

# **ПРИРОДА**

№ 4, 2000 г.

К.Н. Несис

## ***Когда Средиземное море высохло и что за этим последовало***

А.В. Бялко

## ***И.С. Чумаков: открытие и судьба***

(с) "Природа"

***Использование или распространение этого материала  
в коммерческих целях  
возможно лишь с разрешения редакции***



Образовательный сетевой выпуск  
**VIVOS VOCO! - ЗОВУ ЖИВЫХ!**

<http://www.accessnet.ru/vivovoco>

# Когда Средиземное море высохло и что за этим последовало

К.Н.Несис,

доктор биологических наук

Институт океанологии им.П.П.Ширшова РАН  
Москва

Давно известно, что одно из наиболее драматических событий последних этапов истории Земли — изоляция и полное высыхание Средиземного моря в конце миоцена, приблизительно 6 млн лет назад. По знаменитому разрезу отложений того периода у г.Мессины на о.Сицилия это событие названо Мессинским соленостным кризисом<sup>1</sup>.

Ему предшествовало отделение Средиземного моря сначала от Индийского океана, а потом от Атлантического, с которым оно соединялось двумя проливами: Бетским — на месте северной части нынешней Испании и Рифским — на территории Марокко, южнее современного Гибралтара. Первый закрылся в самом конце тортонского века (около 7.2 млн лет назад), а второй вскоре после Бетского. Гибралтарского пролива тогда не существовало. Средиземное море превратилось в высохший солончак, на дне которого накопилась двухкилометровая толща соли. Затем впадавшие с севера реки создали на его месте солоноватый, местами пресный водоем, который итальянские геологи назвали Lago Mare — озеро-море. Оно соединялось с громадным древним солоноватоводным морем — Паратетисом, занимавшим современные акватории Черного и Каспийского морей и окружавшие их районы от Карпат до Урала. Нако-

нец, открылся Гибралтарский пролив, и в бывшее море хлынул водопад. Величайший в истории планеты: 800 м высоты и расход воды в сотни Ниагар! Очень быстро — в геологическом масштабе времени мгновенно — Средиземное озеро-море заполнилось морской водой и стало заливом Атлантического океана. Этот момент отмечает в геологической истории конец миоцена и начало плиоцена. Но когда именно это произошло и почему так поздно открылся Гибралтарский пролив?

В середине миоцена, 14—12 млн лет назад, началось сильное похолодание и стал формироваться ледниковый покров Восточной Антарктиды. Уровень Мирового океана существенно снизился (это понижение называют гляциозвстатическим). По этой ли причине Гибралтарский пролив не существовал в период Мессинского соленостного кризиса или из-за тектонических процессов? И были ли эти процессы, вызвавшие возникновение пролива, глобальными или только локальными? Точного ответа на эти вопросы до недавнего времени не было, главным образом потому, что не существовало надежных датировок начала, хода и конца Мессинского соленостного кризиса.

Группа геологов и палеомагнитологов из университетов Утрехта (Голландия), Кьети (Италия), Саламанки (Испания) и Санта-Барбары (США) детально исследовала три разреза на западе (Сорбас в Испании), в центре (Кальтаниссетта на Сицилии) и востоке (Гавдос в Греции) моря. Построена детальная стратиграфическая схема с палео-

магнитными и микропалеонтологическими (по фораминиферам) датировками<sup>2</sup>. Вот какие выводы исследователи сделали на основе этих материалов.

Мессинский соленостный кризис начался одновременно по всему морю 5.96 млн лет назад. Начавшее высыхать, оно еще не вполне отделилось от океана и было немного похоже на залив Кара-Богаз-Гол, только гигантских размеров. Приблизительно за 375 тыс. лет на дне высыхающего Средиземного моря отложились слои гипса и соли, которые получили название нижних эвапоритов. Рифский пролив обсох полностью 5.59 млн лет назад, и Средиземное море очень быстро (по расчетам А.С.Монина<sup>3</sup>, за какие-нибудь 1.5 тыс. лет) превратилось в серию изолированных соленых озер, уровень которых был на 1.5 км ниже первоначального уровня моря. Первые 90 тыс. лет (5.59—5.50 млн лет назад) его склоны подвергались эрозии. Реки, которые позже будут называться Эбро, Рона, По, Нил и др. (среди других — не существующая ныне река, протекавшая через Сахару и впадавшая в залив Большой Сирт), глубоко врезали свои долины, образовывали каньоны с крутыми стенками. Потом установился равновесный режим, и на протяжении 175 тыс. лет (5.50—5.33 млн лет назад) существовало озеро-море, оставшееся после себя пресноводные и

