

Изменение уровней Черного моря в тысячелетиях

Г.С. Метревели

Тбилисский Государственный университет им. Ив. Джавахишвили, Тбилиси, Грузия

Variations of Black Sea levels through millenia

G.S. Metreveli

Iv. Djavakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia

Methods for the Black Sea paleolevel regime study by the current eustasy and Antarctic and Greenland ice core water isotopic measurements are proposed. The Black Sea catastrophic eustasy in late Holocene could be linked to export of man intellect and civilization into a continents peripheral regions. For the progress of the man intellect, the Need in Knowledge's and its Export are the Basic Factors, but the climate may be considered as a catalyst only.

Черное море много раз меняло имя. В глубокой древности оно называлось морем Цапфов, в период расселения греков на берегах моря, его именовали сначала Понтос Оксинос (негостеприимным), после колонизаций его побережий Понтос Евксинос (гостеприимным), а в средние века турки его окрестили Черным или злым морем из-за коварного нрава.

В тысячелетиях, по крайней мере, за период эволюции от гоминида (*Homo Africanus*) до человека (*Homo sapiens sapiens*), то есть от эоплейстоцена до наших дней (~ 2,5 млн. лет), оно то превращалось в изолированное, полупресноводное озеро, то Каспийское море (озеро) сбрасывало в него свои пресные воды и фауну, а в периоды оптимумов Мировой океан через Средиземное море достигал его и превращал в полусоленное море со сложным режимом колебания уровня.

Уровень Черного моря характеризуется суточным, сезонным и многолетним изменениями, обусловленным различными факторами от ветра и приливообразующих сил до климатических циклов. Поскольку подобные изменения происходят относительно некоего среднего значения и обладают свойством повторяемости, их можно назвать колебательным движением. При таких движениях наблюдаются, наступление моря на сушу (трансгрессии) и отступления (регрессии).

Долгие (тысячелетние) и планетарные изменения уровней морей и океанов, в том числе и Черного моря, обусловлены ритмикой природных процессов (Бондырев, 2003). По результатам геологических, палинологических и других исследований можно с определенной точностью восстановить палеоуровни моря за период эволюций человека от *Homo Africanus* до *Homo sapiens sapiens*. Однако для исследования изменения природной среды на рубеже тысячелетий, к которым относятся тысячелетние колебания поверхности Черного моря, следу

Метревели Г.С. Изменение уровней Черного моря в тысячелетиях. // Изменения природной среды на рубеже тысячелетий. Труды Международной электронной конференции. Тбилиси-Москва, 2006, с. 149-154. www.cetm.narod.ru/pdf/metreveli.pdf

ет их дополнить данными современных океанографических исследований и результатами реконструкций палеоуровней моря по материалам бурения высокоширотных и высокогорных ледниковых щитов (Ultima...; Datos...; Cantolla, 2003).

Современные океанографические исследования показали, что глобальное потепление климата провоцирует эвстазию - вековое повышение уровней океанов и морей в результате теплового расширения воды и изменения баланса пресной воды в пользу Мирового океана (Парниковый..., 1989). При этом доминирующим является тепловое расширение, на долю которого приходится 67-70% прироста уровня моря, остальная же часть обусловлена притоком из многолетних запасов вод суши (ледниковые и грунтовые воды, влага из замкнутых бассейнов и др.).

Исследование текущего глобального потепления климата и связанного с ним эвстатики по материалам инструментальных наблюдений показывают что, увеличение температуры приземного слоя атмосферы на $\sim 0,7^{\circ}\text{C}$ вызвало эвстатическое повышение уровня: в высоких широтах на 2,8-3,0 мм/год, в низких на 1,1-1,3 (Метревели и др., 1985; Метревели, 1990), причем эвстазия раньше зафиксирована у северных берегов Шотландский (Абердин, 1898-1900 гг.), потом у северного побережья Франции (Брест, 1906-1908) гг.) и позднее в экваториальной зоне (начало 1930-ых годов). У берегов Антарктики наблюдения за уровнем моря не обладают достаточной для оценки эвстазий статистической протяженностью. Однако по данным равномерного поста Сёва (Япония), расположенном на восточном побережье континента, скорость гляциоизостатического повышения берега весьма высокое и достигает 43 мм/год. Этот факт указывает на интенсивную деградацию прибрежного ледового покрова. Поэтому у берегов Антарктики эвстазия должна быть значительной, однако талые воды еще не достигли Австралии. Ближайший пункт, по которому можно судить об эвстазии в Южном океане, равномерная станция Форт Денисон (южное побережье Австралии), по данным которой у южных берегов этого континента эвстатическое повышение уровня не превышает 1,1-1,2 мм/год, т.е. повышение уровня можно отнести к тепловому расширению верхнего слоя океана.

