

# ЧАСТЬ 1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ГЕОАРХЕОЛОГИИ

## Соляные, сейсмические и вулканические процессы и хронология бронзового века *Solar, seismic and volcanic processes and Bronze Age chronology*

С.А. Григорьев

S.A. Grigoriev

*Институт истории и археологии УрО РАН, г. Челябинск, stgrig@mail.ru*

Недостатком радиоуглеродного метода при датировании археологических культур являются очень широкие интервалы вероятностей, которые часто отличаются от результатов исторической хронологии и дендрохронологии. Работа направлена на методологическое обоснование построения абсолютной хронологии Евразии на основе выявления реперов, связанных с вулканическими и сейсмическими событиями глобального масштаба. Иногда в Евразии происходили резкие и масштабные трансформации, которые можно объяснить лишь глобальными природными катастрофами. Циклические колебания солнечной активности вызывают слишком незначительные температурные изменения в течение короткого времени, чтобы провоцировать это. Средние годовые изменения порой меньше, чем годовые колебания климата, вызванные иными причинами. Тем не менее, эти колебания солнечной радиации оказывают влияние на усиление вулканической и сейсмической активности, которые на 1–3 года могли создать во многих районах условия, вызывавшие миграции. Эти события можно датировать сопоставлением дендрохронологической шкалы разных регионов с хронологией вулканических событий, зафиксированных кернами льдов. В случае создания максимально широких систем относительной хронологии культур бронзового века, можно установить очередность или синхронность культурных трансформаций, и связать отдельные из них с глобальными вулканическими событиями. Но последнее возможно лишь в тех случаях, когда какие-то культуры из блока синхронных культур удастся датировать на основании дендрохронологии или исторической хронологии.

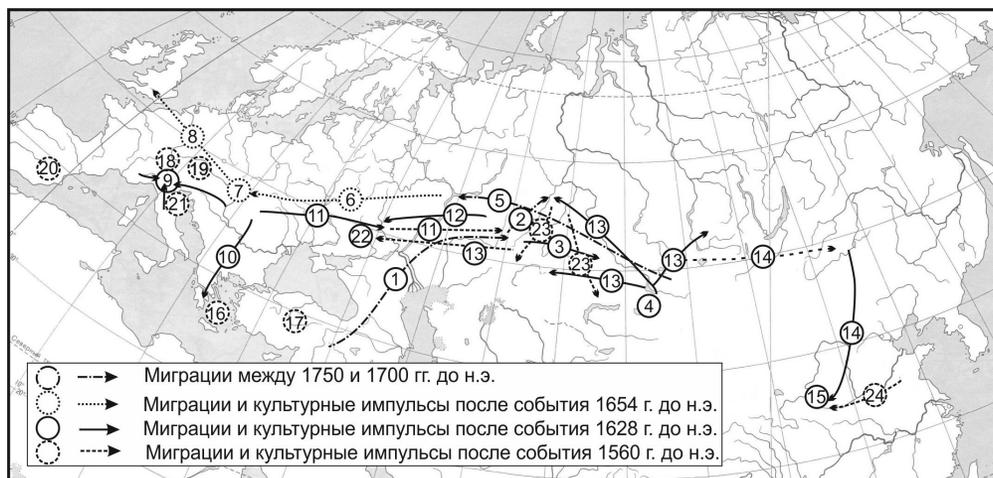
The disadvantage of the radiocarbon method which is being used for dating archaeological cultures is the very wide probability intervals, which often differ from the results of historical chronology and dendrochronology. The work is aimed at methodological substantiation of the building of the Eurasian absolute chronology based on the identification of benchmarks associated with volcanic and seismic events of a global scale. Sometimes synchronous abrupt transformations occurred in Eurasia, which can only be explained by global natural disasters. Cyclical fluctuations in solar activity cause too small temperature changes over a short period of time to provoke this. Average annual changes are sometimes less than annual climate fluctuations caused by other reasons. However, these fluctuations in solar radiation influence the increasing volcanic and seismic activity, which could create migration-inducing conditions in many areas for 1–3 years. These events can be dated by comparing the dendrochronological data of different regions with the chronology of volcanic events recorded in ice cores. In the case of creating as broader as possible systems of relative chronology of Bronze Age cultures, it is possible to establish the sequence or synchronicity of cultural transformations, and connect some of them with global volcanic events. However, the latter is possible only in cases where some cultures from the block of synchronous cultures can be dated on the basis of dendrochronology or historical chronology.