<sup>1</sup> Монин А.С. История Земли. Л., 1977; Чумаков И.С. Плиоценовые и плейстоценовые отложения долины Нила в Нубии и Верхнем Египте. М., 1967.

© К.Н.Несис

<sup>2</sup> Krijgsman W., Hilgen F.J., Raffi I., Sierro F.J., Wilson D.S. // Nature. 1999. V.400. №6745. P.652—655.

<sup>3</sup> Монин А.С., Шишков Ю.А. История климата. Л., 1979.

солонатоводные (как в нынешнем Балтийском море) отложения — верхние эвапориты (гипс, мергель — но не соль). Переход от эрозионного режима к режиму осадконакопления был скорее всего вызван перехватом стока вод из бассейна Паратетиса через современные Мраморное и Эгейское моря, после чего (и вследствие чего) Эвксин (нынешнее Черное море) обмелел и отделился от Каспия. В самом конце миоцена наступило потепление, льды начали таять, уровень океана поднялся, и 5.33 млн лет назад воды Атлантического океана достигли самого низкого места в сухой тектонической трещине на месте будущего Гибралтарского пролива и стали переливаться через него. Пролив открылся, и за очень короткий срок озеро-море вновь стало морем. Начался плиоценовый период.

Примечательно, что самое большое за тот период гляциоэвстатическое понижение уровня Мирового океана (на 50 м) произошло через 200—260 тыс. лет **после** начала высыхания моря, но за 160—100 тыс. лет **до** его полной изоляции. Стало быть, оледенение Антарктиды не могло быть причиной осушения пролива между Атлантическим океаном и Средиземным морем!

Но именно 5.95—5.8 млн лет назад одновременно изменились скорости перемещения тектонических плит Земли. Резко — скачком — ускорилось расхождение плит Тихоокеанской и Наска на юго-востоке Тихого океана, плиты Кокос и плиты гор Математиков на его востоке. Сейчас скорости расхождения этих плит (соответственно 153.6 и 105.0 мм/год) занимают первое и второе место на всей планете. Одновременно замедлилось расхождение Тихоокеанской и Антарктической, Австралийской и Антарктической плит и возросла скорость расхождения Южно-Американской и Африканской. Таким образом, причина отсоединения Средиземного моря от океана — глобальная перестройка тектоники Земли. Высыхание же и последующее затопление моря, по мнению авторов, следствие изменений

климата, вызванных астрономической причиной: прецессией, циклом изменения эксцентриситета и наклона орбиты Земли с периодом около 400 тыс. лет. Минимум эксцентриситета орбиты отмечался 6.1—6.0 млн лет назад, чему соответствовал максимум инсоляции, тогда начался период жаркого и засушливого климата. Похожим климат стал через 400 тыс. лет, перед самым замыканием Средиземного моря.

Высыхание и последующее возрождение Средиземного моря сыграли большую роль в истории климата Земли и гидрологии Мирового океана. Испарившаяся из моря и выпавшая дождями вода на несколько метров повысила уровень океана и к тому же несколько распреснила его. Изъятие из моря огромной массы воды привело к изостатическому поднятию дна на сотни метров, а потом к новому его погружению. При высыхании моря климат становился суше, леса сменялись степями, затем шел обратный процесс. Отступление лесов в Африке могло быть толчком к тому, чтобы предки человека спустились с деревьев и перешли к пешему хождению. Именно в тот период отделилась ветвь, впоследствии давшая начало австралопитекам и человеку.

