

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫХ МЕТОДОВ В АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

USE OF NATURAL-SCIENTIFIC METHODS IN ARCHAEOLOGICAL RESEARCH

Научная статья / Research Article

УДК 903.32:551.248.2

[https://doi.org/10.14258/tpai\(2023\)35\(4\).-11](https://doi.org/10.14258/tpai(2023)35(4).-11)

EDN: ILJQZS

ПРОЯВЛЕНИЯ НЕОТЕКТОНИКИ В КАРСТОВЫХ ПОЛОСТЯХ: ОПЫТ ИДЕНТИФИКАЦИИ НА ПРИМЕРЕ ДЕНИСОВОЙ ПЕЩЕРЫ В ГОРНОМ АЛТАЕ

**Наталья Артёмовна Кулик¹, Евгений Викторович Деев²,
Владимир Александрович Ульянов³, Максим Борисович Козликин^{4*},
Светлана Николаевна Кох⁵, Элина Владимировна Сокол⁶,
Михаил Васильевич Шуньков⁷**

^{1, 4, 7}Институт археологии и этнографии СО РАН, Новосибирск, Россия;

²Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН,
Новосибирск, Россия;

^{2, 5}Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия;

³Московский государственный университет, Москва, Россия;

^{5, 6}Институт геологии и минералогии СО РАН им. В.С. Соболева, Новосибирск, Россия

¹kulik@archaeology.nsc.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2641-5517>

²deev1@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8300-6736>

³vauism@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7798-0399>

⁴kmb777@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5082-3345>

⁵zateeva@igm.nsc.ru; <http://orcid.org/0000-0002-0264-7639>

⁶sokol@igm.nsc.ru; <http://orcid.org/0000-0002-1130-6609>

⁷shunkov77@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1388-2308>

*Автор, ответственный за переписку

Резюме. В статье приводятся предварительные результаты изучения и характеристика проявлений процессов неотектоники в Денисовой пещере, их влияния на формирование и постседиментационные изменения плейстоценовых пещерных отложений. В Денисовой пещере следы палеоземлетрясений рассматриваются в разрезах осадочных толщ центрального зала, восточной и южной галерей. Описаны основные типы сейсмогенных деформаций. Дается хронологическая оценка эпизодов древних сейсмических событий, запечатленных в стратиграфической последовательности пещеры. Установлено, что смещения слоев в результате сейсмических деформаций оказались незначительными, и их границы хорошо коррелируются. Не происходило смешения вещества разных литологических подразделений и соответственно содержащихся в них палеолитических и палеонтологических материалов. Предполагается, что неотектоническая активность могла оказывать влияние на условия обитания первобытного человека как один из факторов природной среды.

Ключевые слова: Горный Алтай, Денисова пещера, плейстоцен, неотектоника, землетрясения, сейсмичность, литологический слой

Благодарности: работы сотрудников ИАЭТ СО РАН выполнены в рамках Государственного задания №FWZG-2022-0003 «Северная Азия в каменном веке: культурная динамика и экологический контекст», работы сотрудников ИГМ СО РАН выполнены в рамках Государственного задания №122041400176-0, ИНГТ СО РАН — в рамках Государственного задания (проект FWZZ-2022-0001).

Для цитирования: Кулик Н.А., Деев Е.В., Ульянов В.А., Козликин М.Б., Кох С.Н., Сокол Э.В., Шуньков М.В. Проявления неотектоники в карстовых полостях: опыт идентификации на примере Денисовой пещеры в Горном Алтае // Теория и практика археологических исследований. 2023. Т. 35, №4. С. 193–211. [https://doi.org/10.14258/tpai\(2023\)35\(4\).-11](https://doi.org/10.14258/tpai(2023)35(4).-11)

MANIFESTATIONS OF NEOTECTONICS IN KARST CAVITIES: IDENTIFICATION EXPERIENCE ON THE EXAMPLE OF DENISOVA CAVE IN GORNY ALTAI

**Natalya A. Kulik¹, Evgeny V. Deev², Vladimir A. Ulianov³,
Maxim B. Kozlikin^{4*}, Svetlana N. Kokh⁵, Ellina V. Sokol⁶,
Michael V. Shunkov⁷**

^{1, 4, 7}Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS, Novosibirsk, Russia;

²A.A. Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, Novosibirsk, Russia;

^{2, 5}Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia;

³Moscow State University, Moscow, Russia;

^{5, 6}V.S. Sobolev Institute of Geology and Mineralogy SB RAS, Novosibirsk, Russia

¹kulik@archaeology.nsc.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2641-5517>

²deevv1@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8300-6736>

³vauism@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7798-0399>

⁴kmb777@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5082-3345>

⁵zateeva@igm.nsc.ru; <http://orcid.org/0000-0002-0264-7639>

⁶sokol@igm.nsc.ru; <http://orcid.org/0000-0002-1130-6609>

⁷shunkov77@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1388-2308>

*Corresponding Author

Abstract. The article presents preliminary results of the study and characterization of the neotectonic processes manifestations in Denisova Cave, their influence on the formation and post-sedimentation changes of Pleistocene cave deposits. In Denisova Cave, traces of paleo earthquakes are examined in sections of sedimentary strata of the Main, East and South Chambers. The main types of earthquake-induced deformations are described. A chronological assessment of the episodes of ancient seismic events recorded in the stratigraphic sequence of the cave is given. It was established that as a result of seismic deformations, the displacements of the layers turned out to be insignificant and their boundaries are well correlated. There was no mixing of the substance of different lithological units and, accordingly, the archaeological finds and paleontological material contained in them. We also assume that neotectonic activity could have influenced the living conditions of primitive man as one of the environmental factors.

Keywords: Gorny Altai, Denisova Cave, Pleistocene, neotectonics, earthquake, earthquake-induced deformation, sedimentary unit

Acknowledgments: the work of the staff of the IAET SB RAS was carried out within the framework of State assignment No. FWZG-2022-0003 “Northern Asia in the Stone Age: Cultural Dynamics and Environmental Context”, the work of the staff of the IGM SB RAS was carried out within the framework of the State assignment No. 122041400176-0, IPGG SB RAS — the State assignment No FWZZ-2022-0001.

