

30. Corner G.D., Kolka V.V., Yevzerov V.Ya., Möller J.J. Postglacial relative sea-level change and stratigraphy of raised coastal basins on Kola Peninsula, northwest Russia // *Global and Planetary Change*. 2001. V. 31(1–4). P. 153–175.
31. Lohne Ø.S., Bondevik S., Mangerud J., Schrader H. Calendar year age estimates of Allerød–Younger Dryas sea-level oscillations at Os, western Norway // *Journ. Quaternary Sci.* 2004. V. 19. P. 443–464.
32. Fjeldskaar W., Kaneström R. Younger Dryas geoid-deformation caused by deglaciation in Fennoscandia // *Earth Rheology, Isostasy and Eustasy*. Chichester: Wiley, 1980. P. 569–574.
33. Anundsen K., Fjeldskaar W. Observed and theoretical Late Weichselian shore level changes related to glacier oscillations at Yrkje, southwest Norway // *Late- and Postglacial Oscillations of Glaciers: Glacial and Periglacial Forms*. Rotterdam: A.A. Balkema, 1983. P. 133–170.
34. Бахмутов В.Г., Евзеров В.Я., Загний Г.Ф. и др. Условия формирования и возраст краевых образований последнего ледникового покрова на юго-востоке Кольского полуострова // *Геоморфология*. 1991. № 2. С. 52–58.
35. Bakhtutov V.G., Yevzerov V.Ya., Kolka V.V. Varved clays: new insight for sedimentogenesis and palaeomagnetic record // *The Quaternary studies in Ukraine to XVIII Congress INQUA*. Bern: 2011. P. 89–104.
36. Евзеров В.Я., Колька В.В., Корсакова О.П. История развития морских бассейнов в Беломорской депрессии за последние 130 тысяч лет (состояние вопроса и перспективы исследований) // *Бюл. ком. по изуч. четвертич. периода*. 2007. № 67. С. 54–66.

Геологический ин-т КНЦ РАН, Апатиты

Поступила в редакцию
28.02.2012

TRANSGRESSIONS ON THE MURMAN AND WHITE SEA COASTS IN THE LATE PLEISTOCENE–HOLOCENE IN CONNECTION WITH DEGLACIATION

V.Ya. YEVZEROV

Summary

Continental ice had blocked the sea spreading into land till the end of the Allerød. Transgression began to the Murman coast in the Bølling after deglaciation of south-east part of the Barents Sea shelf. The farthest spread of the sea into Murman coast and in the White Sea Basin took place in the end of the Allerød after deglaciation of the coasts and the White Sea depression. Then, regression took place on the most part of the coasts. The following transgression spanned the previously glaciated area and its vicinity in the Younger Dryas. The subsequent regression began at the end of the Younger Dryas. The third transgression (Tapes) took place in the Holocene.

УДК 551.435.3551.89(262.5)

© 2012 г. П.А. КАПЛИН, А.В. ПОРOTOв

ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В ПОЗДНЕМ ГОЛОЦЕНЕ И РАЗВИТИЕ МОРСКИХ БЕРЕГОВ ЧЕРНОГО МОРЯ¹

Введение

Прогнозируемые глобальные изменения климата и уровня Мирового океана в текущем столетии продолжают определять интерес к вопросам палеогеографического обоснования возможного развития аккумулятивных берегов. При этом наибольшее внимание привлекают детализации реконструкций развития аккумулятивных берегов в климатических ситуациях позднего голоцена, сходных с современными, и рассматривающихся как ее палеогеографические аналоги [1, 2]. В качестве таких палеоклиматических

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 11-05-01153).

ких аналогов могут служить эпохи потепления в суббореальном (~4.0–3.5 тыс. л. н.) и субатлантическом (~0.8–1.1 тыс. л. н.) этапах голоцена.

Результаты палеоклиматических исследований последних десятилетий убедительно свидетельствуют о флуктуациях климата в голоцене в масштабе тысячелетий и столетий [3–5]. В голоцене выделяются несколько различных по продолжительности ритмов. Квазициклические изменения климата с интервалом около 1.0–1.5 тыс. лет, которые в северном полушарии характеризовались быстро наступающими эпизодами потепления, сменявшимися постепенными похолоданиями, продолжительностью в несколько столетий [3, 6, 7]. В числе возможных причин таких климатических колебаний рассматриваются как влияние колебаний солнечной активности, так и динамика ледниковых покровов и изменения океанической циркуляции. Наиболее отчетливо смена климатических условий прослеживается в Северо-Атлантическом регионе, где она проявляется в виде крупных реорганизаций атмосферной циркуляции [5, 8, 9]. Среди более коротких климатических флуктуаций устойчиво на протяжении последних тысячелетий прослеживаются чередования теплых и холодных периодов с повторяемостью 200–500 лет [10, 11].