Почти одновременно с открытием Гибралтара (около 5.5—4.8 млн лет назад), вероятнее всего, тоже из-за вызванного потеплением таяния льдов, открылся и Берингов пролив<sup>4</sup>. До этого на протяжении 100 млн лет, с середины мелового периода до конца миоцена, Берингия была сплошной огромной сушей. В то время Берингов пролив был узким, мелким и холодноводным, течение через него шло с севера на юг, из Чукотского моря в Берингово. Вскоре пролив закрылся и по-настоящему открылся вновь через 1.5—2 млн лет, в середине плиоцена, приблизительно 3.5 млн лет назад. На этот раз он был намного шире, гораздо глубже и теплее нынешнего. Через него неудержимым потоком хлынула в Арктику тихоокеанская фауна и в геологически кратчайшее время прошла

через все северные моря и заселила Северную Атлантику<sup>5</sup>.

Смена направления течения с южного (в Берингово море) при первом открытии пролива на северное (в Чукотское море) при втором — следствие события, происходившего очень далеко от Берингова пролива: медленного и постепенного поднятия Панамского перешейка, которое началось 4.6 млн лет назад, ускорилось 3.6 млн лет и завершилось 1.9 млн лет назад полным прекращением связи между Тихим океаном и Карибским морем. Оно привело к кардинальной перестройке климата и системы течений в Атлантическом и Северном Ледовитом океанах<sup>6</sup>.

Начало поднятия перешейка привело к существенному изменению циркуляции глубинных вод в Северной Атлантике. А на одной из последних стадий этого процесса, в середине плиоцена, 2.73 млн лет назад, поверхностные субарктические воды северной части Тихого океана внезапно распреснились и возник скачок плотности между верхней и соленой подповерхностной водной массой<sup>7</sup>. В период похолодания климата опреснение верхнего слоя вод — необходимое условие для появления сезонного ледового покрова. Если скачка плотности нет, на место охладившейся зимой и опускающейся поверхностной воды вверх поднимается теплая подповерхностная, и лед долго не образуется. Скачок плотности не позволяет теплой воде подняться к поверхности, и процесс осеннего выхолаживания идет гораздо быстрее. Кроме того, подповерхностные воды, которые скачок плотности не пускает к поверхности, богаты биогенными элементами: азотом, фосфором и кремнием. Без их доступа биологическая продуктивность поверхностного слоя вод понижается.

<sup>4</sup> Гладенков А. Ю. Когда впервые открылся Берингов пролив? // Природа. 1999. №9. С.29—31.

<sup>5</sup> Морская биогеография. М., 1982.

<sup>6</sup> Haug G.H., Tiedemann R. // Nature. 1998. V.393. №6686. P.673—676; Burton K.W., Ling H.-F., O'Nions R.K. // Nature. 1997. V.386. №6623. P.382—385.

Зато имеющиеся ресурсы биогенных элементов используются планктонными микроводорослями гораздо более эффективно. В результате поступление диоксида углерода из океана в атмосферу уменьшается, концентрация CO<sub>2</sub> в воздухе снижается, а это еще более усиливает похолодание.

Причина внезапного распреснения поверхностных вод северной части Тихого океана пока не выяснена, и неизвестно, было ли само распреснение причиной или же следствием начавшегося оле-

денения. Но именно 2.73 млн лет назад в Северном полушарии резко закончился начавшийся 4.6 млн лет назад и продолжавшийся почти 2 млн лет теплый период, возникли и стали быстро расти горные ледники, уровень океана начал падать и Берингов пролив опять замкнулся. Но это уже другая история. ■

<sup>7</sup> Haug G.H., Sigman D.M., Tiedemann R., Pedersen T.F., Sarnthein M. // Nature. 1999. V.401. №6755. P.779—782.

## И.С.Чумаков: открытие и судьба

А.В.Бялко,

доктор физико-математических наук  
Москва

Как ясно из предыдущей статьи, Мессинский кризис Средиземного моря — это геологическое явление такого масштаба, что его значимость для современной геологии уступает, наверное, лишь движению литосферных плит. Решающий вклад в понимание природы мессиния внес геолог Иван Сергеевич Чумаков, который скончался 6 декабря прошлого года, не дожив четырех дней до 78 лет.

