

Я. В. Кузьмин^а

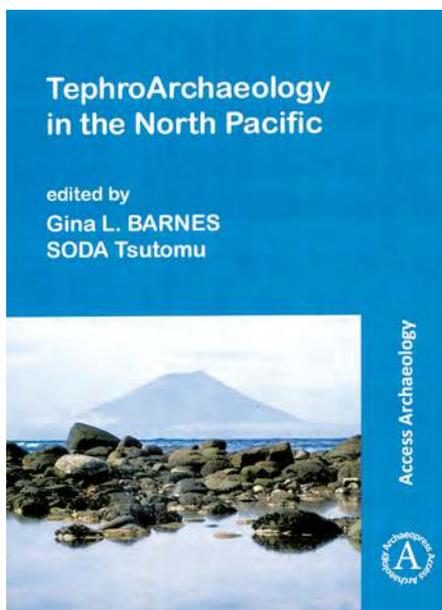
^а Институт геологии и минералогии СО РАН,
пр. Академика Коптюга, 3, Новосибирск,
630090, Россия
[kuzmin@fulbrightmail.org]

^а Institute of Geology and Mineralogy of SB RAS,
3 Academician Koptyug Av., Novosibirsk,
630090, Russia
[kuzmin@fulbrightmail.org]

Тефроархеология в Северо-Тихоокеанском регионе: связь вулканологии и археологии

(Barnes Gina L., Soda Tsutomu (eds.).
TephroArchaeology in the North Pacific.
Oxford: Archaeopress, 2019. 329 p.)

Материал поступил 26.09.2020, принят 05.10.2020



Использование пеплов и других продуктов извержений — тефры (англ. tephra; от греч. τέφρα [пепел]) (см. Геологический словарь 1978: 312; Щукин 1980: 447) — при изучении археологических объектов стало обычным в Японии и Северной Америке, но относительно редко практикуется в Европе и большинстве регионов Азии. В России примеры таких работ пока единичны (см. Брайцева и др. 1983; Мелекесцев и др. 1984; Кренке и др. 2011, 2016; см. также Кузьмин 2017: 242–244). Термины «тефра» и «тефрохронология» вошли в англоязычные словари по археологии (Bahn 2001: 441–442; Darvill 2002: 424). Примеры использования тефрохронологии на археологических объектах Северной Америки, Азии и Европы можно найти в сводке К. Оппенгеймера (Oppenheimer 2011: 126–132, 201–252). Список и карта распределения

наиболее распространённых тефр приведены в статье Х. Масиды (Machida, 2002a).

Редакторы рецензируемого сборника — проф. Джина Л. Барнс (Gina L. Barnes), автор многочисленных публикаций по археологии Восточной Азии (см. Barnes 2015), и д-р Цутому Сода (Tsutomu Soda), много лет занимающийся тефрохронологией Японских островов применительно к археологии. Сборник состоит из введения, 15 глав и приложений и находится в открытом доступе на сайте издательства (<https://www.archaeopress.com>; категория Access Archaeology).

Глава 1 «Введение в тефроархеологию» (Introduction to TephroArchaeology), написанная Дж. Л. Барнс, даёт общую характеристику сборника и кратко излагает содержание других глав. Подчёркивается, что тефроархеология — всего лишь одно из новых направлений в археологии, появившихся в Японии за последние 40 лет, включая «тектоническую археологию», «археологию землетрясений», «археологию цунами». Для читателей, не имеющих геологического или географического образования, даётся также краткое описание вулканической деятельности и её продуктов. Подчёркивается, что тефроархеология сыграла определённую роль в разоблачении фальсификации с «ранним палеолитом» Японии (см. главу 2).

В главе 2 «Тефроархеология и её история в Японии» (Tephroarchaeology and its history in Japan), подготовленной Ц. Содой, дан обзор археологических исследований с применением данных о вулканических пеплах и других продуктах извержений (пемзы, спёкшихся туфов и др.) на территории Японских островов, одного из самых активных регионов Земли в плане современного и древнего вулканизма. Первые упоминания о тефре на древних стоянках в научной литературе Японии относятся к 1920-м гг., а последовательно тефроархеология начала развиваться в 1970–1980-х гг. Принципиальным моментом была идентификация двух горизонтов тефры — Айра-Танзава (Aira-Tanzawa, AT) и Кикай-Акахоя (Kikai-Akahoya, K-Ah) в 1970-х гг. (см. Machida 1999). В 1993 г. был впервые сформулирован термин «тефроархеология». Сегодня наиболее изученной в отношении тефры является северо-западная часть региона Канто (равнины и горы вокруг г. Токио), относящаяся к префектуре Гумма (Gunma).

