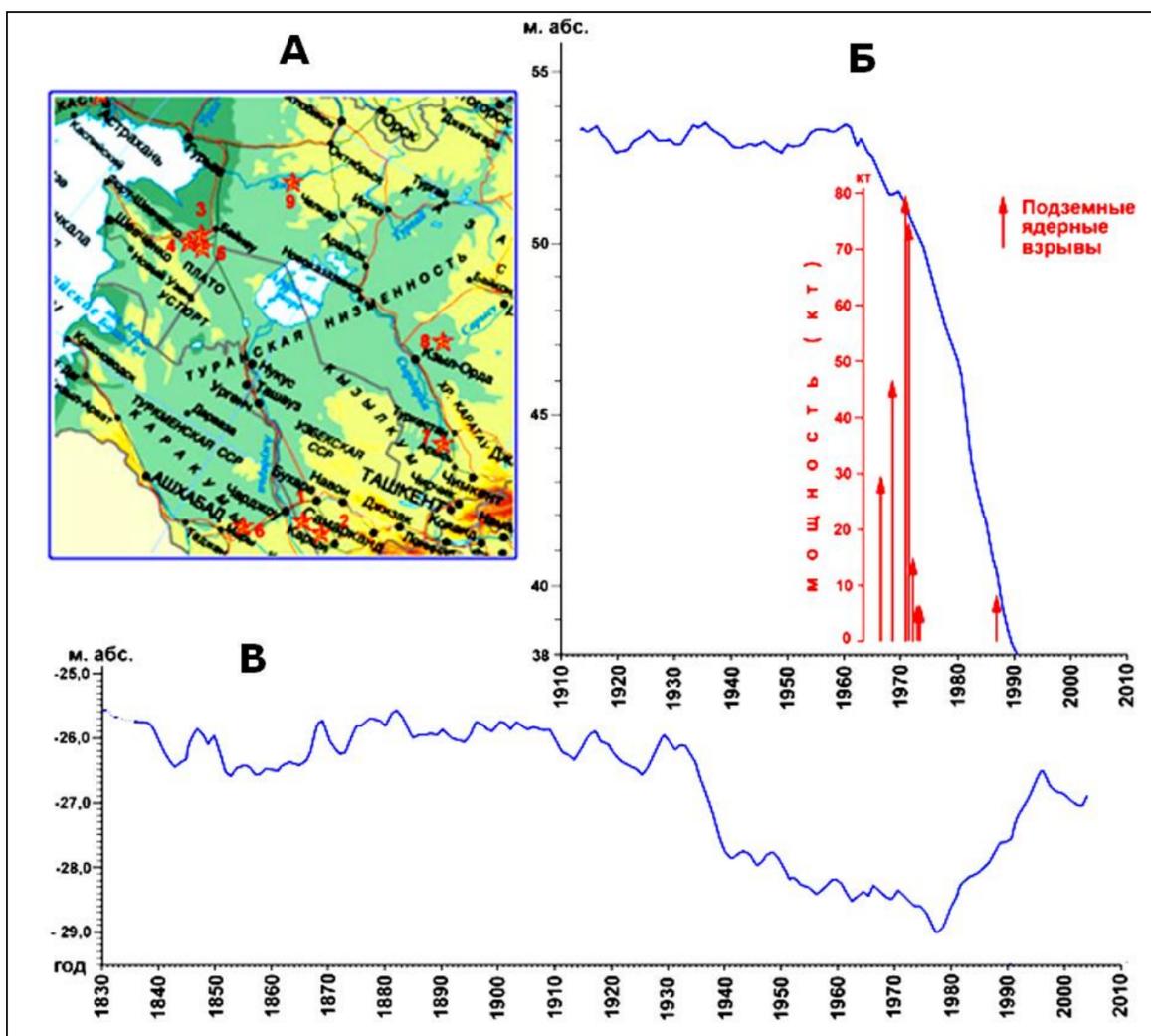


Рис. 7. Схема расположения подземных ядерных взрывов (А) и графики колебаний Аральского (Б) и Каспийского (В) морей. Стрелками отмечены дата и мощность ПЯВ (составлено автором в 2010).

Таблица 1

Подземные ядерные взрывы в Арало-Каспийском регионе (к рис. 7)

№ Пп.	Наименование взрыва	Дата взрыва	Координаты взрыва	Глубина, м	Мощность взрыва, кТ	Магнитуда, баллы
1	Урта-Булак	30.09.66	38,8N; 64,5E	1532	30	5,1
2	Памук	21.05.68	38,916N; 65,159E	2440	47	5,4
3	Мангышлак-2Т	6.12.69	43,8S2N; 54,783E	407	30	5,8
4	Мангышлак-6Т	12.12.70	43,851N; 54,774E	740	80	6,1
5	Мангышлак-1Т	23.12. 70	43,827N; 54,846E	470	75	6,1
6	Кратер	11.04.72	1720	15	4,9
7	Меридиан-3	15.08.73	42,711N; 67,410E	600	6,3	5,3
8	Меридиан-2	19.09.73	45,635N; 67,850E	400	6,3	5,2
9	Батолит-2	03.10.87	47,605N; 56,227E	1002	8,5	5,2

ГОЛУБОВ Б.Н. Аномальный подъём уровня Каспийского моря и катастрофическое обмеление Аральского моря
КАК РЕЗУЛЬТАТ ДРЕНИРОВАНИЯ АРАЛА ПОД ПЛАТО УСТЮРТ И В КАСПИЙ ВСЛЕДСТВИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ НЕДР

Заметный вклад в техногенную дестабилизацию недр региона внесли и другие виды промышленности. Это, в частности, добыча урана в Западном Казахстане на полуострове Мангышлак и соляной промысел в заливе Кара-Богаз-Гол в Туркменистане. Состояние недр в междуречье Амударьи и Сырдарьи в Центрально-Кызылкумском регионе Узбекистана заметно преобразовали деятельность Зарафшанского золото-уранодобывающего комплекса и Навоийского горно-металлургического комбината, разработка Джерой-Сардаринского фосфоритного месторождения, эксплуатация сложной системы гидротехнических и оросительных сооружений в бассейнах этих рек и т.д.



Рис. 8. Хозяйственная деятельность в Арало-Каспийском регионе: **А** — строительство АЭС в Актау (тогда город Шевченко) на базе уран-фосфор-редкометалльного месторождения Меловое, фото начала 1960-х гг. из историко-краеведческого музея Актау; **Б** — Навоийский горно-металлургический комбинат приступило к отработке пятой очереди карьера по добыче золота месторождения Мурунтау, основной сырьевой базы предприятия; **В** — предприятие по переработке глауберовой соли (мирабилита) на Кара-Богаз-Голе; **Г** — орошаемые земли в бассейнах рек Сырдарьи и Амударьи (голубым цветом обозначены реки, красным — ирригационные каналы, зеленым — орошаемая территория). Фото с сайтов: <https://www.youtube.com/watch?v=NZ2dIua-QrM>; <https://ru.sputniknews-uz.com/economy/20180226/7595587/uzbekistan-pyatuyu-ochered-zolotorudnogo-karera-muruntau.html>; <https://zen.yandex.ru/media/sergeydolya/turkmenistan-karabogazgol-i-kurort-avaza-5a3256cda815f165ec174dda?>, <http://dem.kg/index.php/en/article/14057/usilivayushchiysya-defitsit-vody-i-snizhenie-kachestva-rechnogo-stoka-usilivayut-protivorechiya-mezhdu-stranami-tsa-ekspert>

До сих пор многие исследователи наивно полагают, что сила антропогенного воздействия на природу способна видоизменять лишь режим экзогенных геологических процессов во внешних оболочках географической среды региона, не затрагивая его недр. Вместе с тем, уже в третьей четверти XX в. отдельные геологи стали выявлять признаки того, что сила неуклонно нарастающего техногенного преобразования недр Арало-Каспийского региона обретает уже не точечный, а региональный масштаб и становится соизмеримой с мощностью природных эндогенных тектонических процессов. «Разбалансированное» поведение недр в условиях мощных техногенных нагрузок становится, как правило, непредсказуемым, что повышает, в частности, риск аварийных ситуаций при разработке месторождений нефти и газа.

Всю ответственность за обмеление Арала принято перекладывать на непомерное расширение площади орошаемых земель в бассейне этого озера, что, однако, вызывает большие сомнения. С 1940 по 1960 гг. искусственный водозабор из рек Амударьи и Сырдарьи (суммарный сток 127 куб. км/год) возрос от 52,3 до 63,89 куб. км/год, что, однако, не сказывалось на уровне Арала [Проблема... 1985]. С 1911 по 1960 гг. он стабильно удерживался вблизи отметки плюс 54 м. В 1950 г. правительство СССР, учитывая значительные запасы воды рек Амударьи и Сырдарьи, приняло постановление об активизации орошения земель, предусматривая незначительное снижение уровня Аральского моря на безопасную величину. Эти расчеты подтверждалось вплоть до 1960-х гг., и планы мелиорации не предвещали беды. Внезапно к 1970 г. приток воды к Аралу уменьшился до 42 куб. км/год, а уровень его за 10 лет упал на 2 м. Это заставило срочно внести поправки в климатические расчеты водного баланса моря. В итоге в 1980 г. было признано, что к 1985 г. средний приток поверхностных вод в Арал уменьшится еще на 15 куб. км/год, а уровень моря упадет до отметки +46 м абс. Но фактически падение уровня моря оказалось более значительным: в 1983 г. уровень Арала был на 1,2 м ниже, чем ожидалось, то есть климатологический подход к оценке ситуации не оправдал себя. Но, несмотря на это, возникло стойкое предубеждение, что катастрофа Арала обусловлена непомерным расширением площадей орошаемого земледелия и может быть предотвращена путем переброски вод Иртыша и Оби к югу. При этом игнорировался тот факт, что предельно допустимая для Арала площадь орошаемых земель составляла 8 млн. га, а к 1961 г. орошаемые земли занимали здесь не более 6 млн. га. То есть, в «резерве безопасности» оставалось ещё 2 млн. га!

Таким образом, причина резкого падения уровня Арала кроется не в плавном расширении площади орошаемых земель, а в чем-то ином: на подступах к морю стали срабатывать какие-то неизвестные механизмы перехвата стока рек Амударьи и Сырдарьи.

**ГОЛУБОВ Б.Н. АНОМАЛЬНЫЙ ПОДЪЁМ УРОВНЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ И КАТАСТРОФИЧЕСКОЕ ОБМЕЛЕНИЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ
КАК РЕЗУЛЬТАТ ДРЕНИРОВАНИЯ АРАЛА ПОД ПЛАТО УСТЮРТ И В КАСПИЙ ВСЛЕДСТВИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ НЕДР**

Практически одновременно с обмелением Арала произошло резкое сокращение на 14% площади бессточного озера Лобнор в Китае [Эдельштейн 2005; Jin et al. 1990; Jin 1995], которое соседствует с военным ядерным полигоном (рис. 9).

