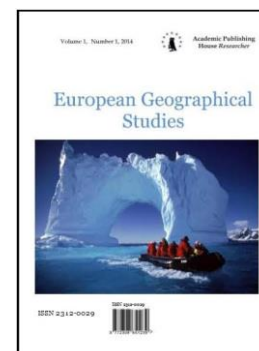


Copyright © 2016 by Academic Publishing House *Researcher*

Published in the Russian Federation
European Geographical Studies
Has been issued since 2014.
ISSN: 2312-0029
E-ISSN: 2413-7197
Vol. 11, Is. 3, pp. 83-107, 2016

DOI: 10.13187/egs.2016.11.83
www.ejournal9.com



UDC 930.85:556.5

Paleoecological Conditions Antiquity in the Northern Black Sea Region (According to the Sedimentation in Lake Saki, Crimea)

Fedor N. Lisetskii ^{a, *}, Vitaliy I. Pichura ^b

^a Belgorod State National Research University, Russian Federation

^b Kherson State Agricultural University, Ukraine

Abstract

Information about the processes of lake sedimentation in the northern Black Sea coast, and time series analysis of modern computer processing techniques opens up the possibility of a chronological correlation between the scale of climate change and the main ethnic-historical and economic processes which characterized the ancient statehood zone in its key historical manifestations. For the first time it has been deep processed using the methods of time series analysis and Neural network software for data on water consumption in the Dnieper River, which had been restored by the changes bottom sediment thickness Saki lake for a period of 1000 years (6th – 4th centuries B.C.). It was found that the 1000-year period observed 370 years (37 %) with severe and 60 (6 %) with very strong anomalies in the hydrological conditions, which may serve as an indicator of extreme climatic events. And throughout ancient history among extreme events longer met excessively wet years than drought years. Millennium (in 50 B.C.) It was characterized by a sharp change in climatic conditions, allowing for moisture conditions antiquity divided into two age-old period. Defined by two periods of climatic analogue era, which is associated with the story of Herodotus (4th centuries B.C.): 388-288 B.C. and 171-281 A.D. In ancient times the greatest above normal streamflow observed in 400-320 B.C. and in the last quarter of the 4th centuries B.C. The middle of the 3 c. B.C. – it marked the most arid phase. Dates major paleogeographic stages of age-old dimension (five of the most full-flowing periods and six low-water periods) were determined and compared with the key events of the ancient history of Northern Black Sea region was held.

Keywords: Northern Black Sea Coast, the ancient period, Saki Lake, the natural rhythm, climate change, time series.

1. Введение

Рассматривая социоприродные взаимоотношения в археологическом контексте, становится понятно, что люди не только постепенно становились активными участниками изменения окружающей среды, но и часто играли ключевую роль в ее преобразовании на протяжении долгого времени (Zaro, 2008). Великая греческая колонизация уже в VII в. до н. э. продвинулась в Северное Причерноморье. Колебания уровня Черного моря из-за его

* Corresponding author

E-mail addresses: liset@bsu.edu.ru (F.N. Lisetskii)

ограниченной связи с Мировым океаном четко выражены даже в том случае, если имеют небольшую амплитуду, и, вместе с климатическими изменениями, по-видимому, оказывали существенное влияние на развитие человеческого общества в прибрежных зонах (Янко-Хомбах В.В. и др., 2011: 70). Помимо этого, этнодемографические процессы в Причерноморье всегда отличались динамичностью, эта особенность проявлялась даже в последние два столетия (Cherkasov et al., 2015).

Обращение к историко-географической периодизации хозяйственного освоения ресурсов степной зоны Восточной Европы на протяжении эпохи поздней бронзы и раннего железного века указывает на волнообразный характер этого процесса. Для моделирования временных рядов с целью палеогеографических реконструкций природной ритмики в степной зоне большим потенциалом обладают данные о процессе осадконакопления в замкнутых водоемах, который при соответствующей интерпретации раскрывает историю взаимодействия климатических, гидрогеологических, тектонических и биологических факторов на протяжении длительного времени. Это открывает возможности хронологической корреляции между масштабными колебаниями климата (чередование влажных и сухих циклов), с одной стороны, и основными этно-историческими и экономическими процессами, характеризовавшими Степь в её ярких исторических проявлениях, с другой (Столба и др., 2007).

Особенности погодичного варьирования условий увлажнения (гумидности климата) таковы, что в любой эпохе, в хронозоне любой длительности обнаруживаются как засушливые, так и влажные годы. Поэтому интерпретировать роль климатической цикличности на хозяйственную деятельность человека, особенно при низких адаптационных возможностях климатозависимых производств в архаичных обществах, можно корректно лишь в случае, если оперировать представлениями о таких составляющих процесса как трендовая и циклическая (устойчиво повторяющаяся), которые практически недоступны визуальному анализу, но могут быть установлены путем математической обработки временных рядов. Общества, не достигшие высокого уровня адаптации производства жизненно важных пищевых продуктов к природным изменениям, чувствительно, а нередко и критично реагировали на экстремальные погодные (внутригодовые), а особенно, на неблагоприятные климатические (с многолетним повторением) ситуации.

2. Материалы и методы

В условиях степной зоны уникальным природным архивом являются донные отложения соляных озер, которые широко распространены в Крыму. Одно из них – соленое озеро Сакское (Саки) имеет площадь водосбора 209 км² и площадь водного зеркала 8,9 км² (Ресурсы поверхностных вод СССР, 1964: 76). Широко известность (Fairbridge, 2012) имеют данные о погодичных изменениях мощности донных отложений в Сакском озере за период с 2249 г. до н. э. по 1894 г. н. э., полученные и опубликованные в 1934 г. Б.В. Шостаковичем (Шостакович, 1934: 130-133). Позже, используя эти материалы, Г.И. Швецом (Швец, 1978) выполнено исследование, направленное на восстановление стока Днепра. Изучение системы «атмосферные осадки – речной сток – донные отложения» для целей генетического моделирования имеет то преимущество, что причинно-следственные связи в этой системе более однозначны, чем, к примеру, при проведении дендрозокологических исследований, где имеют место инерционность в биологических откликах, генерирование собственных циклов. Используя указание Шостаковича о том, что в составе аллохтонных отложений, т.е. принесенных с водосбора водой и ветром, преобладают продукты водной эрозии, Швец сделал допущение о наличии связи между годовыми величинами отложений и поверхностным стоком, а также идентичности в характере их изменчивости. Для реконструкции годового стока Днепра у Лопманской Каменки за 3966 лет им (Швец, 1978) был использован имевшийся ряд с «гидрометрическим» стоком (1818-1975 гг.).

Глубокий анализ кондиционности результатов климатической реконструкции сверхдлинного ряда расходов Днепра по калибровочному периоду 1817-1871 гг. (Федоров, 2010) показал, что эта задача оказалась решенной только частично. При обработке данных по донным отложениям Сакского озера Г.И. Швец применил системный анализ хронологии годичных иловых отложений (летних и зимних), но при этом использовал ряд гипотез и

корректировок, которые для калибровочного периода XIX в. были верифицированы В.Н. Федоровым (Федоров, 2010).

Нами для моделирования непрерывного гидрологического ряда за 1000-летний период (VI в. до н. э. – IV в. н. э.) использованы восстановленные погодичные данные Г.И. Швеца (Федоров, 2010), которые он представил в виде расходов реки Днепр (Q , м³/с) по данным озерного осадконакопления Сакского озера (Шостакович, 1934). Расход воды (Q) выступает количественной мерой речного стока и водных ресурсов.

Если американские исследователи (Dewey, 1964; Currie, 1995 и др.) при обработке данных Шостаковича (Шостакович, 1934) по Сакскому озеру лишь в ограниченной степени использовали спектральный анализ, то нами впервые уточненный эмпирический ряд подвергнут глубокой обработке с применением современных методов анализа временных рядов с использованием Вейвлет-преобразований и нейротехнологий (выявление циклической и трендовой составляющих, белого шума). Использование метода интегральных кривых модульных коэффициентов обеспечило возможность снять высокочастотные сигналы, выявить отклонения от многолетней нормы и выделить вековые периоды гидрофункционирования. Аномальные гидрологические события были определены по величине среднеквадратического отклонения. Для углубленного изучения изменчивости гидрологического режима на различных уровнях декомпозиции, а также определения основных низкочастотных (НЧ) и высокочастотных (ВЧ) гармоник нами применен вейвлет Майера. Гармоники временного ряда с различными уровнями локализации были аппроксимированы путем использования кратномасштабного вейвлет-анализа исходного временного ряда (Q). Вейвлет-фильтрации ритмики гидрологического процесса от 2-го до 9-го порядка позволили графически выразить периодичности размерностью от 8 до 1000 лет. В результате одномерного дискретного преобразования Фурье-анализа установлены основные периоды в изменении речного стока.

3. Обсуждение

Комплексный анализ имеющихся природных архивов для территории Крыма (Кременецкий, 1991; Solomina, Davi N, D'Arrigo R. et al., 2005; Герасименко, 2007 и др.) позволяет представить общую картину палеогеографических условий субатлантического периода голоцена (за 2800 лет), чтобы лучше понять пульсацию социально-экономической жизни на протяжении раннего железного века. Однако такие реконструкции носят по большей части качественный характер.

По мощности донных отложений Сакского озера, которые сформировались за последние 2500 лет, сделан вывод о том, что скорость хемогенного накопления осадков снизилась по сравнению с предыдущим периодом, что свидетельствует об относительном уменьшении аридности климата (Субетто и др., 2007). Ранее путем анализа всего временного ряда по изменению мощности иловых отложений по Сакскому озеру были определены вековые экстремумы процесса, которые приходятся на даты: максимумы – 2050±100 лет до н. э., 1450±100 лет н. э.; минимумы – 1300±100 лет до н. э., 600±100 лет н. э. (Столба и др., 2015).

Имеются большие основания предполагать существование генетических связей между астроклиматическими циклами, рассчитанными теоретически и на основе законов небесной механики, и полученной индуктивно и независимо продатированной палеоклиматической последовательностью (Карлстром, 1966: 171). Холодные периоды совпадают с влажными фазами и высокими уровнями солнечной активности, а теплые с сухими фазами и низким уровнем активности Солнца (Максимов, 1989: 53). Астроклиматическими циклами обусловлены также скорости воспроизводства основного средства производства в растениеводстве – земли, точнее – почвенных ресурсов (Иванов, Лисецкий, 1995; Ivanov, Lisetskiy, 1996).

Колебания речного стока вызваны влиянием основных стокообразующих климатических факторов и, в первую очередь, непрерывными колебаниями количества осадков и температуры воздуха, которые обусловлены сменой солнечной активности. Ранее (Лисецкий и др., 2013) было показано, что в среднем при изменении количества атмосферных осадков и, соответственно расхода речных вод на 1000 м³/с скорость аккумуляции донных озерных отложений увеличивается на 0,82 мм/год.

4. Результаты

4.1. Хроноорганизация процесса осадконакопления в Сакском озере за последние 4000 лет и 1000-летнего ряда (VI в. до н. э. – IV в. н. э.) изменения расходов воды в реке Днепр

Варвохронологический ряд по Сакскому озеру характеризует собой сложный динамический палеопроцесс, который определяется суперпозицией высокочастотных (ВЧ) и низкочастотных (НЧ) гармоник различной периодичности с локальными и глобальными особенностями, зависящими от палеогеографических условий. Такие сложные процессы целесообразно исследовать путем системного использования Вейвлет-анализа для разложения исходного ряда на ВЧ и НЧ сигналы и спектрального Фурье-анализа с целью определения основных гармонических компонентов, выделяя синусоидальные фазы на различных частотах. Вейвлет-анализ обеспечивает возможность разложения нестационарных сигналов функции с графиком типа маленькой волны (вейвлеты), что позволяют сконцентрировать внимание на локальных особенностях анализируемых процессов, которые не могут быть выявлены с помощью традиционных преобразований, которые были представлены Xanthakis J. et al. (Xanthakis et al., 1995). Применение вейвлет-анализа наиболее целесообразно для изучения локальных изменений сигналов (выявления тонкой структуры сигналов, содержащих скачки, резких переходов и др.). Этот подход использован для анализа процесса формирования донных отложений в Сакском озере (Рис. 1).