Тефроархеология сыграла определённую роль в разоблачении в ноябре 2000 г. самой масштабной фальсификации в японской археологии — так называемого «раннего и среднего палеолита» в регионе Тохоку (север о. Хонсю) (см. Keally 2006). Сфабрикованные «результаты» исследований, некритически воспринимавшиеся на протяжении 20 лет большинством японских археологов (за исключением Ц. Соды, Ч. Т. Килли и Ш. Оды), попали не только в школьные учебники Японии, но и в научную литературу, в том числе на русском языке (Астахов 1999; см. также Деревянко и др. 2000: 15–16, с оговоркой). Фальсификаторы использовали данные о древнем возрасте тефры на ряде «стоянок» (Такамори, Ками-Такамори и др.; см. Астахов 1999: 34) для обоснования хронологии «раннего палеолита».

Помимо определения возраста археологических памятников, в настоящее время развиваются новые ветви тефроархеологии: 1) изучение «застывших» в результате перекрытия тефрой следов жизнедеятельности людей на стоянках, включая сезон гибели поселений; 2) определение времени суперкатастрофических событий (типа Великого восточно-японского землетрясения в марте

2011 г.) с помощью анализа вулканической активности, нашедшей отражение в археологических памятниках (типа извержения кальдеры Кикай; см. главу 3).

Глава 3 «Археология вулканических катастроф: заметки по методическим вопросам и перспективам» (*Volcanic disaster archaeology: notes on methodological prospects and issues*) написана М. Кувахатой (М. Kuwahata). В ней даётся определение тефроархеологии и её основных задач: 1) установление хронологии археологических объектов; 2) сравнение артефактов выше и ниже горизонтов тефры; 3) изучение структуры поселений, погребённых под тефрой; 4) определение влияния вулканических извержений на жизнедеятельность древних людей. Выделяются четыре зоны в плане воздействия извержения на людей: а) зона 1 с пирокластическими и грязевыми потоками; выживание невозможно; б) зона 2 с толщиной тефры более 30 см; выживание либо невозможно, либо сильно ограничено; в) зона 3 с толщиной тефры 10–30 см; выживание возможно; г) зона 4 с толщиной тефры менее 10 см; возможно приспособление после извержения.

Автор даёт характеристику двум наиболее важным тефрам Японии, которые используются в археологических целях. Тефра Айра-Танзава происходит из кальдеры Айра в заливе Кагосима, о. Кюсю (см. Апродов 1982: 86–87). Её возраст около 30 тыс. календарных лет назад (кал. л. н.), распространение — от о. Кюсю на юге до северной оконечности о. Хонсю (расстояние до 1500 км). Тефра Кикай-Акахоя была извержена из затопленной морем кальдеры Кикай (между островами Ягу, Маге и Таке к югу от о. Кюсю; см. Там же: 86); возраст — около 7200 кал. л. н., распространение — от юга о. Кюсю до центральной части о. Хонсю на расстояние до 1200 км.

Глава 4 «Вулканический пепел и эволюция ландшафта: реконструкция 7000-летнего ландшафта на северо-западе Великих равнин Северной Америки» (*Volcanic ash and landscape evolution: reconstruction of a 7000-year-old landscape on the northwestern Great Plains of North America*) подготовлена Дж. А. Этеларом (G. A. Oetelaar). В ней изложены данные о тефре вулкана Мазама (Mazama) на юго-западе штата Орегон (США), извержение которого произошло около 7630 кал. л. н., в осенний сезон. Пепел распространился на значительной территории; слой тефры толщиной 5–10 см находят на расстоянии до 700–900 км от вулкана (общая площадь оценивается в 1 млн км²), а менее толстый слой тефры — вплоть до 2000 км от источника. В это время на Великих равнинах проживали в основном охотники на бизонов. Влияние тефры Мазама свелось к тому, что после извержения сильно уменьшилось количество источников воды, обычно существовавших в виде западин, в которых после весеннего таяния снегов скапливается вода, поскольку климат этого региона (в основном так называемого Большого Бассейна) достаточно засушливый. Людям пришлось перебираться туда, где существовали более стабильные источники воды — на борта долин рек и периферию возвышенностей.