В середине 50-х годов он работал главным геологом на строительстве Асуанской плотины, перекрывшей Нил на расстоянии 1500 км от его устья. Для геологического обоснования проекта проводилось разведочное бурение по-

перек нильского ложа. При этом были обнаружены отложения, однозначно свидетельствующие о том, что несколько миллионов лет назад река протекала по каньону глубиной свыше 800 м. Анализируя происхождение этого древнего русла, Чумаков сделал крайне радикальный для того времени вывод о полном пересыхании Средиземного моря в верхнем миоцене<sup>1</sup>.

Средиземноморью и его предшественнику, океану Тетис, кроме этой монографии, посвящены сотни последующих работ Чумакова<sup>2</sup>. Они получили широкое международное признание, а сам он вполне сознавал свое место в науке.

<sup>1</sup> Чумаков И.С. Плиоценовые и плейстоценовые отложения долины Нила в Нубии и Верхнем Египте. М., 1967.

Но каким же образом первооткрыватель Мессинского кризиса не только не стал носителем академических регалий, но умудрился остаться кандидатом наук и старшим научным сотрудником кафедры литологии и морской геологии МГУ? Причины этого парадокса небезынтересны.

Когда родился Иван, его отец, Сергей Михайлович, сидел в Бутырской тюрьме, а апелляция на его смертный приговор рассматривалась ВЦИКом. Весной 21-го года он был осужден в Костроме

<sup>2</sup> Чумаков И.С. Осадочные комплексы Средиземноморской мегавпадины и условия их залегания // Земная кора и история развития Средиземного моря. М., 1982; Радиометрическая шкала для позднего кайнозоя Паратетиса // Природа. 1993. №12. С.68—75.

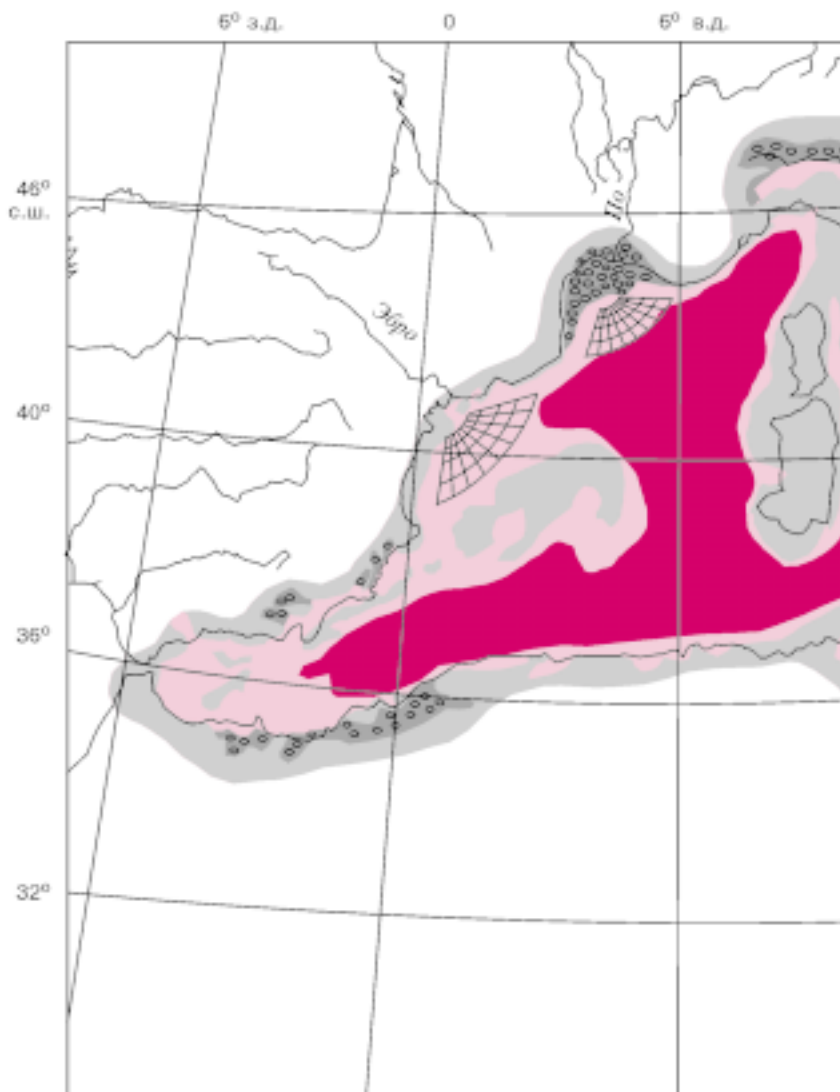


Иван Сергеевич Чумаков  
(1921—1999)