For citation: Kulik N.A., Deev E.V., Ulianov V.A., Kozlikin M.B., Kokh S.N., Sokol E.V., Shun'kov M.V. Manifestations of Neotectonics in Karst Cavities: Identification Experience on the Example of Denisova Cave in Gorny Altai. *Teoriya i praktika arheologicheskikh issledovaniy = Theory and Practice of Archaeological Research*. 2023;35(4):193–211. (In Russ.). [https://doi.org/10.14258/tpai\(2023\)35\(4\).-11](https://doi.org/10.14258/tpai(2023)35(4).-11)

Введение

Денисова пещера расположена в Ануйско-Чуйской структурно-фациальной зоне (СФЗ), выделенной В.А. Кузнецовым (1963) на северо-западе Горного Алтая при тектоническом районировании региона. Пещера выработана в крупном блоке силурийских мраморизованных известняков, имеющем северо-западное простирание в соответствии с заложением в палеозое структурным планом Ануйско-Чуйской СФЗ, который контролируется системой региональных разломов, испытавших неотектоническую активизацию. Эта активизация, вызванная коллизией Евразийской плиты с Индостаном, проявилась в кайнозое на обширной территории Центральной Азии, включая Южную Сибирь (Molnar, Tarronnier, 1975; Yin, 2010).

Основные неотектонические разломы Горного Алтая, развитие которых сопровождалось сейсмической активностью, представлены субширотными надвигами и взбросами, субмеридиональными раздвигами, северо-западными правыми взбросо-сдвигами и восток-северо-восточными левыми сбросо-сдвигами (Лукина, 1996). Смещения по разломам привели к дифференциации общей структуры Горного Алтая на крупные разновысотные блоки (Лунгерсгаузен, Раковец, 1961; Богачкин, 1981), характеризующиеся различными параметрами напряженного состояния (Ребецкий, Кучай, Маринин, 2013). Часть неотектонических разломов является активизированными составляющими более древних разломов (Dobretsov et al., 1996; Chikov, Zinoviev, Deyev, 2012; Glorie et al., 2012).

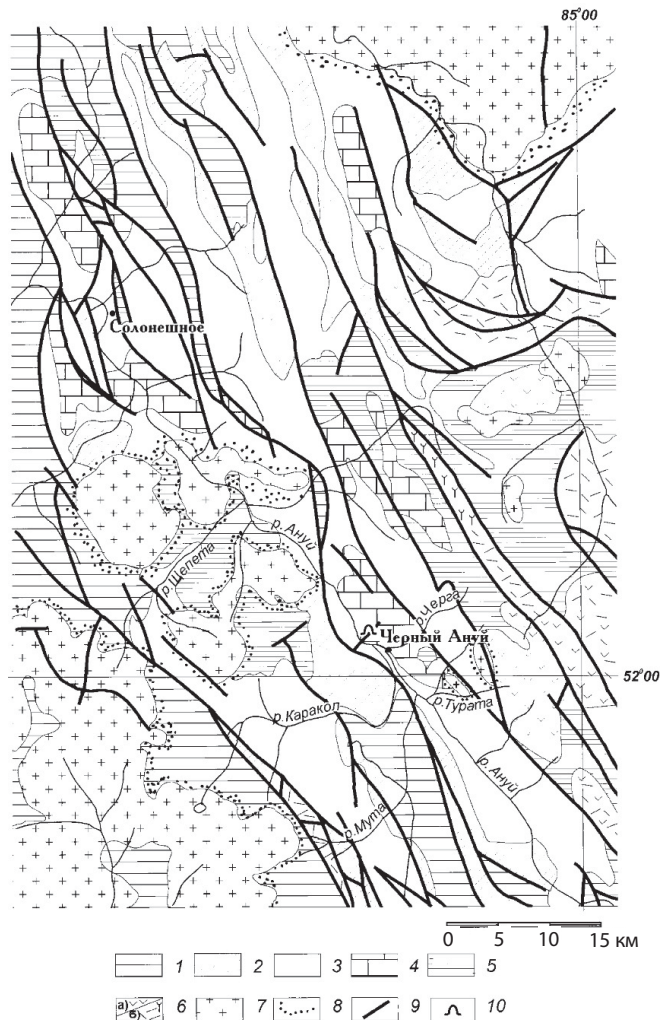


Рис. 1. Схема геологического строения верховьев бассейна р. Ануй (Государственная..., 1975):

- 1 – ϵ_3 – O_1 gr – горно-алтайская свита: песчаники, алевролиты, сланцы;
 2 – O – песчаники, алевролиты, хлоритовые сланцы; 3 – S_1 ln – песчаники, алевролиты, сланцы; 4 – S_2 ld – известняки, известковистые песчаники, сланцы; 5 – D_1 br – барагашская свита: известняки, алевролиты, песчаники, сланцы; 6 – D_2 kr – куратинская свита:
 а) кислые, б) средние, основные эффузивы; 7 – C–P – гранитоидные интрузии; 8 – ореол ороговикования; 9 – разломы; 10 – Денисова пещера

Fig. 1. Scheme of the geological structure of the Anui River basin upper reaches (State..., 1975):

- 1 – ϵ_3 – O_1 gr – Gorny Altai Fm.: sandstones, siltstones, shales; 2 – O – sandstones, siltstones, chlorite shales; 3 – S_1 ln – sandstones, siltstones, shales; 4 – S_2 ld – limestones, calcareous sandstones, shales; 5 – D_1 br – Baragash Fm.: limestones, siltstones, sandstones, shales;
 6 – D_2 kr – Kurata Fm.: a) acidic, b) medium, basic volcanic rocks;
 7 – C–P – granitoid intrusions; 8 – hornfels; 9 – faults; 10 – Denisova Cave

Бащелакский разлом, ограничивающий Ануйско-Чуйскую СФЗ с юго-запада, также принадлежит к долгоживущим. В бассейне р. Ануй, где расположена Денисова пещера, Бащелакский разлом представлен серией субпараллельных, часто соединенных между собой, разрывных нарушений общего северо-западного простирания (рис. 1). Участками Бащелакский разлом наследуется активным Ануйским правым взбросо-сдвигом, который на значительном своем протяжении дренируется одноименной рекой. С южной частью Ануйского разлома связаны землетрясения магнитудами 4.4 (Лукина, 1996).