На Черном море эвстатическое повышение уровня инструментально зафиксировано в 1923-1925 годах и по данным расчетов, выполненных методом анализа длинных уровневых рядов, среднее приращение уровня за 1925-2004 гг. составляет 2,5 мм/год (Метревели, Кучуашвили, 1987; Метревели, 1989), а суммарное относительно его исходного положения, уже достигло 20 см.

По данным палинологических исследований (Габуня, Квавадзе, 1999), в X-XI веках прошлого тысячелетия климат побережья Грузии был примерно на $1,0-1,5^{\circ}\text{C}$ теплее нынешнего, а уровень моря почти на 1,0 м превосходил настоящего.

Так, можно ли по палеотемпературам бурения ледниковых щитов определить величину эвстазий в тысячелетиях с достаточной для решения наших задач точностью и исследовать регрессионно-трансгрессионные движения моря, если не за один миллион лет хотя бы за последний 500 тыс. лет.

Для этого можно использовать статистические ряды среднемесячных и годовых уровней и температуры воздуха (рис. 1) за период инструментальных наблюдений на Черном море (1873-2005 гг.). По данным анализа этих рядов, влияние климата на уровень моря развивается по следующему сценарию: рост температуры приземного слоя атмосферы активизирует циркуляционные процессы в ней. В зависимости от него, но со сдвигом на 22-25 лет, активизируется вертикальная циркуляция в поверхностном слое моря, толщина которого 60-80 м и его тепловой баланс постепенно меняется на положительный. Этот слой расположен над т.н. «холодным промежуточным слоем», температура которого не подвержена сезонным колебаниям и постоянно равна $6-8^{\circ}\text{C}$ (Иванов и др., 1998). Его термика зависит от климатических циклов и их долгосрочных флуктуаций, подобных современным. Под влиянием теплых флуктуаций он постепенно деградирует, иногда до полного исчезновения, так как при акселерации вертикального водообмена и увеличения частоты теплых зим, не успевает пополняться холодными водами с северного шельфа. Тогда нагревание, соответственно и тепловое

расширение охватывает весь биологический активный слой ($h \approx 140-180$ м) и продолжается повышение уровня моря, но с убывающей скоростью.