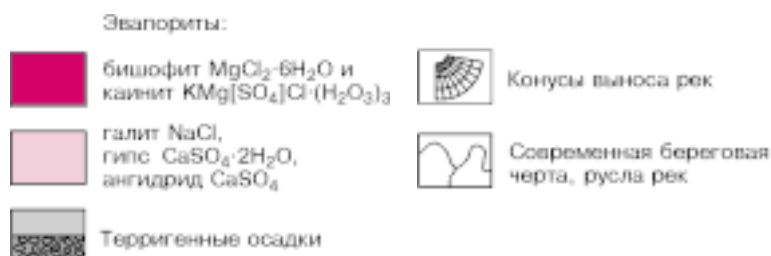
лишь за то, что до революции был владельцем тамошних мукомольной и табачной фабрик. Как уж удалось его жене (кстати, дочери выдающегося русского химика Е.И.Орлова<sup>3</sup>) добиться пересмотра дела в высшей инстанции Страны Советов, сведений почти не сохранилось. Ленин на том заседании ВЦИКа по болезни отсутствовал, голоса за смерть или оправдание разделились поровну (4 на 4) и казнь заменили отсидкой. Сергей Михайлович вышел на свободу в 24-м году по амнистии, но это решение ВЦИКа стало как бы охранной грамотой всей семьи от последующих репрессий (после этого его арестовали только один раз, в 1933 г.). Его воспоминания о дореволюционной Костроме и последнем аресте опубликованы<sup>4</sup>.

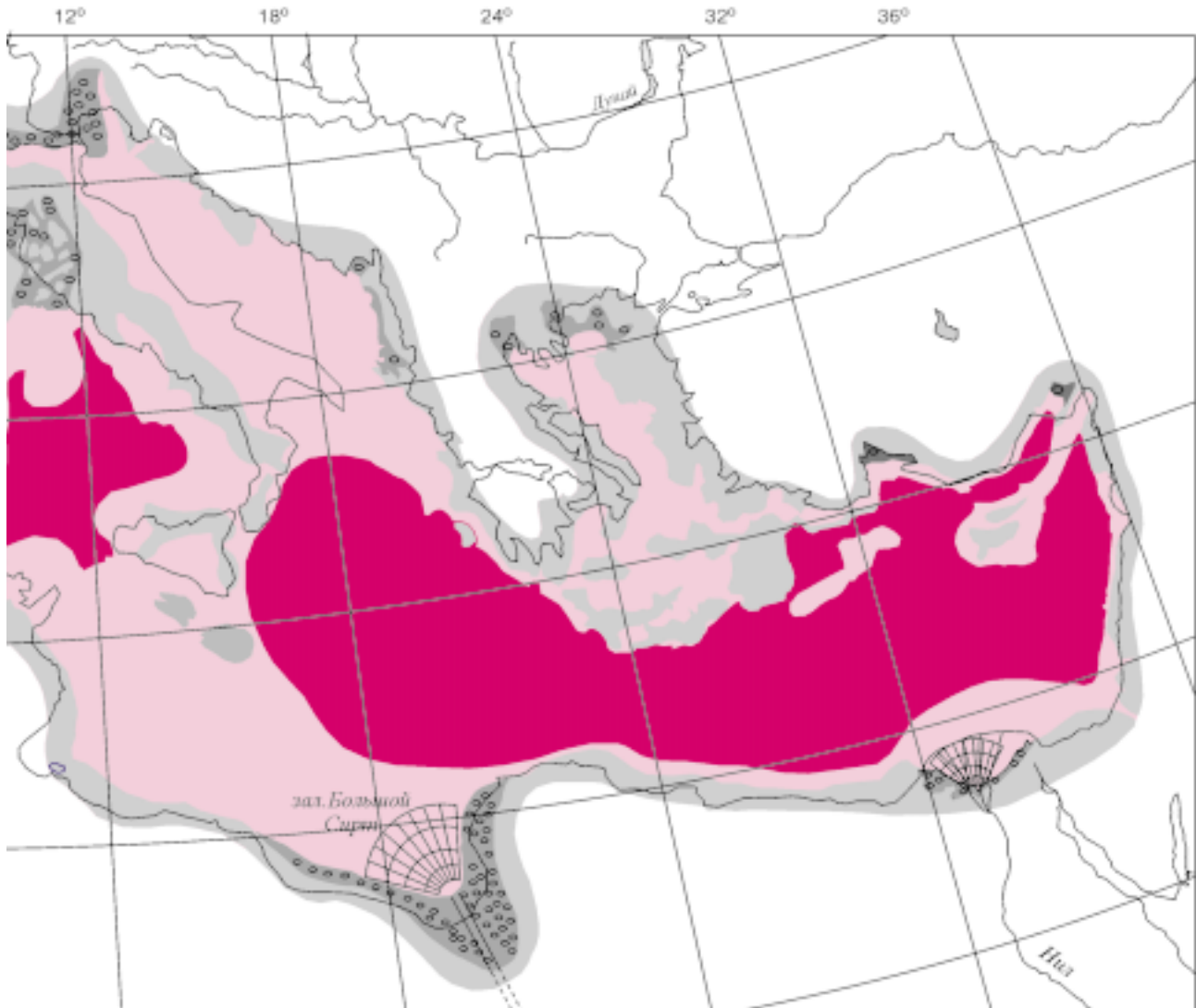
В 1940 г. Иван Чумаков был призван в армию, со своей артиллерийской батареей он прошел всю войну, был контужен, неоднократно награжден. На всю жизнь он сохранил те цельность духа и