Палеозойские и неотектонические разрывные нарушения поражают все комплексы пород на этой территории зонами дробления и трещиноватостью, часто с зеркалами скольжения. В мраморизованных крупнозернистых известняках трещиноватость, контролирующая проникновение и циркуляцию воды, растворяющей карбонатные осадки, является одним из основных условий реализации карстового процесса. Образование и развитие карстовых полостей Денисовой пещеры связано с тектонической активностью Бащелакского, а затем Ануйского разломов и оперяющих их разрывов. Подвижки по Ануйскому разлому сыграли свою роль в формировании плейстоценового рельефа в бассейне Ануя (Ульянов, 1998; Деревянко, Ульянов, Шуньков, 1999).

Неотектоническая активность, максимум которой в Горном Алтае пришелся на четвертичный период (Deev et al., 2019), могла оказывать влияние и на условия обитания первобытного человека как один из факторов природной среды. Статья посвящена характеристике проявлений процессов неотектоники в Денисовой пещере, их влиянию на формирование и постседиментационные изменения плейстоценовых пещерных отложений.

Результаты исследований

Анализ распределения эпицентров землетрясений позволил выделить в Горном Алтае основные сопутствующие активным разломам сейсмические зоны (Жалковский, Кучай, Мучная, 1995; Деев и др., 2018; Deev et al., 2019). Установлено, что в таких зонах при сильных землетрясениях формировались первичные сеймотектонические деформации — поверхностные разрывы в скальных и рыхлых грунтах (Рогожин, Овсюченко, Мараханов, 2008; Деев и др., 2018; Деев, 2019; Turova et al., 2020; Deev et al., 2017; 2023). Вторичные сейсмогенные деформации выражаются в появлении обвалов и оползней (Девяткин, 1981; Бутвиловский, 1993; Рогожин и др., 1999; Деев и др., 2022) или микросейсмодислокаций (Деев, Зольников, Гуськов, 2009; Деев и др., 2012; Деев, Зольников, Лобова, 2015; Деев и др., 2018; Deev et al., 2019). Последние образуют в рыхлых отложениях мелкие трещины и специфические структуры перемешивания слоев с разной гранулометрией, по которым может быть установлен факт сейсмического события в прошлом. Такие сейсмогенные деформации получили общее название «сейсмиды» [Seilacher, 1969]. По экспериментальным данным, сейсмиды возникают при сейсмических событиях с магнитудой ≥ 5.0 –5.5 (Parathanassiou et al., 2005) и интенсивностью не менее VI–VII по шкале MSK-64. Вместе с тем следует заметить, что диагностическая интерпретация деформаций, основанная на их морфологическом подобии, предполагает и подобие механизмов их развития, которые, в свою очередь, могут реализовываться только в одинаковых или очень похожих начальных условиях и состояниях. Наиболее убедительные эксперименты, демонстрирующие возникновение деформаци-

онных структур под воздействием сейсмических колебаний, были проведены с осадками, находящимися в состоянии максимальной влажности: исследуемые слои вещества формировались из разных типов грунта в наполненном водой аквариуме путем осаждения частиц в водной среде (Moretti et al., 1999). Эти условия существенно отличаются от состояния тех грунтов в реальных разрезах рыхлых отложений, которые находятся в субаэральной обстановке. Сами экспериментаторы подчеркивают неоднозначность интерпретации деформационных структур в полевых условиях как сейсмиков.

Особый интерес среди сейсмиков представляют разновидности, возникшие при сейсмогенном разжижении рыхлых увлажненных отложений. Такие сейсмичности были обнаружены при изучении активных разломов и связанных с ними сейсмических зон юга Восточной Сибири (Гладков, Лунина, 2010) и Горного Алтая (Деев и др., 2005; Деев, Зольников, Гуськов, 2009; Деев, Зольников, Лобова, 2015; Deev et al., 2019). Установлено, что при воздействии сейсмических волн и толчков на рыхлые плейстоцен-голоценовые осадки разжижению подвергаются прежде всего мелкозернистые — песчано-алевритовые разности. В таких осадках в зависимости от степени их увлажненности и силы сейсмического воздействия проявляются различные пластические деформации: от изгибов слоев с сохранением исходных седиментационных границ до различного рода структур перемешивания контактирующих слоев и полного уничтожения исходного текстурного рисунка.

Следы неотектонической активности в районе Денисовой пещеры отмечаются прежде всего в виде разрывных нарушений. Они фиксируются в известняковом массиве выше по склону над входом в пещеру уступами почти вертикальных «стен» с нишами на одной линии (рис. 2), а также поперечными к простиранию массива известняков более короткими разрывами (см. рис. 1) и трещинами с зеркалами скольжения.

В Денисовой пещере наиболее информативный материал о неотектонических деформациях и роли в них сейсмической составляющей обнаружен в восточной и южной галереях: субвертикальные расщелины в известняковом массиве, разработанные карстовыми процессами по системе крутопадающих на запад-юго-запад субпараллельных трещин — оперений Ануйского разлома (Ульянов, Шуньков, 2013).

В восточной галерее вскрытый раскопом участок имеет длину 9 м, ширину 3 м, сужаясь в нижней части до 1,5–1 м, и максимальную глубину 7,5 м. Днище галереи формируют чередующиеся поперечные скальные выступы и крутопадающие тоннелеобразные переуглубления, приуроченные к локальным расширениям галереи. Для базальных отложений слоя 17.1 (рис. 3) установлен ОСЛ-возраст 305 ± 37 тыс. л.н. (Jacobs et al., 2019). Культурно-хронологическая летопись в восточной галерее начинается со слоя 15, ОСЛ-возраст которого составляет 203 ± 14 тыс. л.н. Плейстоценовые культуросодержащие слои 15–9 перекрыты мощной голоценовой толщей слоев 7–0, которые отделены тонким слоем 8, маркирующим длительный перерыв в осадконакоплении. Преобладающей частью отложений являются мелко- и тонкозернистые осадки — суглинки и супеси, не дифференцированные по крупности и плотности, а представляющие собой достаточно однородную смесь с разным соотношением тонко- и мелкообломочного материала и со значительной долей в отдельных слоях щебня и более крупных фрагментов мраморизованного известняка (Ульянов, Козликин, Шуньков, 2015).