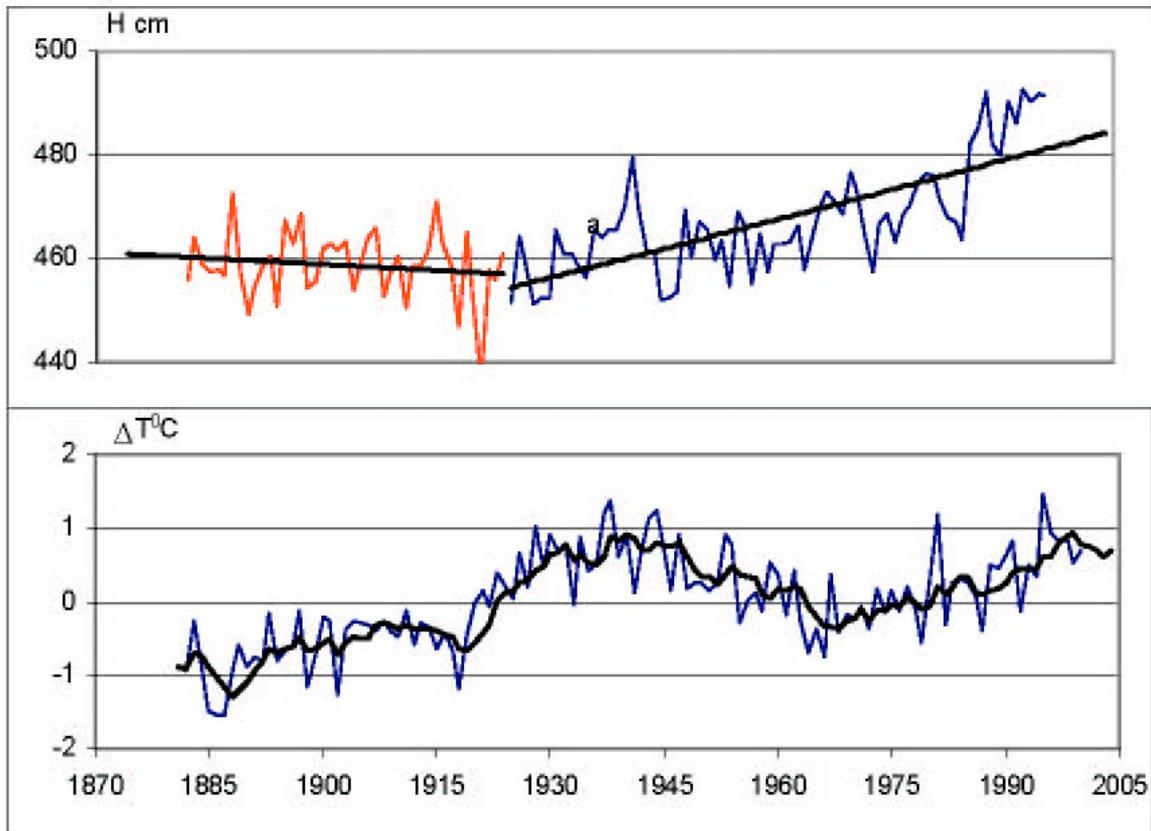


Рис. 1. Колебания уровня Черного моря и температуры воздуха на $60^{\circ}-90^{\circ}$ с.ш.

По данным комплексного анализа указанных рядов, при росте температуры моря и воздуха в среднем на $0,5-1,0$ $^{\circ}\text{C}$, уровень повысился: у западного побережья на 24 см, у северного и южного на 16, а у восточного на 20 см.

Используя зависимость расширения воды от его температуры и учитывая, что доминирующим фактором эвстазий является тепловое расширение воды ($\sim 68-70\%$), можно с достаточно высокой вероятностью определить трансгрессионно-регрессивное движение Черного моря в тысячелетиях (табл. 1).

Можно также определить суммарную величину эвстазий, но с меньшей вероятностью.

Реконструированные палеоуровни выявили сложный гидрорежим моря и его зависимость от Мирового океана и Каспийского моря. В начальные периоды межледниковых оптимумов с приращением температуры воздуха более $7-8$ $^{\circ}\text{C}$, происходит заполнение Каспийского моря, которое очень чутко реагирует на величину притока талых вод. При достижении уровня выше нынешнего на 35-40 м море, через Кумо-Манычскую депрессию и Азовскую котловину, начинало заполнять Черное море. В средний период оптимума, когда приток талых вод иссякал или резко уменьшался, прерывалась связь с этим бассейном и, Черное море превращалось в озеро, уровень которого также понижался, иногда на 60-80 м ниже нынешнего.

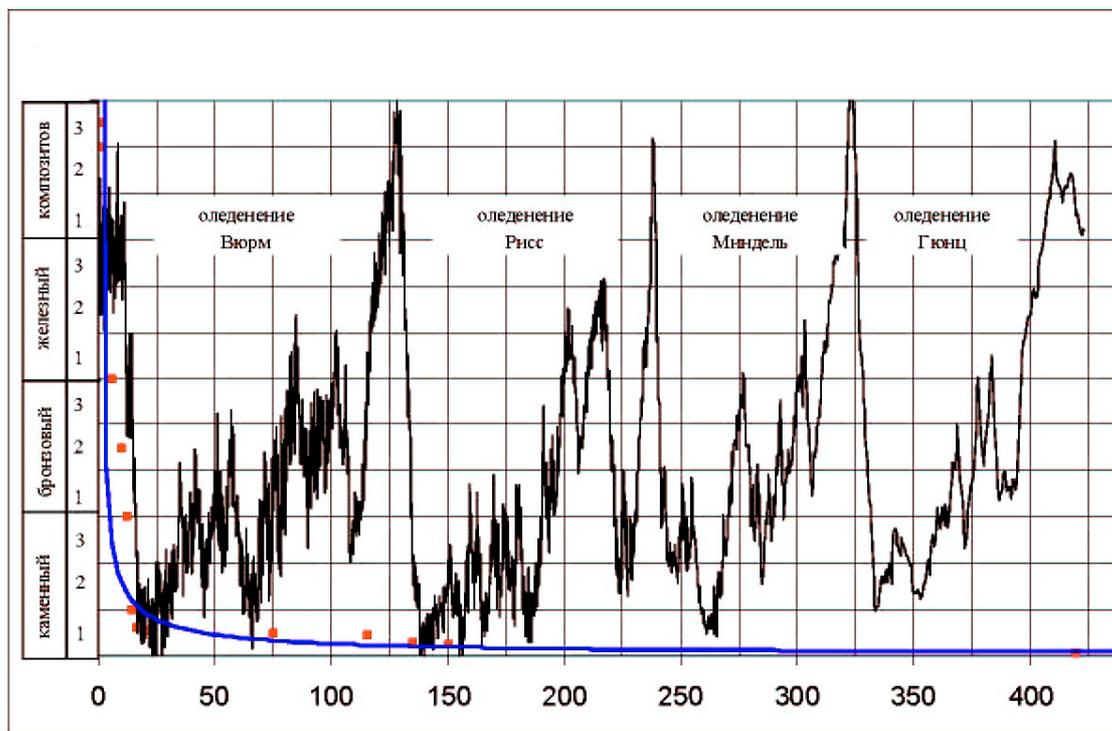
Табл. 1. Колебания уровня Черного моря в различных климатических циклах