Климатические ритмы обычно имеют региональный характер, но однозначно не выражены, существенно меняясь как во времени, так и в пространстве. В ряде случаев они проявляются почти незаметно или не наблюдаются вообще. Некоторые климатические ритмы имеют автоколебательный характер, так как обусловлены не столько внешними, сколько внутренними причинами [9, 12].

Ряд вопросов, связанных с палеогеографическим обоснованием прогноза развития морских побережий, являются ключевыми для понимания взаимосвязи между климатическими ритмами голоцена, изменениями уровня океана и развитием берегов. Особый интерес представляют продолжительность и амплитуда изменений уровня океана в ходе предшествующих климатических периодов, а также возможность использования периодов “малых климатических оптимумов” как аналогов современного состояния уровня и его поведения в ближайшем будущем.

В основу традиционных моделей эволюции морских побережий погружающихся стабильных континентальных окраин в условиях послеледникового подъема уровня Мирового океана положено представление о развитии трансгрессии как ускоренно-замедленном процессе, при котором подъем уровня океана асимптотически замедляется [13–15]. Соответствующая ему обобщенная литолого-стратиграфическая модель рассматривает прибрежные отложения как единую трансгрессивную толщу, формирование которой на разных этапах трансгрессии определялось соотношением темпов подъема уровня и количеством поступающих в береговую зону наносов. В строении голоценовых прибрежно-морских отложений выделяется, как правило, трансгрессивная серия, одна часть осадков которой отвечает периоду быстрого повышения уровня океана в раннем голоцене, а другая – позднеголоценовая, характеризует резкое замедление темпов повышения уровня моря и относительно слабых миграций береговой линии.

Новейшие детальные исследования литолого-фациального строения голоценовых прибрежно-морских отложений показали их более сложную структуру. Они несут следы ритмичности, проявляющейся в присутствии трансгрессивно-регрессивных серий отложений и отражающей неравномерность хода трансгрессии. Следы подобной ритмичности выделяются в строении как раннеголоценовых трансгрессивных, так и позднеголоценовых трансгрессивно-регрессивных серий отложений на различных участках побережья Мирового океана. Наиболее отчетливо ритмичный характер строения рельефа и прибрежно-морских отложений прослеживается на участках отличающихся активным осадконакоплением (речные дельты, нарастающие аккумулятивные берега и т. п.) побережий Мексиканского залива [16], Средиземноморья и Северо-Западной Европы [17–20]. Ритмичность связывается с квазициклическими колебаниями уровня моря в масштабе тысячелетий, происходившими на фоне климатических осцилляций голоцена.

Возрастные границы отдельных трансгрессивно-регрессивных фаз могли меняться в различных регионах, однако общие черты ритмичности в характере трансгрессии

запечатлены в строении толщ прибрежных отложений [21]. Последний такой трансгрессивный цикл подъема уровня Мирового океана начался в конце XVIII в. и продолжается в настоящее время [22, 23].

Роль короткопериодных колебаний уровня океана в развитии морских побережий остается до настоящего время дискуссионной проблемой. Одной из причин этого является сложность геохронологической привязки молодых генераций береговых валов и дюнных массивов из-за отсутствия пригодного для радиоуглеродного датирования органического материала. В последнее десятилетие широкое использование метода ОСЛ (оптически стимулированной люминесценции) для определения возраста прибрежно-морских и эоловых песчаных отложений существенно детализирует хронологические рубежи в морфологическом развитии прибрежной зоны моря за последние тысячелетия и провести их корреляцию с определенными климатическими фазами позднего голоцена.

В данном сообщении рассматриваются результаты исследований эволюции Азово-Черноморского побережья в условиях изменений уровня моря и климата в позднем голоcene, позволяющих, в частности, выявить как следы цикличности в различных фациальных типах прибрежных отложений, так и коррелировать их с климатическими ритмами голоцена.

Изменения уровня моря и особенности развития побережья Северо-Восточного Причерноморья в голоcene

Исследования прибрежных отложений Черного моря показали, что в их строении отчетливо прослеживаются черты неравномерного хода голоценовой трансгрессии [24–26]. В трансгрессивных прибрежно-шельфовых отложениях раннего голоцена они представлены серией древнебереговых образований, а в низовьях речных долин – ритмичным чередованием аллювиальных, озерных, лиманно-морских и субаэральных фаций, вызванным неоднократными ингрессиями морских вод [24, 27].