Рис. 2. Денисова пещера. Общий вид

Fig. 2. Denisova Cave. General view



Рис. 3. Стратиграфический разрез юго-восточной стенки раскопа в восточной галерее Денисовой пещеры

Fig. 3. Stratigraphic section of the excavation of the southeastern wall in the East Chamber of Denisova Cave

Плейстоценовая часть разреза (слои 17.1–9/11) образует постседиментационную синклиналиную складку (см. рис. 3), возникшую вследствие пластической деформации. Долгое время такие деформации относились исключительно к просадочному типу, при этом основной причиной просадки считалось уплотнение с сокращением объема нижележащих слоев разреза, особенно базальных отложений. Однако распределение мощностей деформированных слоев позволяет предложить еще одну трактовку причин возникновения деформаций.

Помимо синклиналиной складки в восточной галерее отмечены проявления и собственно неотектонической постседиментационной активности. Так, в нижней части северо-восточной стенки галереи находится зеркало скольжения с почти вертикальными штрихами, слабо отклоненными на северо-запад. Верхние окончания штрихов заглажены и, утончаясь, сходят на нет, в то время как нижняя утолщенная их часть заканчивается неровным резким обрывом. Такая морфология штрихов скольжения означает, что блок известняка, образующий стенку галереи, испытал движение вверх с одновременным смещением на северо-запад.

Следует отметить, что это движение стены не вызвало нарушения границ слоев с образованием в них разрывов. Последнее обстоятельство может быть объяснено увлажненным состоянием этих слоев в момент возникновения деформации. Это позволяет высказать предположение о связи тектонической подвижки стены галереи, о которой свидетельствует образование зеркала скольжения, со временем возникновения пластической деформации, в результате которой плейстоценовые отложения в восточной галерее были смяты в синклиналиную складку.

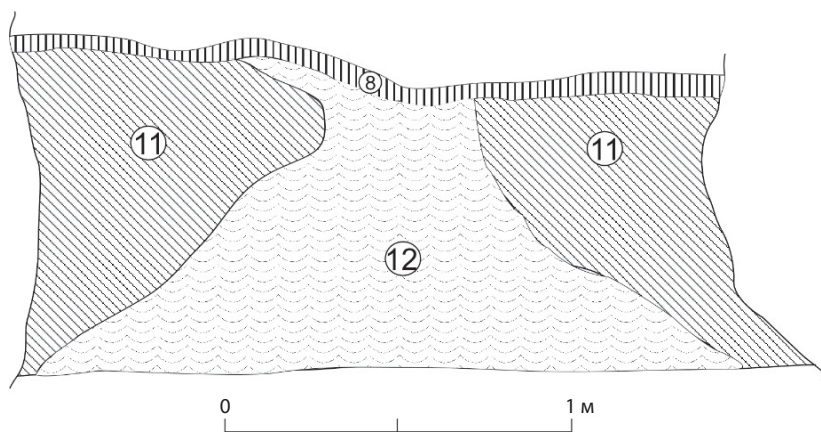


Рис. 4. Схематичное изображение сейсмогенного разрыва слоя 11 в южной галерее Денисовой пещеры

Fig. 4. Schematic representation of the seismic rupture of Unit 11 in the South Chamber of Denisova Cave

Вероятнее всего, к этому рубежу относится и накопление некоторых коллювиальных глыб известняков в кровле слоя 11.1. Таким образом, мы имеем дело с субвертикальным смещением стены восточной галереи, которое сопровождалось пластической деформацией плейстоценовых слоев и накоплением коллювиальных обломков на поверхности деформированной толщи. Логично предположить, что это звенья единого процесса, спровоцированного сейсмогенным триггером.

Нижняя возрастная граница этого палеоземлетрясения, согласно УМС 14С и ОСЛ определениям возраста слоя 11.1, относится к интервалу 45–30 тыс. л.н. (Douka et al., 2019; Jacobs et al., 2019). Верхняя возрастная граница палеоземлетрясения фиксируется возрастом слоев 9.1–9.3, которые, судя по корреляции с осадками в центральном зале, накапливались в интервале от 30 до 20 тыс. л.н. (Ibid.). Отложения слоев 9.1–9.3 залегают горизонтально и не обнаруживают признаков пластической деформации. Они нарушены в результате деятельности землеройных животных и более поздних диагенетических изменений (фосфатная минерализация), поэтому иные возможные структурные проявления сейсмогенного воздействия в них пока выявить не удалось. Вместе с тем отдельные крупные обломки известняка в верхней части слоя 9 в восточной галерее могли накопиться в результате более молодых палеоземлетрясений.

В южной галерее пещеры судить о проявлениях неотектоники можно на уровне слоев 12 и 11 (рис. 4). На участке залегания этих слоев отмечен вертикальный разрыв слоя 11 с горизонтальным раздвигом его частей на расстояние около 0,5 м. Границы разрыва при совмещении обеих частей слоя соответствуют друг другу, образуя единую линию. Сейсмогенное образование этого разрыва несомненно, поскольку другой генезис этого нарушения не смог бы привести к раздвигу частей самого верхнего слоя, не закрепленного (на момент деформации) в кровле, с преимущественным заполнением пространства разрыва веществом нижележащего слоя 12. Это означает, что заполнение разрыва в слое 11 главным образом происходило снизу вверх, аналогично образованию так называемых песчано-алевритовых даек — разновидности сейсмитов в плейстоценовых осадках на дневной поверхности, когда разрыв и заполнение открывшегося пространства материалом нижележащих слоев происходит одновременно. Характер заполнения трещины растяжения подчеркнут изменением ориентировки содержащихся в слое 12 удлиненных обломков — от субгоризонтальной до вертикальной, указывающей на направление движения материала при его внедрении. Деформация разрыва с раздвигом в слое 11 южной галереи и его заполнение материалом слоя 12 совпадают со временем проявления аналогичных сейсмических деформаций в восточной галерее.