При определении хронологии археологической культуры мы обычно руководствуемся данными радиоуглеродного анализа. Однако доверительные интервалы этих анализов чрезвычайно широки и чаще не совпадают с исторической хронологией и дендрохронологией. Говорить о точных датах в этом случае вовсе не приходится. Выход на абсолютную хронологию возможен при исследовании миграций, охватывавших Евразию в результате резких климатических катастроф. Климат является сложной системой,

зависящей от многих факторов, но нас интересуют лишь те климатические изменения, которые были резкими и глобальными, что позволяет синхронизировать культурные процессы на больших пространствах. Общей рамкой для них являются циклические процессы, в частности, процессы орбитальных изменений. Наиболее известными являются циклы Миланковича с квазипериодичностью ок. 26000, 41000 и 93000 лет, которыми объясняются фазы оледенений. Меньшую периодичность имеют циклы Бонда, описывающие колебания климата в Северной Атлантике, происходящие с периодичностью ок.  $1470 \pm 500$  лет. Палеоклиматологи и археологи выделяют для бронзового века три кризиса: ок. 3200, 2200 и 1200 гг. до н.э., но лишь средний из них соответствует циклам Бонда.

Более важны для нашего обсуждения циклы солнечной активности, имеющие разную периодичность. Самыми короткими и изученными являются циклы Швабе с квазипериодичностью 11 лет, за ним следуют более длинные: циклы Гляйсберга (60–100 лет), де Врие/Зюсса (205–210 лет), Гальштатский (2000–2500 лет), и обсуждаются некоторые иные. Анализ космогенных изотопов  $^{14}\text{C}$  и  $^{10}\text{Be}$  в древесных кольцах позволяет эти колебания выявить, кроме короткого цикла Швабе, что обусловлено особенностями транспорта изотопов и их взаимодействия с океаном. Помимо этого, удастся выявить Большие Солярные Минимумы и Максимумы (Usoskin 2017). Однако температурные изменения в результате коротких циклов не столь значительны:  $0.2\text{ }^\circ\text{K}$ , в среднем, по планете, ок.  $0.7\text{ }^\circ\text{K}$  в высоких широтах и ок.  $0.3\text{ }^\circ\text{K}$  – в Европе. В умеренных широтах они почти не чувствуются. Во время так называемого «события 2200» температуры в Северной Атлантике снизились в пределах лишь  $1\text{--}2\text{ }^\circ\text{C}$  (de Menocal 2001, p. 670), что явно недостаточно для того, чтобы начались масштабные миграции и культурные изменения, которые постулируются для этой эпохи. Локальные годовые колебания, провоцируемые атмосферными факторами, могут быть намного выше. Тем не менее, в случае понижения температуры в Северной Атлантике, в северных широтах уменьшается испаряемость и растёт влажность. Кроме того, меняется режим переноса воздушных масс на восток, что приводит к ослаблению Азиатского муссона и аридизации в Азии и Северной Африке (Weiss et al. 1993). В какой-то степени это касается и степной Евразии. Это ослабляет возможность адаптации человеческих сообществ, и создает условия для миграций в случае резких климатических изменений. Для культурных изменений, охватывающих огромные пространства и разные регионы, основным триггером являются извержения вулканов глобального масштаба. В данном случае все зависит от характера извержения. Для глобальных климатических последствий необходимы извержения плингианского типа, когда столб тefры и аэрозолей достигает стратосферы и образует на 1–3 года экран, отражающий солнечный свет, провоцируя эффект вулканической зимы. Многое зависит еще от характера изверженного материала, высоты и географической широты расположения вулкана, а также сезона, когда произошло извержение. Естественно, последствия такого события различны в разных районах и для обществ с разным хозяйством. Для степных сообществ они были наиболее катастрофичны, т.к. эти сообщества зависели от одной отрасли – скотоводства, не имели возможности создать запасы корма для скота на длительный период, а биомасса степи гораздо ниже лесостепной и лесной.