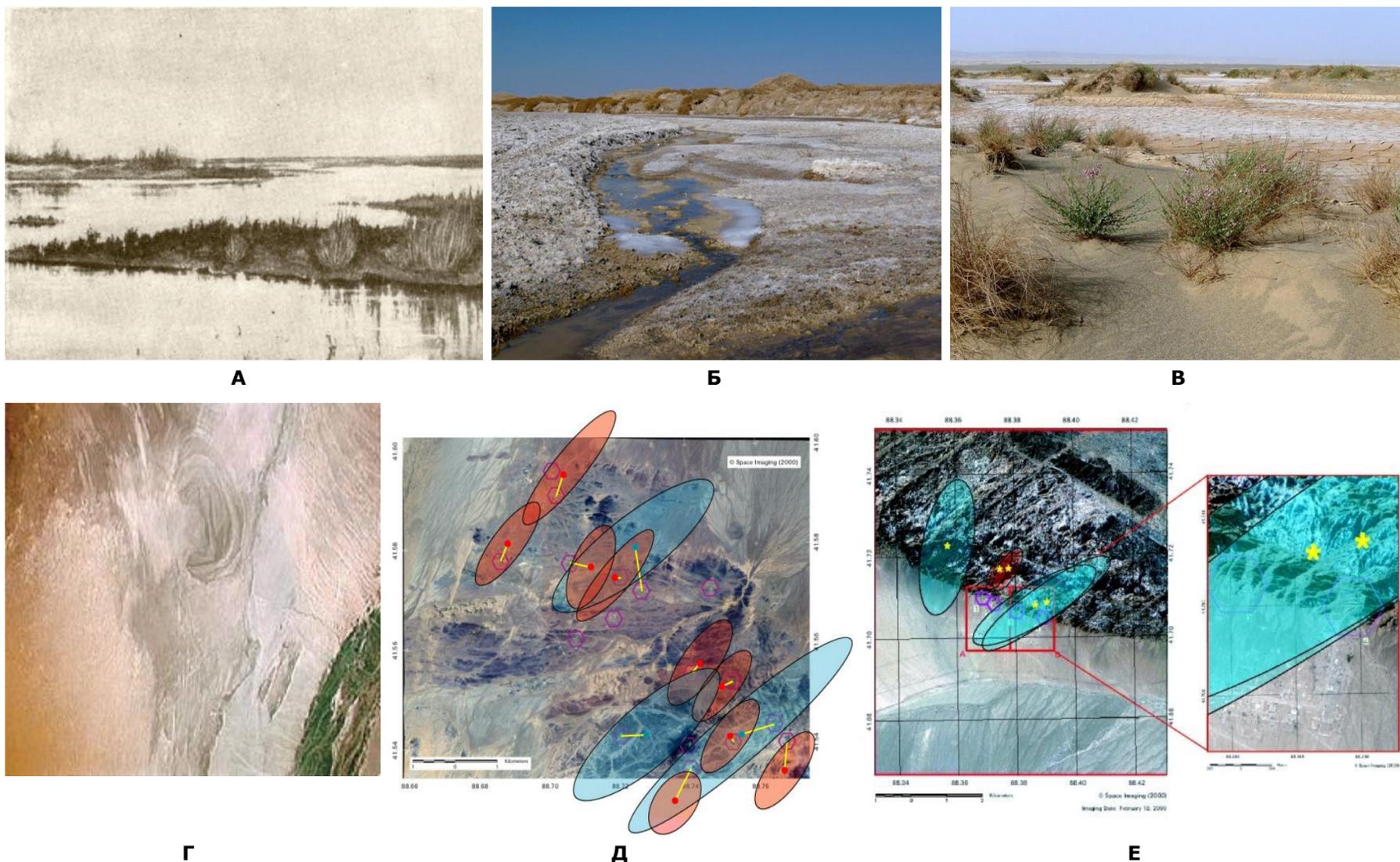


Рис. 9. Озеро Лобнор в Синьцзян-Уйгурском автономном районе Китая: полноводное в 1870-е гг., фото Роборовского из материалов экспедиции Пржевальского (А), и высохшее в 2000-е гг. (Б) и в 2014 г. (Б'), фото с сайтов <http://webmandry.com/vysohshee-solyanoe-ozero-lobnog-v-kitae-interesnye-fakty-foto-gde-nahoditsya/> и <http://www.ecns.cn/visual/hd/2014/07-25/44228.shtml>; в нижнем ряду — спутниковый снимок пустыни с бассейном высохшего озера Лобнор (ухообразная депрессия) в 2006 г. (Г), фото NASA с сайта <https://www.businessinsider.de/nasa-aufnahmen-zeigen-ausgetrockneten-lop-nor-see-2017-4>, и места проведения подземных ядерных взрывов, проведенных между октябром 1976 и июлем 1996 на испытательном полигоне Лобнор: области вертикальных шахт (Д) и подземных горизонтальных тоннелей (Е), с сайта <https://www.ideo.columbia.edu/~felixw/research/LopNor.html>

Заметно обмелело сейчас и озеро Чаган, которое было создано 15 января 1965 г. с помощью ядерного взрыва на Семипалатинском испытательном полигоне (рис. 10).



Рис. 10. Озеро Чаган — воронка от ядерного взрыва после заполнения водой: в 1965 г. (А), фото с сайта <http://chagan-tranzit.ru/?p=291>, и в 2000-е гг. (Б), фото с сайта https://carlwillis.wordpress.com/2012/08/13/visit-to-the-semipalatinsk-nuclear-test-site/8_chagan-003/

Отсюда возник вопрос: случайно ли такое совпадение подземных ядерных взрывов с резкими скачками уровней водоемов Средней Азии, или же оно было неизбежным — в силу неких более глубоких причин?

Поначалу наш ответ сводился к тому, что подземные ядерные взрывы на плато Устюрт обусловили подземный переток вод Арала в сторону Каспия по карстовым пустотам в карбонатных породах верхнего миоцена, а подземные ядерные взрывы в долинах рек Амударьи и Сырдарьи сформировали ловушки фильтрационного перехвата стока поверхностных и подземных вод на подступах к Аралу [Голубов 2008, 2009.а–в]. При этом основное внимание уделялось нами техногенному перехвату подземного стока со стороны Аральского моря в сторону Каспия, спровоцированному ПЯВ в различных гидрогеологических условиях, свойственных, с одной стороны, долинам рек Амударья и Сырдарья, а с другой, — Устюрт-Мангышлакскому плато. При этом мы допускали, что возникшая таким образом подземная связь вод Арала и Каспия осуществляется лишь в

**ГОЛУБОВ Б.Н. Аномальный подъём уровня Каспийского моря и катастрофическое обмеление Аральского моря
КАК РЕЗУЛЬТАТ ДРЕНИРОВАНИЯ АРАЛА ПОД ПЛАТО УСТЮРТ И В КАСПИЙ ВСЛЕДСТВИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ НЕДР**

закарстованном пространстве пород сарматского и мэотического ярусов. Но эта предварительная схема неоправданно абсолютизировала непроницаемость флюидоупорных глин в основании сармата и тем самым исключала возможность постоянной подземной связи вод Арала и Каспия в более глубоких водоносных горизонтах, особенно в альб-сеноманском. Этот пробел был впоследствии частично устранен в последующих наших работах [Голубов, Пронин 2013; Golubov, Pronin 2013; Голубов 2017], в которых было показано, что в область подземной гидравлической связи двух морей под плато Устюрт следует включать и подстилающую толщу водонасыщенных пород, особенно терригенных пород олигоцена — нижнего миоцена и альб-сеноманского водоносного горизонта. Это подводило к тому, что подземная связь Арала и Каспия могла неоднократно возникать и прерываться в геологическом прошлом, т.е. должна рассматриваться не только как техногенное, но и как природное явление, которое заслуживает более детального изучения. Без этого двойкий характер такой связи остается пока не вполне ясным и расценивается порой как нечто экзотическое и надуманное.

Вопрос о подземной связи вод Арала и Каспия был сформулирован нами ещё в 1982 г. на межведомственном совещании «Палеогеография позднего кайнозоя Каспийского и Аральского морей» (в Московском государственном университете) и уточнен в последующих наших работах [Голубов 1995.а, б, 2008]. Сходную точку зрения высказывают также и некоторые другие исследователи [Кононов 1993; Кривошей 1997; Алклычев 2000].

О впадине Каспийского моря

Климатологическая концепция водного баланса Каспия как бессточного водоема сводится к модели замкнутой «кастрюли» с непроницаемым дном, которая на поверку оказалась несостоятельной. Эта примитивная модель вступила в противоречие с данными о многообразии форм связи вод Каспия с подземной гидросферой и привела к грубым ошибкам в официальных прогнозах колебаний уровня этого моря.

Следует признать, что до 1960-х годов краткосрочные и долгосрочные климатологические прогнозы колебаний уровней Арала и Каспия являлись довольно успешными. Но затем такие прогнозы стали ошибочно занижать ожидаемые темпы усыхания Арала и предсказывать прогрессирующее обмеление, а не подъем уровня Каспия. К 80-м годам Каспий уже седьмой год поднимался с феноменально высокой скоростью, достигавшей порой 32, а позднее и 40 см/год. До сих пор не достигнуто понимание того, что прогнозы колебаний уровня этого моря обречены на провал, если не будет учитываться множество форм связи этого моря с подземной гидросферой, а точнее — с изменчивостью флюидодинамических систем его недр.

Формирование впадины Каспийского моря в плиоцен-четвертичное время сопровождалось резкой перестройкой структуры земной коры, которая, судя по ряду признаков, не завершилась до сих пор, т.е. минеральный скелет горных пород-коллекторов здесь находится сейчас в предварительно напряженном состоянии, а режим содержащихся в этих коллекторах флюидов в виде подземных вод, нефтей и газов неустойчив. Поэтому даже незначительные природные или техногенные нагрузки на недра впадины Каспийского моря могут вызвать резкие возмущения режима геодинамической активности и потоков подземных флюидов. В частности, проявления новейшего и современного магматического вулканизма, а также гидротермальной активности недр впадины Каспийского моря как важнейших ее особенностей до сих пор не привлекают должного внимания нефтяников, что в обозримой перспективе может обернуться грубыми ошибками при проходке и разработке недр [Голубов 2009.а–в]. Без картирования таких участков внедряться в дно Каспия, о коварстве которого сложены легенды и мифы, по крайней мере, опрометчиво.

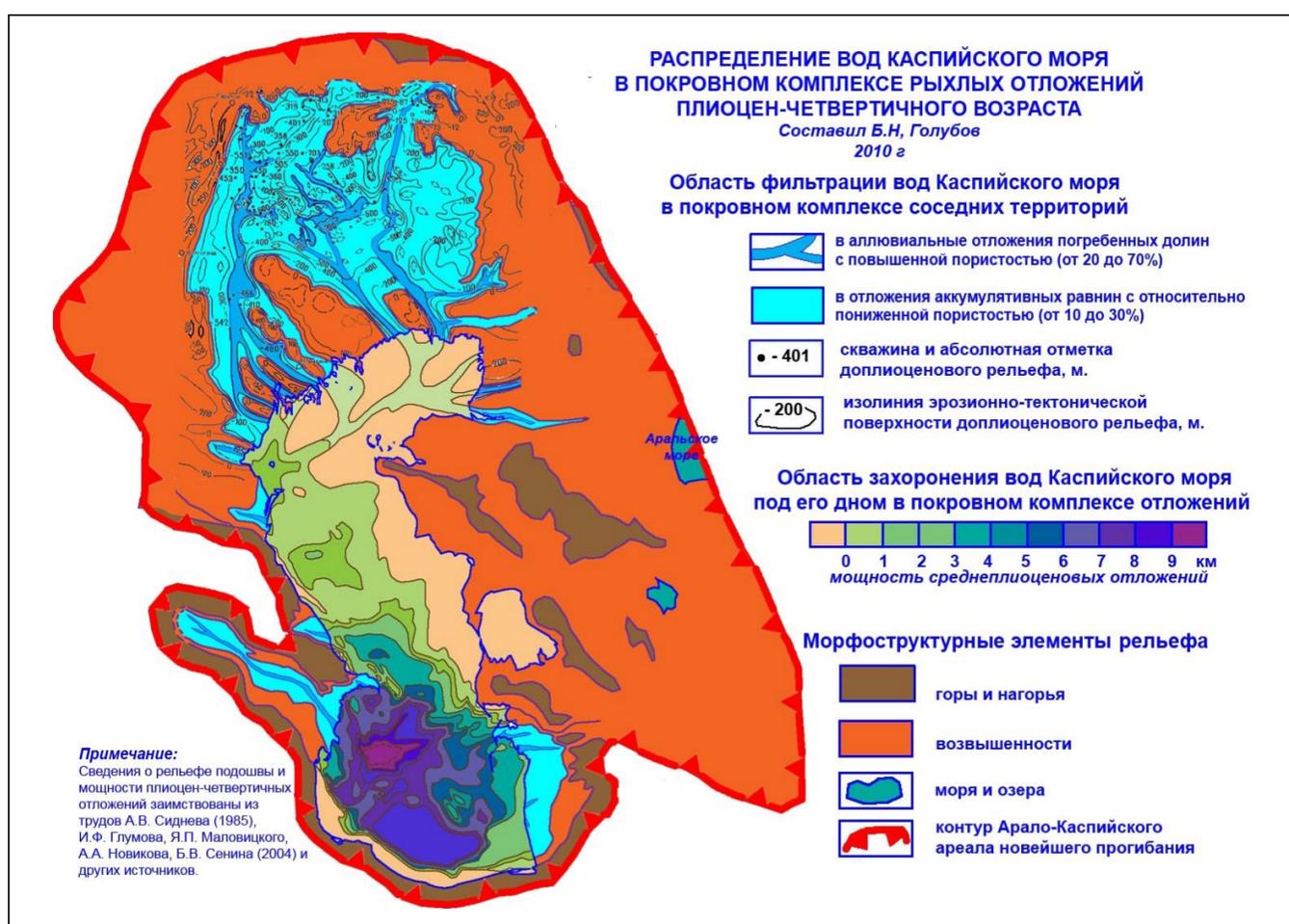


Рис. 11. Распределение вод Каспийского моря в рыхлых отложениях плиоцен-четвертичного возраста (составлено автором в 2010)

Признаками незавершенности перестройки структурного плана земной коры региона, зародившейся в плиоцене, служат также ее изостатическая неуровновешенность, повышенная сейсмичность, разнонаправленные современные подвижки блоков горных пород и земной поверхности, фиксируемые по данным геодезии, грязевой вулканизм, гидротермальная деятельность и т.д.