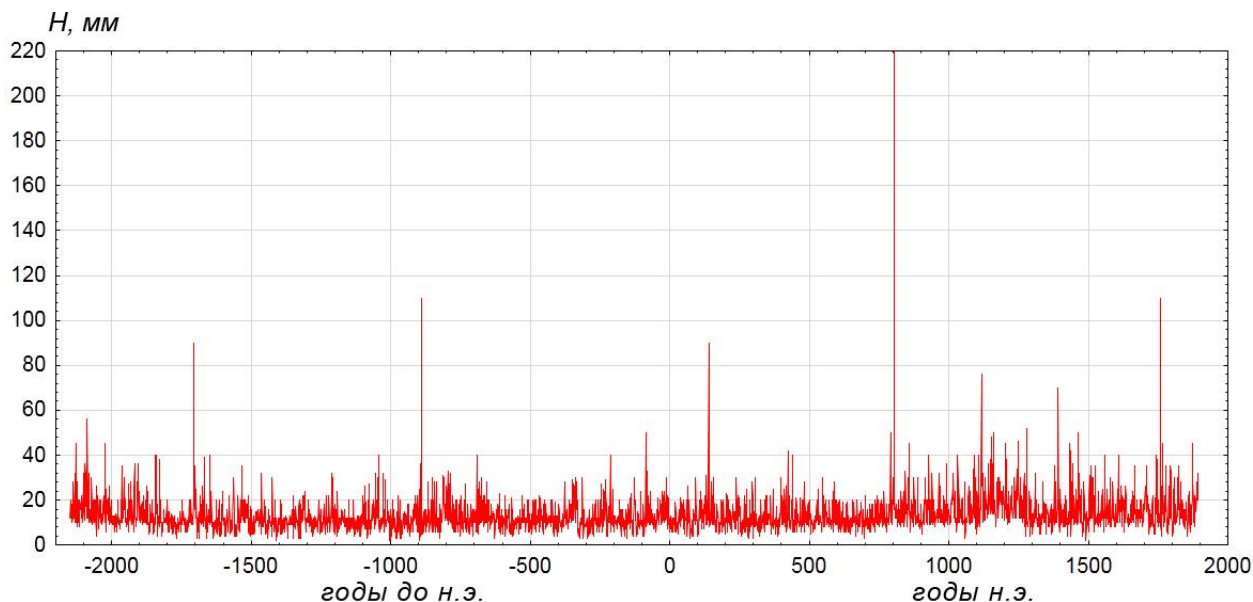


Рис. 1. Динамика формирования мощности донных отложений (H, мм) в Сакском озере (по данным Шостаковича (Шостакович, 1934))

Определены точки оптимума фильтрации данных по илонакоплению и основные временные неоднородности, которые вызваны наличием значительного белого шума* (Рис. 2). В результате процесса сжатия была удалена большая часть белого шума, но при этом удалось сохранить 91,8 % энергии основного сигнала.

* Это непрерывный во времени случайный процесс, в котором спектральная плотность мощности одинакова на всех частотах.

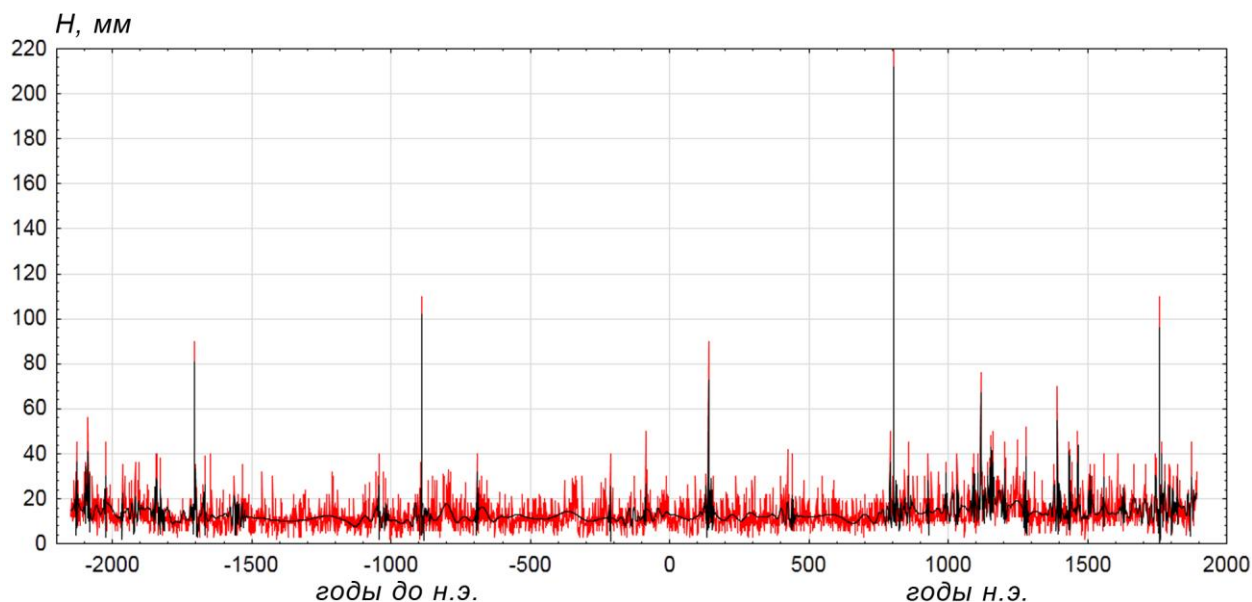


Рис. 2. Результаты процесса сжатия (масштабирования) белого шума и определения значительных неоднородностей в процессе илонакопления.

По вейвлет-спектрограмме определено пять самобытных палеопериодов илонакопления: 1-й период – 530 лет (2230–1700 гг. до н. э.), 2-й период – 1400 лет (1700–300 гг. до н. э.), 3-й период – 900 лет (300 г. до н. э. – 600 г. н. э.), 4-й период – 1000 лет (600–1600 гг. н. э.) 5-й период – 300 лет (1600–1900 гг. н. э.). Античной эпохе соответствует бóльшая часть 3-го и финальная часть 2-го периодов формирования донных отложений.

Для исследуемого нами 1000-летнего периода (VI в. до н. э. – IV в. н. э.) были использованы восстановленные Г.И. Швецом (Швец, 1978) по данным Шостаковича (Шостакович, 1934) величины расходы воды в реке Днепр (Рис. 3а).

В исследованном ряду отсутствует явно выраженная трендовая составляющая: $T = 0,032t + 1477,7$; $r^2 = 0,0008$. Многолетняя норма составила $\bar{Q} = 1474,45$ м³/с, значение вариации $C_v = 0,23$, что подтверждает нестационарность изучаемого процесса, значение эксцесса незначительно больше нуля ($E = 0,25$), что указывает на однородность ряда с небольшой частотой случайных или аномальных выбросов (отклонений), положительное значение асимметрии ($A = 0,58$) указывает на единичные выбросы в области максимальных значений, что может быть проявлением климатически аномально влажных лет, когда расход воды повышался до 3200 м³/с. Максимальная зона вероятности (68,5 %) реконструированных данных расхода воды приходится на диапазон величин 1000–1600 м³/с, а на величины в диапазоне 1800–2000 м³/с – только 14 %.

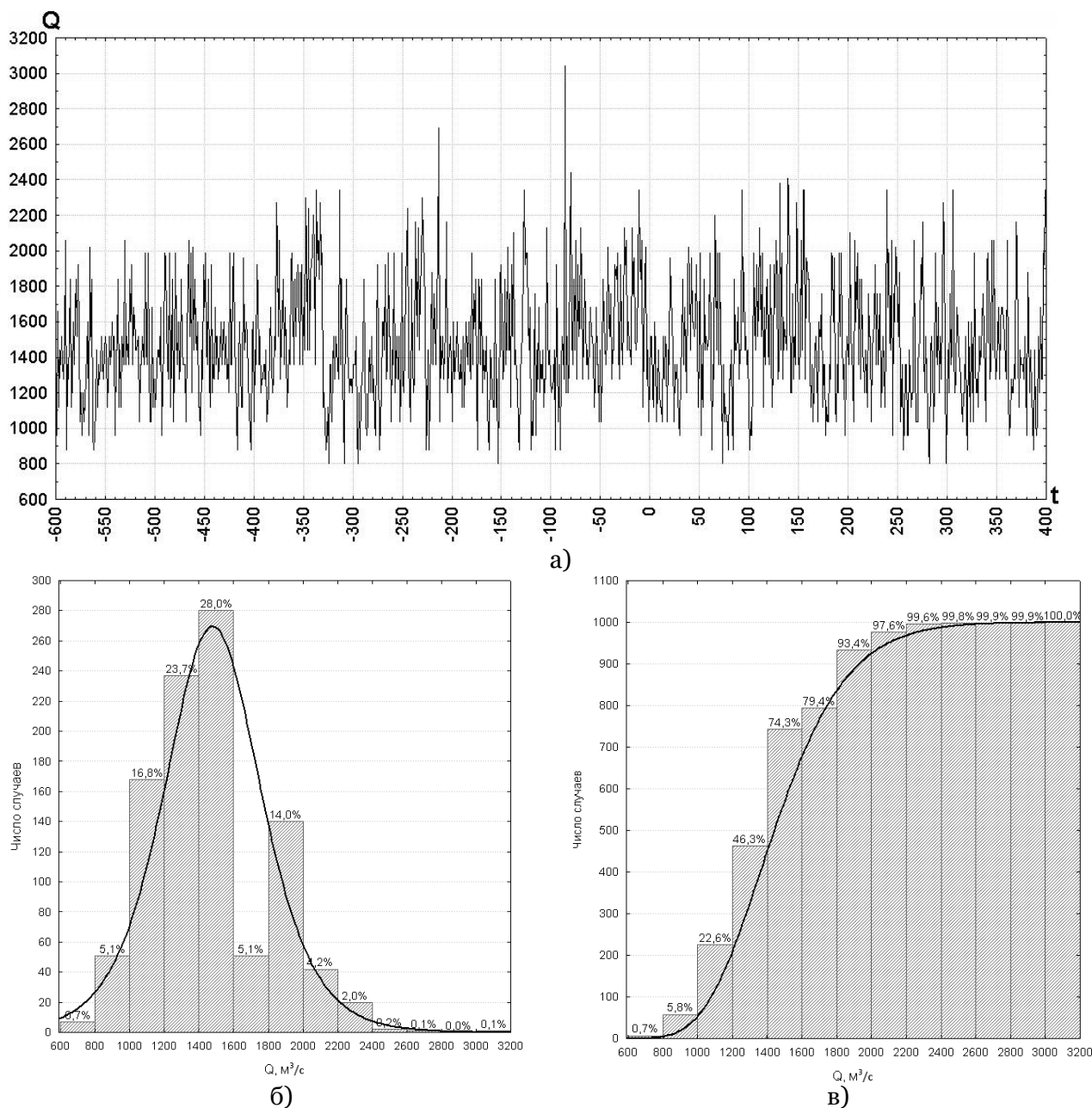


Рис. 3. Погодичные изменения расходов воды (Q , м³/с) в реке Днепра за период VI в. до н. э. – IV в. н. э. (по данным Г.И. Швеца (Швец, 1978)): а) 1000-летняя динамика стока (от 600 г. до н. э. до 400 г. н. э.); б) график распределенных и в) накопленных частот вероятности изменения стока.

В качестве критерия разделения аномальных гидрологических ситуаций использована величина среднеквадратического отклонения (σ): для $Q \geq \pm\sigma$ определяются сильные аномалии, а для $Q \geq \pm 2\sigma$ – очень сильные аномалии, где $\sigma = 336,4$ м³/с. При нормальном распределении случайной величины будут выполняться следующие условия:

$$\begin{cases} p(-\sigma < T < +\sigma) = 0,625, \\ p(-2\sigma < T < +2\sigma) = 0,963, \end{cases}$$

где p – вероятность события, в данном случае вероятность не превышения пороговых значений аномалий среднегодового речного стока (Q).

Установлено, что в ≈ 63 % случаев абсолютная величина аномалий среднегодового стока не превышает значения σ , т.е. за вышеуказанный 1000-летний период отмечено 370 лет (37 %) с сильными и 60 лет (6 %) с очень сильными аномалиями гидрологических

условий, которые, безусловно, могут выступать индикаторами экстремальных климатических событий, связанных с величиной атмосферных осадков на водосборе.