<sup>3</sup> Певзнер Р. Л. Академик Е.И.Орлов и его роль в отечественной науке // Природа. 1951. №1. С.86—89; "Интуитивные предвидения" Егора Ивановича Орлова // Природа. 1994. №2. С.92—105.



Осадочные отложения Средиземного моря. Карта составлена И.С.Чумаковым.





верность друзьям, которые ковались вместе с победой. Он вернулся с войны убежденным коммунистом. И это, увы, стало причиной глубокого семейного конфликта.

Есть такое морское слово – раздрай. Его Иван Сергеевич любил повторять, рассказывая о своих выступлениях на научных дискуссиях: “Ну, устроил я им раздрай”. По сути же, раздвоенный между своим происхождением

<sup>4</sup> Чумаков С. М. Воспоминания костромича // Волга. 1989. №11. С.157—184; №12. С.149—175.

ем и убеждениями, всю жизнь он скрыто нес раздрай в самом себе, оставаясь при этом на редкость яркой и бескомпромиссной личностью. Вот характерный пример: в середине 60-х годов один из университетских профессоров и давний его знакомый просит у него рекомендацию в партию — Иван Сергеевич наотрез отказывается, говоря, что сейчас он рекомендацию не дал бы и себе самому.

Свою независимость и возможность откровенно высказывать суждения невзирая на лица он це-

нил выше научных степеней и званий. А его гипотеза о пересыхании Средиземного моря вызвала и вызывает определенные возражения до сих пор, несмотря на ее доказательство непосредственно подводным бурением.

Не так давно Чумаков очертил назревшую проблему несоответствия геологических и палеофлористических данных по климату Средиземноморья в мессинский период<sup>5</sup>. Прочитую его статью.

“В 1990 г. Г.Грегор<sup>6</sup>, сообщая о результатах компьютерной обра-

ботки обширных палеофлористических данных по неогену Средиземного моря, снова ставит под сомнение присутствие аридного фактора в формировании мессинского эвапоритового бассейна. До-, интра- и постмессинские флоры Греции, по мнению этого исследователя, не подтверждают кризиса солености в позднем миоцене этой области. Мессинские гипсы с прослоями глин и песков, по Грегору, содержат отпечатки листьев древесных пород, лигниты характеризуют фации тростниковых болот, а буроугольные слои — заболоченные леса и тростниковые марши... Главная причина формирования фации мессинских эвапоритов, по Грегору, заключается в переотложении более древних солей. Последнее, к нашему сожалению, находится в полном противоречии с общеизвестными фактами геологического строения и историей формирования мессинского эвапоритового бассейна<sup>5</sup>.