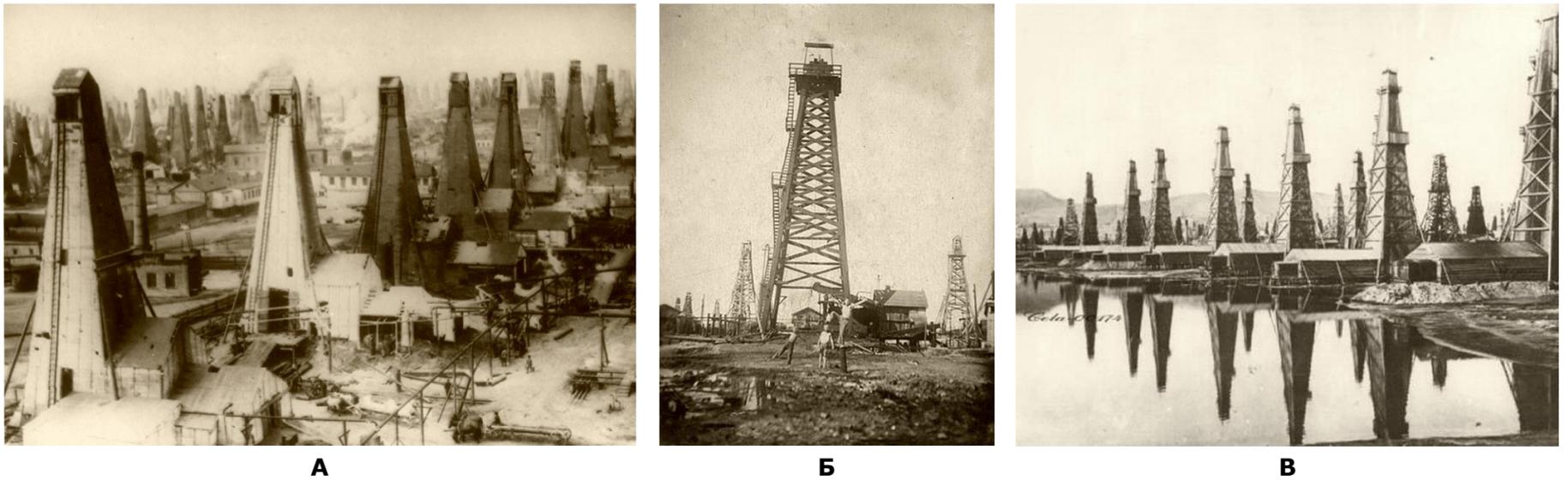
ГОЛУБОВ Б.Н. Аномальный подъём уровня Каспийского моря и катастрофическое обмеление Аральского моря
КАК РЕЗУЛЬТАТ ДРЕНИРОВАНИЯ АРАЛА ПОД ПЛАТО УСТЮРТ И В КАСПИЙ ВСЛЕДСТВИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ НЕДР

О техногенном вмешательстве в недра впадины Каспийского моря

В истории техногенного вмешательства в недра впадины Каспийского моря достаточно условно выделяются три этапа: 1844—1959 гг.; 1960 — конец 1980-х гг. и современный (с 1990-х гг. и до наших дней).

К концу XIX столетия экспансия нефтяной промышленности кроме Апшеронского полуострова охватила месторождения Приморского Дагестана, Западной Туркмении и Северного Прикаспия. Были замечены крупные просадки рельефа в результате усиленной добычи нефти и газа. В 1900 г. во множестве скважин здесь началось обводнение продуктивных пластов.

В 1904—1949 гг. рост нефтедобычи поддерживался вводом новых месторождений в обрамлении Каспия практически по всему его периметру и, кроме того, началась добыча нефти под дном моря. В 1922 г. были возобновлены начатые еще в 1910 г. работы по засыпке морского участка Биби-Эйбатской антиклинали, и с 1923 г. здесь появились первые буровые разведочные и эксплуатационные скважины.



А

Б

В

Рис. 12. Нефтедобыча на Каспии:

на месторождении Нобеля в Баку, 1903 г. (А); в советские годы на Мухтарове, Балаханы, 1931 г. (Б) и в Баку, 1941 г. (В)

Начиная с 1930 г. на Каспии были развернуты морские геофизические исследования, картировочное бурение с баркасов и т.д., а в 1941 г. началось уже применение морской сейсморазведки. Дальнейшее развитие этих работ затормозила, хотя и не прервала полностью, Великая Отечественная война. К началу войны развитие нефтедобывающей промышленности на Каспийском море было связано практически с освоением всего двух месторождений: Биби-Эйбат и Остров Артема. В обрамлении же Каспия глубина техногенного воздействия на недра не превышала 3 км и затрагивала, как правило, слабонапорные флюидодинамические системы гравитационно-конвекционного или элизионного типов. При этом изменялось гипсометрическое положение водонефтяных контактов, откачивались пластовые флюиды, формировались депрессионные воронки, истощались водоносные горизонты верхних гидрогеологических этажей на обширных пространствах региона и т.д. Все этому содействовало применение новых технологий: использование глубинных насосов, внедрение турбинного способа бурения и газлифта.

Послевоенный период характеризуется вводом в разработку новых морских месторождений Апшероно-Челекенского порога вблизи берегов Азербайджана и Туркмении, нескольких месторождений Бакинского архипелага, а также бурением единичных поисково-разведочных скважин на структурах Инче-море и Каякент у берегов Дагестана. Расширялся также фронт поиска, разведки и добычи углеводородного сырья на множестве месторождений в обрамлении Каспия.

Такое широкомасштабное наступление по площади и по глубине на недра региона сопровождалось, с одной стороны, все большим охватом зон развития аномально высокого пластового давления (АВПД), а, с другой, — наращиванием мощности технических средств проходки и разрушения горных пород, а также репрессий на пласты с целью повышения их нефтеотдачи. Наиболее активно разгерметизация высоконапорных флюидодинамических систем с АВПД осуществлялась в Южно-Каспийской впадине, которая приобрела здесь массовый характер. При этом возросли также скорости бурения, значительно увеличились объемы закачиваемой в недра воды.

В результате эффект техногенного воздействия на флюидодинамику недр впадины Каспийского моря начал резко изменяться. Разгерметизация зон АВПД стала вызывать переток флюидов снизу-вверх, нивелировать откачивающий эффект ранее возникших депрессионных воронок и обеспечивать подпор приповерхностных водоносных горизонтов. Признаком такой инверсии служит, в частности, заметное изменение с 1949 г. числа и периодичности извержений грязевых вулканов Апшерона и Кобыстана¹.

¹ Кобыстан (Гобустан) — гористое урочище на берегу Каспия, к югу от Баку.

Подмечено также, что в приповерхностных слоях терригенных отложений Южно-Каспийской впадины стали формироваться техногенные залежи нефти и газа за счет перетока глубинных флюидов, резко повысились минерализация подземных вод и их уровень. Были отмечены аномально высокие дебиты источников, которые, по мнению местных гидрогеологов, не увязывались с режимом поверхностных вод и атмосферных осадков. Эти данные наводили на мысль, что с недрами впадины Каспийского моря творится что-то неладное.

Развернувшиеся в 1960-х, в начале 1990-х гг. широкомасштабные планомерные геолого-геофизические морские и наземные исследования привели к тому, что по степени и детальности изученности геологического строения впадина Каспийского моря не имела себе равных в мире.

Результатом стало резкое расширение масштабов техногенного вмешательства в недра этой впадины. Новым фактором такого мощного воздействия явились подземные ядерные взрывы (ПЯВ). В обрамлении Каспия начиная с середины 1960-х гг. эти взрывы использовались для создания подземных емкостей в соляных куполах, провальных воронок на полуострове Мангышлак, для глубинного сейсмического зондирования земной коры региона. То, что ПЯВ коренным образом нарушили флюидодинамику и геодинамическую активность недр на Астраханском и Оренбургском месторождениях, а также ряде других месторождений, освоение которых было связано с применением ядерно-взрывных технологий, очевидно вполне.

ГОЛУБОВ Б.Н. Аномальный подъём уровня Каспийского моря и катастрофическое обмеление Аральского моря
КАК РЕЗУЛЬТАТ ДРЕНИРОВАНИЯ АРАЛА ПОД ПЛАТО УСТЮРТ И В КАСПИЙ ВСЛЕДСТВИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ НЕДР

ГОЛУБОВ Б.Н. Аномальный подъём уровня Каспийского моря и катастрофическое обмеление Аральского моря
КАК РЕЗУЛЬТАТ ДРЕНИРОВАНИЯ АРАЛА ПОД ПЛАТО УСТЮРТ И В КАСПИЙ ВСЛЕДСТВИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ НЕДР

Геологические предпосылки подземной связи вод Арала и Каспия

Говоря о геологических предпосылках подземной связи вод Арала и Каспия следует, во-первых, указать на превышение уровня Аральского моря над Каспийским. Этот факт был установлен путем барометрического нивелирования ещё «Военно-ученой экспедицией», которая под руководством полковника Генерального штаба Ф.Ф. фон Берга в 1825–1826 гг. проводила исследования на малоизученном тогда плато Устюрт².

² Отчёты экспедиции утеряны. Сохранился в виде документа «Топографический журнал пространства Кыргызские степи между Каспийским и Аральским морями экспедиции с 1825 на 1826 год» — первое известное топографическое описание Устюрта.



Рис. 13. Генерал-фельдмаршал Фёдор Фёдорович фон Берг (Friedrich Wilhelm Rembert von Berg, 1794–1874), фото конца 1860-х гг.

Экспедиция фон Берга вышла из крепости Сарайчиковской (в низовьях реки Урал) к заливу Мертвый Култук. Описав его, экспедиция примерно по 45-й параллели проложила маршрут от Каспийского моря к Аральскому и обратно. По ходу маршрута выполнялся обширный объем работ по определению координат отдельных пунктов, к которым были приурочены барометрические наблюдения и вычисление высот местности; изучалось геологическое строение района, орография, гидрография, определялись границы и протяженность географических объектов [Левшин... 1832]. Выяснилось, что перешеек, разделяющий Каспийское и Аральское моря, втрое уже, чем это изображалось на географических картах того времени, впервые были даны более точные очертания западного побережья Аральского моря, обозначены северные, западные и восточные уступы (чинки³) плато Устюрт.

³ Чинк — местное название обрывов, уступов высотой до 350 м, ограничивающих приподнятые плоские участки земной поверхности (плато или небольшие столовые останцы). Название распространено в Казахстане и Средней Азии. Чаще всего чинком называются обрывы плато Устюрт.