Нами установлено, что на протяжении тысячелетия античной истории в числе экстремальных событий большую вероятность имели избыточно увлажненные, чем засушливые годы. В частности, на каждые 100 лет в период до нашей эры вероятность проявления аномалий максимальных и минимальных значений стока составила 0,240 и 0,163 соответственно. В период нашей эры вероятность аномально максимальных и минимальных величин стока оценивается для каждых 100 лет как 0,230 и 0,195 соответственно.

Сильные и очень сильные аномалии минимальных значений среднегодового стока определены для таких дат: 94 и 4 гг. до н. э., а также 3 и 75 гг. н. э. Сильными и очень сильными аномалиями максимальных значений стока отличались 128, 16 гг. до н. э. и 14, 78 гг. н. э. В письменных источниках греков и римлян наибольшее отражение нашли чрезвычайно увлажненные годы, которые переносились народом тяжелее, чем засушливые (Бараш, 1989: 24). К чрезвычайно неурожайным и голодным годам в Восточной Европе относится 16 г. до н. э. (Бараш, 1989: 228). В перечне лет с недородами от избытка влаги на Восточно-Европейской равнине отмечены 15 и 80 гг., а очень сильные наводнения в Европе зарегистрированы в 15 и 79 гг. (Бараш, 1989: 23).

Используя интегральные кривые модульных коэффициентов динамики стока (Рис. 4), удается снять высокочастотные сигналы и, благодаря этому, выявить отклонения от многолетней нормы, определив многовековые периоды гидрологического процесса. В результате анализа хорошо прослеживается два многовековых периода: 1-й период – 600–50 гг. до н. э. ($\bar{Q}_I = 1462,52 \text{ м}^3/\text{с}$), для которого характерно преобладание (около 65 % значений) величин расходов воды меньше многолетней нормы; 2-й период – 50 г. до н. э. – 400 г. н. э. ($\bar{Q}_{II} = 1489,10 \text{ м}^3/\text{с}$), в котором, напротив, преобладают (59 %) величины, превышающие многолетнюю норму при наличии (до 240 г. н. э.) нарастания водности.



Рис. 4. Интегральные кривые модульных коэффициентов изменения расходов воды в реке Днепр для периода с VI в. до н. э. по IV в. н. э.

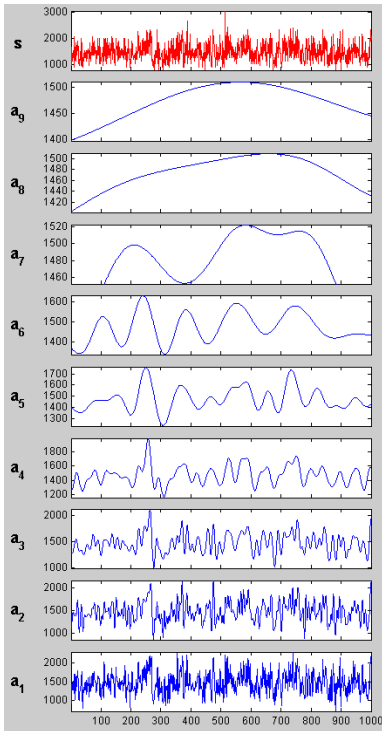
Рубеж тысячелетий характеризовался изменением природно-климатических условий: с I в. н. э. устанавливается сухой и теплый климат, в I в. н. э. началась новая Нимфейская трансгрессия Черного моря. Но уже с конца II в. н. э. отмечается понижение засушливости и увеличение влажности, которое отмечается на всем протяжении периода 180–350 гг. н. э. и только с конца IV в. н. э. влажность вновь понижается (Бараш, 1989: 18).

Применив вейвлет Майера, определены основные низкочастотные (НЧ) и высокочастотные (ВЧ) гармоники изменения гидрологического процесса во времени. В результате сжатия исходных данных (Q) с использованием метода компрессии глобального порога, энергия НЧ сигнала (A, a) сохранена (восстановлена) на ~ 99,8 %, обнуление вейвлет-коэффициентов было незначительно (~ 0,2 %), что показало эффективность выбора функции вейвлет-преобразования.

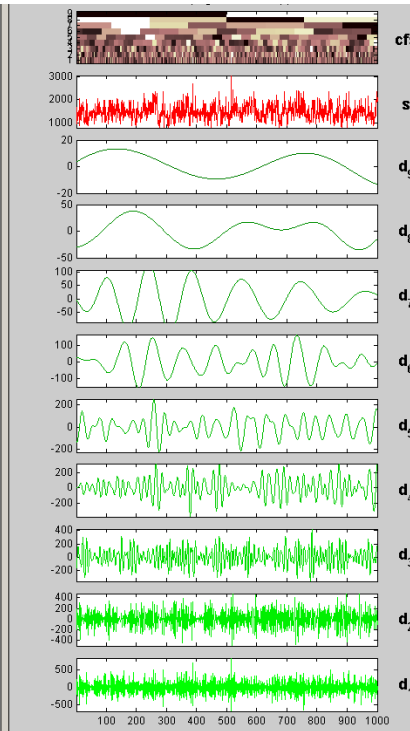
Разложение временного ряда Q проводили до уровня вычленения палеотренда, который можно описать с помощью функции Фурье: $T_Q = 1434 - 35,5 \cdot \cos(0,0038t) + 65,11(0,0038t)$, $r^2 = 0,997$, что обеспечило возможность проследить гармонические изменения различных уровней локализации с пошаговой вейвлет-фильтрацией на аппроксимирующие (A, a) и детализирующие сигналы (D, d)

(Рис. 5а, б). Вейвлет-декомпозиция имеет вид: $Q(t) = A_a(t) + \sum_{i=1}^9 D_i(t)$. Для определения

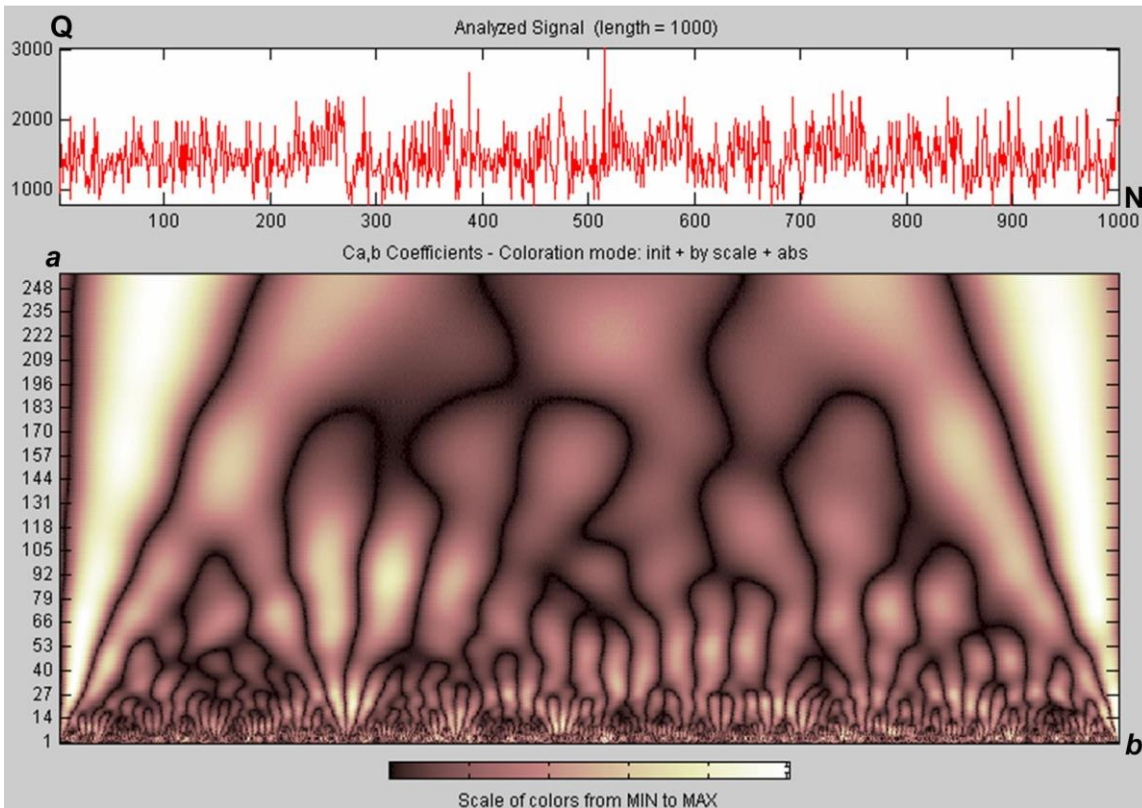
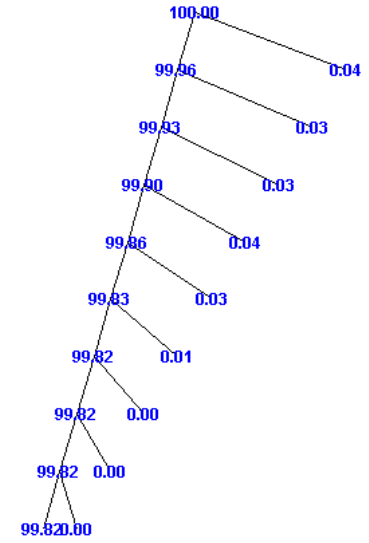
гармоник различных временных масштабов и уровней локализации нами создана вейвлет-спектрограмма (a = 1...256) гидрологического процесса (Рис. 5в), на которой отчетливо видны НЧ и ВЧ гармоники изменения стока при различном временном масштабе a. На Рис. 5в хорошо визуализированы 5 низкочастотных периодов формирования гидрологического процесса, которые определены на спектрограмме переходами затемнения через нулевое значение: I – 600–410 гг. до н. э. (Q = 1436 м³/с), II – 410–200 гг. до н. э. (Q = 1489 м³/с), III – 200–50 гг. до н. э. (Q = 1492 м³/с), IV – 50 г. до н. э. – 240 г. н. э. (Q = 1509 м³/с), V – 240–400 гг. н. э. (Q = 1433 м³/с). Результаты декомпозиции гармоник (Рис. 6) были использованы для определения периодичности гидрологического процесса. С помощью Фурье-анализа выявлены основные периоды (p) изменения стока: при масштабе **a = 32** – 58,8 и 62,5 года (Рис. 6а); **a = 64** – 125,0 и 142,9 года (Рис. 6б); **a = 128** – 166,6 и 250,0 года (Рис. 6в); **a = 256** – 333,3 года и 500 лет (Рис. 6г). При определении основных периодов тренд был снят и взята пошаговая разность среднемноголетнего значения Q, т.е. среднее значение равно нулю (const). Выявление аномальных значений, много- и маловодных периодов проведено на основе предварительной кратномасштабной вейвлет-фильтрации (Рис. 7) исходного гидрологического ряда. Глобальный 1000-летний минимум стока воды (Рис. 7а) установлен на отметке 300±20 г. до н. э., глобальные максимумы наблюдались в хроноточках 350±20 г. до н. э. и 150±20 г. н. э. Определено 5 наиболее полноводных периодов вековой размерности (Рис. 7б) – 520–460 гг. до н. э., 400–320 гг. до н. э., 250–180 гг. до н. э., 100 г. до н. э. – 20 г. н. э., 80–220 гг. н. э.; и 6 маловодных периодов – 600–520 гг. до н. э., 460–400 гг. до н. э., 320–250 гг. до н. э., 180–100 гг. до н. э., 20–80 гг. н. э., 220–400 гг. н. э.