Наличие нескольких генераций реликтовых аккумулятивных форм рельефа на шельфе отражает неравномерный ход голоценовой трансгрессии. В строении толщи раннего голоценовых прибрежно-морских отложений реликтовые аккумулятивные формы представлены линзами и прослоями относительно крупнозернистого материала, которые слагают локально распространенные продолговатые тела, перекрытые, а часто и подстилаемые, тонкозернистыми илесто-песчаными отложениями. Как правило, со стороны берега к подобным телам примыкают линзы сильно заиленных песков, а иногда чистых илов лагунного типа. Формирование древних береговых образований связывается с относительно кратковременными фазами стабилизации или относительного понижения уровня моря, придававшими прерывистый характер голоценовой трансгрессии [24, 26]. Обобщение данных по радиоуглеродному возрасту отложений древних береговых линий раннего голоцена на шельфе Черного моря показало, что их формирование относится к интервалам 8.3–8.1, 7.3–7.0 и 6.2–5.9 тыс. л. н., т. е. образует последовательность с периодом, близким к тысяче лет.

Более детально следы неравномерности развития голоценовой трансгрессии на побережье Черного моря запечатлены в строении рельефа и прибрежных отложений позднего голоцена. В современном рельефе приморских аллювиально-морских равнин и аккумулятивных террас выделяются несколько генераций береговых валов. Их формирование относится к трем основным трансгрессивным циклам позднего голоцена (5.5–4.8 и 4.0–2.8 тыс. л. н., а также последние 1.5 тыс. лет). Во время отдельных трансгрессивно-регрессивных фаз амплитуда относительного изменения уровня моря не превышала 2–3 м. Тем не менее, это обстоятельство повлияло на условия осадконакопления в лиманах, дельтах и в эволюции береговых аккумулятивных форм.

В целом, развитие голоценовой трансгрессии Черного моря характеризуется 7 периодами возрастания ее темпов, которые образуют восходящие ветви трансгрессивных фаз, разделяемых периодами замедления и относительной стабилизации уровня,

что определило квазипериодичный характер изменения уровня моря с периодом, близким к 1.2–1.4 тыс. лет [2].

В ходе трансгрессивных фаз на морфодинамическое развитие береговой зоны оказывали воздействие и межвековые изменения штормовой активности, определявшие условия поступления и перераспределения наносов в береговой зоне, что в ряде случаев вызывало смену аккумулятивного режима на абразионный. Поэтому древние береговые валы формировались с перерывами, а их отдельные генерации несогласно причлениаются друг к другу. Подобное строение рельефа характерно для аллювиально-морских террас в дельте Кубани [27], Пицундского полуострова [2], а также ряда других крупных аккумулятивных форм Азово-Черноморского побережья.

В ходе наших исследований дельты Кубани бурением была вскрыта ритмичная толща отложений, образованная переслаивающимися лиманными илами, аллювиально-лиманными алевроитами, аллювиальными суглинками и озерно-пойменными торфами. Подобное строение характеризует типичное для данного района чередование аллювиальных и лиманных комплексов фаций, отражающее неоднократную смену условий осадконакопления, которая обусловлена миграцией внешнего края дельты Кубани под влиянием изменений климатических условий и неравномерного подъема уровня моря. В трансгрессивные фазы подъем уровня сопровождался подтоплением низовьев реки и образованием обширного лимана, занимавшего десятки километров долины Кубани. Об осолонении вод лимана свидетельствуют находки в илистых отложениях раковин *Cerastoderma glaucium*, которые могут существовать при солёности не ниже 6‰. Наряду с этим результаты палеоботанического анализа торфяников показывают, что они формировались в пресноводных условиях, характерных для периодов замедления или относительного понижения уровня моря, сопровождавшихся осушением внутренних частей лиманов и превращением их в болота. Следует отметить, что присутствие многочисленных линз и прослоев погребенных торфов является одной из характерных особенностей строения прибрежных отложений Черного моря [2, 25].