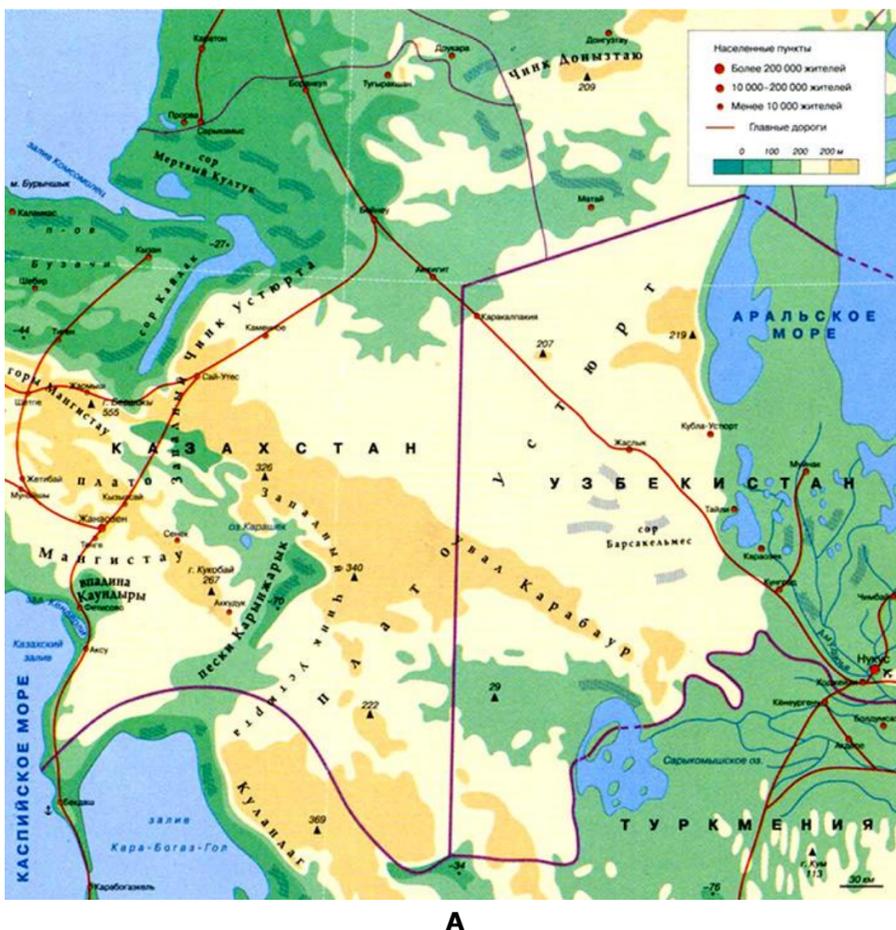


Рис. 14. Плато Устюрт: карта (А) с сайта <http://geosfera.org/aziya/1508-ustyurt.html>; вид на чинки (Б) и восточный чинк (В), фото с сайтов <https://udivitelnoe.temaretik.com/718136326349392474/udivitelnoe-po-krasote-i-zagadochnoe-plato-ustyurt/> и <http://www.shatuny.narod.ru/10ustiurt/imgp9612.jpg>

Барометрическим нивелированием было установлено, что на тот момент уровень Аральского моря превышает уровень Каспийского моря на 117,652 английских футов (35,86 метра). Было установлено, так же, как и в Аральском море, отступление береговой линии Каспийского моря [Левшин 1996; Магидович, Магидович 1985].

То, что Арал может служить потенциальной «водокачкой» по отношению к Каспию, побуждало исследователей к поиску следов пролива или речной артерии, которые, если верить мифам и легендам, могли соединять эти моря. Не вдаваясь в историю таких исследований, отметим только, что все они исключали поиск путей подземной связи вод Арала и Каспия.

ГОЛУБОВ Б.Н. Аномальный подъём уровня Каспийского моря и катастрофическое обмеление Аральского моря
КАК РЕЗУЛЬТАТ ДРЕНИРОВАНИЯ АРАЛА ПОД ПЛАТО УСТЮРТ И В КАСПИЙ ВСЛЕДСТВИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ НЕДР

**ГОЛУБОВ Б.Н. АНОМАЛЬНЫЙ ПОДЪЕМ УРОВНЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ И КАТАСТРОФИЧЕСКОЕ ОБМЕЛЕНИЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ
КАК РЕЗУЛЬТАТ ДРЕНИРОВАНИЯ АРАЛА ПОД ПЛАТО УСТЮРТ И В КАСПИЙ ВСЛЕДСТВИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ НЕДР**

Во-вторых, следует обратить внимание на своеобразие водоносного комплекса миоценовых отложений плато Устюрт, сложенных пористыми, кавернозными, закарстованными карбонатными и терригенными породами. Эти отложения подстилаются региональным флюидоупором глин палеогена, поверхность которого залегает в ряде случаев на абсолютных отметках ниже уровня Аральского (плюс 54 м) и Каспийского (минус 28 м) морей. Поэтому воды этих морей внедряются вглубь суши в пустотное пространство отложений миоцена в виде двух «клиньев» — восточного (приаральского) и западного (прикаспийского), контуры которых в разновозрастных горизонтах миоцена определяются стратоизогипсами плюс 54 м и минус 28 м соответственно.

До 1960-х гг. эти «клинья» были разобщены естественной перемычкой, и восточный «клин» оставался подвешенным по отношению к западному. В геологическом прошлом, судя по отметкам прибрежных морских террас и горизонтальных ходов карстовых полостей Мангышлака и Устюрта, уровень Каспия поднимался, перемычка исчезала и устанавливалась непосредственная подземная гидравлическая связь Арала и Каспия [Голубов, Пронин 2013]. Поэтому не случайно остатки ископаемой фауны Каспия обнаружены в отдельных слоях плиоцена и плейстоцена, развитых в Приаралье у восточного чинка Устюрта, а обитатели подземных вод обнаружены в Каспийском море у берегов Мангышлака.

Возможно ли возобновление такой связи в наши дни? Несомненно, если разрушить указанную перемычку и обеспечить тем самым дренирование вод восточного «клина» подземных вод в сторону Каспия (рис. 15).

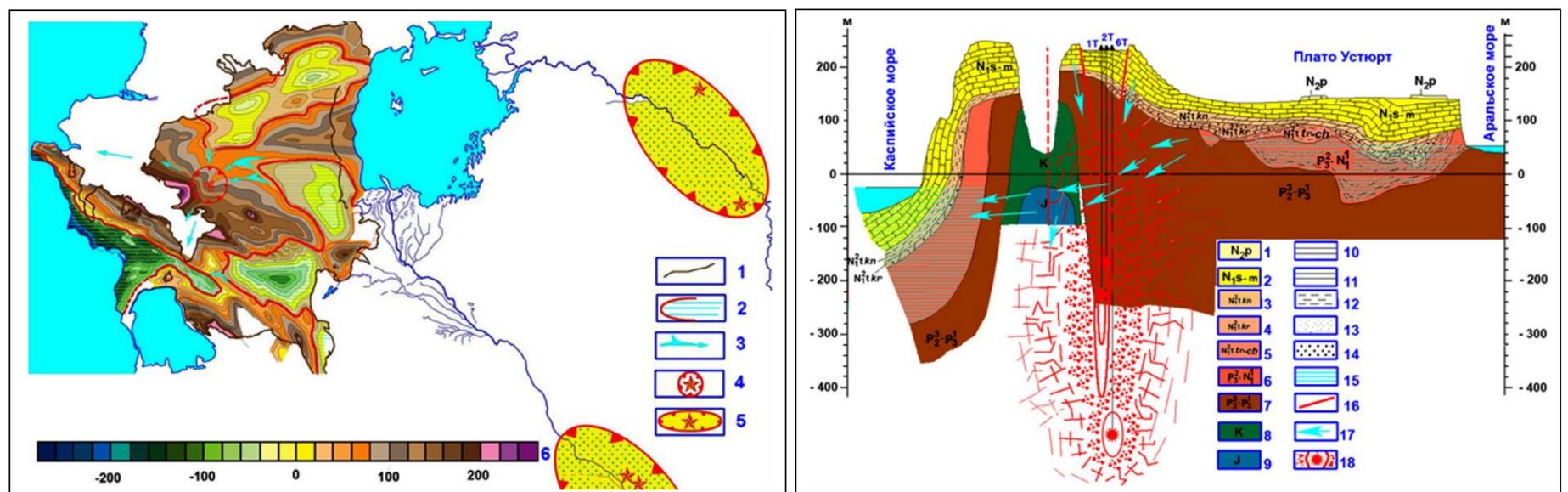


Рис. 15. Схемы техногенного перехвата (составлены автором в 2010 г.):

А — подземного стока Арало-Каспийского региона в плане: **1** — чинк плато Устюрт; **2** — области внедрения вод Арала и Каспия в пустотное пространство отложений миоцена; **3** — пути дренирования подземных вод; **4** — зона провалных воронок ПЯВ «Мангышлак — 1Т, 2Т, 6Т»; **5** — участки поглощения поверхностных и подземных вод в долинах Амударьи и Сырдарьи в зонах ПЯВ; **6** — глубина залегания кровли водоупорных глин палеогена; **Б** — подземного стока на плато Устюрт в разрезе: **1–9** — разновозрастные отложения; **10–14** — литологический состав пород; **15** — области внедрения вод Арала и Каспия в пустотное пространство отложений миоцена; **16** — разрывные нарушения; **17** — пути дренирования подземных вод; **18** — зоны ПЯВ

Соотношение природных и техногенных факторов эволюции подземной связи вод Аральского и Каспийского морей

Как уже отмечалось выше, Аральский кризис почти безоговорочно принято связывать с непомерным расширением площади орошаемых земель в долинах рек Амударья и Сырдарья. Критический анализ этой точки зрения, с которой изначально не соглашались отдельные исследователи, показал, что, действительно, укоренившееся истолкование последствий техногенного вмешательства в гидросферу региона вызывает нарекания в методическом отношении по трем основным позициям.

Во-первых, настораживает излишнее выпячивание роли климатического фактора в наблюдаемых сдвигах состояния оболочек географической среды региона. Хотя до 60-х годов XX века климатологические прогнозы колебаний уровней Арала и Каспия являлись довольно успешными и отвечали запросам хозяйства региона, но затем такие прогнозы стали ошибочно занижать ожидаемые темпы усыхания Арала и предсказывать прогрессирующее обмеление, а не подъем уровня Каспия после 1978 г. Один только этот факт должен был навести на подозрения, что с 1960–1970-х гг. колебания уровней этих озёр стали регулироваться не только климатическим, но и ещё каким-то новым и ранее неучтенным фактором. Поиск необходимых поправок, однако, не был налажен, что только укрепило заблуждения в механизмах регулирования уровней этих озёр.

Во-вторых, игнорируется многообразие форм связи вод Арала и Каспия с подземной гидросферой. До сих пор эти моря неоправданно рассматриваются как разобщенные бессточные водоемы с практически непроницаемым дном, водный баланс которых определяется лишь соотношением притока поверхностных вод и потерь их на испарение. Подземный сток в моря со стороны суши в таких схемах признается нулевым или пренебрежимо малым и постоянным, а факт внедрения вод Арала и Каспия в дно и берега не учитывается вовсе. В целом признается лишь косвенная взаимосвязь колебаний уровней Арала и Каспия, опосредованная особенностями циркуляции атмосферы. Мысль о возможности непосредственной подземной гидравлической связи этих морей и взаимной обусловленности колебаний их уровней здесь не допускается. Четкое понимание границ «подземных берегов», а также статического объема вод Аральского и Каспийского морей отсутствует и в построениях гидрогеологов, связанных с оценкой подземного стока в эти моря со стороны суши. Такие оценки проводятся, как правило, отдельно для каждого из этих морей, без учета того, что в силу своего гипсометрического положения, а также особенностей геологического строения дна и берегов Арал является потенциальной областью подземной подпитки вод Каспия. Судя по ряду признаков, в недавнем геологическом прошлом, в постплиоценовое время, неоднократно возникала и прерывалась непосредственная подземная связь вод Арала и Каспия. Не мог ли вновь возникший пока загадочный фактор вновь обеспечить срабатывание Аральской «водокачки» и возобновить дренирование её вод в сторону Каспия?

В-третьих, как уже отмечалось нами выше, резкие скачки уровней Арала и Каспия зародились на пике экспансии нефтегазодобывающей промышленности, набравшей здесь темпы примерно с 1956 г., и совпали с периодом проведения множества промышленных подземных ядерных взрывов (ПЯВ) в окрестности этих озёр.

Голубов Б.Н. Аномальный подъём уровня Каспийского моря и катастрофическое обмеление Аральского моря
КАК РЕЗУЛЬТАТ ДРЕНИРОВАНИЯ АРАЛА ПОД ПЛАТО УСТЮРТ И В КАСПИЙ ВСЛЕДСТВИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ НЕДР

Таким образом, особенности неотектонического развития в плиоцен-четвертичное время структуры слоев водоупорных глин палеогена и нескольких возрастных генераций карста в карбонатных отложениях миоцена Устюрта и Мангышлака создали естественные предпосылки для подземной гидравлической связи вод Арала и Каспия, которая эпизодически возникала в периоды максимальных трансгрессий Каспия и была прервана в конце плейстоцена. В наши дни мощные техногенные возмущения состояния недр и режима подземной гидросферы вновь спровоцировали такую связь и обусловили наблюдаемые ныне противофазные резкие скачки уровней Арала и Каспия, что затушевало действие климатического фактора, как одного из регуляторов водного баланса этих морей.