Б. Фитцью (B. Fitzhugh), К. Функ (C. Funk) и Дж. Буржуа (J. Bourgeois) суммировали данные о влиянии вулканизма на древних людей в главе 5 «Вулканы и заселение в Северной Пацифике: черты позднеголоценового заселения западных Алеутских островов и Курильских островов» (*Volcanoes and settlement in the North Pacific: Late Holocene settlement patterns in the western Aleutian and Kuril islands*). Эти регионы выбраны из-за высокой вулканической активности, а также по причине наличия ряда древних поселений. В западной части Алеутского архипелага (Крысьи острова) люди появились около 6500 кал. л. н. В раз-

резах отложений присутствует всего несколько (не более 2–3) горизонтов тефры. Несмотря на присутствие ряда вулканов в этой группе островов (Булдырь, Кыска, Малый Ситкин, Семисопочный и др.; см. Апродов 1982: 25–27), древние поселения были в очень незначительной степени подвержены выпадению тефры и последствиям этого процесса (уничтожение растительности и животного мира).

В центральной части Курильского архипелага (острова от Симушира на юге до Райкоке на севере) самые ранние следы пребывания людей датируются временем около 2000–2500 кал. л. н. и, возможно, ранее (до 4000 кал. л. н.). На ряде археологических памятников — Расшуа 1 (одноимённый остров), Бухта Айну (о. Матуа) — выявлены следы сильных выпадений тефры, которые явно заставили людей покинуть стоянки и уйти в более безопасные места. Источниками извержений были кальдера Ушишир (в 12 км от Расшуа 1) и вулкан Сарычев на о. Матуа (см. Там же: 59–60); последний весьма активен и сегодня. Тем не менее, люди достаточно быстро возвращались на прежние места обитания, что особенно хорошо видно на примере стоянки Расшуа 1. Авторы выяснили, что в обеих регионах (Крысьи острова и центральные Курилы) нет свидетельств длительного покидания людьми стоянок в результате извержений вулканов и распространения тефры.

Глава 6 «Стоянка Катакай-Иеносита, префектура Акита, погребённая под лахаром, связанным с извержением вулкана Товада в X веке» (Katakai-Ienoshita site, Akita Prefecture, buried by the lahar accompanied the 10th-century eruption of Mt. Towada) написана Й. Мураками (Y. Murakami). В ней даётся описание остатков деревни, погребённой под лахаром, имевшим место в 915 г. н. э., вскоре после извержения кальдеры Товада (см. Там же: 73). Лахар — это «грязевой поток, возникающий при смешении вулканического материала с водами кратерных озёр, дождевой водой или водой, возникающей в результате таяния льда или снега на склонах вулкана» (см. Щукин 1980: 223). Расстояние от кальдеры до объекта исследования составляет около 40 км, и тем не менее лахар (мощность его отложений на стоянке достигает 2,5 м) похоронил под собой целый ряд поселений; некоторые из них были найдены в XIX–XX вв., но изучены лишь отчасти. В результате раскопок стоянки Катакай-Иеносита установлено, что здесь находилась деревня из нескольких десятков (как минимум 17) домов и других построек; в настоящий момент исследовано не более 10% площади поселения. Данный объект перспективен для изучения раннесредневековой сельской архитектуры (эпоха Хэйян, 794–1185 гг. н. э.); к сожалению, органические остатки жизнедеятельности обитателей поселения не сохранились.

Глава 7 «Портрет вулкана: парадокс Пэкту (Чанбайшаня)» (Portrait of a volcano: the paradox of Paektu (Changbaishan)) К. Пратта (K. Pratt) посвящена яркому, но малоизвестному в Европе и Северной Америке объекту — вулкану Пэктусан (Бэгдусан по современной транскрипции) (Paektusan, Baegdusan) на границе Китая и КНДР (Северной Кореи). Это самая высокая точка в континентальной Северо-Восточной Азии (2749 м над уровнем моря). Данный объект, помимо научной значимости, ещё и очень живописен — на вершине вулкана расположено кратерное озеро площадью 9,4 км². Пэктусан привлекает большое количество туристов, прежде всего из Китая и Южной Кореи. В окрестностях Пэктусана расположен важный источник обсидиана (безводного вулканического стекла), широко использовавшийся древними людьми всей Северо-Восточной Азии (см. Кузьмин 2019; Popov et al. 2019).