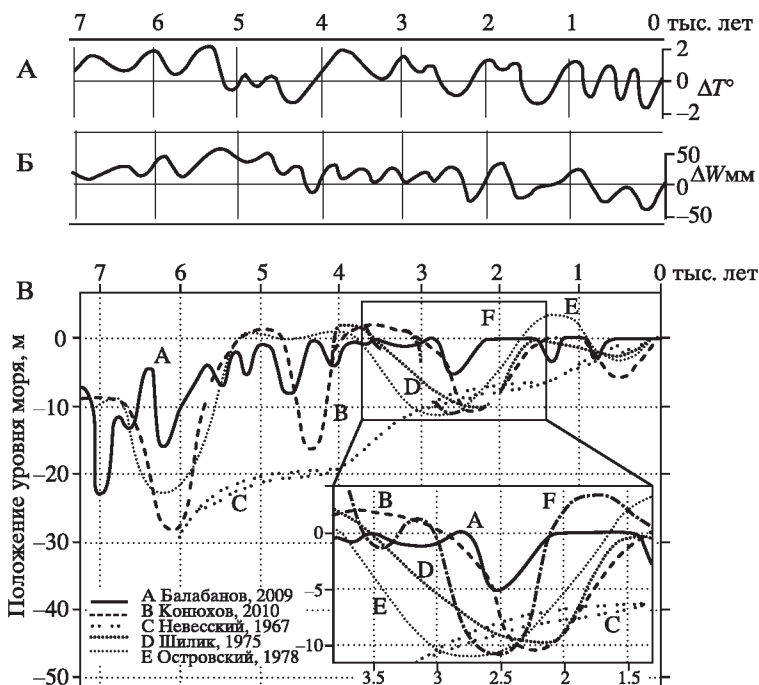
Радиоуглеродное датирование погребенных торфяников показало, что их формирование относится к интервалам 7152–6887, 6410–6208, 5307–5050, 4409–3998, 2347–2115 л. н. Для последних двух тысяч лет следы торфонакопления установлены для периодов 400–590 и 1400–1700 гг. н. э. Сравнением радиоуглеродного возраста различных типов фациальных отложений установлено, что возрастные интервалы формирования различных генераций древнебереговых валов совпадают (в пределах точности радиоуглеродного метода датирования) с периодами накопления отдельных горизонтов ингрессионных илов. Этот факт подтверждает предположение о неравномерном ходе голоценовой трансгрессии Черного моря, связанным с наложением на общий подъем уровня нескольких фаз его замедления или стабилизации. К таким фазам приурочено формирование серии погребенных торфяников, участвующих в строении дельтовых отложений.

Следует отметить, что в ходе трансгрессивной фазы, охватывающей последние 1.5 тыс. лет, в строении рельефа береговых аккумулятивных форм и морских краев дельт отмечаются следы более короткопериодных циклов, связанных с изменениями штормовой активности, колебаниями водности и твердого стока, определявшими флуктуации морфодинамического режима развития аккумулятивных берегов.

Корреляция изменений уровня Черного моря с климатическими ритмами в голоцене

Для уточнения взаимосвязи короткопериодных изменений уровенного режима Азово-Черноморского бассейна с климатическими ритмами голоцена проведено сопоставление данных по палеоклиматическим условиям юга Восточно-Европейской равнины с реконструкциями изменений уровня Черного моря за последние 6.0 тыс. лет.

Сопоставление изменений уровня моря с климатическими ритмами позднего голоцена рассматривалось для ряда районов Черноморского побережья: восточного Причерноморья [2], Болгарского побережья [28], дельты Дуная [29, 30], северо-запад-



Изменение климатических условий и уровня на побережье северного Причерноморья за последние 7.0 тыс. лет А – отклонения среднегодовой температуры, Б – изменение влажности [34], В – кривые изменения уровня Черного моря за последние 7.0 тыс. лет [35]. На вставке – кривые изменения уровня моря во время фанаторийской регрессии 3.0–2.0 тыс. л. н.

ного Причерноморья [31, 32] и северо-восточного Причерноморья [33]. Эпохи потепления климата совпали с трансгрессивными фазами, эпохи стабилизации (или относительного понижения) уровня моря – с эпохами похолоданий (рисунок). Это, в целом, свидетельствует в пользу климатической обусловленности неравномерного хода голоценовой трансгрессии Черного моря, определяемого влиянием комплекса региональных и глобальных факторов на формирование водного баланса Азово-Черноморского бассейна. По-видимому, существенную роль играла динамика ледников Кавказа и Центральной Европы. Несмотря на соответствие эпох потепления климата трансгрессивным фазам, а периодам похолодания – фазам стабилизации (или относительного понижения) уровня моря, на изменения последнего оказывает влияние более широкий круг факторов, часть из которых трудно поддается оценке. Кроме того, на характер локальных изменений уровня моря в позднем голоцене влияли дифференцированные неотектонические движения континентальной окраины Черного моря, величина которых может достигать 2–3 мм/год [36]. Оценка их влияния на общий ход голоценовой трансгрессии, на амплитуду и продолжительность отдельных ее фаз – одна из задач проводимых исследований.