Хронология			Климатические циклы и фазы	Аномалия температуры, °С	Эвстазия	
период	звено	продолжительность, 10 ³ лет			тенденция и связь	уровень ? Н мНм
Плиоцен	поздний	2500-2000				
		1900-1800	Агчагильская эпоха (минимум)		Изолированный	80-100
Эоплейстоцен	нижний	1800-1700	Постагчагильский оптимум		трансгрессия	5-6
		1700-1300				
		1300-1200	Апшерон. эпоха (минимум)		Изолированный	
	средний	1100-1000	Постапшеронский оптимум			
		1000-900				
верхний	900-760					
Плейстоцен	нижний	760-700	Болгарский минимум		Изолированный	-80-100
		700-650				
		600-500				
		500-470		-6,0	Каспийская трансгрессия	-15?
		470-430				
		430-410	Предгюнцовский оптимум	9,0		0
		410-385	I минимум - гюнц	-8		-24
		385-380	I гюнцовский оптимум	3		-15
	380-370	II минимум оледенения гюнц	-4			
	средний	370-367	II гюнцевский оптимум	2		
		365-335	Фаза равновесия	-6,5±1,5		-40
		335-320	Предминдельский оптимум	11		2
		320-305	I минимум миндел. олед.	-8		-47
		305-300	I миндельский оптимум	3,5		
		300-285	II минимум миндел. олед.	-5,5		
		285-275	II миндельский оптимум	4,5		-15
		275-267	II мин. миндел. оледенения	-4,5	Изолированный Каспий	
		267-245	Фаза равновесия	-5,3±1,5		
		245-235	Предрисский оптимум	10,6	Средиземный	4
		235-223	I минимум рисского оледен.	-9,8	Изолированный	-40
		223-210	I рисский оптимум	6	Каспийский	
		210-205	II минимум рисского оледен			
	185-140	Фаза равновесия	-8,3±2	Изолированный		
	140-130	Предвюрмский оптимум	11,5	Каспийский	-25	
	130-110	I минимум вюрмского олед.	-9		-70	
	верхний	110-105	I вюрмский оптимум	4	Средиземный	-8
		105-90	II минимум вюрмского олед	-3,5	Изолированный	-24
90-85		II вюрмский оптимум	3,5	Средиземный	-8	
85-70		III минимум вюрмского олед.	-5	Изолированный	-60	
75-30		Фаза равновесия	-6,5±2	Изолированный	-50	
16-11		Предголоценовый оптимум	8,5	Изолированный	-25	
Голоцен	ранний	10-7	I голоценовый минимум	±2	Трансгрессия	-20
	средний	6-4	II голоценовый оптимум		Трансгрессия	4
		3-1	II голоценовый минимум		Регрессия	-6
	поздний	III-V вв н.э	III голоценовый оптимум		Трансгрессия	2
		XVI-XIX вв	последний минимум		Трансгрессия	
	соврем.	XX-XXI вв	текущая флуктуация		Трансгрессия	0,2

По геологическим данным (Маисурадзе, 1991), примерно до среднего плейстоцена Черное море не имело связь с Мировым океаном, хотя оледенениям "Гюнц" и "Миндель" предшествовали оптимумы с температурой воздуха выше нынешнего на 2-3 °С и продолжительностью 12-15 тыс. лет. Только в период предрисского оптимума (230-240 тыс. лет), когда температура воздуха на 3 °С превышала сегодняшнего, воды Средиземного моря перевалили через Дарданелы-Босфорский водораздел и озеро с уровнем ниже 50-60 м превратили в Черное море.