При этом в срабатывании техногенных механизмов возобновления подземной связи вод Арала и Каспия можно выделить два этапа, первый из которых, «подготовительный», был связан с бурением густой сети буровых скважин в регионе, которые нарушили целостность флюидоупора глин палеогена и обусловили формирование множества депрессионных воронок в водоносном комплексе миоценовых отложений, что, однако, не сразу сказалось на поведении Арала. До 1961 г. его уровень продолжал находиться на средней абсолютной отметке плюс 53,06 м. Но в 1961—1969 гг., когда усилилось дренирование вод моря в недра, его уровень стал понижаться со скоростью 27 см/год. С 1969 г. скорость обмеления Арала значительно возросла и к 1975 г. достигла значений 71 см/год. Причиной тому явились ПЯВ, обеспечившие перехват подземного стока двух видов. Во-первых, ПЯВ на плато Устюрт разрушили указанную выше перемычку и обеспечили дренирование приаральского «клина» подземных вод в сторону Каспия.



А



Б

Рис. 16. А — следы человеческой деятельности в зоне проведения ПЯВ на плато Устюрт; Б — пустыня Аралкум. Дорога из Муйнака по бывшему дну Аральского моря. Фото с сайтов http://www.ermite.ru/2011_08_01_archive.html?m=0 и <https://www.gazeta.uz/ru/2017/05/25/aral/>

Во-вторых, ПЯВ в долинах рек Амударья и Сырдарья взрыхлили здесь плиоцен-четвертичные и более древние отложения, сформировали тем самым ловушки фильтрационного перехвата стока поверхностных и подземных вод и перекрыли подпитку вод Арала.

Спустя три года (с 1978 г.) уровень Каспийского моря, напротив, стал резко подниматься, что объясняется во многом усилением разгрузки подземных вод в Каспий со стороны Арала, объем которой по предварительным оценкам [Алклычев 2000] достигал 32,66 куб. км/год. Заметим, что для Каспия характерны и другие формы связи с подземной гидросферой [Голубов 1994.а, б, 1995.а; Голубов, Исмагилов 2003; Голубов и др. 1998; Иванов и др. 2007; Катунин и др. 2002]. Снижение темпов подъема уровня Каспия в последние годы может быть связано с истощением его подземной подпитки с востока, а также с расширением зеркала воды и усилением испарения на мелководных участках Прикаспийской низменности.

История поиска подземной связи Аральского и Каспийского морей лишний раз убеждает, что многие исследователи вопреки фактам до сих пор не допускают даже мысли о таком поиске, поскольку находятся под «гипнозом» укоренившегося с XVIII в. ошибочного представления о замкнутости и бессточности котловин этих морей. В «оковах» такого заблуждения оставался, например, геолог академик А.Л. Яншин, в чем автор этих строк убедился в обстоятельной беседе с ним 22 ноября 1992 г. Тогда академик заявил, что подземное дренирование вод Арала в принципе невозможно, поскольку его котловину выстилают водоупорные глины палеогена, — и в назидание подарил оппоненту свою знаменитую книгу «Геология Северного Приаралья» [Яншин 1953] с надписью «...на память о совместной работе моя самая толстая книга». Но эта насыщенная богатейшим фактическим материалом книга объемом 736 страниц убеждает как раз в ином. Нетрудно показать, что в ней приведены неопровержимые данные о том, что воды Арала в ряде мест примыкают к пустотному пространству разновозрастных горных пород соседних территорий и могут внедряться в него. Из этой книги однозначно следует также, что отложения палеогена не являются повсеместно водоупорными в обрамлении Аральского моря. Это подтвердили и последующие результаты более детального изучения стратиграфии и литологии палеогена Арало-Каспийского региона. То есть в пылу спора А.Л. Яншин предал забвению результаты своих исследований, полученные им почти сорок лет назад. Фундаментальный труд А.Л. Яншина во многом дополнил результаты наблюдений Н.И. Непринцева и Л.С. Берга и еще более убеждал в правомерности вопроса: куда девается вода Аральского моря в пустотах недр соседней территории? Но А.Л. Яншин, как и Л.С. Берг, тоже уклонился от этого вопроса, постановка которого была уже давно намечена в трудах В.Н. Татищева и П.И. Рычкова.

Ключевые проблемы поиска подземной связи Арала и Каспия

Чтобы дать ответ на вопрос «как это было», необходимо принять во внимание две основные концепции в понимании природы Арала и Каспия. С одной стороны, это укоренившаяся с XVIII в. климатологическая концепция бессточности Арала и Каспия, которая заведомо исключает мысль об их подземной связи. С другой стороны, — не вполне созревшая геологическая концепция, которая, напротив, отрицает замкнутость этих морей и утверждает множество форм их связи с подземной гидросферой, а точнее, — с флюидами осадочных нефтегазоносных бассейнов в виде подземных вод, нефтей и газов, которые сформировали в основании впадин этих морей подвижную «гидравлическую подушку». Под действием природных и техно-

Голубов Б.Н. Аномальный подъём уровня Каспийского моря и катастрофическое обмеление Аральского моря
КАК РЕЗУЛЬТАТ ДРЕНИРОВАНИЯ АРАЛА ПОД ПЛАТО УСТЮРТ И В КАСПИЙ ВСЛЕДСТВИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ НЕДР

ГОЛУБОВ Б.Н. Аномальный подъём уровня Каспийского моря и катастрофическое обмеление Аральского моря
КАК РЕЗУЛЬТАТ ДРЕНИРОВАНИЯ АРАЛА ПОД ПЛАТО УСТЮРТ И В КАСПИЙ ВСЛЕДСТВИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ НЕДР

генных геодинамических нагрузок на недра региона эта «подушка» порой теряет свою герметичность и обеспечивает «впрыск», т.е. разгрузку напорных пластовых флюидов на дне Арала и особенно Каспия. Наряду с этим воды Арала и Каспия внедряются в пустотное пространство недр соседних территорий и ограничены, таким образом, подземными берегами. В недавнем геологическом прошлом, эти берега эпизодически становились общими для впадин двух морей и формировали, таким образом, единый Арало-Каспийский резервуар с его «дырявым дном» и «гидравлической подушкой» в своем основании. Характерно, что уровень Аральского моря до 1960-х годов находился на 70–80 м выше уровня Каспия. То есть, Арал, включая его подземную часть, к тому времени являлся потенциальной «водокачкой» или областью питания вод Каспия. Геологическая концепция раскрывает также природно-техногенные механизмы, которые могли спровоцировать срабатывание этой «водокачки» в 1960-е гг. и обусловить, таким образом, стремительное обмеление Аральского моря, а затем и аномальный подъем уровня Каспия. Отсюда, в противовес построениям климатологов, становится очевидным, что такое чрезвычайно быстрое обмеление Арала не могло быть обусловлено расширением площади орошаемых земель в его бассейне. В свою очередь, это ведет к пересмотру стратегии водохозяйственной деятельности в Средней Азии

Заметим также, что выделяемый таким образом единый Арало-Каспийский резервуар поверхностных и подземных морских вод с его «дырявым дном» и «гидравлической подушкой» в своем основании предстает как водоем доселе неизвестного генетического типа, который пока не нашел своего места в классификациях форм рельефа нашей планеты.

В целом, намечаемый сейчас возврат к поиску подземной связи двух морей на основе данных морских, наземных и спутниковых геологических исследований неизбежно ведет к отказу от климатологических «галлюцинаций» концепции бессточности и требует решения трех ключевых проблем понимания сущности Арала и Каспия.

Первая проблема — биолого-палеонтологическая. Она охватывает каскад вопросов о происхождении каспийской фауны и путях её проникновения в Аральское море. Для решения этой проблемы требуется, прежде всего, понимание причин великой акчагыльской трансгрессии Каспия, которая совпала с резкой перестройкой структуры земной коры и привела к обособлению Арало-Каспийского ареала новейшего прогибания земной коры в области внутреннего стока Евразии. Это, в свою очередь, уводит в дебри дискуссии об эндемизме и своеобразии арало-каспийской фауны, что, как это следует из трудов У. Бэтсона, Н.И. Андрусова, Л.С. Берга и других исследователей, напрямую затрагивает фундаментальную проблему эволюции органического мира.

Одним из индикаторов биологической связи обитателей Аральского и Каспийского морей в недавнем геологическом прошлом может служить судьба моллюска *Cardium Edule* L. (= *Cerastoderma Lamarcki* = *Cerastoderma isthmium* = съедобная сердцевидка). Раковины этого моллюска, как уже отмечено, находят на террасе Аральского моря на высоких абсолютных отметках, достигающих 70 м, а также отложениях заливов Паскевича и Тще-Бас⁴ на глубине 20,2–22,2 м в илах и глинах,

⁴ Тущыбас (Тущибас, Тщебас, Тще-Бас) — бывший залив на северо-западной окраине бывшего Аральского моря, превратившийся в настоящее время в гипергалинное озеро в результате снижения уровня Аральского моря. При этом уровень воды упал с 50 м до 28 м. Тущыбас располагается между Малым и Большим Аралом; является третьим по величине непересыхающим озером на территории бывшего Аральского моря.

перекрывающих слои мирабилита и гипса (что соответствует паскевичской стадии наиболее низкого стояния Аральского моря).

Этот черноморско-каспийский моллюск, по мнению П.В. Федорова, появился в Каспии не ранее конца мангышлакской регрессии или начала новокаспийской трансгрессии, т.е. 8–9 тыс. лет назад. Поэтому отложения с этими моллюсками в Аральском море нельзя признать древними и следует относить к голоцену. Соответственно, к голоцену приходится относить и указанную высокую террасу с абсолютной отметкой около 70 м, а заодно искать следы расширения площади Арала в связи со значительным повышением его уровня на высоту около 50 м после паскевичской стадии. Но следы такой трансгрессии здесь не выявлены. Отсюда возникает вопрос: где и как эврибионтный моллюск *Cardium Edule* L. проник из Каспия в Арал? В каких условиях он обитал в районе плато Устюрт? Как он оказался на указанной высокой террасе, и какова её природа?

Таким образом, ключ к решению первой проблемы дает понимание истории геологического развития Арало-Каспийского региона в плиоцене, которая, как это подчеркивал академик Н.И. Андрусов, предопределила современный облик двух морей.

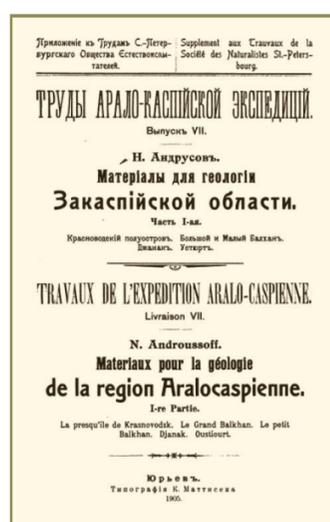
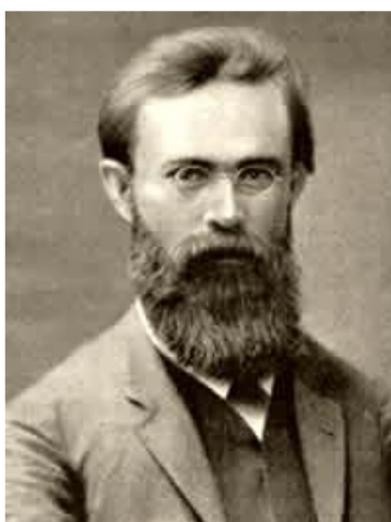


Рис. 17. Николай Иванович Андрусов (1861–1924), русский геолог, стратиграф, минералог, палеонтолог, ординарный академик С.-Петербургской академии наук по физико-математическому отделению (с 1914).

Справа — титульный лист труда Н.И. Андрусова «Материалы для геологии Закаспийской области. Ч. 1. Красноводский п-ов. Большой и Малый Балхан. Джанак. Устюрт» (Труды Арало-Каспийской экспедиции. Вып. 7. Юрьев, 1906).

Особого внимания заслуживает и то, что современные представители арало-каспийских фораминифер⁵ обнаружены в

⁵ Фораминиферы (лат. Foraminifera, от foramen — отверстие, дыра и fero — носить) — тип (по другим системам — класс) раковинных одноклеточных организмов из группы протистов, морские раковинные корненожки.