5-а)

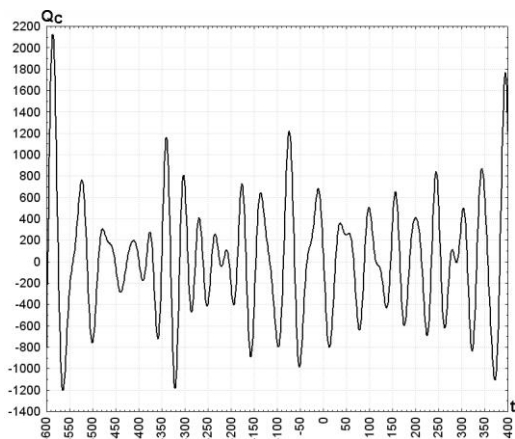


5-б)

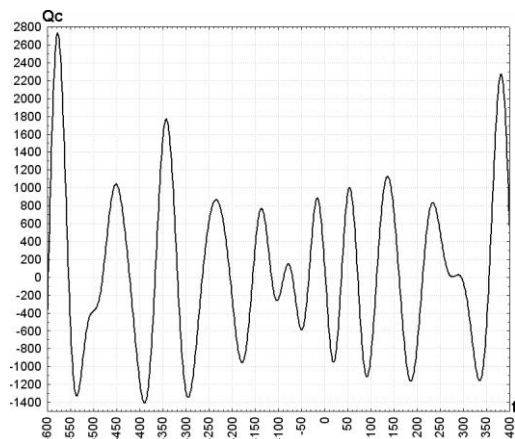


5-в)

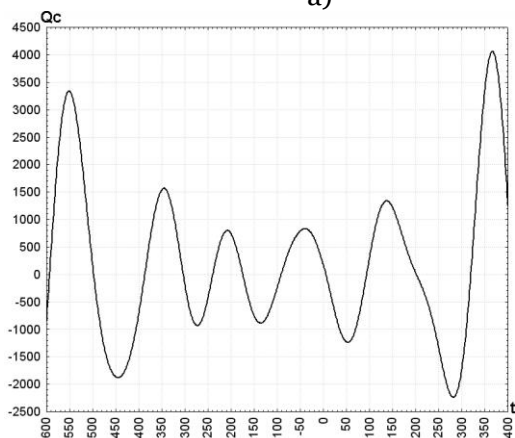
Рис. 5. Вейвлет-декомпозиция гидрологического ряда за период VI в. до н. э. – IV в. н. э.: а) декомпозиция ряда; б) вейвлет-дерево энергии сохранения (реконструкции) исходного сигнала; в) верхняя часть графика содержит исходный сигнал (Q), нижняя часть графика показывает спектрограмму с вейвлет-коэффициентами [W(a,b)]



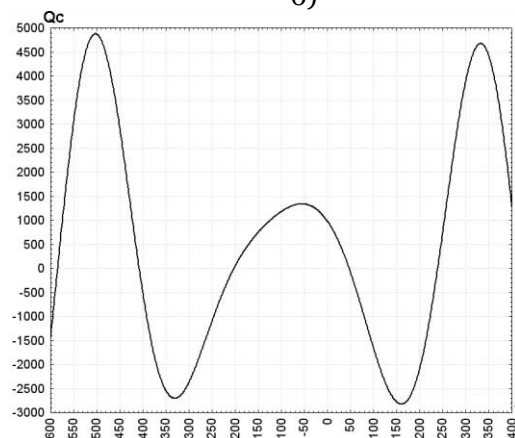
а)



б)

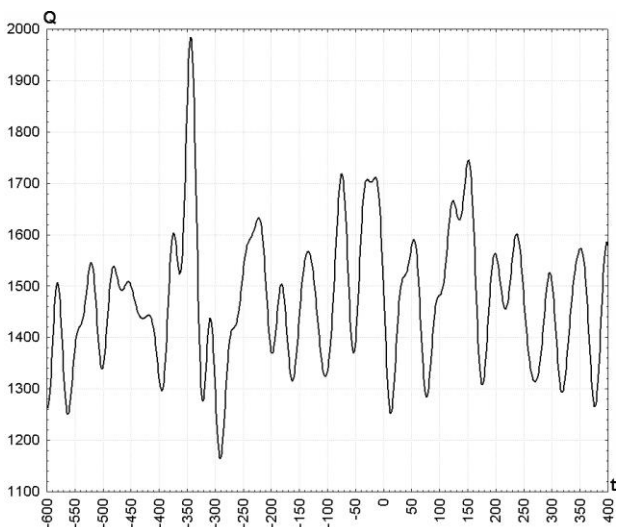


в)

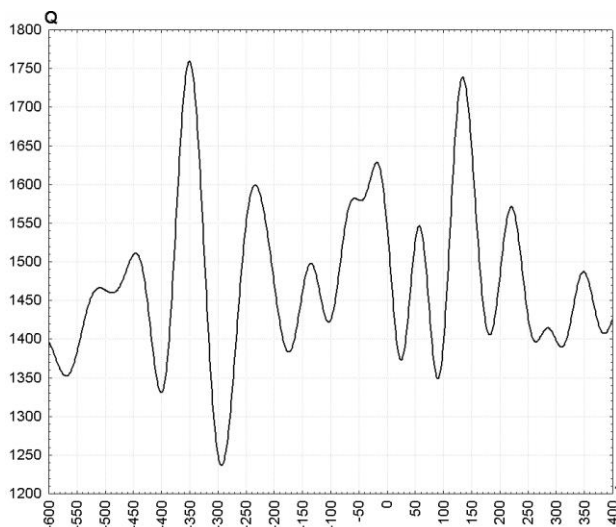


г)

Рис. 6. Кратномасштабная декомпозиция гармоник (Q_c) гидрологического процесса: а) $a = 32$; б) $a = 64$; в) $a = 128$; г) $a = 256$



а)



б)

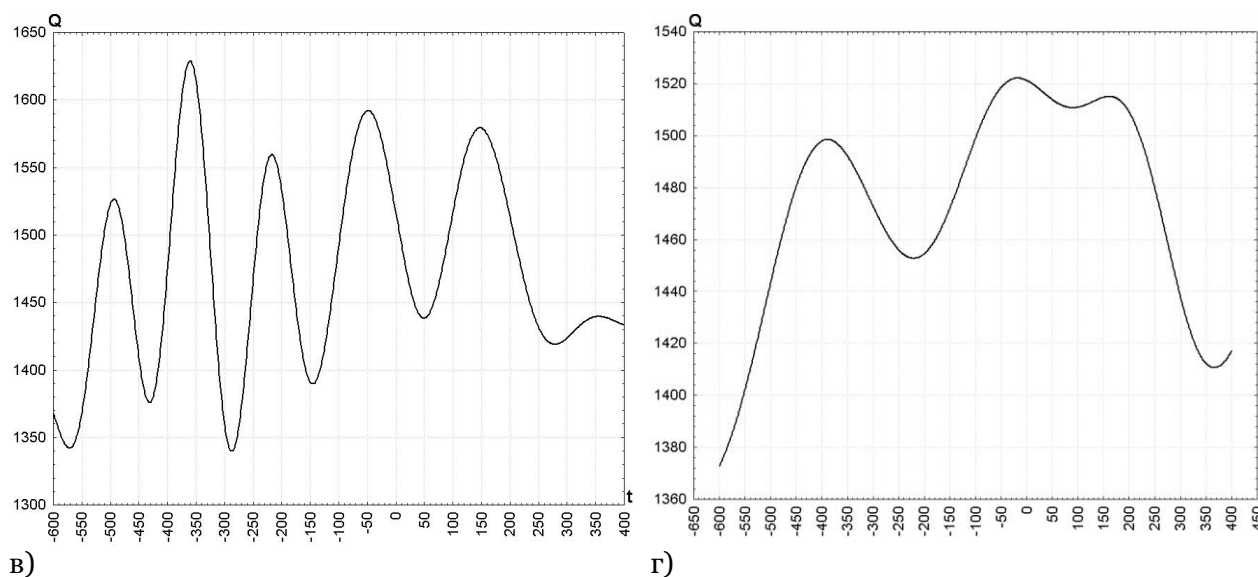


Рис. 7. Вейвлет фильтрации ритмики гидрологического процесса на протяжении периода с VI в. до н. э. по V в. н. э. при кратномасштабном анализе: а) 4-го порядка (31,25 года); б) 5-го порядка (62,5 года); в) 6-го порядка (125 лет); г) 7-го порядка (250 лет).

4.2. Палеогеографические этапы и ключевые события античной истории Северного Причерноморья

Анализируя качественно отличающиеся палеогеографические этапы на протяжении VI в. до н. э. – IV в. н. э. и, возможно, в той или иной степени, детерминирующие социально-экономические и политические события античной истории Северного Причерноморья (таблица), невозможно обойти вниманием скифский логос Геродота. Тем более, что прибрежную полосу, занятую греческими городами-колониями между Византием и Ольвией, включительно, Геродот знает на основании автопсии (Нейхардт, 1982: 230). Однако, не совсем ясно, когда Геродот был в Ольвии (в Крыму он не бывал): уже в эпоху кратковременного потепления (т.е. после 450 г. до н. э.) или незадолго до этого (Карпюк, 2010: 43). Сведения Геродота свидетельствуют о холодном климатическом фоне Северного Причерноморья, притом, что его поездка длилась не более нескольких недель летом и о суровости зимних холодов он мог знать только от своих информаторов – местных греков (Карпюк, 2010: 43). На основе изучения наиболее точно датированного экспериментального материала (в общей сложности более 30 независимых исследований) установлено (Клименко, 2004: 17–19), что в ранней субатлантической эпохе произошел асимметричный двойной холодный эпизод, в котором два этапа похолодания были разделены кратковременным потеплением примерно между 450 и 380 гг. до н. э. Есть основания полагать, что во время Геродота степень увлажнения была выше, чем в современную эпоху.

Таблица 1. Гидрологическая интерпретация палеогеографических этапов и ключевые события античной истории Северного Причерноморья

Палеогеографические этапы и их гидрологическая характеристика (по Рис. 1)				Социально-экономические и экологические ситуации
хронозоны	превышение нормы* речного стока, %	хронозоны	сокращение речного стока, % от нормы*	
Годы до н.э.				
		700–600	–	В период 700–500 гг. до н.э. климат стал сухим и теплым (Бараш, 1989: 12).

				Максимум почвообразования степных почв – 2650 л.н. (максимум Гомера) (Иванов, Лисецкий, 1995: 907, рис. 1).
		600-520	4,75	Климат в 600–500 гг. до н.э. был сухим и теплым (Бараш, 1989: 12). В Северо-Западном Причерноморье (юг Дунай-Днестровского междуречья) в VI–V вв. до н.э. поселений не было, на что в немалой степени влияла засушливость территории, представлявшей собой обширные степи (Охотников, 1990: 45).
520-460	0,41			Около 500 гг. до н.э. очень быстро произошло повышение увлажненности, а возможно, и понижение температуры (Бараш, 1989: 12). Современный ареал совместного произрастания древесных пород, которые были в Геродотовой Гилее, характеризуется осадками 450–470 мм/год; среднеянварскими $t = -4 \div -6^\circ \text{C}$, среднеиюльскими $+20-21^\circ \text{C}$ (Кременецкий, 1991: 156). Лакуны в существовании большой сельскохозяйственной округи Ольвии со второй – третьей четверти V в. до н.э. (Крыжицкий и др., 1989: 220).
		460-400	3,65	С последней трети V в. до н.э. в течение ста лет влажный климат на юге Европы сменяется на засушливый и в этот промежуточный ксеротермический период отмечены два коротких интервала засушливости (Бараш, 1989: 14). Минимум почвообразования степных почв 2420 л.н. (Геродота) при максимуме солнечной активности (2500 л.н.) (Иванов, Лисецкий, 1995: 907, рис. 1). Крымская Скифия. Постепенный рост численности населения в V в. до н.э. (Колтухов, 2012: 29).
400-320	6,43			В IV – середине III в. до н.э. на территории Северного Причерноморья установился климатический оптимум (Иевлев, 1997: 8). При определении остатков углей, древесины античного времени и по пыльцевому анализу на