В отношении главной темы сборника — тифроархеологии — Пэктусан интересен тем, что он является источником тифры В-Тм (Ваегду–Томакотай) (см. Machida 1999; 2002b). Она широко распространена в бассейне Японского моря (север КНДР, Северо-Восточный Китай, юг Дальнего Востока России, север Японии); максимальное расстояние от источника — до 1200 км; на юге о. Хоккайдо толщина тифры достигает 4 см. Время извержения недавно было определено как конец 946 г. н. э. (Oppenheimer et al. 2017). Это событие было чрезвычайно мощным (№ 13 из 25 крупнейших извержений в мировой истории), сходным с тем, что произошло на вулкане Кракатау в 1883 г. Столб пепла поднялся на высоту около 25 км; объём продуктов извержения, согласно имеющимся оценкам, составил около 100 км³ — таким количеством можно покрыть всю территорию Великобритании до высоты колена (т. е. 50 см). Горячие пирокластические потоки распространились на расстояние до 25 км от Пэктусана, а площадь выпадения тифры толщиной 5 см составляет около 1,5 млн км². К счастью для средневековых жителей окрестностей вулкана, главным направлением движения тифры было восточное, и её основное количество выпало на акватории Японского моря, поэтому заметных катастрофических последствий событие 946 г. не имело. Ранее с этим извержением связывали коллапс нескольких средневековых государств в Северо-Восточной Азии — Позднее Пэкче (935 г.), Бохай (926 г.), династия Тан (906 г.), но оказалось, что между этими событиями и извержением Пэктусана нет прямой связи.

Глава 8 «Исследование вулканической катастрофы археологическими методами: извержение X века и движение населения на севере региона Тохоку, Япония» (Volcanic disaster research using archaeological methods: 10th-century eruption and population movements in northern Tohoku, Japan) написана К. Маруямой (К. Maruyama). В ней рассматривается влияние извержения кальдеры Товада (тифра Товада-а, То-а; распространилась на расстояние до 300 км к югу от источника) в 915 г. н. э. на население северной части региона Тохоку (см. также главу 6). Как известно, это событие вызвало грязевые потоки (лахары), которые распространились по долине р. Йонесири вплоть до побережья Японского моря (расстояние — около 70 км). На основании анализа стратиграфии котлованов жилищ автор главы установил, что в одних частях региона происходило уменьшение количества поселений, тогда как в других — увеличение. Причины этих изменений связываются как с поисками более безопасных территорий после извержения 915 г., так и с политической ситуацией — присутствием в ряде районов контроля центрального правительства эпохи Хэйян.

Главы 9–11 посвящены исследованиям в префектуре Гумма — центральной части о. Хонсю, занятой горами с небольшими межгорными долинами. Глава 9 «Тифроархеология в регионе Гумма: обзор» (TephroArchaeology in the Gunma region: an overview) подготовлена М. Хорагучи (М. Horaguchi). В ней представлены результаты раскопок девяти крупных поселений, погребённых под тифрой двух активных в плейстоцене и голоцене вулканов — Асама и Харуна (Камонгатаке) (Апродов 1982: 77, 81). Основные разрушения датируются VI в. н. э. (эпоха Кофун, около 250–538 гг. н. э.). Автор подчёркивает, что тифроархеология позволяет изучить в деталях древнюю поверхность, которая погребена под слоем тифры, включая постройки, рисовые поля, сады, загоны для скота, следы людей и животных. Выделяется несколько типов истории поселений после их оставления людьми — восстановление (быстрое возвращение), реставрация (возвращение через короткий промежуток времени), перестрой-

ка (возвращение после значительного отсутствия), покидание (люди не возвратились).

Глава 10 «Исследование катастроф эпохи Кофун, вызванных извержениями вулкана Харуна» (*Investigations into the Kofun period disasters case by Mt. Haruna eruptions*), написанная Х. Сугиямой (H. Sugiyama), посвящена анализу двух поселений, уничтоженных извержениями вулкана Харуна в VI в. н. э. В предшествующее этим событиям время территория была плотно заселена людьми, которые занимались в основном выращиванием риса в речной долине. Чаще всего катастрофа состояла из трёх последовательных событий — выпадения пепла, пирокластического потока (смеси газов, пепла и обломков пород в виде облака с температурой до 800 °С и скоростью до 700 км/ч; также носит название «палящая туча», убежать от которой невозможно) (см. Щукин 1980: 331) и лахара; история извержений Харуны достаточно хорошо изучена (см. Soda 1996). В результате под вулканическими продуктами оказались погребёнными люди, включая мужчину высокого социального ранга (с богатыми доспехами, копьём, ножом и стрелами), женщину и четырёх детей, а также три лошади. Были найдены остатки имени типа виллы, ритуальной площадки (с многочисленными керамическими сосудами, употреблявшимися в ходе религиозной церемонии). Необычной находкой были остатки деревянной стены высотой до 3 м, окружавшей одно из поселений. Под пеплом сохранились многочисленные отпечатки следов людей и лошадей; их анализ показал, что люди удалились после пеплопада спокойно, не торопясь. Основной ущерб был нанесён пирокластическим потоком, который перекрыл поселения слоем толщиной до 2 м. Изучение изотопов стронция в костях мужчины и женщины (см. Кузьмин 2017: 266–272) свидетельствует о том, что они провели своё детство в другом регионе Японии, вероятно, к западу от Гуммы. Определение остатков растений на двух поселениях показало, что люди в эпоху Кофун выращивали рис, пшеницу и просо, а также культивировали сливы и персики. Помимо этого, были найдены семена 12 диких растений (деревьев и трав).