Голоценовых озерных отложениях Западной Сибири, имеющим абсолютный возраст 5270–5530 лет. К тому же эти фораминиферы найдены в ассоциации с сообществом остракод Казахстана, Северного Кавказа и Нижнего Поволжья, а также трех групп гастропод, современные ареалы которых развиты в Таджикистане, Приаралье и в Северном Казахстане [Гуськов и др., 2008]. До того, как были найдены эти представители арало-каспийской фауны, исследователи полагали, что связь вод Арала и Закаспия с Западной Сибирью осуществлялась по Тургайскому проливу в результате сброса вод подпрудных приледни-

ГОЛУБОВ Б.Н. АНОМАЛЬНЫЙ ПОДЪЁМ УРОВНЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ И КАТАСТРОФИЧЕСКОЕ ОБМЕЛЕНИЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ
КАК РЕЗУЛЬТАТ ДРЕНИРОВАНИЯ АРАЛА ПОД ПЛАТО УСТЮРТ И В КАСПИЙ ВСЛЕДСТВИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ НЕДР

ковых водоемов. Но теперь, по мнению авторов указанной работы, отчетливо вырисовывается иная схема: арало-каспийская фауна проникла в Западную Сибирь с юга в результате очень быстрого катастрофического обводнения Аральского моря, а точнее в результате флювиальной катастрофы в горах Памира и Тяньшаня.

Завершая обзор биолого-палеонтологической проблемы, заметим, что попытки её решения до сих пор неоправданно исключают из рассмотрения подземные пути возможного проникновения каспийской фауны в котловину Аральского моря.

Вторая проблема касается причин и механизмов формирования сложных спектров разномасштабных колебаний уровней Аральского и Каспийского морей, а также их водного и солевого баланса.

Результаты сравнительного изучения трансгрессивных и регрессивных горизонтов донных осадков этих морей, а также покровных аллювиально-делювиальных отложений соседних территорий не оставляют сомнения в том, что условия накопления этих отложений не оставались постоянными в недавнем геологическом прошлом и в последние десятилетия. Но, следуя воззрениям Ф.И. Соймонова и П.С. Палласа, многие исследователи до сих пор убеждены в том, что главным фактором такого непостоянства, влиявшего на колебания уровней Арала и Каспия, являются изменения климата. Менее значимыми на этом фоне признаются и другие причины, такие как изменения емкости впадин этих морей в результате накопления донных осадков и твердого стока рек, сейсмодетформаций котловин морей с их «гидравлическими подушками», а также ничтожно малой доли подземного стока.

Это требует стыковки сведений о гидрологии поверхностных вод бассейнов двух морей с данными о множестве форм связи этих бассейнов с подземной гидросферой, а также с пустотным пространством горных пород, что с методической точки зрения не представляет собой принципиальных затруднений. Загвоздка состоит в неспособности государств Арало-Каспийского региона наладить конструктивное сотрудничество геологов и разработчиков недр с водохозяйственными службами, — то есть препятствия носят не столько научный, сколько организационно-политический характер.

Третья проблема сводится к оценке накопленного эффекта антропогенных нагрузок на все оболочки географической среды Арало-Каспийского региона. До недавних пор такая оценка касалась лишь внешних оболочек этой среды. Внимание исследователей было приковано в основном к темпам развития орошения в Арало-Каспийском регионе, неоднократным рукотворным поворотам древних русел р. Амударья и Сырдарья, которые видоизменяли облик озера Сарыкамыш и долины реки Узбой. Сухое русло этой долины сейчас отчетливо выражено в рельефе Закаспия, прослеживается на дне Красноводского залива, хранит следы эпизодического соединения Аральского моря с Каспийским, а также многовекового опыта местного населения в освоении водных и земельных ресурсов родного края. Но все это, как уже отмечено, полностью исключало оценку неуклонно нарастающего техногенного воздействия на земную кору и гидросферу региона.

Первые попытки устранить этот пробел по отношению к недрам впадины Каспийского моря были впервые предприняты в наших работах 1984—2007 гг. [Голубов 1984, 1987, 1994.а, б, 1995.а, б, 2007]. Затем, в 2008—2013 гг., нами были рассмотрены особенности техногенных нагрузок также и на недра Аральской котловины и соседних территорий [Голубов 2008, 2009.а—в; Голубов, Пронин 2013; Golubov, Pronin 2013]. В этих работах основное внимание уделялось внезапным техногенным возмущениям геодинамической активности и флюидодинамического режима недр Арало-Каспийского региона, которые были спровоцированы здесь во второй половине минувшего века множеством подземных ядерных взрывов и частично экспансией нефтегазодобывающей промышленности. При этом, однако, не был учтен многолетний опыт мелиорации и гидротехнического строительства, а также развития горнодобывающей промышленности в Арало-Каспийском регионе. Отсюда возникает необходимость уточнить эти построения и подкрепить их численными оценками показателей подземного перетока вод Аральского моря в Каспийское, что и было сделано в нашей работе [Голубов 2017].

Эти оценки были получены тремя способами. Первый из них сводится к расчету расхода воды Q (куб. см/с) по формуле:

$$Q = k \times F \times (H_{\text{Арал}} - H_{\text{Каспий}}) / L, \quad (1)$$

где k — скорость фильтрации (см/с); F — площадь сечения потока; $(H_{\text{Арал}} - H_{\text{Каспий}})$ — перепад высот уровней Арала и Каспия; L — дальность фильтрации. Этот прямой способ расчетов является вместе с тем спекулятивным и весьма неточным, поскольку, как это следует из натуральных наблюдений, коэффициент k варьирует в широких пределах и поэтому его выбор оказывается весьма произвольным.

Второй способ заключается в определении относительного показателя фильтрации подземных вод K^* в массиве горных пород, разделяющем Арал и Каспий, по формуле:

$$K^* = k_{\text{ф}} / k_0, \quad (2)$$

где $k_{\text{ф}}$ — текущий (ежегодный) коэффициент фильтрации в 1962—2002 гг., рассчитанный по формуле (1) на основе данных о наблюдаемом количестве потерь воды в Аральском море в соответствующем году; k_0 — начальный коэффициент фильтрации в 1961 г., принятый за единицу⁶.

⁶ Способ предложен кандидатом физ.-мат. Наук С.Г. Геворкяном.

Этот способ исключает произвол расчетов по формуле (2). И хотя он не позволяет оценить объемы подземного перетока вод Арала в Каспий, но, вместе с тем, отчетливо отражает реакцию подземной гидросферы на импульсы техногенного воздействия на неё в моменты ПЯВ. Для того, чтобы подчеркнуть реальность такого воздействия, изменчивость относительного показателя фильтрации подземных вод K^* оценивалась как без учета испарения вод с поверхности Арала, так и с учетом такого испарения, равного 1 и 2 м/год. Оказалось, что даже при немыслимо большой величине испарения показатель K^* испытывает заметный скачок в моменты ПЯВ в 1969—1970 гг. Это убеждает в том, что причиной стремительного обмеления Арала явились ПЯВ, породившие резкие возмущения режима фильтрации подземных вод, а не испарение с поверхности моря и соседних земель, как это ошибочно считают многие исследователи.

Третий способ включает оценку объема вод Арала сброшенных в Каспий по карстовым пустотам в отложениях верхнего миоцена в 1961—1995 гг. по формуле (3):

$$V = K_{\text{п}} \times H \times S, \quad (3)$$

где V — объем вод Арала, сосредоточенный в карстовых пустотах, куб. см; H — мощность карбонатных пород верхнего миоцена ниже поверхности «плюс 54 м» (уровень Арала), см; S — площадь распространения пород верхнего миоцена ниже поверхности «плюс 54 м», кв. см; $K_{\text{п}}$ — коэффициент пустотности карбонатных пород верхнего миоцена, %.

ГОЛУБОВ Б.Н. Аномальный подъём уровня Каспийского моря и катастрофическое обмеление Аральского моря
КАК РЕЗУЛЬТАТ ДРЕНИРОВАНИЯ АРАЛА ПОД ПЛАТО УСТЮРТ И В КАСПИЙ ВСЛЕДСТВИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ НЕДР



А



Б

Рис. 18. Аральское море: **А** — панорама Западного Арала с плато Устюрт, 2017 г., фото с сайта <https://www.gazeta.uz/ru/2017/05/25/aral/>; **Б** — Малое (Северное) Аральское море в окрестностях Кокаральской плотины, фото с сайта <http://www.silkadv.com/en/content/aralskoe-more>

Выводы

1. Подземная связь вод Аральского и Каспийского морей может осуществляться под плато Устюрт по карстовым пустотам в карбонатных отложениях миоцена и разновозрастными проницаемыми водоносными горизонтами терригенных отложений.
2. Подземные ядерные взрывы в сочетании с другими видами техногенного вмешательства в недра Арало-Каспийского региона спровоцировали:
 - подземное дренирование вод Арала в Каспий под плато Устюрт;
 - фильтрационный перехват стока рек Амударьи и Сырдарьи на подступах к Аралу;
 - резкие противофазные скачки уровней двух морей в 1969–1995 гг.
3. Залповый сброс вод Арала в Каспий после 1969 г. осуществлялся, вероятно, в основном по карстовым полостям в миоценовых отложениях плато Устюрт. Дренирование вод Арала по проницаемым водоносным горизонтам терригенных отложений низов миоцена — олигоцена играло подчиненную роль.

Материал подготовлен к публикации к.ф.-м.н. С.Г. Геворкяном

ЛИТЕРАТУРА

1. Алклычев М.М. Латентные феномены Каспийской депрессии. Опыт анализа природных аномалий и проблем экологической безопасности. Махачкала: Дагестанское книжное изд-во, 2000. 202 с.
2. Берг Л.С. Высыхает ли Средняя Азия? // Известия Императорского Русского Географического Общества. 1904. Т. XL. С. 507–521.
3. Берг Л.С. Аральское море. Опыт физико-географической монографии. СПб.: Тип. М.М. Стасюлевича, 1908. 580 с.
4. Варущенко С.И., Варущенко А.Н., Клиге Р.К. Изменение режима Каспийского моря и бессточных водоемов в палеовремени. М.: Наука, 1987. 240 с.1
5. Венюков М.И. О высыхании озер в Азии [Доклад на заседании Соединенного собрания С.-Петербургского Общества Естествоиспытателей и членов VIII Съезда естествоиспытателей и врачей 29 декабря 1889 г.] // Пространство и Время. 2011. № 1(3). С. 141–144.
6. Воейков А.И. Орошение Закаспийской области с точки зрения географии и климатологии // Известия Императорского Русского географического общества. 1908. Т. XLIV. С. 131–160.
7. Голубов Б.Н. Аномальный подъем уровня Каспийского моря и техногенная дестабилизация недр // Известия РАН. Серия географическая. 1994.а. № 1. С. 59–74.
8. Голубов Б.Н. Бессточен ли Каспий? // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1984. Т. 59. Вып. 3. С. 110–124.
9. Голубов Б.Н. Об управлении водными ресурсами в связи с проблемой Каспийского моря и гидродинамическим режимом артезианских бассейнов // Моделирование и прогнозирование изменений природных условий при перераспределении водных ресурсов. Второе Всесоюзное научное совещание, 11–13 февраля 1987 г. Новосибирск, 1987. С. 40–41.
10. Голубов Б.Н. Особенности современной геодинамической активности Арало-Каспийского региона // Известия РАН. Серия географическая. 1994.б. № 6. С. 96–100.
11. Голубов Б.Н. Подземные ядерные взрывы как фактор перераспределения подземного стока и противофазного поведения уровней Аральского и Каспийского морей // Мониторинг ядерных испытаний и их последствий. V Международная конференция (4–8 августа 2008 г., Боровое, Казахстан): Тезисы докладов. Курчатов: НЯЦ РК, 2008. С. 55–56.
12. Голубов Б.Н. Подземный мир седого Каспия // Наука в России. 2007. № 3. С. 67–75.
13. Голубов Б.Н. Подъем уровня моря — результат эксплуатации недр // Вестник РАН. 1995.а. Т. 65. № 7. С. 626–630.
14. Голубов Б.Н. Последствия техногенной дестабилизации недр Астраханского газоконденсатного месторождения в зоне подземных ядерных взрывов // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. 1994.в. № 4. С. 25–42.
15. Голубов Б.Н. Противофазное поведение уровней Аральского и Каспийского морей как проблема техногенной дестабилизации недр // Природные и социально-экономические последствия разработки и управления водными ресурсами. Международный симпозиум (Москва, 15–20 мая). Программа и тезисы докладов. М.: НКЦ «Каспий» РАН, 1995.б. С. 146–147.