Из ряда археологических данных известно, что иногда это сопровождается похолоданием на период до 100–300 лет, но это лишь совпадение двух процессов. Для коротких циклов до 100 лет установлена корреляция между солнечной активностью и вулканической и сейсмической активностью: при увеличении солнечной активности количество небольших извержений и землетрясений растёт, но количество крупных событий снижается, и наоборот. При этом наиболее сильные землетрясения (а они имеют



**Рис.** Культурные влияния сер. XVIII – сер. XVI в. до н.э.: 1 – синташтинская миграция, 2 – формирование алакульской культуры, 3 – формирование петровской культуры, 4 – раннефедоровская культура, 5 – сейминско-турбинская миграция на Урал и в Волго-Камье, 6 – сейминско-турбинская миграция в Центральную Европу, 7 – переход A2a/A2b, 8 – центральноевропейские импульсы и формирование Уэссекса II, 9 – формирование культуры Террамар, 10 – карпатские влияния в Греции, 11 – Карпатские влияния на Дону и Урале, 12 – синташтинское и уральское абашевское влияния на Дону, 13 – федоровские миграции, 14 – сейминско-турбинская миграция в Китай, 15 – Эрлитоу III, 16 – извержение Санторина, 17 – кризис в Хеттском царстве, 18 – переход РБВ/СБВ в Швейцарии, 19 – переход Вг А/Вг В в Центральной Европе, 20 – крах Эль-Аргар в Испании, 21 – начало СБВ 2 в Италии, 22 – срубная культура в Восточной Европе, 23 – переселение алакульцев в степь, 24 – начало династии Шан (Эрлитоу IV).

положительную корреляцию с извержениями) происходят на стыках вековых циклов (Белов и др. 2009). Причина этой связи остается неясной, но, вероятно, это можно объяснить взаимодействием космических энергетических частиц с магнитосферой и ионосферой Земли и производными процессами (Herdiwijaya et al. 2014, p. 107). Вероятно, эта ситуация справедлива и для длительных циклов или наложения циклов различной продолжительности.

Таким образом, исследуя циклы снижения солнечной активности, следы извержений и землетрясений, можно сравнить это со временем резкого понижения температур, получив, тем самым, даты резких климатических событий, которые могли повлиять на культурные процессы. Существует ряд методических проблем. Климатические тренды устанавливаются палинологией, но она позволяет лишь определить длительную динамику, т.к. разрешающая способность этого метода крайне низкая. Данные с точностью до года позволяет получить анализ древесных колец, но угнетенные кольца могут быть результатом локальных процессов, например, засухи. Но если в те же года наблюдалась аналогичная ситуация в разных регионах, это может свидетельствовать о глобальном процессе. Связь этого события с вулканической деятельностью может быть получена химическим анализом древесных колец или сопоставлением со следами извержений в гренландских и антарктических льдах. Хронология ледяных кернов до недавнего времени была ненадежной, но последние годы для некоторых периодов (в частности, XVII–XVI вв. до н.э.) удалось получить точные даты, совпадающие с дендрохронологией (Pearson et al. 2022). Поэтому в перспективе мы будем иметь достаточно полную картину и сможем датировать эти события с точностью до года.

Вторая проблема заключается в возможности связи между собой культурных трансформаций в различных регионах. Это можно делать лишь традиционными типологическим, стратиграфическим и радиоуглеродным методами, на основе чего создается система относительной хронологии для максимально широкого ареала. Таким образом можно получить последовательность событий и датировать синхронные события по регионам, где есть подобная возможность. Естественно, это хорошо работает в тех случаях, когда резкие и масштабные культурные трансформации происходят часто и их можно соотнести хронологически, а хронология вулканических извержений хорошо установлена (см. рис.). Таким примером является период с середины XVII до середины XVI в. до н.э., когда произошло три самых крупных извержения в голоцене в течение 100 лет, и есть возможности для связи комплексов с альпийской дендрохронологией и исторической хронологией Греции и Китая. Для других эпох пока удастся получать лишь отдельные хронологические реперы (Grigoriev 2023a, 2023b, 2024), представленные в таблице. Но постепенно, их количество будет увеличиваться, а с имеющимися реперами будут сопоставляться все новые события. Но уже из таблицы видно, что мы получаем более короткие интервалы культур, и довольно динамичную последовательность событий, более соответствующую археологическим реалиям. В частности, синташтинская культура с малым количеством перестроек на поселениях и погребений в могильниках не могла существовать 300–400 лет, как ей предписывает радиоуглеродная хронология. Но диапазон существования в пределах 130–140 лет кажется для нее вполне достоверным.