				<p>Европейском Боспоре (Керченский п-ов) отмечены такие хвойные, как ель и сосна (IV в. до н.э.) (Кругликова, 1975: 22).</p> <p>Крымская Скифия. Продолжение роста численности населения в первой половине IV в. до н.э. и резком скачкообразном росте во второй половине этого столетия (Колтухов, 2012: 29).</p> <p>Крымская Скифия. IV – первые десятилетия III вв. до н.э. Скифы занимали почти всю степную часть полуострова (Колтухов, 1993: 206).</p> <p>Максимальный расцвет Ольвийского государства в конце IV – перв. пол. III в. до н.э. (Крыжицкий и др., 1989: 220).</p> <p>Время наибольшего экономического развития Ольвийского полиса (середина III в. до н.э.); в 331 г. до н.э. – поход Зопириона (Античные поселения Нижнего Побужья: (Археологическая карта), 1990: 120).</p>
		320-250	7,51	<p>На рубеже IV-III вв. до н.э. происходит переход от прохладно-влажной климатической фазы к тепло-сухой фазе (Винокуров, 2007: 24).</p> <p>Из-за регрессии моря в Нижнем Поднестровье культурный слой с находками амфор IV-III вв. до н.э. находится ниже уровня современной поймы (Охотников, 1990: 46).</p> <p>В Северо-Западном Крыму в начале III в. до н.э. в самостоятельные посеы выходит рожь как ответ местного крестьянства на ухудшение климатических условий (Stolba, 2012: 359).</p> <p>С резким потеплением климата в III в. до н.э. связано запустение причерноморских степей и гибель Великой Скифии (Полин, 1984: 24-33).</p> <p>Крымская Скифия. С конца первой четверти или первой трети III в. до н.э. началась смена форм хозяйственной деятельности, население оставило степные районы полуострова. К 70 гг. III в. до н.э. происходит исчезновение кочевого населения в причерноморских степях (Колтухов, 1993: 206).</p>

250-180	3,40			<p>Вплоть до середины III в. до н.э. на территории Северного Причерноморья сохранялся климатический оптимум (Иевлев, 1997: 8). Мелкие размеры ископаемых раковин на поселении раннеэллинистического времени Кельшейх 1 (С.-З. Крым) указывают на то, что климат в это время (до 270 г. до н.э.) был более мягким, чем современный (Снегин и др., 2014). Финальный этап максимального расцвета Ольвийского государства пришелся на перв. пол. III в. до н.э. (Крыжицкий и др., 1989: 220). Прекращение жизни на большинстве поселений хоры Ольвии в конце второй четверти – сер. III в. до н.э. (Крыжицкий и др., 1989: 220); в конце первой трети III в. до н.э. (Марченко, 1982: 62); в начале третьей четверти III в. до н.э. (Рубан, 1985: 43). Гибель поселений по Днестровскому лиману в начале третьей четверти III в. до н.э. (Мелюкова, 1971).</p>
		180-100	2,04	<p>Понижение увлажнения с III в. до н.э., жаркий сухой климат продержался до конца II – начала I в. до н. э. (Винокуров, 2007: 24). Спорово-пыльцевой анализ проб из культурных отложений на городище «Чайка» показал, что со II в. до н. э. стали преобладать растения, свойственные степи (Левковская, 1970: 24). К рубежу II-I вв. до н.э. установилась исключительно жаркая погода, что могло стимулировать захват и заселение Западного Крыма поздними скифами (Кутайсов, 2013: 40, 205). Крымская Скифия. До конца II в. до н.э. продолжается смена форм хозяйственной деятельности, население оставляет степные районы полуострова (Колтухов, 1993: 206). От середины II в. до н.э. до рубежа н.э. сельское хозяйство концентрируется у городских стен Ольвии (Крыжицкий и др., 1989: 101).</p>

100-0	4,21			<p>I в. до н.э. был преимущественно избыточно увлажненным; с 60 по 13 гг. до н.э. включительно отмечено 10 влажных лет (Бараш, 1989: 16).</p> <p>Анализ пыльцы из ила Сакского оз. показал, что вплоть до первых вв. н.э. в его ближайшем окружении росли дуб, вяз, бук, граб, пыльца которых встречается только в пределах ареалов этих древесных пород (Кругликова, 1975: 21).</p>
Годы н.э.				
0-20	4,21			<p>С I в. н.э. в период послеольвийской трансгрессии началась влажная и прохладная фаза (Иванов Г.И., Шмуратко, 1982).</p> <p>Короткая фаза аллювообразования (caл ~2000 л.н.) по результатам изучения пойменных почв (Александровский, Александровская, 2005: 185, рис. 40).</p> <p>По археологическим данным ландшафты Северо-Западного Крыма в первые вв. н.э. включали древесно-кустарниковую растительность (Подгородецкий, 1994: 27).</p>
		20-80	0,86	<p>По свойствам почвы, погребенной под Нижним Траяновым валом, в период, который предшествовал его сооружению (первая половина I в. н.э.), климат был более сухим (Лисецкий и др., 2013: 549).</p> <p>В лесостепи и степи Днестровско-Прутского междуречья с I в. н.э. концентрация памятников сарматских племен (Дзиговский, 1992: 50).</p> <p>Крымская Скифия. С середины I в. н.э. с завершением в III в. н.э. Прекращение жизни на большинстве поселений Северо-Западного Крыма и внешней границе предгорий (Колтухов, 1993: 206).</p>
80-220	4,07			<p>Увеличение влажности и понижение засушливости отмечается с конца II в. н. э. (со 180 г.) (Бараш, 1989: 18).</p> <p>Максимальная за последние 5000 лет скорость почвообразования степных почв 1850 л.н. (2-й средневековый максимум) (Иванов,</p>

				<p>Лисецкий, 1995: 907, рис. 1). В лесостепи и степи Днестровско-Прутского междуречья во II в. н.э. продолжилась концентрация памятников сарматских племен (Дзиговский, 1992: 50).</p>
		220-400	2,17	<p>Сухой и теплый климат, который установился с I в. н. э., сохраняется почти до конца II в. н. э. (Бараш, 1989: 18). Почва под курганом сарматской эпохи (II в. н.э.) имеет более аридный облик по сравнению с современными почвами (Иванов, 1992: 38). В римское время (по сер. III в. н.э.) в составе охотничьей добычи у населения ольвийской хоры ведущее место заняли степные виды в результате иссушения климата и вырубки лесов (Журавлев, 1994: 251). Крымская Скифия. В III в. н.э. финальный этап депопуляции в Северо-Западном Крыму и у внешней границы предгорий (Колтухов, 1993: 206).</p> <p>Мощный слой пожара на всей площади Ольвии первых веков н.э. связан с первым "готским" разгромом 232-235 гг. (Крапивина, 2002). Около середины III в. жизнь на поселениях Северо-Западного Крыма обрывается (Щеглов, 1978: 134). Ольвия в результате наиболее массового похода северопричерноморских племен 269-270 гг. была полностью разрушена и одновременно погибают последние городища ольвийской периферии (Гороховский и др., 1985), а также нижнеднепровские городища (Погрехова, 1958) (по: (Крапивина, 2002)).</p>
IV в. н.э.				<p>Период 180-350 гг. н. э. характеризуется повышенным увлажнением и только с конца IV в. н.э. влажность понижается (Бараш, 1989: 18).</p>

*Норма речного стока определена как среднегодовое значение расходов за VI в. до н.э. – IV в. н.э. ($\bar{Q} = 1474 \text{ м}^3/\text{с}$)

Геродот писал: «Страна скифов представляет собой богатую травой и хорошо орошаемую равнину. По этой-то равнине протекает почти столько же рек, сколько каналов в Египте» (Геродот, 1999: IV, 47). По нашему мнению, отмеченную особенность обилия рек (довольно частую повторяемость их русел при движении с запада на востоке или обратно) нельзя трактовать как свидетельство их высокой водности. Это, на первый взгляд, неожиданное сравнение с оросительными системами, находит свое объяснение в физико-географических и гидрографических особенностях Причерноморской низменности, которые от античности и до нашего времени остались неизменными. Если Геродот, прибыв морем в торжище Борисфенитов, делал поездки по Гипанису и Борисфену, проплыл вдоль берегов Понта во Фракию, заезжая во все прибрежные торговые города и близко во Фракии познакомился с Дунаем (Кречетов, 1889: 458), то личные впечатления о реках Скифии он преимущественно составил по нижним, приустьевым частям речных долин. Используя карту Геродотовой Скифии (Кречетов, 1889, рис. на с. 463), по южной стороне скифского квадрата от р. Тиарант (совр. Олт) до Борисфена (Днепра), нами рассчитано, что теоретически, если бы Геродот мог пройти этот путь вдоль Северо-западного побережья Черного моря, то на протяжении 840 км он бы пересек 97 существовавших в то время речных долин, т.е. на каждые 100 км пути приходилось бы по одной реке.

Геродот, сравнивая Борисфен с другими реками, замечает, что «вода приятна на вкус для питья и прозрачна (по сравнению с водой других мутных рек Скифии)» (Геродот, 1999, IV, 53) (курсив авторов). Малые реки по сравнению со средними реками имеют повышенные величины мутности, т.е. сток взвешенных наносов меньше, если площадь водосбора больше (Швебс, 1974: 152). Поэтому, если в современных условиях в низовьях Дуная, Днестра. Юж. Буга и Днепра величина, характеризующая поступление наносов с бассейна в русло реки, не превышает 25, то, к примеру, в верховьях Кальмиуса, предгорной и горной частях Крыма она достигает 500–750 (Швебс, 1974, рис. 8.2). В современных условиях, среднегодовая мутность малых рек бассейна Юж. Буга, оценивается в пределах 200–300 г/м³, но в периоды половодья и дождевых паводков она возрастает в 1,6 раза (Агроклиматический справочник по Николаевской области, 1959: 92). Различия в потенциале накопления наносов при сравнении бассейнов Днепра, Юж. Буга и Днестра показывают современные оценки результатов этого процесса за 300 последних лет освоения территорий: максимальная мощность отложений в руслах и поймах самых малых рек (длиной 10–25 км) установлена для бассейнов Днестра (5–6 м) и Юж. Буга – более 6 м (Сидорчук, 1996: 34, рис. 1).

При путешествии на север восприятие местного климата всегда относительно и основой сравнения становятся привычный климат места рождения или длительного проживания. В оценке климата Скифии как холодного античные авторы, включая Геродота, практически солидарны, что отмечали многие авторы (Карпюк, 2010, с. 43, 55, с. 6, 56, с. 102 и др.).

Геродот, родившись на средиземноморском побережье Малой Азии, и, возможно, на основании того, что при описании Египта сопоставляет с Нилом не только р. Истр, но и Борисфен, он мог уже побывать в Скифии, прежде чем посетил Египет (Нейхардт, 1982: 225), использует многосторонний сравнительно-географический метод.

Правомерно допуская, что широтную географическую зональность на протяжении всего субатлантического периода (2800 cal. л. н. (Александровский, Александровская, 2005: 176)) можно аналогизировать с современным распространением природных зон, отметим основные, поразившие Геродота, климатические контрасты. В современных реалиях умеренно континентальный, с недостаточным увлажнением, короткой мягкой зимой и продолжительным жарким летом климат Северного Причерноморья более влажный (осадков выпадает на 305 мм больше) и более холодный (среднегодовая температура (9,9 °С) на 12,1° меньше, число дней со снежным покровом составляет около 40, средняя температура в зимние месяцы отрицательная (-2,2°), т.е. на 16,7° меньше) (по данным метеостанции Очаков), чем климат у южной границы субтропического пояса (по метеорологической станции Каир).

Итак, какие же климатические условия характеризовали время посещения Ольвии Геродотом (середина V в. до н. э.)? Как видно из Рис. 76 это был небольшой внутривековой плювиальный максимум, с которым можно связать существенно и очень быстро наступившее (ок. 500 г. до н. э.) изменение климата, длившееся полувековой период (первая

половина V в. до н. э.): климат в это время стал более прохладным и влажным (Бараш, 1989: 12). Для определения аналога временному отрезку изменения стока реки Днепр Q_1 (500–400 гг. до н. э.) был использован метод кросскорреляционного анализа. Для этого предварительно снято высокочастотное напряжение во временном ряде (VI в. до н. э. – IV в. н. э.) с помощью окна сглаживания Даниэля, которое можно применить в Фурье-анализе программы Statistica. Окно сглаживания равно малому циклу – 7 лет. Эта процедура позволила исключить случайные временные отклонения и получить преобразованный временной ряд, не нарушив при этом его вариационную составляющую. Далее было проведено перекрестное скольжение ($t+n$, $n=[1; 900]$) опорного периода (500–400 гг. до н. э.) по имеющемуся 1000-летнему временному ряду и определены пошаговые кросскорреляционные значения (R_c). По результатам анализа определено два периода-аналога опорному периоду (V в. до н. э.) – \bar{Q}_1 , наиболее сходных с ним по гидрофункционированию, а, соответственно, по климатической ситуации: Q_2 (388–288 гг. до н. э., $R_c=0,67$) и Q_3 (171–281 гг. н. э., $R_c=0,46$). Средние значения расхода воды (\bar{Q}), стандартная ошибка среднего ($\sigma_{\bar{Q}}$) и коэффициент вариации (V_Q) по трем периодам-аналогам составили: $\bar{Q}_1 = 1451 \text{ м}^3/\text{с}$, $\sigma_{\bar{Q}_1} = 29 \text{ м}^3/\text{с}$, $V_{Q_1} = 0,20$; $\bar{Q}_2 = 1515 \text{ м}^3/\text{с}$, $\sigma_{\bar{Q}_2} = 38 \text{ м}^3/\text{с}$, $V_{Q_2} = 0,25$; $\bar{Q}_3 = 1458 \text{ м}^3/\text{с}$, $\sigma_{\bar{Q}_3} = 33 \text{ м}^3/\text{с}$, $V_{Q_3} = 0,23$.