ГОЛУБОВ Б.Н. АНОМАЛЬНЫЙ ПОДЪЕМ УРОВНЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ И КАТАСТРОФИЧЕСКОЕ ОБМЕЛЕНИЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ
КАК РЕЗУЛЬТАТ ДРЕНИРОВАНИЯ АРАЛА ПОД ПЛАТО УСТЮРТ И В КАСПИЙ ВСЛЕДСТВИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ НЕДР

16. Голубов Б.Н. Соотношение природных и техногенных факторов эволюции подземной связи вод Аральского и Каспийского морей // Геология морей и океанов: Материалы XVIII Международной научной конференции (Школы) по морской геологии (Москва, 16–20 ноября 2009 г.). Т. V. М.: ГЕОС, 2009.а. С. 302–305.
17. Голубов Б.Н. Техногенные возмущения флюидодинамического режима недр как причина стремительного обмеления Аральского моря и аномального подъема уровня Каспия // Геологические опасности. Материалы XV Всероссийской конференции с международным участием. Архангельск, 2009.б. С. 144–147.
18. Голубов Б.Н. Экспансия нефтегазодобывающей промышленности как регулятор биосферного круговорота впадины Каспийского моря и фактор опасных явлений // Бурение и нефть. 2009.в. № 11. С. 16–19.
19. Голубов Б.Н. Экспансия нефтегазодобычи и подземные ядерные взрывы как спусковой крючок стремительного дренирования Аральского моря под плато Устюрт и в Каспий // Триггерные эффекты в геосистемах. IV Всероссийская конференция с международным участием. М.: ИДГ РАН, 2017. С. 25–26.
20. Голубов Б.Н., Исмагилов Д.Ф. Трубообразные тела под дном Северного Каспия и флюидный режим его недр // Генезис нефти и газа. Всероссийская конференция (Москва, 15–18 апреля 2003 г.). М.: ГЕОС, 2003. С. 78–80.
21. Голубов Б.Н., Новиков В.Л., Шлезингер А.Е. Процессы, определяющие формирование водных масс Каспийского моря и колебания его уровня // Доклады Академии наук. 1998. Т. 358. № 4. С. 538–542.
22. Голубов Б.Н., Пронин В.Г. Геологические предпосылки подземной связи Аральского и Каспийского морей в северной части плато Устюрт // Геология морей и океанов = Geology of Seas and Oceans: Материалы XX Международной научной конференции (Школы) по морской геологии (Москва, Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, 18–22 ноября 2013 г.) / Отв. ред. А.П. Лисицын. Т. 3. М.: ГЕОС, 2013. С. 301–307.
23. Гуськов С.А., Каныгин А.В., Кузьмин Я.В., Бурр Дж.С., Джалл Э.Дж.Т., Хазин Л.Б. Проникновение вод Аральского моря на юг Западной Сибири в голоцене: палеонтологические свидетельства и, хронология // ДАН, 2008. Т. 418. № 2. С. 217–220.
24. Иванов А.Ю., Голубов Б.Н., Затягалова В.В. О нефтегазоносности и разгрузке подземных флюидов в южной части Каспийского моря по данным космической радиолокации // Исследование Земли из космоса. 2007. № 2. С. 62–81.
25. Катунин Д.Н., Голубов Б.Н., Кашин Д.В. Импульс гидровулканизма в Дербентской котловине Среднего Каспия как возможный фактор масштабной гибели анчоусовидной и большеглазой килек весной 2001 г. // Рыбохозяйственные исследования на Каспии. Результаты НИР за 2001 г. Астрахань: КаспНИРХ, 2002. С. 41–55.
26. Кононов И.В. Усыхание Арала и переполнение Каспия – следствие очередного Арало-Каспийского катаклизма // Докл. Российской академии сельхоз. наук. 1993. № 6. С. 22–25.
27. Кривошей М.И. Арал и Каспий (причины катастрофы). СПб.: Б.и., 1997. 130 с.
28. Левшин А.И. Описание киргиз-казачих или киргиз-кайсацких орд и степей. Часть I. СПб., 1832. 264 с.
29. Левшин А.И. Описание киргиз-казачьих или киргиз-кайсацких орд и степей. Алматы: Санат, 1996. 656 с.
30. Магидович И.П., Магидович В.И. Очерки по истории географических открытий. Т. 4. Географические открытия и исследования нового времени (XIX – начало XX в.). М.: Просвещение, 1985. 205 с.
31. Проблема территориального перераспределения водных ресурсов / Ред. Г.В. Воропаев, Д.Я. Раткович. М.: АН СССР, Институт водных проблем. 1985. 505 с.
32. Шилов Н.А. Природа колебаний уровня Каспия // Доклады АН СССР. 1989. Т. 305. № 2. С. 412–416.
33. Шилов Н.А., Кривошей М.И. Взаимосвязь колебания уровня Каспийского моря с напряжениями в земной коре // Известия АН СССР. Серия Физика Земли. 1989. № 6. С. 83–90.
34. Шилов Н.А., Кривошей М.И. Причины уменьшения стока Амударьи из зоны формирования в 1961–1985 гг. // Доклады АН СССР. 1994. Т. 324. № 2. С. 487–491.
35. Эдельштейн К.К. Структурная гидрология суши. М.: ГЕОС, 2005. 316 с.
36. Яншин А.Л. Геология Северного Приаралья. М.: Изд-во Моск. об-ва испыт. природы, 1953. 736 с.
37. Golubov B. N., Pronin V.G. "The Ways for Constant and Episodic Underground Connection the Aral and Caspian Seas in the Paleogene and Neogene Sediments of the Ustyurt Plateau." *Rapidly Changing Large Lakes and Human Response. A QuickLakeH Workshop (5th – 11th Jan. 2013, Tehran and the South Caspian Coast)*. Tehran: Iranian National Institute for Oceanography (INIO), International Union for Quaternary Research (INQUA), 2013. 13–14.
38. Jin X., Liu H., Tu Q., Zhang Z., Zhu X. *Eutrophication of Lakes in China*. Beijing: China Environmental Science Press, 1990. 614 p.
39. Jin X. "Eutrophication of the Lake and Its Trend." *Lakes in China: Research of Their Environment*. Beijing: China Ocean Press, 1995, volume 2. 135–141.
40. Kropotkin P.A. "The Desiccation of Eur-Asia." *The Geographical Journal* XXIII (1904): 722–734.

Цитирование по ГОСТ Р 7.0.11–2011:

Голубов, Б. Н. Аномальный подъем уровня Каспийского моря и катастрофическое обмеление Аральского моря как результат дренирования Арала под плато Устюрт и в Каспий вследствие техногенных возмущений недр [Электронный ресурс] / Б.Н. Голубов // Электронное научное издание Альманах Пространство и Время. — 2018. — Т. 16. — Вып. 1–2. — Стационарный сетевой адрес: 2227-9490e-aprov_r_e-ast16-1_2.2018.72. DOI 10.24411/2227-9490-2018-11072.

ГОЛУБОВ Б.Н. АНОМАЛЬНЫЙ ПОДЪЁМ УРОВНЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ И КАТАСТРОФИЧЕСКОЕ ОБМЕЛЕНИЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ
КАК РЕЗУЛЬТАТ ДРЕНИРОВАНИЯ АРАЛА ПОД ПЛАТО УСТЮРТ И В КАСПИЙ ВСЛЕДСТВИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ НЕДР

THE ABNORMAL RISE OF THE CASPIAN SEA LEVEL AND CATASTROPHIC DESICCATION OF THE ARAL SEA AS A RESULT OF THE ARAL SEA DRAINING UNDER THE USTYURT PLATEAU AND IN THE CASPIAN SEA DUE TO SUBSURFACE ANTHROPOGENIC PERTURBATIONS

Boris N. Golubov (1937–2017), Sc.D. (Geology and Mineralogy), Senior Researcher, Leading Researcher at RAS Institute of Geosphere Dynamics, Moscow

ORCID ID <https://orcid.org/0000-0002-6379-1765>

Since the 1960s, in the area of the seepage flow of the waters of Eurasia, shifts in the dynamics of all the shells of the geographic environment and the biosphere cycle, including its social link, which have been provoked by two unusual processes, are growing in strength. The first of these was the unprecedented exponential increase of Aral Sea shallowing. It originated in 1961–1963, at a speed of 18–25 cm/year, was interrupted in 1969 by a short rise pulse to 15 cm, and then again increased to 70–100 cm/year and became like a whirlpool when the drain valve operated at the bottom of the tank. The Aral Sea level has already fallen by more than 27 m, the water has retreated from the coast to 70–110 km, and sea has broken up into small reaches; thousands of square kilometers of its former bottom were desertified, to control which it was already required to separate the North Aral by a dam and implement a number of other expensive protective measures. The second process, which arose after the Aral Sea shallowing, was a sharp anomalous Caspian Sea level rise since 1977, which continued for 18 years. This sea-level rise turned out to be a record for its duration and speed for the entire period of instrumental observations of the level of the Caspian Sea, which have been under way since 1830. It unexpectedly arose contrary to forecasts and also had a negative impact on the economy of the coastal areas of the region, since its strategy was built judging from development of Caspian Sea shallowing process.

The subject of my review is antiphase Aral-Caspian levels oscillation. Based on the generalization of long-term observations of trends in Aral and Caspian sea level fluctuations and my own studies of this problem, I show there are an underground hydraulic link between the two seas beneath the Ustyurt Plateau, into which the underlying stratum of water-saturated rocks, especially the terrigenous rocks of the Oligocene-Lower Miocene and Alb-Cenomanian aquifer should also include. So, the antiphase behavior of the levels of the Aral and Caspian seas is mutually due to anthropogenic disturbances of the groundwater regime of the region. However, this is the result not of the of the Aral-Caspian irrigation development, but of underground nuclear explosions there. Since the mid-1960's, these explosions in the frame of the Caspian Sea were used to create underground tanks in salt domes, failed funnels on the Mangyshlak Peninsula, for deep seismic sounding of the Earth's crust of the region. Underground nuclear explosions radically violated the fluid dynamics and geodynamic activity of the subsoil in the Astrakhan and Orenburg fields, as well as a number of other fields, the development of which was associated with the use of nuclear explosive technologies.

The originality of the aquiferous complex of the Miocene deposits of the Ustyurt Plateau is due to the porous, cavernous, karstic carbonate and terrigenous rocks composing it. These deposits are underlain by the regional fluids of the Paleogene clay, the surface of which lies in a number of cases at absolute elevations below the level of the Aral Sea (plus 54 m) and Caspian Sea (minus 28 m). Therefore, the waters of these seas penetrate deep into the land into the empty space of the Miocene deposits in the form of two 'wedges', the eastern (Pre-Aral) and western (Pre-Caspian), the outlines of which in stratigraphic horizons of the Miocene are determined by structural contour lines of plus 54 m and minus 28 m, respectively. Until the 1960s, these 'wedges' were separated by a natural bridge and the eastern 'wedge' remained suspended in relation to the western one. In the geological past, judging by the marks of the coastal sea terraces and the horizontal courses of karstic cavities of Mangyshlak and Ustyurt, the level of the Caspian rose, bridge disappeared and a direct underground hydraulic link between the Aral Sea and the Caspian Sea was established. Therefore, remnants of the Caspian fossil fauna were found in separate layers of the Pliocene and Pleistocene developed in the Aral Sea near the eastern cliff of Ustyurt, and the inhabitants of underground waters were found in the Caspian Sea off the coast of Mangyshlak.

The resumption of such a connection in our days is possible if we destroy this bulkhead and thereby ensure the draining of the waters of the eastern 'wedge' of groundwater towards the Caspian Sea.

Thus, the features of neo-tectonic development in the Pliocene-Quaternary time of the structure of the layers of the Paleogene clay and several age generations of karst in the carbonate deposits of the Miocene Ustyurt and Mangyshlak created natural prerequisites for underground hydraulic communication between the Aral and Caspian waters, which occurred sporadically during the periods of maximum transgressions of the Caspian Sea and was interrupted at the end of the Pleistocene. Today, powerful technogenic disturbances in the state of the Earth's interior and the regime of the underground hydrosphere once again provoked such a connection and caused the currently observed antiphase sharp jumps in the Aral and Caspian Sea levels, which obscured the effect of the climatic factor as one of the regulators of the water balance of these seas.

So, my conclusions are as follows:

- (i) connection underground waters of the Aral and Caspian seas may be carried out under the Ustyurt Plateau and in the karst voids in carbonate and in middle Miocene sediments of different ages permeable aquifers clastic sediments⁴
- (ii) underground nuclear explosions of the Aral-Caspian Region provoked the underground drainage of the waters of the Aral sea under the Ustyurt plateau to the Caspian sea. They became the reason of the filtration interception of the Amu Darya River and Syr Darya River discharge by on the outskirts of the Aral Sea, and became the reason of a sharp anti-phase jumps of the levels of the two seas in 1969–1995;
- (iii) accidental discharge of water of the Aral Sea to the Caspian Sea since 1969 were probably mainly at karst cavities in mid-Miocene deposits of the Usturt Plateau;
- (iv) Aral Sea waters drainage in Permeable aquifers clastic sediments of lower Miocene-Oligocene played a subordinate role.