В периоды Рисс-Вюрмских оледенений уровненный режим моря формировался аналогично уже описанному выше, с участием Каспийского моря или без него. Только в межвюрмском оптимуме, Средиземное море соединялось с Черным, хотя в это время температура была на 2-3 °С ниже текущего периода.

Из последующих явлений наиболее важную роль сыграли предголоценовые и среднеголоценовые экстремумы уровня моря. Примерно с периода последнего интервюрмского оптимума (15-16 тыс. лет), началось исключительно быстрое развитие цивилизаций а, следовательно, и человеческого интеллекта (рис. 2).



теллектом были вынуждены мигрировать в глубь и на север Европы, неся, таким образом, цивилизацию в регионы с неблагоприятным климатом.

Кратко резюмируя содержание проведенных исследований, можно заключить:

- Палеорежим уровней Черного моря с достаточной вероятностью можно исследовать по палеотемпературным данным бурения высокоширотных и горных ледовых щитов, особенно если при этом используются геологические данные;
- В эоплейстоцене и плейстоцене (нижний и средний) Черное море, несмотря на температуру выше нынешнего на 2-3 °С межледниковых оптимумов, Черное море оставалось озером или сообщалось с Каспийским бассейном. В отдельные отрезки времени указанных геологических эпох, особенно в фазах равновесия ледниковых периодов, уровень озера опускался ниже -60 м;
- Трансгрессия моря в позднем голоцене (Нимфейская) могла сыграть важную роль в экспорте интеллекта в крайние регионы континентов, по крайней мере, Европы;
- В развитии человеческого интеллекта и цивилизаций определяющим фактором следует считать потребность в знании и его экспорт, а климат следует рассматривать как катализирующий фактор, ускоряющий или замедляющий развитие интеллекта и цивилизаций.

Разумеется, данные изложенные в предлагаемой работе не претендуют на истину в конечной инстанции. По мере расширения поисков представленные результаты будут корректироваться с накоплением эмпирического и теоретического материалов.

ЛИТЕРАТУРА

- Бондырев И.В. Историческая экология цивилизаций. Ч.1. Палеоэкология Природина человека. Тбилиси, 2003, с.63-104.
- Габуния Л.А. Квавадзе Э.И. Палеоклиматические данные. В "Первое национальное сообщение на рамочную конвенцию ООН об изменении климата." Проект Geo/96/G31. Тбилиси, 1999, 108 с.
- Клиге Р.К. Изменение глобального водообмена. Москва: Наука, 1985, 248 с.
- Маисурадзе Г.М. Антропоген Кавказа. Тбилиси: Мецниереба, 1991, 51 с.
- Метревели Г.С., Плоткина И.Г., Кучуашвили Н.К. Особенности расчета вековых колебаний уровня моря и поверхности суши по уровненным рядам. Метеорология и гидрология, №2, 1985, с.84-88.
- Метревели Г.С., Кучуашвили Н.К. Исследование эвстатического повышения уровня воды внутренних морей. Метеорология и гидрология, №8, 1987, с.90-95.
- Метревели Г.С. Основные особенности уровня режима моря у Колхидского побережья. // Колхидская низменность. Природные условия и социально-экономические аспекты. Л.: Гидрометеоздат, 1989, с. 274-278.
- Метревели Г.С. Эвстатическое повышение уровня воды и вековое колебание побережий европейских морей Северной Атлантики. Метеорология и гидрология, №3, 1990, с. 66-71.
- Парниковый эффект, изменение климата и экосистемы. Л.: Гидрометеоздат, 1989, 558 с.
- Стратиграфия СССР. Четвертичная система. Т. 1-2. М.: Недра, 1982-1984.
- Cantolla A.U. Historia del Clima de la Tierra. 2003. <http://homepage.mac.com/uriarte/nivelmarglac.html>
- Datos oceanograficos en tiempo real de oleaje, nivel del mar y alerta climática. Redes de monitoreo de El Niño. Alertas climáticas. http://tierra.rediris.es/marinet/datos_oleaje_nivel_mar_tiempo_real.html
- Ivanov L.I., Besciktepe Sh., Ozoi E. Ecosystem Modeling as a Management Tool for The Black sea. Erdemli, Turkey: Inst. Mar. Scien. Middle Tech. Univ. 1998.140 p.
- Ultima Prevision. <http://www.puertos.es/externo/clima/Nivmar/predini.html>