В центральном зале пещеры свидетельством проявления неотектонических подвижек является зеркало скольжения, расчищенное от рыхлых отложений на стене напротив входа, затем осыпавшееся в результате десквамации. Заметным следствием неотектонической активности в позднеплейстоценовое время является также высокое содержание обломочного материала в верхней части слоя 11, в кровле которого у стены образовалось скопление крупных обломков, аналогично кровле слоя 11 в восточной галерее.

Другое проявление неотектоники в отложениях центрального зала отмечено в средней и нижней частях плейстоценовой толщи в виде клина внедрения материала слоя 22 в вышележащие осадки, вплоть до подошвы слоя 12.3 (рис. 5). Высокая пластичность

вещества слоя 22 в увлажненном состоянии способствовала его внедрению в трещину при ее расширении, что может указывать на сейсмическую природу этих сопряженных процессов, в том числе на пластичное состояние вещества заполнителя, способного менять форму и передавать давление сейсмического импульса.

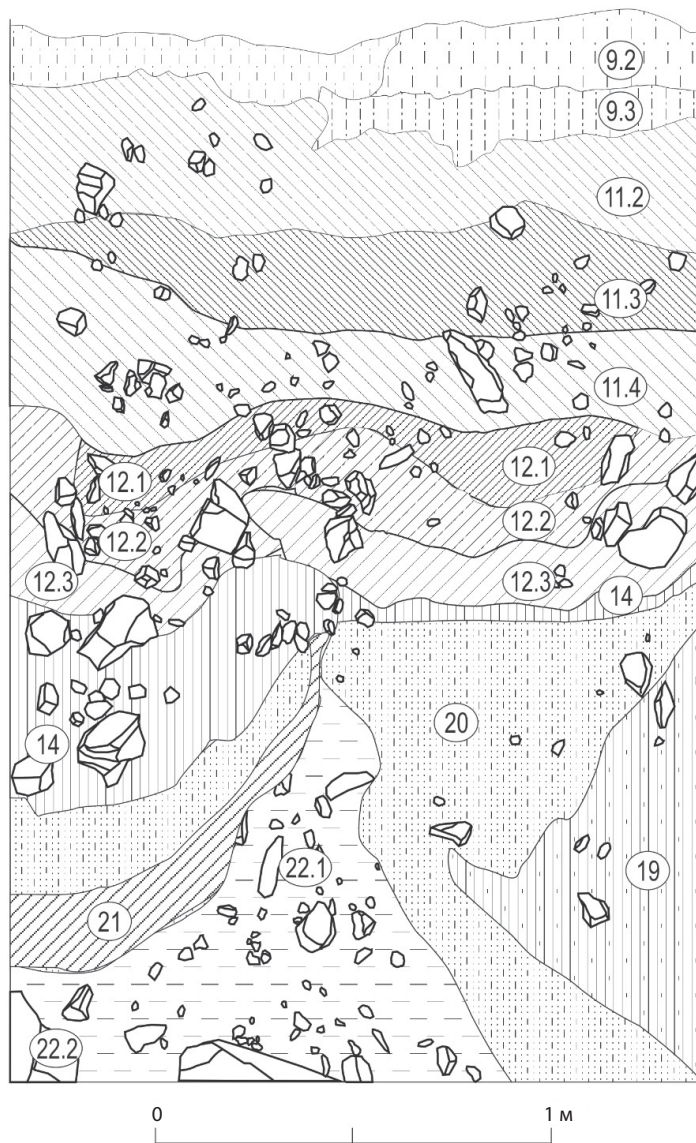


Рис. 5. Стратиграфический разрез юго-восточной стенки раскопа в центральном зале Денисовой пещеры

Fig. 5. Stratigraphic section of the excavation of the southeastern wall in the Main Chamber of Denisova Cave

Образование субвертикальной трещины снизу вверх до уровня подошвы слоя 12.3 позволяет определить только нижнюю хронологическую границу этого сейсмического события — не ранее начала образования слоя 12.3 — 70 ± 8 тыс. л.н. (Jacobs et al., 2019). Вместе с тем верхнюю возрастную границу сейсмического события определить сложно, так как деформация могла произойти как до начала формирования слоя 12.3, так и в любой момент при формировании оставшейся части осадочной последовательности плейстоцена, распространившись не на всю мощность накопленных слоев.

Заключение

Следы проявлений неотектоники, обнаруженные в плейстоценовых отложениях центрального зала, восточной и южной галерей Денисовой пещеры, имеют несколько общих черт. Плейстоценовая тектоническая активность Ануйского разлома проявилась не только разрывными тектоническими нарушениями в районе пещеры, но и разрывами и сейсмогенными деформациями в пещерных плейстоценовых отложениях. Совмещение пластических и хрупких деформаций в отложениях центрального зала, восточной и южной галерей, наличие коллювиального материала в верхней части слоя 11 позволяют связать их с одним палеоземлетрясением возрастом около 30 тыс. л.н. Возраст палеоземлетрясения, при котором произошло внедрение материала слоя 22 в перекрывающие отложения центрального зала, пока достоверно установить не удалось. Вследствие невысокой увлажненности осадков или относительно малой силы сейсмического толчка не произошло дифференциации осадочного материала в пределах отдельных слоев и/или смещения материала разных горизонтов. Однако в результате пластической деформации границы и мощности слоев изменились. При хрупких деформациях смещения слоев оказались незначительными и их границы хорошо коррелируются. Не происходило смещения вещества разных стратиграфических подразделений и соответственно содержащихся в них археологических находок и палеонтологического материала.

Геологические и литолого-стратиграфические наблюдения в Денисовой пещере свидетельствуют о том, что на морфологию слоев пещерных осадков значительное влияние оказала позднеплейстоценовая сейсмическая активность. Интенсивность сейсмического проявления — обвалы крупных глыб, обнаруженные в кровле слоя 11 как в центральном зале, так и в восточной и южной галереях, — могла быть одной из причин перерывов в заселении пещеры человеком на рубеже плейстоцена и голоцена. Причиной зонам неотектонической активности большая длительность сейсмогенерирующих свойств (Бородовский и др., 2015) позволяет предположить, что для эпохи формирования слоя 9 в максимум последнего похолодания также были характерны сейсмические проявления.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Богачкин Б.М. История тектонического развития Горного Алтая в кайнозой. М. : Наука, 1981. 132 с.
- Бородовский А.П., Деев Е.В., Зольников И.Д., Олещак Л., Кузьмин Я.В., Ван дер Плихт Й., Кромпец М. Археолого-геологические исследования террас горной долины нижней Катунь (Горный Алтай) // Проблемы археологии, этнографии, антропологии

Сибири и сопредельных территорий. Т. XXI. Новосибирск : Изд-во Ин-та археологии и этнографии СО РАН, 2015. С. 201–205.