**Таблица.** Хронологические реперы для III–II тыс. до н.э.

События	Даты (гг. до н.э.)
Миграция ямных племен в Центральную Европу	2910/2850
Миграция культур шнуровой керамики и формирование фатьяновской культуры	2564
Начало «события 2200» на Ближнем Востоке	2173, 2168 или 2157
Начало династии Ся в Китае	1909
Синташтинская миграция с Ближнего Востока	1742
Сейминско-турбинская миграция в Центральную Европу, переход A2a/A2b в Европе	1654
Переход к A2c Европы, карпатские влияния в Грецию, на Дон и на Урал, федоровская миграция в Сибирь, сейминско-турбинская миграция в Китай	1628
Формирование раннесрубной культуры	ок. 1600
Начало классической срубной и алакульской культур, переход к стадии В в Европе, начало династии Шан в Китае и т.д.	1560
Начало финального бронзового века в степи	1386–1385
Начало династии Чжоу в Китае, возможно, конец классических саргаринских комплексов в степи	1031/1027

## Литература

- Белов, С.В., Шестопалов, И.П., Харин, Е.П.: О взаимосвязях эндогенной активности Земли с солнечной и геомагнитной активностью. ДАН 428(1), 1–4 (2009)
- Grigoriev, S.: Chronology of the Seima-Turbino bronzes, Early Shang Dynasty and Santorini eruption. *Prähistorische Zeitschrift* 98(2), 569–588 (2023a) <https://doi.org/10.1515/pz-2023-2028>
- Grigoriev, S.A.: Absolute chronology of the Early Bronze Age in Central Europe, Middle Bronze Age in Eastern Europe, and the “2200 event”. *Journal of Ancient History and Archaeology* 10.1, 22–46 (2023b) <https://doi.org/10.14795/j.v10i1.817>
- Grigoriev, S.A.: Absolute chronology of the transitions to the Northern Eurasian Late Bronze Age and European Middle Bronze Age. *Kazakhstan archeology* 1, 79–95, (2024) <https://doi.org/10.52967/akz2024.1.23.79.95>
- Herdiwijaya, D., Arif, J., Nurzaman, M.Z.: On the relation between solar and global volcanic activities. *Proceedings of the 2014 International Conference on Physics*. Atlantis Press, 105–108 (2014) <https://doi.org/10.2991/icp-14.2014.21>
- de Menocal, P.B.: Cultural Responses to Climate Change During the Late Holocene. *Science* 292, 667–673 (2001)
- Pearson, Ch., Sigl, M., Burke, A., Davies, S., Kurbatov, A., Severi, M., Cole-Dai, J., Innes, H., Albert, P.G., Helmick, M.: Geochemical ice-core constraints on the timing and climatic impact of Aniakchak II (1628 BCE) and Thera (Minoan) volcanic eruptions. *PNAS Nexus* 1(2) (2022) <https://doi.org/10.1093/pnasnexus/pgac048>
- Usoskin, I.G.: A history of solar activity over millennia. *Living Reviews in Solar Physics* 14:3 (2017) <https://doi.org/10.1007/s41116-017-0006-9>
- Weiss, H., Courty, M.-A., Wetterstrom, W., Guichard, F., Senior, L., Meadow, R., Curnow, A.: Genesis and collapse of third millennium North Mesopotamian Civilization. *Science, New Series* 261(5124), 995–1004 (1993)

## Начальный этап истории дальних меридиональных коммуникаций для Южного Зауралья The initial stage of the history of long-range meridional communications for the Southern Trans-Urals

Н.Б. Виноградов  
N.B. Vinogradov

*Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет,  
г. Челябинск, vinogradov\_n@mail.ru*

В работе обсуждается проблема начала истории дальних контактов южной направленно-сти степного населения Южного Зауралья. В отличие от коллег, автор выдвигает предположение, что это произошло лишь в позднем бронзовом веке и приводит в качестве аргумента в пользу этого предположения материалы могильника Кулевчи VI. Автор считает, что начало формирования системы дальних коммуникаций отражают федоровские и федоровско-алакульские памятники. Этот процесс был инициирован миграциями около середины II тыс. до н.э. в Южное Зауралье, в алакульскую среду, из Центрального Казахстана групп федоровского населения.

The paper discusses the problem of the beginning of the history of distant contacts of the southern orientation of the steppe population of the Southern Trans-Urals. Unlike his colleagues, the author suggests that this occurred only in the Late Bronze Age and cites the materials of the Kulevchi