Глава 11 «Археологическое изучение сезона и продолжительности извержений VI века вулкана Харуна» (*Archaeological investigation of the seasonality and duration of the 6th-century eruptions from Mt. Haruna*) Х. Сакагучи (H. Sakaguchi) продолжает и дополняет главу 10. На основании следов разрушения чеков рисовых полей и каналов подвода воды к ним, с учётом календаря культивации риса (при условии что со времени эпохи Кофун продолжительность сезонов года не изменилась), удалось установить последовательность событий. Оказалось, что после выпадения пепла Сибукава (Shibukawa, H_r-FA) в начале VI в. люди пытались восстановить поля и каналы, но последовавший через несколько дней сход лахара уничтожил всё вокруг. Примерно через 50 лет после этого люди вернулись в долину и начали сооружать рисовые чеки. Вскоре после этого, в середине VI в., тефра Икахо (Ika_ho, H_r-FP) и последовавший лахар снова уничтожили всё живое. Длину интервала времени между выпадением тефры H_r-FA и лахаром автор оценивает в один-два дня. В случае тефры H_r-FP и лахара разрыв между событиями был более длинным, до одной недели. Время года, когда произошли оба извержения, определено как начало лета, когда проводится посев риса.

Глава 12 «Восстановление земледельческих ресурсов после вулканических катастроф в юго-западной Японии» (*Restoration of agricultural assets after volcanic disasters in southwest Japan*), написанная М. Кувахатой (M. Kuwahata),

характеризует процессы адаптации средневекового населения к выпадению тефры в одном из самых активных в плане древнего и современного вулканизма районов Японии — южной части о. Кюсю, где расположен действующий вулкан Сакурадзима (Апродов 1982: 86–88). На основе раскопок ряда поселений выяснено, что после извержения Сакурадзимы в 1471 г. там, где толщина тефры превышала 30 см (в реальности она могла изначально быть и больше, до 60–300 см), попыток восстановления полей не предпринималось, а при толщине тефры до 10 см люди смогли возобновить земледелие. При этом продуктивность новых полей, оценённая по концентрации фитолитов (микроскопических кремнёвых остатков растений), упала примерно в два раза. Тефра вулкана Кирисима в 1716/1717 гг. имела меньшую толщину, до 10 см, и это было важным обстоятельством, способствовавшим быстрому восстановлению полей заливного и суходольного риса. Автор считает, что событие 1471 г. также имеет и политический аспект — в это время (эпоха Муромати, 1336–1573 гг.) почти непрерывно шла гражданская война, особенно обострившаяся в 1467–1477 гг. В этой нестабильной политической обстановке крестьянам было трудно рассчитывать на помощь центрального правительства.

Главы 13–14 посвящены анализу вулканогенных почв Японии. Глава 13 «Тефрогенные почвы Японии в сравнительном контексте» (*Tephrogenic soils of Japan in comparative context*) Дж. Л. Барнс содержит характеристику почв, формирующихся на продуктах извержений, в основном на тефре. Они носят название «андосоли» — почвы умеренного климата, имеющие основой слоистые вулканогенные отложения (см. Щукин 1980: 25). Существует мнение, что андосоли отличаются высоким плодородием, которое обуславливает большую плотность земледельческого населения вблизи современных активных вулканов, несмотря на явные опасности — например, на о. Ява (Индонезия). На Японских островах андосоли занимают около 17% территории. Образование этих почв на тефре занимает, по разным оценкам, от первых сотен до нескольких тысяч лет. Анализ современной и средневековой практик земледелия в Японии показывает, что до внедрения удобрений в XIX в. крестьяне старались избегать андосолей из-за низкого плодородия.