Бутвиловский В.В. Палеогеография последнего оледенения и голоцена Алтая: событийно-катастрофическая модель. Томск : Изд-во ТГУ, 1993. 253 с.

Гладков А.С., Лунина О.В. Сейсмичность юга Восточной Сибири: проблемы и перспективы изучения // Геодинамика и тектонофизика. 2010. Т. 1, №3. С. 249–272.

Государственная геологическая карта СССР. Нов. сер. 1:1000000. Л. : Изд-во ВСЕГЕИ, 1975. Л. М-45.

Девяткин Е.В. Кайнозой Внутренней Азии (стратиграфия, геохронология, корреляция). М. : Наука, 1981. 196 с.

Деев Е.В. Зоны концентрации древних и исторических землетрясений Горного Алтая // Физика Земли. 2019. №3. С. 71–96.

Деев Е.В., Гибшер А.С., Чигвинцева Л.А., Фролова Т.В., Рябинин А.Б. Микросейсмодислокации (сейсмичность) в плейстоценовых осадках Горного Алтая // Доклады Академии наук. 2005. Т. 403, №1. С. 71–74.

Деев Е.В., Зольников И.Д., Бородавский А.П., Гольцова С.В. Неотектоника и палеосейсмичность долины нижней Катунь (Горный Алтай) // Геология и геофизика. 2012. Т. 53, №9. С. 1154–1168.

Деев Е.В., Зольников И.Д., Гуськов С.А. Сейсмичность в четвертичных отложениях Юго-Восточного Алтая // Геология и геофизика. 2009. Т. 50, №9. С. 703–722.

Деев Е.В., Зольников И.Д., Курбанов Р.Н., Панин А.В., Мюррей А., Корженков А.М., Турова И.В., Позднякова Н.И., Васильев А.В. Возраст Сукорского сейсмогенного оползня по данным ОСЛ-датирования: значение для палеосейсмологии и палеогеографии Горного Алтая // Геология и геофизика. 2022. Т. 63, №6. С. 898–912.

Деев Е.В., Зольников И.Д., Лобова Е.Ю. Позднеплейстоцен-голоценовые сейсмогенные деформации в долине р. Малый Яломан (Горный Алтай) // Геология и геофизика. 2015. Т. 56, №9. С. 1601–1620.

Деев Е.В., Зольников И.Д., Турова И.В., Русанов Г.Г., Ряполова Ю.М., Неведрова Н.Н., Котлер С.А. Палеоземлетрясения в Уймонской внутриворонной впадине (Горный Алтай) // Геология и геофизика. 2018. Т. 59, №4. С. 437–452.

Деревянко А.П., Ульянов В.А., Шуньков М.В. Развитие рельефа речных долин северо-запада Горного Алтая в плейстоцене // Доклады академии наук. 1999. Т. 367, №1. С. 112–114.

Жалковский Н.Д., Кучай О.А., Мучная В.И. Сейсмичность и некоторые характеристики напряженного состояния земной коры Алтае-Саянской области // Геология и геофизика. 1995. Т. 36, №10. С. 20–30.

Кузнецов В.А. Тектоническое районирование и основные черты эндогенной металлогении Горного Алтая // Вопросы геологии и металлогении Горного Алтая. Новосибирск : Наука, 1963. С. 7–68.

Лукина Н.В. Активные разломы и сейсмичность Алтая // Геология и геофизика. 1996. Т. 37, №11. С. 71–74.

Лунгерсгаузен Г.Ф., Раковец О.А. Новейшая тектоника Горного Алтая // Неотектоника СССР. Рига : Изд-во Ин-та геологии АН Латв. ССР, 1961. С. 205–211.

Ребецкий Ю.Л., Кучай О.А., Маринин А.В. Напряженное состояние и деформации земной коры Алтае-Саянской // Геология и геофизика. 2013. Т. 54, №2. С. 271–291.

Рогожин Е.А., Богачкин Б.М., Нечаев Ю.В., Платонова С.Г., Чичагов В.П., Чичагова О.А. Следы сильных землетрясений прошлого в рельефе Горного Алтая // Геоморфология. 1999. №1. С. 82–95.

Рогожин Е.А., Овсяченко А.Н., Мараханов А.В. Сильнейшие землетрясения на юге Горного Алтая в голоцене // Физика Земли. 2008. №6. С. 31–51.

Ульянов В.А. Некоторые особенности рельефообразования Северо-Западного Алтая в плейстоцене // Палеоэкология плейстоцена и культуры каменного века Северной Азии и сопредельных территорий. Новосибирск : Изд-во Ин-та археологии и этнографии СО РАН, 1998. Т. I. С. 275–278.

Ульянов В.А., Козликин М.Б., Шуньков М.В. Строение разреза плейстоценовых отложений в восточной галерее Денисовой пещеры (по данным раскопок 2015 года) // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. Т. XXI. Новосибирск : Изд-во Ин-та археологии и этнографии СО РАН, 2015. С. 157–160.

Ульянов В.А., Шуньков М.В. Некоторые особенности седиментогенеза в восточной галерее Денисовой пещеры // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. Т. XIX. Новосибирск : Изд-во Ин-та археологии и этнографии СО РАН, 2013. С. 159–162.

Chikov V.M., Zinoviev S.V., Deyev E.V. Post-Late Paleozoic Collisional Framework of Southern Great Altai // *Acta Geologica Sinica*. 2012. Vol. 86. Is. 5. Pp. 1093–1104.

Deev E., Dublyansky Y., Kokh S., Scholz D., Rusanov G., Sokol E., Khvorov P., Reutsky V., Panin A. Large Holocene paleoseismic events and synchronized travertine formation: a case study of the Kurai Fault Zone (Gorny Altai, Russia) // *International Geology Review*. 2023. Vol. 65. Is. 15. Pp. 2426–2446.