Особенности развития аккумулятивных побережий в условиях климатических изменений позднего голоцена

В общем случае климатические флуктуации за последние 4.5 тыс. лет существенно влияли на береговую зону через изменения положения уровня моря и количество поступающих береговую зону наносов. Многочисленные примеры, характеризующие литолого-геоморфологическое строение позднего голоценовых морских террас [20, 21 и др.], убедительно показывают, что террасовый комплекс не образует единого целого,

а состоит из серии аккумулятивных форм, отражающих несколько этапов его эволюции. Подобная последовательность в развитии рассматривается как результат взаимодействия климатических изменений позднего голоцена и малоамплитудных колебаний уровня моря.

Результаты сравнительно немногочисленных реконструкций изменений уровня океана за последние тысячелетия показывают, что размах его колебаний не превышал нескольких дециметров. Тем не менее сравнения данных по изменениям темпов подъема уровня за последние тысячелетия свидетельствуют о его неравномерности [22, 23, 37]. В частности, после ускорения подъема уровня во второй половине I тыс. н. э. (0.4–0.8 мм/год) период с XVI по XVIII в. н. э. характеризовался замедлением темпа (до 0–0.2 мм/год), которое, в свою очередь, с середины XIX в. сменилось его возрастанием с 1.9 до 2.1 мм/год [23, 38]. Немногочисленные оценки изменений темпа подъема уровня океана за последние 2.0 тыс. лет существенно варьируют в зависимости от региона, т. к. существенное влияние на него оказывают как океанографические факторы, так и современные вертикальные движения.

При рассмотрении динамики береговой зоны в масштабе столетий, характеризующейся относительно малыми амплитудами подъема уровня, необходимо учитывать роль внутривековых и межвековых изменений штормовой активности и нагонных явлений, а также последствия экстремальных штормовых воздействий. Следы таких воздействий сохраняются на протяжении многих лет, а их морфодинамический эффект существенно превосходит эффект от подъема уровня за эти промежутки времени.

Исторические материалы, а также результаты геохронологического изучения позднеголоценовых генераций дюнных массивов и береговых валов на побережье северо-западной Европы свидетельствуют о значительных колебаниях штормовой активности на протяжении голоцена. Один из последних циклов усиления штормовой активности относится к периоду похолодания климата в XVI–XVIII вв., которое отражено не только в архивных документах, но и в многочисленных датировках молодых дюнных массивов на побережьях Северного [39] и Балтийского [40, 41] морей, а также западной Европы [42–46].

Немногочисленные данные по геохронологии дюнных массивов свидетельствуют, что повышенная штормовая активность, сопровождавшаяся интенсификацией морфодинамической активности береговой зоны и активизацией эоловых процессов, была присуща и другим периодам позднего голоцена: 4.5–4.2, 2.8–2.2, 1.4–1.7 тыс. л. н., в которых происходили изменения климатических условий в сторону похолодания [41, 46].

За последние тысячелетия в условиях малоамплитудных колебаний уровня периоды интенсификации эоловых процессов отмечались синхронно в различных районах океанических побережий, отражая преобладающее влияние единого типа атмосферной циркуляции. Последний характеризовался более интенсивной ветро-волновой активностью.

Влияние климатических ритмов голоцена на эволюцию аккумулятивных берегов установлено и для некоторых других участков побережья Черноморско-Средиземноморского региона: Италии [17, 18], Испании [20, 47], дельты Дуная [29, 30], юго-западного [32] и восточного Причерноморья [2]. Детальные исследования прибрежных отложений крупных дельт, а также развития аккумулятивных форм позволили выявить следы неравномерного хода голоценовой трансгрессии, что нашло отражение в разработке более сложных моделей формирования стратиграфических последовательностей в толщах прибрежных отложений [20]. В частности, результаты проведенных в последнее десятилетие детальных исследований рельефа и строения прибрежных отложений на Средиземноморском побережье Испании свидетельствуют о тесной связи динамики береговой линии с колебаниями климата и уровня моря в позднем голоцене. Так, в строении береговых аккумулятивных террас зафиксировано 6 генераций древних береговых валов, образовавшихся в периоды 7.4–6.0, 5.4–4.2, 4.2–3.0, 2.7–1.9, 1.9–1.1 тыс. л. н. и за последние 500 лет. Формирование каждой генерации совпадает с периодом относительного повышения уровня моря и пониженной штормовой ак-

тивности [47, 48]. Промежуточные периоды отличались относительным понижением уровня моря, повышением штормовой активности и сокращением объемов поступления наносов в береговую зону, что способствовало преобладанию процессов размыва в береговой зоне. Подобные периоды отмечены серией древних зон размыва, выступающих в качестве границ между последовательными генерациями береговых валов. Периоды преобладания аккумулятивного режима в развитии берегов охватывают несколько столетий и значительно превосходят по продолжительности периоды преобладания размыва, которые совпадают с более короткими эпизодами похолоданий климата. При этом хорошо согласуются по времени “трансгрессивные” и “регрессивные” этапы для различных морфогенетических типов аккумулятивных берегов [42, 48].