Глава 14 «Возделывание тефрогенных почв в регионе Гумма: до и после вулканических извержений» (*Farming tephrogenic soils in Gunma: before and after volcanic eruptions*), написанная Т. Ното (T. Noto) и Дж. Л. Барнс, посвящена историческому анализу практики выращивания заливного и суходольного риса в центральной Японии. Так, культура заливного риса появляется здесь в середине эпохи Яёи, около 200–100 гг. до н. э.; поля сооружались в пределах речных долин. Суходольный рис начали выращивать в эпоху Кофун. Плодородие андосолей быстро падает при непрерывном земледелии, поэтому такие почвы возделывались в ограниченном масштабе. Только в XII в. началось использование для выращивания риса террас на возвышенных участках.

Глава 15 «Тефроархеология: прошлое, настоящее и будущее» (*Tephroarchaeology: past, present and future*), подготовленная Т. К. Линдстрёмом (T. C. Lindstrøm), подводит итоги исследований, представленных в сборнике. В качестве примеров стратегий выживания в условиях вулканической опасности проанализированы некоторые исторические и археологические ситуации. Так, на Камчатке и в Исландии современные и древние люди имели ясное понимание риска, связанного с извержениями вулканов, не нуждались в командах на эвакуацию, а также могли мигрировать в более безопасные места. В этих

регионах не прослеживаются катастрофических последствий от вулканической деятельности. В римских Помпеях и их окрестностях в I в. н. э. у людей в значительной степени отсутствовало понимание опасности, не было достаточно места для перемещений (регион был плотно занят поселениями и частными земледельческими угодьями), а также присутствовало понимание того, что кто-то должен дать команду на эвакуацию. Как результат, жертвы извержения Везувия в 79 г. н. э. были многочисленными. На о. Санторин (Тира) в Средиземноморье (XVII в. до н. э.) население чётко понимало опасность извержений, обладало средствами эвакуации (развитый торговый флот у носителей минойской цивилизации), для которой не требовалось получать команду от лидера (структура общества была весьма эгалитарной). Таким образом, психологический и социальный аспекты тефроархеологии также важны и должны приниматься во внимание.

В приложениях, подготовленных Дж. Л. Барнс, помещены: карта Японии; схема периодизации археологии и древней истории Японских островов, взятые из книги (см. Barnes 2015: xvi–xvii); краткие очерки основ вулканической геологии (как некое введение в дисциплину для гуманитариев), геохимии вулканических почв, истории методов идентификации тефры (перевод части монографии Х. Масиды [H. Machida] и Ф. Араи [F. Arai], опубликованной только на японском языке; см. также Machida 1999); указатель японских и корейских терминов (с транслитерацией); указатели археологических памятников, вулканов и геологических терминов.

Данный сборник даёт представление о сравнительно новом виде междисциплинарных исследований на стыке естественных наук и археологии — направлении, называемом сегодня геоархеологией (см. Кузьмин 2017). Что касается возможности применения тефроархеологии в России, то наиболее перспективными регионами являются Дальний Восток России и Северный Кавказ; яркий пример использования тефры как хронологического маркера — стратиграфия палеолита Костёнок в центре Русской равнины (см. Pyle et al. 2006).

Литература

- Апродов В. А. 1982. *Вулканы* (Серия «Природа мира»). М.: Мысль.
- Астахов С. Н. 1999. *Древний палеолит Японии*. СПб.: ИИМК РАН.
- Брайцева О. А., Литасова С. Н., Пономаренко А. К. 1983. Применение тефрохронологических методов для датирования опорной стоянки на Восточной Камчатке. *Вулканология и сейсмология* 5, 18–25.
- Геологический словарь* (отв. ред. К. Н. Паффенгольц). 1978. Т. 2. М.: Недра.
- Деревянко А. П., Петрин В. Т., Таймагамбетов Ж. К. 2000. Феномен микроиндустриальных комплексов Евразии. *Археология, этнография и антропология Евразии* 4, 2–18.
- Кренке Н. А., Леонова Е. В., Мелекесцев И. В., Певзнер М. М. 2011. Новые данные по стратиграфии Ушковских стоянок в долине р. Камчатка. *Российская археология* 3, 14–24.
- Кренке Н. А., Певзнер М. М., Чаукин С. Н. 2016. Тефрохронологические и археологические исследования в районе пос. Ключи, Камчатка (первые результаты). В: Гордеев Е. И. (ред.). *Материалы XIX региональной научной конференции «Вулканизм и связанные с ним процессы», посвящённой Дню вулканолога, 29–30 марта 2016 г.* Петропавловск-Камчатский: Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, 104–113.