Deev E., Turova I., Borodovskiy A., Zolnikov I., Pozdnyakova N., Molodkov A. Large earthquakes in the Katun Fault zone (Gorny Altai): Paleoseismological and archaeoseismological evidence // *Quaternary Science Reviews*. 2019. Vol. 203. Pp. 68–89.

Deev E.V., Turova I.V., Borodovskiy A.P., Zolnikov I.D., Oleszczak L. Unknown large ancient earthquakes along the Kurai fault zone (Gorny Altai): new results of palaeoseismological and archaeoseismological studies // *International Geology Review*. 2017. Vol. 59. Is. 3. Pp. 293–310.

Dobretsov N.L., Buslov M.M., Delvaux D., Berzin N.A., Ermikov V.D. Meso- and Cenozoic tectonics of the Central Asian mountain belt: effects of lithospheric plate interaction and mantle plumes // *International Geology Review*. 1996. Vol. 38. Pp. 430–466.

Douka K., Slon V., Jacobs Z., Ramsey C.B., Shunkov M.V., Derevianko A.P., Mafessoni F., Kozlikin M.B., Li B., Grün R., Comeskey D., Devière T., Brown S., Viola B., Kinsley L., Buckley M., Meyer M., Roberts R.G., Pääbo S., Kelso J., Higham T. Age estimates for hominin fossils and the onset of the Upper Palaeolithic at Denisova Cave // *Nature*. 2019. Vol. 565. No. 7741. Pp. 640–644.

Glorie S., De Grave J., Buslov M.M., Zhimulev F.I., Elburg M.A., Van den haute P. Structural control on Meso-Cenozoic tectonic reactivation and denudation in the Siberian Altai: Insights from multi-method thermochronometry // *Tectonophysics*. 2012. Vol. 544–545. Pp. 75–92.

Jacobs Z., Li B., Shunkov M.V., Kozlikin M.B., Bolikhovskaya N.S., Agadjanian A.K., Uliyanov V.A., Vasiliev S.K., O'Gorman K., Derevianko A.P., Roberts R.G. Timing of archaic hominin occupation of Denisova Cave in southern Siberia // *Nature*. 2019. Vol. 565. No. 7741. Pp. 594–599.

Molnar P., Tapponnier P. Cenozoic tectonics of Asia: effect of a continental collision // *Science*. 1975. Vol. 189. No. 4201. Pp. 419–426.

Moretti M., Alfaro P., Caselles O., Canas J.A. Modelling seismites with a digital shaking table // *Tectonophysics*. 1999. Vol. 304. Pp. 369–383.

Papathanassiou G., Pavlides S., Christaras B., Pitilakis K. Liquefaction case histories and empirical relations of earthquake magnitude versus distance from the boarder Aegean region // *Journal of Geodynamics*. 2005. Vol. 40. Pp. 257–278.

Seilacher A. Fault-Grade Beds Interpreted as Seismites // *Sedimentology*. 1969. Vol. 13. Pp. 155–159.

Turova I., Deev E., Pozdnyakova N., Entin A., Nevedrova N., Shaparenko I., Bricheva S., Korzhenkov A., Kurbanov R., Panin A. Surface-rupturing paleoearthquakes in the Kurai Fault Zone (Gorny Altai, Russia): Trenching and geophysical evidence // *Journal of Asian Earth Sciences*. 2020. Vol. 197. Pp. 104399.

Yin A. Cenozoic tectonic evolution of Asia: A preliminary synthesis // *Tectonophysics*. 2010. Vol. 488. Pp. 293–325.

REFERENCES

Bogachkin B.M. Cenozoic Tectonic Evolution of Gorny Altai. Moscow : Nauka, 1981. 132 p. (*In Russ.*)

Borodovsky A.P., Deev E.V., Zolnikov I.D., Oleszczak L., Kuzmin Ya.V., Van der Plicht J., Krompets M., 2015. Archaeological Geological Study of a Terrace in the Lower Katun Valley (Mountain Altai). In: *Problems of Archaeology, Ethnography, Anthropology of Siberia and Adjacent Territories*. Vol. XXI. Novosibirsk : Izd-vo In-ta arheologii i etnografii SO RAN, 2015. Pp. 201–205. (*In Russ.*)

Butvilovskii V.V. The Late Glacial and Holocene Paleogeography of Altai: An Event–Catastrophic Model. Tomsk : Izd-vo TGU, 1993. 253 p. (*In Russ.*)

Gladkov A.S., Lunina O.V. Seismites of the Southern East Siberia: Research Problems and Perspectives. *Geodynamics & Tectonophysics*. 2010;1(3):249–272. (*In Russ.*)

State Geological Map of the USSR. New ser. 1:1000000. Leningrd : Izd-vo VSEGEI, 1975. L. M-45. (*In Russ.*)

Deviatkin E.V. Cenozoic Inner Asia (stratigraphy, geochronology, correlation). Moscow : Nauka, 1981. 196 p. (*In Russ.*)

Deev E.V. Localization Zones of Ancient and Historical Earthquakes in Gorny Altai. *Izvestiya, Physics of the Solid Earth*. 2019;55(3):451–470. <https://doi.org/10.1134/S1069351319030030>

Deev E.V., Gibsher A.S., Chigvintseva L.A., Frolova T.V., Ryabinin A.B. Seismites in Pleistocene Sediments of Gornyi Altai. *Doklady Earth Sciences*. 2005;403:681–686.