В конце статьи Чумаков призывает привлечь к решению сложившегося парадокса представителей других направлений науки. Не раз он обсуждал эту проблему и со мной. В этих разговорах родилась идея разгадки этого противоречия: каким же образом одновременно и рядом могли сосуществовать и аридный (жаркий и сухой) климат, необходимый для образования мощных солевых толщ, и гумидный (теплый и влажный), при котором происходит отложение бурых углей.

Дело в том, что эвапориты формировались из насыщенного рассола на дне высыхающего моря. Его современная глубина достигает 5.1 км, а глубины в районах местонахождения мощных погребенных слоев солей составляют 2.5—3 км. Температура в земной тропосфере, как известно, па-

дает с высотой и возрастает вглубь, если атмосфера простирается ниже уровня океана. Так, на берегу Мертвого моря (400 м ниже ур.м.) примерно на 10°C теплее, чем в близком Иерусалиме на высоте 600 м над ур.м. Это следствие того, что температурный градиент для сухого воздуха в адиабатической атмосфере постоянен и равен 9.7°C/км. Следовательно, на дне пересыхающего моря температура была на 25—30° выше, чем в тех местах, где сегодня находят отложения окаменевшего торфа и бурые угли.

Скорость испарения быстро возрастает с температурой, это и обеспечило отложение на дне Средиземного моря таких осадков (магниево-солей), которые не образуются даже в полностью сухом воздухе при температурах, меньших 35°C. А на бывших его берегах, превратившихся в отлогие предгорья, шли дожди и испаренные воды конденсировались на склонах. Это и обеспечивало умеренно теплый и влажный климат.

Учет большого перепада температур дает еще одно следствие. Если уж море пересохло, наполнить его при открытии проливов оказывается не так просто: поток вод по пути к раскаленному ложу дна быстро испаряется. Поэтому оценка А.С.Мониной для времени наполнения Средиземного моря, приведенная в предыдущей статье, с учетом этого эффекта увеличивается на порядок, до 15—20 тыс. лет. Что, впрочем, все равно мгновенно в геологическом масштабе времени.

Вообще, надо сказать, Иван Сергеевич умел увлеченно рассказывать как о событиях на войне и в экспедициях, так и о своих научных задачах, причем не только геологам. (Своим “вкусом” к геофизике я во многом обязан именно ему — брату моей матери.) Приведу еще одно его тонкое наблюдение.

В долине Нила родилась одна из древнейших цивилизаций, но интересно, что появилась она около 5 тыс. лет назад и как бы мгновенно достигла высочайшего уровня — почти сразу же нача-

лось строительство пирамид, требовавшее весьма развитой техники. Более древних археологических памятников в долине Нила обнаружить не удастся, хотя очевидно, что люди издревле должны были жить около великой реки. Иван Сергеевич рассказывал, что kern одной из скважин, пробуренных вблизи Асуана, принес с глубины около 20 м остатки очага и осколки примитивной керамики. Это означает, что уровень Нила повышался, а его осадки погребали следы предшествующей человеческой деятельности. Действительно, 15 тыс. лет назад, во время последнего оледенения, уровень океана (и Средиземного моря) был ниже современного метров на сто, так что и ложе Нила располагалось заметно ниже. Еще один древнейший центр расселения человека, по-видимому, существовал вдоль русла другой великой африканской реки, сравнимой с Нилом, если судить по ее мощному выносу осадков в Средиземное море (см. карту). Эта река исчезла под песками Сахары где-то около 12 тыс. лет назад, а с ней погибла и цивилизация, наверное, сообщавшаяся с нильской. Пока мы не знаем о ней ничего... ■

<sup>5</sup> Чумаков И. С. Об одной проблеме соленакпления в мессинском эвапоритовом бассейне. // Вестн. МГУ. Сер. 4, Геология. 1996. №6. С.40—45.

<sup>6</sup> Gregor H. - J. // Proc. Symp. Paleofloristic and Paleoclimatic Changes Cretaceous and Tertiary. Prague, Aug.28. 1989. Prague, 1990. P.239—254.