Заключение

В строение рельефа и прибрежно-морских отложений различных участков черноморского побережья, расположенных в контрастных структурно-тектонических районах, отчетливо выражены следы ритмичности, отражающие прерывистый ход развития голоценовой трансгрессии.

Подобная неравномерность развития трансгрессии отразилась в строении дельтовых отложений (появление промежуточных торфяников) и стадийности развития береговых террас, образуемых несколькими генерациями береговых валов. Установлено хорошее согласование во времени “трансгрессивных” и “регрессивных” этапов для различных морфогенетических типов берега.

Неравномерность в развитии трансгрессии и эволюции рельефа морского побережья рассматривается как результат короткопериодных климатических колебаний, которые определяли не только изменение темпов подъема уровня, но и весь комплекс факторов, определяющих поступление осадочного материала в береговую зону и его переработку волнениями и течениями, таким образом контролируя изменения бюджета наносов.

На амплитуду и продолжительность короткопериодных колебаний уровня моря, обусловленных изменениями водного баланса Азово-Черноморского бассейна, существенное влияние оказало общее неотектоническое погружение побережья, определившее контрастные различия в степени проявления различных трансгрессивно-регрессивных ритмов.

Ритмичность в морфоседиментационном развитии Азово-Черноморского побережья характеризуется синхронностью общеклиматическим изменениям позднего голоцена и этапам в развитии рельефа береговой зоны на побережьях Средиземного, Балтийского и Северного морей и Атлантического побережья Европы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каплин П.А., Селиванов А.О. Изменения уровня морей России и развитие берегов: прошлое, настоящее, будущее. М.: ГЕОС, 1999. 229 с.
2. Балабанов И.П. Палеогеографические предпосылки формирования современных природных условий и долгосрочный прогноз развития голоценовых террас Черноморского побережья Кавказа. Владивосток: Дальнаука, 2009. 352 с.
3. Bond G., Showers W., Cheseby M. et al. A pervasive millennial-scale cycle in North Atlantic Holocene and glacial climates // Science. 1997. V. 278. P. 1257–1264.
4. Campbell I.D., Campbell C., Apps M.J. et al. Late Holocene ~1500 yr climatic periodicities and their implications // Geology. 1994. V. 26. P. 471–473.
5. Arz H.W., Gerhardt S., Patzold J., Rohl U. Millennial-scale changes of surface- and deep-water flow in the western tropical Atlantic linked to Northern Hemisphere high-latitude climate during the Holocene // Geology. 2001. V. 29. P. 239–242.
6. Bianchi G.G., McCave I.N. Holocene periodicity in North Atlantic climate and deep-ocean flow south of Iceland // Nature. 1999. V. 397. P. 515–517.
7. Vau A.E., Gajewski K., Fines P. et al. Widespread evidence of 1500 yr climate variability in North America during the past 14,000 yr. // Geology. 2002. V. 30. P. 455–458.