Сведения о том, что «в первой половине IV в. до н. э. снова начался влажный период» (Бараш, 1989: 15) мы можем по первому установленному вековому периоду-аналогу времени Геродота конкретизировать для Северо-Западного Крыма в хронологическом (388–288 гг. до н. э.), и в климатическом отношении (общее увлажнение могло быть на 4 % больше середины V в. до н. э.). Европейские данные по этому периоду (данные Р. Хеннинга – по: Бараш, 1989: 15) свидетельствуют о сильных наводнениях, неурожаях от избытка влаги, а 346, 340, 329, 326 и 294 гг. до н. э. отмечены как избыточно влажные. Второй вековой (171–281 гг. н. э.) период-аналог времени Геродота по гидрологическим параметрам ему наиболее близок и с ним можно связать особенности климата Европы в 180–350 гг. н. э. – в период повышения влажности (Бараш, 1989: 18).

Так как местоположение Сакского озера, – исходного источника летописи природной ритмики для последней трети голоцена, особенно точно диагностирует палеогеографические условия степной зоны Крыма, агропотенциал которой играл важнейшую роль в античной экономике, особое значение имеет обращение к ключевым периодам истории в северо-западном и восточном Крыму: вторая половина IV в. до н. э. – время наибольшего расцвета сельскохозяйственных территорий Херсонеса и Боспора, а также рубеж IV–III вв. до н. э., когда в этих регионах отмечено угасание сельских поселений и их земледельческих зон (Смекалова и др., 2015).

По данным табл. наибольшее в античную эпоху превышение нормы речного стока отмечено в 400–320 гг. до н. э., в последней четверти IV в. до н. э. – середине III в. до н. э., напротив, формировалась наиболее аридная фаза общей продолжительностью 70 лет.

Военные походы, всегда обусловленные комплексом причин, и их результаты, приводившие, порой на десятилетия, к опустошению мест проживания, могли быть стимулированы неблагоприятным изменением природных условий, не только в месте зарождения военной операции, но на смежных или удаленных территориях, где возникали предпосылки для миграционного давления. Можно предположить, что этой гипотезе наиболее соответствует природно-историческая обстановка самого значимого периода климатической депрессии в 1000-летней истории – 320–250 гг. до н. э. (см. Табл. 1).

5. Заключение

Региональные климатические условия в Северном Причерноморье на протяжении античного времени были подвержены регулярным и значительным колебаниям, а история древних обществ и практики природопользования не могут быть поняты во всей полноте без учета климатического контекста. Адекватные представления о ритмике природных процессов можно сформировать, если наряду с изучением их направленности (тренда) будут объективно установлены хроноинтервалы квазипериодических компонентов, особенно

длиннопериодических (внутривековых, вековых, многовековых). Они важны для реконструкции хронологических рамок и особенностей качественно отличающихся периодов изменения природной среды внутривековой и вековой размерности, которые могли влиять на экономические и общественные процессы разнонаправлено (ускорять, замедлять, ограничивать).

На протяжении античной эпохи (VI в. до н. э. – IV в. н. э.) выделены основные палеогеографические этапы вековой размерности в гидрологической интерпретации (пять плювиальных (наиболее полноводных) периодов и шесть маловодных (относительно нормы) периодов) и проведено их сопоставление с ключевыми событиями античной истории Северного Причерноморья.

В исследовании установлено, что климатическая обстановка, как она описана Геродотом, при прямом сопоставлении с современным климатом Северного Причерноморья может быть превратно истолкована как неповторимая климатическая эпоха середины V в. до н. э. Если проанализировать античную эпоху в гидрологическом аспекте по всей длине хроноряда, то у столетия 500–400 гг. до н. э. имеются два аналога (плювиальные фазы): в IV в. до н. э. – первой четверти III в. до н. э. и от последней четверти II в. – до конца III в. н. э. Также, как и по условиям увлажнения, описанную Геродотом суровость климата нельзя возводить в абсолют: в ранней субатлантической эпохе два этапа похолодания были разделены кратковременным потеплением примерно между 450 и 380 гг. до н. э., а из двух этапов похолодания наиболее значительным был второй, кульминации которого соответствует календарная датировка (280±50) гг. до н. э. (Клименко, 2004).

Адаптация человека к природному окружению и его постоянным изменениям является ключевым вопросом в антропологии и археологии. По-разному подходят к этой проблеме приверженцы теорий географического (экологического) детерминизма и культурной экологии, предполагающей поливариантность сценариев и возможности выбора человеком (сообществом) адаптационной стратегии. Однако привлекавшиеся в разное время механизмы адаптации в конкретных ландшафтных обстановках и методологические подходы к этому вопросу остаются предметом дискуссии. Ранее (Gallant, 1991) было продемонстрировано, что аграрная экономика располагала широким спектром стратегий выживания, в случае экологически обусловленных колебаний в производстве жизненно необходимых продуктов питания. Эффективность этих механизмов адаптации была напрямую связана с социальными, политическими и экономическими факторами.

6. Благодарности

Публикация подготовлена в рамках поддержанного РГНФ научного проекта №15-31-10136.

Литература

Агроклиматический справочник по Николаевской области, 1959 - Агроклиматический справочник по Николаевской области (1959). Л.: Гидрометеиздат. С. 86-93.

Александровский, Александровская, 2005 - Александровский А.Л., Александровская Е.И. (2005). Эволюция почв и географическая среда. М.: Наука. 223 с.

Античные поселения Нижнего Побужья: (Археологическая карта), 1990 - Античные поселения Нижнего Побужья: (Археологическая карта) (1990). Киев: Наук. думка. 136 с.

Бараш, 1989 - Бараш С.И. (1989). История неурожаев и погоды в Европе (по XVI в. н. э.). Л.: Гидрометеиздат. 237 с.

Винокуров, 2007 - Винокуров Н.И. (2007). Виноградарство и виноделие античных государств Северного Причерноморья // Боспорские исследования. Suppl. 3. Симферополь-Керчь: ИД «АДЕФ-Украина». 456 с.

Герасименко, 2007 - Герасименко Н.П. (2007). Ландшафтно-кліматичні зміни на території України за останні 2,5 тис. років // Історична географія: початок XXI століття. Вінниця: Теза. С. 41-53.

Геродот, 1999 – Геродот (1999). История. В 9-ти кн. Перев. Г.А. Стратановского. М.: Ладомир, ООО «Фирма «Изд-во АСТ», 1999. 752 с.

Дзиговский, 1992 - *Дзиговский А.Н.* (1992). Римский фактор и «сарматизация» Северо-Западного Причерноморья // Северо-Западное Причерноморье: ритмы культурогенеза. Одесса. С. 49-50.

Журавлев, 1994 - *Журавлев О.П.* (1994). Охота у населения ольвийской хоры эллинистического и римского времени // Древнее Причерноморье. Одесса. С. 249-252.

Иванов Г.И., Шмуратко, 1982 - *Иванов Г.И., Шмуратко В.И.* (1982). Об особенностях колебаний уровня Черного моря в послеледниковое время // Водные ресурсы. № 3. С. 139-146.

Иванов, 1992 - *Иванов И.В.* (1992). Эволюция почв степной зоны в голоцене. М.: Наука. 144 с.

Иванов, Лисецкий, 1995 - *Иванов И.В., Лисецкий Ф.Н.* (1995). Сверхвековая периодичность солнечной активности и почвообразование // Биофизика. Т. 40. Вып. 4. С. 905-910.

Иевлев, 1997 - *Иевлев М.М.* (1997). Природная среда Нижнего Побужья и Нижнего Поднепровья в античную эпоху: автореферат дис. ... кандидата исторических наук: 07.00.06. Киев. 25 с.

Карлстром, 1966 - *Карлстром Т.Н.В.* (1966). История оледенения Аляски и ее значение для теории палеоклимата // Солнечная активность и изменения климата. Л.: Гидрометеиздат. С. 119-176.

Карпюк, 2010 - *Карпюк С.Г.* (2010). Климат и география в человеческом измерении (архаическая и классическая Греция). М.: ИВИ РАН. 224 с.

Клименко, 2004 - *Клименко В.В.* (2004). Холодный климат ранней субатлантической эпохи в Северном полушарии. М.: Изд-во МЭИ. 144 с.

Колтухов, 1993 - *Колтухов С.Г.* (1993). Заметки о военно-политической истории Крымской Скифии // Древности степного Причерноморья и Крыма. Сб. науч. тр. IV. Запорожье. С. 206-222.

Колтухов, 2012 - *Колтухов С.Г.* (2012). Скифы Северо-Западного Крыма в VII–IV вв. до н. э. (погребальные памятники). Археологический альманах. №27. Донецк: Донбасс, 2012. 268 с.

Крапивина, 2002 - *Крапивина В.В.* (2002). Взаимоотношения Ольвии и варваров в III–IV веках н. э. // Международные отношения в бассейне Черного моря в древности и средние века. Мат. X межд. науч. конф. 29 мая – 3 июня 2001 г. Ростов: Изд-во Ростовского педагогического университета. С. 65-67.

Кременецкий, 1991 - *Кременецкий К.В.* (1991). Палеоэкология древнейших землевладельцев и скотоводов Русской равнины. М.: АН СССР, Институт географии. 194 с.

Кречетов, 1889 - *Кречетов П.Н.* (1889). Письма о Геродотовой Скифии // ЗООИД. Т. XV. С. 457-471.

Крисаченко, 2012 - *Крисаченко В.* (2012). Образ Дніпра у світовій культурі: античність і середньовіччя // Українознавство. № 2. С. 100-109.

Кругликова, 1975 - *Кругликова И.Т.* (1975). Сельское хозяйство Боспора. М.: Наука. 300 с.

Крыжицкий и др., 1989 - *Крыжицкий С.Д., Буйских С.Б., Бураков А.В., Отрешко В.М.* (1989). Отв. ред. Анохин В.А. Сельская округа Ольвии. Киев: Наук. думка, 1989. 240 с.

Кутайсов, 2013 - *Кутайсов В.А.* (2013). Античный полис Керкинитиды. Симферополь: Предприятие Феникс. 400 с.

Лисецкий и др., 2013 - *Лисецкий Ф.Н., Голусов П.В., Чепелев О.А.* (2013). Развитие черноземов Днестровско-Прутского междуречья в голоцене // Почвоведение. № 5. С. 540-555.

Лисецкий и др., 2013 - *Лисецкий Ф.Н., Столба В.Ф., Пичура В.И.* Периодичность климатических, гидрологических процессов и озерного осадконакопления на юге Восточно-Европейской равнины // Проблемы региональной экологии. 2013. № 4. С. 19-25.

Максимов, 1989 - *Максимов А.А.* (1989). Природные циклы: причины повторяемости экологических процессов. Наука: Ленингр. отд-ние. 236 с.

Марченко, 1982 - *Марченко К.К.* (1982). Ойкеты декрета в честь Протогена (IPE, I², 32): К вопросу о зависимом населении Ольвии эллинистического времени // Мат. III Всесоюз. симпоз. по древн. истории Причерноморья на тему «Эллинизм и Причерноморье». Тбилиси, 1982. С. 61-63.

Мелюкова, 1971 - *Мелюкова А.И.* (1971). Население Нижнего Поднепровья в IV–III вв. до н. э. // Проблемы скифской археологии (МИА. - №177). М. С. 39-54.