- Кузьмин Я. В. 2017. *Геоархеология: естественнонаучные методы в археологических исследованиях*. Томск: Издательский дом Томского ун-та.
- Кузьмин Я. В. 2019. Добыча и обмен обсидиана в доисторических культурах Дальнего Востока России и Северо-Восточной Сибири: обзор результатов 25-летних работ. *Первобытная археология. Журнал междисциплинарных исследований* 1, 92–107.
- Мелекесцев И. В., Кирьянов В. Ю., Праслов Н. Д. 1984. Катастрофическое извержение в районе Флегрейских полей (Италия) — возможный источник вулканического пепла в позднеплейстоценовых отложениях европейской части СССР. *Вулканология и сейсмология* 3, 35–44.
- Щукин И. С. (сост.). 1980. *Четырехязычный энциклопедический словарь терминов по физической географии*. М.: Советская энциклопедия.
- Bahn P. (ed.). 2001. *The Penguin archaeology guide*. London: Penguin Books.
- Barnes G. L. 2015. *Archaeology of East Asia: the rise of civilization in China, Korea and Japan*. Oxford and Philadelphia: Oxbow Books.
- Darvill T. 2002. *The concise Oxford dictionary of archaeology*. Oxford: Oxford University Press.
- Keally C. T. 2006. Summary of the “Final Report” on Japan’s archaeological hoax. *Current Research in the Pleistocene* 23, 6–9.
- Machida H. 1999. The stratigraphy, chronology and distribution of distal marker-tephras in and around Japan. *Global and Planetary Change* 21, 71–94.
- Machida H. 2002a. Quaternary volcanoes and widespread tephras of the world. *Global Environmental Research* 6(2), 3–17.
- Machida H. 2002b. Volcanoes and tephras in the Japan area. *Global Environmental Research* 6(2), 19–28.
- Oppenheimer C. 2011. *Eruptions that shook the world*. New York: Cambridge University Press.
- Oppenheimer C., Wacker L., Xu J., Galván J. D., Stoffel M., Guillet S., Corona C., Sigl M., Di Cosmo N., Hajdas I., Pan B., Breuker R., Schneider L., Esper J., Fei J., Hammond J. O. S., Büntgen U. 2017. Multi-proxy dating the ‘Millennium Eruption’ of Changbaishan to late 946 CE. *Quaternary Science Reviews* 158, 164–171.
- Popov V. K., Kuzmin Ya. V., Grebennikov A. V., Glascock M. D., Kim J.-C., Oppenheimer C., Budnitskiy S. Yu., Hong M.-Y., Kim J.-Y. 2019. The “puzzle” of the primary obsidian source in the region of Paektusan (China/DPR Korea). *Quaternary International* 519, 192–199.
- Pyle D. M., Rickett G. D., Margari V., van Andel T. H., Sinitsyn A. A., Praslov N. D., Lisitsyn S. 2006. Wide dispersal and deposition of distal tephra during the Pleistocene ‘Campanian Ignimbrite/Y5’ eruption, Italy. *Quaternary Science Reviews* 25, 2713–2728.
- Soda T. 1996. Explosive activities of Haruna volcano and their impacts on human life in the sixth century A. D. *Geographical Reports of Tokyo Metropolitan University* 31, 37–52.

References

- Aprodov V. A. 1982. *Vulkany (Serii «Priroda mira»)*. Moscow: “Mysl” Publ. (in Russian).
- Astakhov S. N. 1999. *Drevnii paleolit Iaponii*. St. Petersburg: “IIMK RAN” Publ. (in Russian).
- Bahn P. (ed.). 2001. *The Penguin archaeology guide*. London: Penguin Books.
- Barnes G. L. 2015. *Archaeology of East Asia: the rise of civilization in China, Korea and Japan*. Oxford and Philadelphia: Oxbow Books.
- Braitseva O. A., Litasova S. N., Ponomarenko A. K. 1983. Primenenie tefrokronologicheskikh metodov dlia datirovaniia opornoj stoiarki na Vostochnoi Kamchatke. *Vulkanologiya i seismologiya* 5, 18–25 (in Russian).
- Darvill T. 2002. *The concise Oxford dictionary of archaeology*. Oxford: Oxford University Press.