Keywords: Aral Sea; Caspian Sea; Ustyurt Plateau; shallowing; underground nuclear explosions; underground water.

ГОЛУБОВ Б.Н. АНОМАЛЬНЫЙ ПОДЪЁМ УРОВНЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ И КАТАСТРОФИЧЕСКОЕ ОБМЕЛЕНИЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ
КАК РЕЗУЛЬТАТ ДРЕНИРОВАНИЯ АРАЛА ПОД ПЛАТО УСТЮРТ И В КАСПИЙ ВСЛЕДСТВИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ НЕДР

References:

1. Alklychev M.M. *Latent Phenomena of the Caspian Depression. Natural Anomalies Analysis and Problems of Environmental Protection*. Makhachkala, 2000. 202 p. (In Russian).
2. Berg L.S. "Whether Central Asia Dries?." *Bulletin of the Imperial Russian Geographical Society* XL (1904): 507–521. (In Russian).
3. Berg L.S. *The Aral Sea. Experience of Physical-geographical Monograph*. St. Petersburg, 1908. 580 p. (In Russian).
4. Edelshteyn K.K. *Structural Hydrology of Land*. Moscow: GEOS Publisher, 2005. 316 p. (In Russian).
5. Golubov B.N. "Abnormal Rise of the Caspian Sea Level and Technogenic Subsoil Destabilization." *Izvestiya Physics of the Solid Earth* 1 (1994): 59–74. (In Russian).
6. Golubov B.N. "Anti-phase Behavior of the Aral and Caspian Sea Levels as a Problem of Technogenic Destabilization of Subsoil." *Proceedings of International Symposium on Natural and Socio-economic Consequences of Water Resources Development and Management (Moscow, 15–20 May 1996)*. Moscow: RAS Scientific-Coordination Center "Caspian" Publisher, 1995. 146–147. (In Russian).
7. Golubov B.N. "Expansion of Oil and Gas Production, and Underground Nuclear Explosions Trigger Rapid Drainage of the Aral Sea, the Ustyurt Plateau and the Caspian Sea." *Trigger Effects in Geosystems. Proceedings of 4th All-Russian Conference with International Participation*. Moscow: RAS Institute of the Geospheres Dynamics Publisher, 2017. 25–26. (In Russian).
8. Golubov B.N. "Natural/Technogenic Evolution Factors Ratio of Underground Linkage between Waters of the Aral and Caspian Seas." *Geology of the Seas and Oceans. Proceedings of the 18th International Scientific Conference (School) on Marine Geology*. Moscow: GEOS Publisher, 2009, volume 5. 302–305. (In Russian).
9. Golubov B.N. "Oil-extracting Industry Expansion as Biospheric Circulation Regulator of the Caspian Sea Basin and Dangerous Phenomena Factor." *Drilling and Oil* 11 (2009): 16–19. (In Russian).
10. Golubov B.N. "On Water Resources Management in View of the Caspian Sea Problem and Hydrodynamic Regime of Artesian Basins." *Proceedings of the Second All-Union Scientific Conference on Modeling and Forecasting of Changes in Natural Conditions in Water Resources Redistribution, 11–13 February, 1987*. Novosibirsk, 1987. 40–41. (In Russian).
11. Golubov B.N. "Peculiarities of the Modern Aral-Caspian Region Geodynamic Activity." *Izvestiya Physics of the Solid Earth* 6 (1994): 96–100.
12. Golubov B.N. "Sea Level Rise Is the Result of Subsoil Exploitation." *Herald of Russian Academy of Sciences* 65.7 (1995): 626–630. (In Russian).
13. Golubov B.N. "Technogenic Destabilization Consequences for Astrakhan Gas Condensate Field in Underground Nuclear Explosions Zone." *Geoecology. Engineering Geology. Hydrogeology. Geocryology* 4 (1994): 25–42. (In Russian).
14. Golubov B.N. "Technogenic Disturbances of Fluid-dynamic Subsurface Regime as Cause of the Aral Sea Rapid Shallowing and Caspian Sea Level Abnormal Rise." *Proceedings of the 15th All-Russian Conference with International Participation on Geological Dangers*. Arkhangelsk, 2009. 144–147. (In Russian).
15. Golubov B.N. "Underground Nuclear Explosions as a Factor of Redistribution of Underground Runoff and Antiphase Behavior of the Aral and Caspian Sea Levels." *Proceedings of the 5th International Conference on Monitoring of Nuclear Tests and Their Consequences (4–8 Aug. 2008, Borovoye, Kazakhstan)*. Kurchatov: National Nuclear Center of the Republic of Kazakhstan Publisher, 2008. 55–56. (In Russian).
16. Golubov B.N. "Underground World of the Dateless Caspian Sea." *Science in Russia* 3 (2007): 67–75. (In Russian).
17. Golubov B.N. "Whether Caspian Sea Is a Drainless Water Body?." *Bulletin of the Moscow Society of Naturalists. Series Geological* 59.3 (1984): 110–124. (In Russian).
18. Golubov B.N., Ismagilov D.F. "Pipe-shaped Bodies under the Bottom of the Northern Caspian and Fluid Regime of Its Subsoil." *Proceedings of All-Russian Conference on Oil and Gas Genesis (Moscow, 15–18 Apr. 2003)*. Moscow: GEOS Publisher, 2003. 78–80. (In Russian).
19. Golubov B.N., Novikov V.L., Shlesinger A.E. "The Processes Determining of the Caspian Sea Water Formation and Fluctuations of Its Level." *Doklady Earth Sciences* 358.4 (1998): 538–542. (In Russian).
20. Golubov B.N., Pronin V.G. "Geological Prerequisites for Underground Linkage of Aral and Caspian Seas in Northern Part of the Ustyurt Plateau." *Geology of Seas and Oceans. Proceedings of the 20th International Scientific Conference on Marine Geology (Moscow, RAS P. Shirshov Institute of Oceanology, 18–22 Nov. 2013)*. Ed. A.P. Lisitsyn. Moscow: GEOS Publisher, 2013, v1
21. olume 3. 301–307. (In Russian).
22. Golubov B. N., Pronin V.G. "Tne Ways for Constant and Episodic Underground Connection the Aral and Caspian Seas in the Paleogene and Neogene Sediments of the Ustyurt Plateau." *Rapidly Changing Large Lakes and Human Response. A QuickLakeH Workshop (5th–11th Jan. 2013, Tehran and the South Caspian Coast)*. Tehran: Iranian National Institute for Oceanography, International Union for Quaternary Research, 2013. 13–14.
23. Gusskov S.A., Kanygin A.V., Kuzmin Ya.V., Burr G.S., Jull E.J.T., Khazin L.B. "Penetration of the Aral Sea Waters in the South of Western Siberia in the Holocene: Paleontological Evidence and Chronology." *Doklady Earth Sciences* 418.2 (2008): 217–220. (In Russian).
24. Jin X. "Eutrophication of the Lake and Its Trend." *Lakes in China: Research of Their Environment*. Beijing: China Ocean Press, 1995, volume 2. 135–141.
25. Jin X., Liu H., Tu Q., Zhang Z., Zhu X. *Eutrophication of Lakes in China*. Beijing: China Environmental Science Press, 1990. 614 p.

ГОЛУБОВ Б.Н. АНОМАЛЬНЫЙ ПОДЪЁМ УРОВНЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ И КАТАСТРОФИЧЕСКОЕ ОБМЕЛЕНИЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ
КАК РЕЗУЛЬТАТ ДРЕНИРОВАНИЯ АРАЛА ПОД ПЛАТО УСТЮРТ И В КАСПИЙ ВСЛЕДСТВИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ НЕДР

ГОЛУБОВ Б.Н. АНОМАЛЬНЫЙ ПОДЪЁМ УРОВНЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ И КАТАСТРОФИЧЕСКОЕ ОБМЕЛЕНИЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ
КАК РЕЗУЛЬТАТ ДРЕНИРОВАНИЯ АРАЛА ПОД ПЛАТО УСТЮРТ И В КАСПИЙ ВСЛЕДСТВИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ НЕДР

26. Ivanov A.Yu., Golubov B.N., Zatyagalova V.V. "On Oil-and-Gas Content and Underground Fluids Unloading in the Southern Part of the Caspian Sea According to Space Radar Data." *Earth Research from Space* 2 (2007): 62–81. (In Russian).
27. Katunin D.N., Golubov B.N., Kashin D.V. "Hydro-volcanism in Pulse in Derbent Basin of the Middle Caspian as a Possible Factor of Large-scale Anchovy and *Clupeonella grimmi* Death in Spring 2001." *Fisheries Research in Caspian for 2001*. Astrakhan: Caspian Research Institute of Fisheries Publisher, 2002. 41–55. (In Russian).
28. Kononov I.V. "Drying of the Aral Sea and Overflow of the Caspian Sea: The Result of Another Agrobiodiversity of Aralo-Caspian Cataclysm." *Reports of the Russian Academy of Agricultural Sciences* 6 (1993): 22–25. (In Russian).
29. Krivoshey M.I. *Aral and the Caspian Seas (Causes of the Disaster)*. St. Petersburg: N.p., 1997. 130 p. (In Russian).
30. Kropotkin P.A. "The Desiccation of Euro-Asia." *The Geographical Journal* XXIII (1904): 722–734.
31. Levshin A.I. *Description of Kirghiz-Cossack or Kirghiz-Kaisak Hordes and Steppes*. Almaty: Sanat Publisher, 1996. 656 p. (In Russian).
32. Levshin A.I. *Description of Kirghiz-Cossack or Kirghiz-Kaisak Hordes and Steppes*. St. Petersburg, 1832, part 1. 264 p. (In Russian).
33. Magidovich I.P., Magidovich V.I. *Essays on the History of Geographical Discoveries, Volume 4: Geographical Discoveries and Researches of the New Age (19th – Early 20th cc.)*. Moscow: Prosveshchenie Publisher, 1985. 205 p. (In Russian).
34. Shilo N.A. "Nature of the Caspian Sea Level Fluctuations." *Transactions (Doklady) of the USSR Academy of Sciences. Earth Science Sections* 305.2 (1989): 412–416. (In Russian).
35. Shilo N.A., Krivoshey M.I. "Causes of the Amu Darya Flow Reducing out of the Formation Zone in 1961–1985." *Doklady Earth Sciences* 324.2 (1994): 487–491. (In Russian).
36. Shilo N.A., Krivoshey M.I. "Interrelations between Caspian Sea Level Fluctuations and Stresses in the Earth's Crust." *Transactions (Doklady) of the USSR Academy of Sciences. Earth Science Sections* 6 (1989): 83–90. (In Russian).
37. Varushchenko S.I., Varushchenko A.N., Klige R.K. *Regime Change of the Caspian Sea and Drainless Water Bodies in the Paleo Epoch*. Moscow: Nauka Publisher, 1987. 240 p. (In Russian).
38. Venyukov M.I. "On Lakes Drying in Asia. (Report at the Meeting of the United Meeting of the St. Petersburg Society of Naturalists and Members of Its 8th Congress, 29 Dec. 1889." *Space and Time* 1 (2011): 141–144. (In Russian).
39. Voeykov A.I. "Irrigation of the Trans-Caspian Region from the Point of View of Geography and Climatology." *Bulletin of the Imperial Russian Geographical Society* XLIV (1908): 131–160. (In Russian).
40. Voropayev G.V., Ratkovich Yu.D., eds. *Problem of Water Resources Territorial Redistribution*. Moscow: Institute of Water Problems of the USSR Academy of Sciences Publisher, 1985. 505 p. (In Russian).
41. Yanshin A.L. *Geology of the Northern Aral Sea Region*. Moscow: Moscow Society of Naturalists Publisher, 1953. 736 p. (In Russian).

Cite MLA 7:

Golubov, B. N. "The Abnormal Rise of the Caspian sea Level and Catastrophic Desiccation of the Aral Sea as a Result of the Aral Sea Draining under the Ustyurt Plateau and in the Caspian Sea due to Subsurface Anthropogenic Perturbations." *Electronic Scientific Edition Almanac Space and Time* 16.1–2 (2018). Web. <2227-9490e-aprovr_e-ast16-1_2.2018.72>. DOI 10.24411/2227-9490-2018-11072. (In Russian).