- Нейхардт, 1982** - *Нейхардт А.А.* (1982). Скифский рассказ Геродота в отечественной историографии. / Под ред. И.А. Шишовой. Л.: Наука. 240 с.
- Охотников, 1990** - *Охотников С.Б.* (1990). Нижнее Поднестровье в VI-V вв. до н. э. / АН УССР. Одес. археол. музей; Отв. ред. С.Д. Крыжицкий. Киев: Наук. Думка. 88 с.
- Подгородецкий, 1994** - *Подгородецкий П.Д.* (1994). Природа Западного Крыма в античную эпоху. Киев. С. 27.
- Полин, 1984** - *Полин С.В.* (1984). Про сарматське завоювання Північного Причорномор'я // *Археологія*. 1984. №45. С. 24-34.
- Ресурсы поверхностных вод СССР, 1964** - Ресурсы поверхностных вод СССР (1964). Том 6. Украина и Молдавия. Выпуск 3. Крым и Приазовье. Под ред. Б.М. Штейнгольца. Л.: Гидрометеиздат. С. 76.
- Рубан, 1985** - *Рубан В.В.* (1985). Проблемы исторического развития Ольвийской хоры в IV-III вв. до н. э // *ВДИ*. Т. 1. С. 26-45.
- Сидорчук, 1996** - *Сидорчук А.Ю.* (1996). Влияние баланса наносов на состояние малых рек в бассейнах Волги, Дона, Днепра и Днестра // *Причины и механизмы пересыхания малых рек*. Казань: ГранДан. С. 27-36.
- Смекалова и др., 2015** - *Смекалова Т.Н., Беван Б.В., Кутайсов В.А.* (2015). Забытые данные о палеоклимате Крыма // XVI Боспорские чтения. Боспор Киммерийский и варварский мир в период античности и средневековья: Географическая среда и социум. Материалы конференции. С. 296-305.
- Снегин и др., 2014** - *Снегин Э.А., Лисецкий Ф.Н., Артемчук О.Ю.* (2014). Морфогенетический анализ разновременных популяций *Helix albescens* (Rossmassler, 1839) в условиях Северо-Западного Крыма (по результатам археологических раскопок поселения Кельшейх 1) // *Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки*. Т. 27. № 10(181). С. 83-87.
- Столба и др., 2007** - *Столба В.Ф., Субетто Д.А., Сапелко Т.В., Кузнецов Д.Д., Лудикова А.В.* (2007). Палеолимнологические исследования соляных озер Западного Крыма // *Археологические открытия 2005 года / Ин-т археологии РАН*. М.: Наука. С. 560-562.
- Столба и др., 2015** - *Столба В.Ф., Лисецкий Ф.Н., Пичура В.И., Субетто Д.А.* (2015). Палеогеографическая реконструкция природных условий причерноморских степей в позднем голоцене (по материалам крымского озера Саки) // *Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и сопредельных странах*. Материалы VI Междунар. науч. конф. 12-16 октября 2015 г. Белгород: Изд-во «ПОЛИТЕРРА». С. 102-106.
- Субетто и др., 2007** - *Субетто Д.А., Сапелко Т.В., Столба В.Ф.* (2007). Исследования палеолимнологов в Крыму // *Природа*. № 12. С. 61-62.
- Федоров, 2010** - *Федоров В.Н.* (2010). Структура многолетних колебаний стока р. Днепр по материалам донных отложений Сакского озера // *Экстремальные гидрологические ситуации*. М.: ООО «Медиа-ПРЕСС». С. 125-136.
- Чибилёв, 1998** - *Чибилёв А.А.* (1998). Степи Северной Евразии. Екатеринбург: УрО РАН. 100 с.
- Швебс, 1974** - *Швебс Г.И.* (1974). Формирование водной эрозии, стока наносов и их оценка. Л.: Гидрометеиздат. 184 с.
- Швец, 1978** - *Швец Г.И.* (1978). Многовековая изменчивость стока Днепра. Л.: Гидрометеиздат. 84 с.
- Шостакович, 1934** - *Шостакович Б.В.* (1934). Иловые отложения озер и периодические колебания в явлениях природы // *Записки ГГИ*. 1934. Т. 13. С. 95-140.
- Щеглов, 1978** - *Щеглов А.Н.* (1978). Северо-Западный Крым в античную эпоху. Ленинград: Наука. 258 с.
- Янко-Хомбах В.В. и др., 2011** - *Янко-Хомбах В.В., Смынтына Е.В., Кадурин С.В., Ларченков Е.П., Мотненко И.В., Какаранза С.В., Киосак Д.В.* (2011). Колебания уровня Черного моря и адаптационная стратегия древнего человека за последние 30 тысяч лет // *Геология и полезные ископаемые Мирового Океана*. №2(24). С. 67-75.
- Cherkasov et al., 2015** - *Cherkasov A.A., Menkovsky V.I., Smigel M., Molchanova V.S.* (2015). Ethno-Demographic Processes in the North-East Black Sea Area in the 19th – Early 21st Centuries (through the Example of Greater Sochi) // *Bylye Gody*. (36), 2: 276-281.

- Currie, 1995 - Currie R.G. (1995). Luni-solar and solar cycle signals in lake Saki varves and further experiments // International Journal of Climatology. V. 15 (8). P. 893-917.
- Dewey, 1964 - Dewey E.R. (1964). The 17 1/3-year cycle in Lake Saki varves, 2295 B.C.–A.D. 1894. Foundation for the Study of Cycles, Pittsburgh. P. 140-195.
- Fairbridge, 2012 - Fairbridge R.W. (2012). Saki, Lake (Crimea, Ukraine) // Encyclopedia of Lakes and Reservoirs. 2012. P. 699-700.
- Gallant, 1991 - Gallant T.W. (1991). Risk and survival in ancient Greece: Reconstructing the rural domestic economy. Stanford University Press.
- Ivanov, Lisetskiy, 1996 - Ivanov I.V., Lisetskiy F.N. (1996). Correlation of soil formation rhythms with periodicity of solar activity over the last 5000 years // Trans. (Doklady) Russ. Acad. Sci., Earth science section. V. 340 (1). P. 189-194.
- Solomina, Davi, D'Arrigo R. et al., 2005 - Solomina O., Davi N., D'Arrigo R. et al. (2005). Tree-ring reconstruction of Crimean drought and lake chronology correction. Geophys. Res. Lett. 2005. 32.19: L19704.
- Stolba, 2012 - Stolba V.F. (2012). La vie rurale en Crimée antique: Panskoe et ses environs // Études de lettres. № 1-2. C. 311-364.
- Xanthakis et al., 1995 - Xanthakis J., Liritzis I., Poulakos C. (1995). Solar-climatic cycles in the 4,190-year Lake Saki mud layer thickness record // Journal of Coastal Research. Holocene cycles: climate, sea levels, and sedimentation. Vol. 17. P. 79-86.
- Zaro, 2008 - Zaro G.A., Builth H.B., Rivera C.C., Roldán J.D., Suvires G.E. (2008). Landscape evolution and human agency: Archaeological case studies from drylands in western south America and Australia // Chungara, V. 40 (ESPECIAL). P. 261-271.

References

- Agroklimaticheskii spravochnik po Nikolaevskoi oblasti, 1959 - Agroklimaticheskii spravochnik po Nikolaevskoi oblasti (1959). L.: Gidrometeoizdat. S. 86-93.
- Aleksandrovskii, Aleksandrovskaya, 2005 - Aleksandrovskii A.L., Aleksandrovskaya E.I. (2005). Evolyutsiya pochv i geograficheskaya sreda. M.: Nauka. 223 s.
- Antichnye poseleniya Nizhnego Pobuzh'ya: (Arkheologicheskaya karta), 1990 - Antichnye poseleniya Nizhnego Pobuzh'ya: (Arkheologicheskaya karta) (1990). Kiev: Nauk. dumka. 136 s.
- Barash, 1989 - Barash S.I. (1989). Istoriya neurozhaev i pogody v Evrope (po XVI v. n. e.). L.: Gidrometeoizdat. 237 s.
- Vinokurov, 2007 - Vinokurov N.I. (2007). Vinogradarstvo i vinodelie antichnykh gosudarstv Severnogo Prichernomor'ya // Bosporskie issledovaniya. Suppl. 3. Simferopol'-Kerch': ID «ADEF-Ukraina». 456 s.
- Gerasimenko, 2007 - Gerasimenko N.P. (2007). Landshaftno-klimatichni zmini na teritorii Ukraïni za ostanni 2,5 tis. rokiv // Istorichna geografiya: pochatok KhKhI stolittya. Vinnitsya: Teza. S. 41-53.
- Gerodot, 1999 - Gerodot (1999). Istoriya. V 9-ti kn. Perv. G.A. Stratanovskogo. M.: Ladomir, OOO «Firma «Izd-vo AST», 1999. 752 s.
- Dzigovskii, 1992 - Dzigovskii A.N. (1992). Rimskii faktor i «sarmatizatsiya» Severo-Zapadnogo Prichernomor'ya // Severo-Zapadnoe Prichernomor'e: ritmy kul'turogeneza. Odessa. S. 49-50.
- Zhuravlev, 1994 - Zhuravlev O.P. (1994). Okhota u naseleniya ol'viiskoi khory ellinisticheskogo i rimskogo vremeni // Drevnee Prichernomor'e. Odessa. S. 249-252.
- Ivanov G.I., Shmuratko, 1982 - Ivanov G.I., Shmuratko V.I. (1982). Ob osobennostyakh kolebanii urovnya Chernogo morya v poslednikovoe vremya // Vodnye resursy. № 3. S. 139-146.
- Ivanov, 1992 - Ivanov I.V. (1992). Evolyutsiya pochv stepnoi zony v golotsene. M.: Nauka. 144 s.
- Ivanov, Lisetskiy, 1995 - Ivanov I.V., Lisetskiy F.N. (1995). Sverkhvekovaya periodichnost' solnechnoi aktivnosti i pochvoobrazovanie // Biofizika. T. 40. Vyp. 4. S. 905-910.
- Ievlev, 1997 - Ievlev M.M. (1997). Prirodnaya sreda Nizhnego Pobuzh'ya i Nizhnego Podneprov'ya v antichnuyu epokhu : avtoreferat dis. ... kandidata istoricheskikh nauk: 07.00.06. Kiev. 25 s.
- Karlstrom, 1966 - Karlstrom T.N.V. (1966). Istoriya oledeneniya Alyaski i ee znachenie dlya teorii paleoklimata // Solnechnaya aktivnost' i izmeneniya klimata. L.: Gidrometeoizdat. S. 119-176.