8. Behl R.J., Kennett J.P. Brief interstadial events in the Santa Barbara basin, NE Pacific, during the past 60 kyr // *Nature*. 1996. V. 379. P. 243–246.
9. Broecker W.S. Abrupt climate change: causal constraints provided by the paleoclimate record // *Earth-Science Reviews*. 2000. V. 51. P. 137–154.
10. O'Brien S.R., Mayewski P.A., Meeker L.D. et al. Complexity of Holocene climate as reconstructed from a Greenland ice core // *Science*. 1995. V. 270. P. 1962–1964.
11. Goodwin I.D. Did changes in Antarctic ice volume influence late Holocene sea-level lowering? // *Quat. Sci. Rev.* 1998. V. 17. P. 319–332.
12. Clemens S.C. Millennial-band climate spectrum resolved and linked to centennial-scale solar cycles // *Quat. Sci. Rev.* 2005. V. 24. P. 251–531.
13. Каплин П.А. Проблемы изучения колебаний уровня океана // Теоретические и методические вопросы палеогеографии. М.: Изд-во МГУ, 1987. С. 36–57.
14. Stapor F.W., Mathews T.D., Lindfors-Kearns F.E. Barrier-island progradation and Holocene sea level history in Southwest Florida // *Journ. Coastal Res.* 1991. V. 7. P. 815–838.
15. Van de Plassche O., Roep Th.B. Sea-level changes in the Netherlands during the last 6500 years: basal peats vs. coastal barrier data // *Late Quaternary Sea-Level Correlation and Applications*. NATO ASI Ser., Kluwer, Dordrecht, 1989. P. 41–56.
16. Lowrie A., Hamiter R. Fifth and sixth order eustatic events during Holocene, fourth order highstand influencing Mississippi delta-lobe switching // *Holocene Cycles: Climate, Sea Levels and Sedimentation* // *Journ. Coastal Res.* 1995. Sp. Iss. 17. P. 225–229.
17. Armadori A., Milli S. Late Quaternary depositional architecture of Po and Tevere river deltas (Italy) and worldwide comparison with coeval delta // *Sediment. Geol.* 2001. V. 144. P. 357–375.
18. Bellotti P., Milli S., Tortora P., Valeri P. Physical stratigraphy and sedimentology of the Late Pleistocene-Holocene Tiber Delta depositional sequence // *Sedimentology*. 1995. V. 42. P. 617–634.
19. Lario J., Zazo C., Dabrio C.J. et al. Record of recent Holocene sediment input in spit-bars and delta plains of south Spain // *Holocene Cycles: Climate, Sea Levels and Sedimentation* // *Journ. Coastal Res.* 1995. Sp. Iss. 17. P. 241–245.
20. Somoza L., Bamolas A., Arasa A. et al. Architectural stacking patterns of the Ebro delta controlled by Holocene high-frequency eustatic fluctuations, delta-lobe switching and subsidence processes // *Sediment. Geol.* 1998. V. 117. P. 11–32.
21. Amorosi A., Centineo M.C., Colalongo M.L., Fiorini F. Millennial-scale depositional cycles from the Holocene of the Po Plain, Italy // *Mar. Geol.* 2005. V. 222–223. P. 7–18.
22. Gehrels W.R., Kirby J.R., Prokoph A. et al. Onset of recent rapid sea-level rise in the western Atlantic Ocean // *Quat. Sci. Rev.* 2005. V. 24. P. 2083–2100.
23. Kemp A.C., Horton B.P., Culver S.J. et al. The timing and magnitude of recent accelerated sea-level rise (North Carolina, USA) // *Geology*. 2009. V. 37. P. 1035–1038.
24. Балабанов И.П., Измайлов Я.А. Изменение уровня и гидрохимического режимов Черного и Азовского морей за последние 20 тысяч лет // *Водные ресурсы*. 1988. № 6. С. 54–62.
25. Джанелидзе Ч.П. Палеогеография Грузии в голоцене. Тбилиси: Мецниереба, 1988. 177 с.
26. Невеский Е.Н. Процессы осадкообразования в прибрежной зоне моря. М.: Наука, 1967. 254 с.
27. Арсланов Х.А., Герасимова С.А., Измайлов Я.А. и др. Реконструкция и датирование голоценовых береговых линий моря в дельте Кубани // *Вестн. ЛГУ*. 1989. Сер. геол. Вып. 6. С. 61–69.
28. Filipova-Marinova M. Archaeological and paleontological evidence of climatic dynamics, sea-level change and coastline migration in the Bulgarian sector of the circum-Pontic region // *The Black Sea Flood Question*. New-York: Springer, 2007. P. 453–481.
29. Panin N. The Danube delta geomorphology and Holocene evolution: a Synthesis // *Géomorphologie: relief, processus, environnement*. 2003. V. 4. P. 247–262.
30. Giosan L., Donnelly J., Constantinescu S. et al. Young Danube delta documents stable Black Sea level since the middle Holocene: Morphodynamic, paleogeographic, and archaeological implications // *Geology*. 2006. V. 34. № 9. P. 757–760.
31. Кошиков Е.Г., Иванова С.В., Куосак Д.В., Виноградов Е.И. Палеоклиматы, палеогеография и освоение человеком Северо-Западного Причерноморья в раннем и среднем голоцене // *Черноморский регион в условиях глобальных изменений климата: закономерности развития природной среды за последние 20 тыс. лет и прогноз развития*. М.: Изд-во МГУ, 2010. С. 98–115.
32. Konikov P.E., Likhodedova O., Pedan G. Paleogeographic reconstructions of sea-level change and coastline migration on the northwestern Black Sea shelf over the past 18 kyr // *Quaternary International*. 2007. V. 167–168. P. 49–60.
33. Bolikhovskaya N., Kaitamba M., Porotov F., Fouache E. Environmental change of the Northern Black sea coastal region in the middle and Late Holocene // *Impact of the Environment on Human Migration in Eurasia*. Kluwer Academic Publishers. 2004. P. 209–223.