- Derevianko A. P., Petrin V. T., Taimagambetov Zh. K. 2000. Fenomen mikroindustrial'nykh kompleksov Evrazii. *Arkheologiya, etnografiya i antropologiya Evrazii* 4, 2–18 (in Russian).
- Geologicheskii slovar'* (Paffengol'ts K. N. (ed.)). 1978. T. 2. Moscow: "Nedra" Publ. (in Russian).
- Keally C. T. 2006. Summary of the "Final Report" on Japan's archaeological hoax. *Current Research in the Pleistocene* 23, 6–9.
- Krenke N. A., Leonova E. V., Melekestsev I. V., Pevzner M. M. 2011. Novye dannye po stratigrafii Ushkovskikh stoianok v doline r. Kamchatka. *Rossiiskaia arkheologiya* 3, 14–24 (in Russian).
- Krenke N. A., Pevzner M. M., Chaukin S. N. 2016. Tefrokronologicheskie i arkheologicheskie issledovaniia v raione pos. Kliuchi, Kamchatka (pervye rezul'taty). In: Gordeev E. I. (ed.). *Materialy XIX regional'noi nauchnoi konferentsii «Vulkanizm i svyazannye s nim protsessy», posviashchennoi Dniu vulkanologa, 29–30 marta 2016 g. Petropavlovsk-Kamchatskii: "Institut vulkanologii i seismologii DVO RAN" Publ.*, 104–113 (in Russian).
- Kuz'min Ia. V. 2017. *Geoarkheologiya: estestvennonauchnye metody v arkheologicheskikh issledovaniyakh*. Tomsk: "Izdatel'skii dom Tomskogo un-ta" Publ. (in Russian).
- Kuz'min Ia. V. 2019. Dobycha i obmen obsidiana v doistoricheskikh kul'turakh Dal'nego Vostoka Rossii i Severo-Vostochnoi Sibiri: obzor rezul'tatov 25-letnikh rabot. *Pervobytnaia arkheologiya. Zhurnal mezhdistsiplinarnykh issledovaniy* 1, 92–107 (in Russian).
- Machida H. 1999. The stratigraphy, chronology and distribution of distal marker-tephras in and around Japan. *Global and Planetary Change* 21, 71–94.
- Machida H. 2002a. Quaternary volcanoes and widespread tephras of the world. *Global Environmental Research* 6(2), 3–17.
- Machida H. 2002b. Volcanoes and tephras in the Japan area. *Global Environmental Research* 6(2), 19–28.
- Melekestsev I. V., Kir'ianov V. Iu., Praslov N. D. 1984. Katastroficheskoe izverzhenie v raione Flegreiskikh polei (Italiia) — vozmozhnyi istochnik vulkanicheskogo pepela v pozdnepleistotsenovykh otlozheniyakh evropeiskoi chasti SSSR. *Vulkanologiya i seismologiya* 3, 35–44 (in Russian).
- Oppenheimer C. 2011. *Eruptions that shook the world*. New York: Cambridge University Press.
- Oppenheimer C., Wacker L., Xu J., Galván J. D., Stoffel M., Guillet S., Corona C., Sigl M., Di Cosmo N., Hajdas I., Pan B., Breuer R., Schneider L., Esper J., Fei J., Hammond J. O. S., Büntgen U. 2017. Multi-proxy dating the 'Millennium Eruption' of Changbaishan to late 946 CE. *Quaternary Science Reviews* 158, 164–171.
- Popov V. K., Kuzmin Ya. V., Grebennikov A. V., Glascock M. D., Kim J.-C., Oppenheimer C., Budnitskiy S. Yu., Hong M.-Y., Kim J.-Y. 2019. The "puzzle" of the primary obsidian source in the region of Paektusan (China/DPR Korea). *Quaternary International* 519, 192–199.
- Pyle D. M., Rickett G. D., Margari V., van Andel T. H., Sinityn A. A., Praslov N. D., Lisitsyn S. 2006. Wide dispersal and deposition of distal tephra during the Pleistocene 'Campanian Ignimbrite/Y5' eruption, Italy. *Quaternary Science Reviews* 25, 2713–2728.
- Shchukin I. S. (comp.). 1980. *Chetyrekh"iazychnyi entsiklopedicheskii slovar' terminov po fizicheskoi geografii*. Moscow: "Sovetskaia entsiklopediia" Publ. (in Russian).
- Soda T. 1996. Explosive activities of Haruna volcano and their impacts on human life in the sixth century A. D. *Geographical Reports of Tokyo Metropolitan University* 31, 37–52.