- Karpyuk, 2010 - Karpyuk S.G. (2010). Klimat i geografiya v chelovecheskom izmerenii (arkhaicheskaya i klassicheskaya Gretsia). M.: IVI RAN. 224 s.
- Klimenko, 2004 - Klimenko V.V. (2004). Kholodnyi klimat rannei subatlanticheskoi epokhi v Severnom polusharii. M.: Izd-vo MEI. 144 s.
- Koltukhov, 1993 - Koltukhov S.G. (1993). Zametki o voenno-politicheskoi istorii Krymskoi Skifii // Drevnosti stepnogo Prichernomor'ya i Kryma. Sb. nauch. tr. IV. Zaporozh'e. S. 206-222.
- Koltukhov, 2012 - Koltukhov S.G. (2012). Skify Severo-Zapadnogo Kryma v VII-IV vv. do n. e. (pogrebal'nye pamyatniki). Arkheologicheskii al'manakh. №27. Donetsk: Donbass, 2012. 268 s.
- Krapivina, 2002 - Krapivina V.V. (2002). Vzaimootnosheniya Ol'vii i varvarov v III-IV vekakh n. e. // Mezhdunarodnye otnosheniya v basseine Chernogo morya v drevnosti i srednie veka. Mat. X mezhd. nauch. konf. 29 maya – 3 iyunya 2001 g. Rostov: Izd-vo Rostovskogo pedagogicheskogo universiteta. S. 65-67.
- Kremenetskii, 1991 - Kremenetskii K.V. (1991). Paleoekologiya drevneishikh zemlevladel'tsev i skotovodov Russkoi ravniny. M.: AN SSSR, Institut geografii. 194 s.
- Krechetov, 1889 - Krechetov P.N. (1889). Pis'ma o Gerodotovoii Skifii // ZOOID. T. XV. S. 457-471.
- Krisachenko, 2012 - Krisachenko V. (2012). Obraz Dnipro u svitovii kul'turi: antichnist' i seredn'ovichchya // Ukraïnoznavstvo. № 2. S. 100-109.
- Kruglikova, 1975 - Kruglikova I.T. (1975). Sel'skoe khozyaistvo Bospora. M.: Nauka. 300 s.
- Kryzhitskii i dr., 1989 - Kryzhitskii S.D., Buiskikh S.B., Burakov A.V., Otreshko V.M. (1989). Otv. red. Anokhin V.A. Sel'skaya okruga Ol'vii. Kiev: Nauk. dumka, 1989. 240 s.
- Kutaisov, 2013 - Kutaisov V.A. (2013). Antichnyi polis Kerkitida. Simferopol': Predpriyatie Feniks. 400 s.
- Lisetskii i dr., 2013 - Lisetskii F.N., Goleusov P.V., Chepelev O.A. (2013). Razvitie chernozemov Dnestrovsko-Prut'skogo mezhdurech'ya v golotsene // Pochvovedenie. № 5. S. 540-555.
- Lisetskii i dr., 2013 - Lisetskii F.N., Stolba V.F., Pichura V.I. Periodichnost' klimaticheskikh, gidrologicheskikh protsessov i ozernogo osadkonakopleniya na yuge Vostochno-Evropeiskoi ravniny // Problemy regional'noi ekologii. 2013. № 4. S. 19-25.
- Maksimov, 1989 - Maksimov A.A. (1989). Prirodnye tsikly: prichiny povtoryaemosti ekologicheskikh protsessov. Nauka: Leningr. otd-nie. 236 s.
- Marchenko, 1982 - Marchenko K.K. (1982). Oikety dekreta v chest' Protogena (IPE, I2, 32): K voprosu o zavisimom naselenii Ol'vii ellinisticheskogo vremeni // Mat. III Vsesoyuz. simpoz. po drevn. istorii Prichernomor'ya na temu «Ellinizm i Prichernomor'e». Tbilisi, 1982. S. 61-63.
- Melyukova, 1971 - Melyukova A.I. (1971). Naselenie Nizhnego Podnestrov'ya v IV-III vv. do n. e. // Problemy skifskoi arkheologii (MIA. - №177). M. S. 39-54.
- Neikhardt, 1982 - Neikhardt A.A. (1982). Skifskii rasskaz Gerodota v otechestvennoi istoriografii. / Pod red. I.A. Shishovoi. L.: Nauka. 240 s.
- Okhotnikov, 1990 - Okhotnikov S.B. (1990). Nizhnee Podnestrov'e v VI-V vv. do n. e. / AN USSR. Odes. arkheol. muzei; Otv. red. S.D. Kryzhitskii. Kiev: Nauk. Dumka. 88 s.
- Podgorodetskii, 1994 - Podgorodetskii P.D. (1994). Priroda Zapadnogo Kryma v antichnuyu epokhu. Kiev. S. 27.
- Polin, 1984 - Polin S.V. (1984). Pro sarmats'ke zavoyuvannya Pivnichnogo Prichornomor'ya // Arkheologiya. 1984. №45. S. 24-34.
- Resursy poverkhnostnykh vod SSSR, 1964 - Resursy poverkhnostnykh vod SSSR (1964). Tom 6. Ukraina i Moldaviya. Vypusk 3. Krym i Priazov'e. Pod red. B.M. Shteingol'tsa. L.: Gidrometeoizdat. S. 76.
- Ruban, 1985 - Ruban V.V. (1985). Problemy istoricheskogo razvitiya Ol'viiskoi khory v IV-III vv. do n. e // VDI. T. 1. S. 26-45.
- Sidorchuk, 1996 - Sidorchuk A.Yu. (1996). Vliyanie balansa nanosov na sostoyanie mal'nykh rek v basseinakh Volgi, Dona, Dnepra i Dnestra // Prichiny i mekhanizmy peresykhaniya mal'nykh rek. Kazan': GranDan. S. 27-36.
- Smekalova i dr., 2015 - Smekalova T.N., Bevan B.V., Kutaisov V.A. (2015). Zabytye dannye o paleoklimate Kryma // XVI Bosporskie chteniya. Bospor Kimmeriiskii i varvarskii mir v period antichnosti i srednevekov'ya: Geograficheskaya sreda i sotsium Materialy konferentsii. S. 296-305.
- Snegin i dr., 2014 - Snegin E.A., Lisetskii F.N., Artemchuk O.Yu. (2014). Morfogeneticheskii analiz raznovremennykh populyatsii *Helix albescens* (Rossmaessler, 1839) v usloviyakh Severo-

Zapadnogo Kryma (po rezul'tatam arkheologicheskikh raskopok poseleniya Kel'sheikh 1) // Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki. T. 27. № 10(181). С. 83-87.

Stolba i dr., 2007 - Stolba V.F., Subetto D.A., Sapelko T.V., Kuznetsov D.D., Ludikova A.V. (2007). Paleolimnologicheskie issledovaniya solyanykh ozer Zapadnogo Kryma // Arkheologicheskie otkrytiya 2005 goda / In-t arkheologii RAN. M.: Nauka. S. 560-562.

Stolba i dr., 2015 - Stolba V.F., Lisetskii F.N., Pichura V.I., Subetto D.A. (2015). Paleogeograficheskaya rekonstruktsiya prirodnykh uslovii prichernomorskikh stepei v pozdnem golotsene (po materialam krymskogo ozera Saki) // Problemy prirodopol'zovaniya i ekologicheskaya situatsiya v Evropeiskoi Rossii i sopredel'nykh stranakh. Materialy VI Mezhdunar. nauch. konf. 12-16 oktyabrya 2015 g. Belgorod: Izd-vo «POLITERRA». С. 102-106.

Subetto i dr., 2007 - Subetto D.A., Sapelko T.V., Stolba V.F. (2007). Issledovaniya paleolimnologov v Krymu // Priroda. № 12. S. 61-62.

Fedorov, 2010 - Fedorov V.N. (2010). Struktura mnogoletnikh kolebaniy stoka r. Dnepr po materialam donnykh otlozheniy Saksogo ozera // Ekstremal'nye gidrologicheskie situatsii. M.: ООО «Media-PRESS». С. 125-136.

Chibilev, 1998 - Chibilev A.A. (1998). Stepi Severnoi Evrazii. Ekaterinburg: UrO RAN. 100 s.

Shvebs, 1974 - Shvebs G.I. (1974). Formirovanie vodnoi erozii, stoka nanosov i ikh otsenka. L.: Gidrometeoizdat. 184 s.

Shvets, 1978 - Shvets G.I. (1978). Mnogovekovaya izmenchivost' stoka Dnepra. L.: Gidrometeoizdat. 84 c.

Shostakovich, 1934 - Shostakovich B.V. (1934). Ilovye otlozheniya ozer i periodicheskie kolebaniya v yavleniyakh prirody // Zapiski GGI. 1934. T. 13. S. 95-140.

Shcheglov, 1978 - Shcheglov A.N. (1978). Severo-Zapadnyi Krym v antichnuyu epokhu. Leningrad: Nauka. 258 s.

Yanko-Khombakh V.V. i dr., 2011 - Yanko-Khombakh V.V., Smyntyna E.V., Kadurin S.V., Larchenkov E.P., Motnenko I.V., Kakaranza S.V., Kiosak D.V. (2011). Kolebaniya urovnya Chernogo morya i adaptatsionnaya strategiya drevnego cheloveka za poslednie 30 tysyach let // Geologiya i poleznye iskopaemye Mirovogo Okeana. №2(24). S. 67-75.

Currie, 1995 - Currie R.G. (1995). Luni-solar and solar cycle signals in lake Saki varves and further experiments // International Journal of Climatology. V. 15 (8). P. 893-917.

Dewey, 1964 - Dewey E.R. (1964). The 17 1/3-year cycle in Lake Saki varves, 2295 B.C.–A.D. 1894. Foundation for the Study of Cycles, Pittsburgh. P. 140-195.

Fairbridge, 2012 - Fairbridge R.W. (2012). Saki, Lake (Crimea, Ukraine) // Encyclopedia of Lakes and Reservoirs. 2012. P. 699-700.

Gallant, 1991 - Gallant T.W. (1991). Risk and survival in ancient Greece: Reconstructing the rural domestic economy. Stanford University Press.

Ivanov, Lisetskiy, 1996 - Ivanov I.V., Lisetskiy F.N. (1996). Correlation of soil formation rhythms with periodicity of solar activity over the last 5000 years // Trans. (Doklady) Russ. Acad. Sci., Earth science section. V. 340 (1). P. 189-194.

Cherkasov et al., 2015 - Cherkasov A.A., Menkovsky V.I., Smigel M., Molchanova V.S. (2015). Ethno-Demographic Processes in the North-East Black Sea Area in the 19th – Early 21st Centuries (through the Example of Greater Sochi). Bylye Gody. (36), 2: 276-281.

Solomina, Davi, D'Arrigo R. et al., 2005 - Solomina O., Davi N., D'Arrigo R. et al. (2005). Tree-ring reconstruction of Crimean drought and lake chronology correction. Geophys. Res. Lett. 2005. 32.19: L19704.

Stolba, 2012 - Stolba V.F. (2012). La vie rurale en Crimée antique: Panskoe et ses environs // Études de lettres. № 1-2. S. 311-364.

Xanthakis et al., 1995 - Xanthakis J., Liritzis I., Poulakos C. (1995). Solar-climatic cycles in the 4,190-year Lake Saki mud layer thickness record // Journal of Coastal Research. Holocene cycles: climate, sea levels, and sedimentation. Vol. 17. P. 79-86.

Zaro, 2008 - Zaro G.A., Builth H.B., Rivera C.C., Roldán J.D., Suvires G.E. (2008). Landscape evolution and human agency: Archaeological case studies from drylands in western south America and Australia // Chungara, V. 40 (ESPECIAL). P. 261-271.

УДК 930.85:556.5

Палеоэкологические условия античной эпохи в Северном Причерноморье (по данным осадконакопления в Сакском озере, Крым)Ф.Н. Лисецкий ^{a, *}, В.И. Пичура ^b^a Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Российская Федерация^b Херсонский государственный аграрный университет, Украина

Аннотация. Использование данных о процессах озерного осадконакопления в Северном Причерноморье и анализ временных рядов современными методами компьютерной обработки открывает возможности хронологической корреляции между масштабными изменениями климата и основными этно-историческими и экономическими процессами, характеризовавшими зону античной государственности в ее ключевых исторических проявлениях. В работе для 1000-летнего периода (VI в. до н. э. – IV в. н. э.) погодичные данные по расходу воды в реке Днепр, восстановленные по изменениям мощности донных отложений Сакского озера, впервые были подвергнуты глубокой обработке с применением методов анализа временных рядов и нейротехнологий. Установлено, что за 1000-летний период наблюдались 370 лет (37%) с сильными и 60 лет (6%) с очень сильными аномалиями гидрологических условий, которые могут выступать индикаторами экстремальных климатических событий. Причем на протяжении тысячелетия античной истории среди экстремальных событий больше встречались избыточно влажные годы, чем засушливые. Рубеж тысячелетий (50 г. до н. э.) характеризовался резким изменением природно-климатических условий, что позволяет по условиям увлажнения разделить античную эпоху на два многовековых периода. Определено два периода-аналога климатической эпохе, с которой связан рассказ Геродота (V в. до н. э.): 388-288 гг. до н. э. и 171-281 гг. н. э. В античную эпоху наибольшее превышение нормы речного стока было в 400-320 гг. до н. э., а в последней четверти IV в. до н. э. – середине III в. до н. э. отмечена наиболее ксеротермическая фаза. Определены даты основных палеогеографических этапов вековой размерности (пять наиболее полноводных периодов и шесть маловодных периодов) и проведено их сопоставление с ключевыми событиями античной истории Северного Причерноморья.

Ключевые слова: Северное Причерноморье, античная эпоха, Сакское озеро, природная ритмика, изменения климата, временные ряды.

* Корреспондирующий автор
Адреса электронной почты: liset@bsu.edu.ru (Ф.Н. Лисецкий)