34. Климанов В.А., Клименко В.В. Колебания температуры в климатические оптимумы голоцена и плейстоцена // Докл. РАН. 1995. Т. 342. № 2. С. 242–245.
35. Fouache E., Kelterbaum D., Brückner H. et al. The Late Holocene evolution of the Black Sea – a critical view on the so-called Phanagorian regression // Quaternary International. 2012. (in press).
36. Никонов А.А., Эрман С.В., Мишин А.В. Современные вертикальные движения земной коры на побережьях Черного и Азовского морей (по уровнемерным данным) // Докл. РАН. 1997. Т. 357. № 6. С. 818–822.
37. Donnelly J.P., Cleary P., Newby P., Ettinger R. Coupling instrumental and geologic records of sea level change: Evidence from southern New England of an increase in the rate of sea-level rise in the late 19th century // Geophysical Research Letters. 2004. V. 31. P. L05203.
38. González J.L., Törnqvist T.E. A new Late Holocene sea-level record from the Mississippi Delta: evidence for a climate/sea level connection? // Quat. Sci. Rev. 2009. V. 28. P. 1737–1749.
39. Clemmensen L.B., Murray A. The termination of the last major phase of aeolian sand movement, coastal dunefields, Denmark // Earth Surface Processes and Landforms. 2005. V. 31. № 7. P. 795–808.
40. Wilson P., McGourty J.M., Bateman M.D. Mid- to late-Holocene coastal dune event stratigraphy for the north coast of Northern Ireland // The Holocene. 2004. V. 14. P. 406–416.
41. Tastet J.-P., Pontee N.I. Morpho-chronology of coastal dunes in Médoc. A new interpretation of Holocene dunes in southwestern France // Geomorphology. 1998. V. 25. P. 93–109.
42. Clarke M.L., Rendell H.M. The impact of North Atlantic storminess on western European coasts: A review // Quaternary International. 2006. V. 195. N 1–2. P. 31–41.
43. Borja F., Zazo C., Dabrio C.J. et al. Holocene aeolian phases and human settlement along the Atlantic coast of southern Spain // The Holocene. 1999. V. 9. P. 333–339.
44. Reimann T., Tsukamoto S., Harff J. et al. Reconstruction of Holocene coastal foredune progradation using luminescence dating – An example from the Świna barrier (southern Baltic Sea, NW Poland) // Geomorphology. 2011. V. 132. № 1–2. P. 1–16.
45. Reimann T., Naumann M., Tsukamoto S., Frechen M. Luminescence dating of coastal sediments from the Baltic Sea coastal barrier-spit Darss–Zingst, NE Germany // Geomorphology. 2010. V. 122. P. 264–273.
46. Clarke H. M., Rendell H. M. The impact of North Atlantic storminess on western European coasts: A review // Quaternary International. V. 195. № 1–2. P. 31–41.
47. Zazo C., Dabrio C.J., Goy J.L. et al. The coastal archives of the last 15 ka in the Atlantic–Mediterranean Spanish linkage area: Sea level and climate changes // Quaternary International. 2008. V. 181. P. 72–87.
48. Goy J.L., Zazo C., Dabrio C.J. A beach-ridge progradation complex reflecting periodical sea-level and climate variability during the Holocene (Gulf of Almería, Western Mediterranean) // Geomorphology. 2003. V. 50. № 1–3. P. 251–268.

Московский государственный университет
Географический факультет

Поступила в редакцию
13.03.2012

THE LATE HOLOCENE CLIMATE CHANGE AND COASTAL EVOLUTION OF THE BLACK SEA

P.A. KAPLIN, A.V. POROTOV

Summary

The morpho-sedimentary structure of the Late Holocene coastal marine terraces on the north-eastern coast of the Black Sea display the traces of rhythmic pattern which are reflected in the intercalated peat among the li-man silty clay and in several generations of beach ridges. These sea level indicators mark both the transgressive and regressive phases of general transgression during the last 5000 y. The irregularity in transgression and coastal development are regarded as the result of short-term climate fluctuation that determined not only the rate of sea level rise but the change of sediment supply and storm frequency which governed the drastic variation of sediment budget in coastal zone.

The rhythmical pattern in coastal evolution on the Black Sea littoral correlated with millennium scale climate change in Northern Hemisphere that have been reflected in various types of relief changes in the Mediterranean and North-Atlantic coasts of Europe.