Deev E.V., Zolnikov I.D., Bortodovsky A.P., Goltsova S.V., Neotectonics and Paleoseismicity of the Lower Katun' Valley (Gorny Altai). *Russian Geology and Geophysics*. 2012;53(9):883–894. <https://doi.org/10.1016/j.rgg.2012.07.004>

Deev E.V., Zol'nikov I.D., Gus'kov S.A. Seismites in Quaternary Sediments of Southeastern Altai. *Russian Geology and Geophysics*. 2009;50(9):546–561. <https://doi.org/10.1016/j.rgg.2008.10.004>

Deev E.V., Zol'nikov I.D., Kurbanov R.N., Panin A.V., Murray A., Korzhenkov A.M., Turova I.V., Pozdnyakova N.I., Vasiliev A.V. OSL Dating of the Sukor Earthquake-Induced Rockslide in Gornyy Altai: Paleoseismological and Paleogeographic Implications. *Russian Geology and Geophysics*. 2022;63(6):743–754. <https://doi.org/10.2113/RGG20204300>

Deev E.V., Zolnikov I.D., Lobova E.Yu. Late Pleistocene–Holocene Coseismic Deformations in the Malyy Yaloman River Valley (Gornyy Altai). *Russian Geology and Geophysics*. 2015;56(9):1256–1272. <https://doi.org/10.1016/j.rgg.2015.08.003>

Deev E.V., Zol'nikov I.D., Turova I.V., Rusanov G.G., Ryapolova Yu.M., Nevedrova N.N., Kotler S.A. Paleoearthquakes in the Uimon Basin (Gornyy Altai). *Russian Geology and Geophysics*. 2018;59(4):351–362. <https://doi.org/10.1016/j.rgg.2017.07.011>

Derevyanko A.P., Ulyanov V.A., Shunkov M.V. Development of the Relief of River Valleys in the North-West of the Altai Mountains in the Pleistocene. *Doklady Earth Sciences*. 1999;367(1):112–114.

Zhalkovskii N.D., Kuchai G.A., Muchnaya V.I. Seismicity and Some Characteristics of the Stress State of the Earth's Crust in the Altai-Sayan Region. *Russian Geology and Geophysics*. 1995;36(10):16–25. (*In Russ.*)

Kuznetsov V.A. Tectonic Zoning and Main Features of Endogenous Metallogeny of Gornyy Altai. In: Questions of Geology and Metallogeny of Gornyy Altai. Novosibirsk : Nauka, 1963. Pp. 7–68. (*In Russ.*)

Lukina N.V. Active Faults and Seismicity in Altai. *Russian Geology and Geophysics*. 1996;37(11):68–71. (*In Russ.*)

Lungershausen G.F., Rakovets O.A. The Latest Tectonics of the Altai Mountains. In: Neotectonics of the USSR. Riga : Izd-vo In-ta geologii AN Latv. SSR, 1961. Pp. 205–211. (*In Russ.*)

Rebetsky Yu.L., Kuchai O.A., Marinin A.V. Stress State and Deformation of the Earth's Crust in the Altai–Sayan Mountain Region. *Russian Geology and Geophysics*. 2013;54(2):206–222. <https://doi.org/10.1016/j.rgg.2013.01.011> (*In Russ.*)

Rogozhin E.A., Bogachkin B.M., Nechaev Y.V., Platonova S.G., Chichagov V.P., Chichagova O.A. Traces of Ancient Earthquakes in the Altai Mountains. *Geomorfologiya*. 1999;1:82–95. (*In Russ.*)

Rogozhin E.A., Ovsyuchenko A.N., Marakhanov A.V. Major Earthquakes of the Southern Gornyy Altai in the Holocene. *Izvestiya, Physics of the Solid Earth*. 2008;6:469–486. <https://doi.org/10.1134/S1069351308060037>

Ulyanov V.A. Some Features of the Relief Formation of North-Western Altai in the Pleistocene. In: Paleocology of the Pleistocene and Stone Age Cultures of Northern Asia and Adjacent Territories. Novosibirsk : Izd-vo In-ta arheologii i etnografii SO RAN, 1998. Vol. 1. Pp. 275–278. (*In Russ.*)

Ulyanov V.A., Kozlikin M.B., Shunkov M.V. The Structure of the Section of Pleistocene Deposits in the Eastern Gallery of Denisova Cave (According to Excavations in 2015). In: Problems of Archaeology, Ethnography, Anthropology of Siberia and Adjacent Territories. Vol. XXI. Novosibirsk : Izd-vo In-ta arheologii i etnografii SO RAN, 2015. Pp. 157–160. (*In Russ.*)

Ulyanov V.A., Shunkov M.V. Some Features of Sedimentogenesis in the Eastern Gallery of Denisova Cave. In: Problems of Archaeology, Ethnography, Anthropology of Siberia and Adjacent Territories. Vol. XIX. Novosibirsk : Izd-vo In-ta arheologii i etnografii SO RAN, 2013. Pp. 159–162. (*In Russ.*)

Chikov B.M., Zinoviev S.V., Deyev E.V. Post-Late Paleozoic Collisional Framework of Southern Great Altai. *Acta Geologica Sinica*. 2012;86(5):1093–1104. <https://doi.org/10.1111/j.1755-6724.2012.00733.x>

Deev E., Dublyansky Y., Kokh S., Scholz D., Rusanov G., Sokol E., Khvorov P., Reutsky V., Panin A. Large Holocene Paleoseismic Events and Synchronized Travertine Formation: a Case Study of the Kurai Fault Zone (Gorny Altai, Russia). *International Geology Review*. 2023;65(15):2426–2446. <https://doi.org/10.1080/00206814.2022.2145510>

Deev E., Turova I., Borodovskiy A., Zolnikov I., Pozdnyakova N., Molodkov A. Large Earthquakes in the Katun Fault Zone (Gorny Altai): Paleoseismological and Archaeoseismological Evidence. *Quaternary Science Reviews*. 2019;203:68–89. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2018.11.009>

Deev E.V., Turova I.V., Borodovskiy A.P., Zolnikov I.D., Oleszczak L. Unknown Large Ancient Earthquakes Along the Kurai Fault Zone (Gorny Altai): New Results of Palaeoseismological and Archaeoseismological Studies. *International Geology Review*. 2017;59(3):293–310. <https://doi.org/10.1080/00206814.2016.1258675>

Dobretsov N.L., Buslov M.M., Delvaux D., Berzin N.A., Ermikov V.D. Meso- and Cenozoic Tectonics of the Central Asian Mountain Belt: Effects of lithospheric Plate Interaction and Mantle Plumes. *International Geology Review*. 1996;38:430–466. <https://doi.org/10.1080/00206819709465345>

Douka K., Slon V., Jacobs Z., Ramsey C.B., Shunkov M.V., Derevianko A.P., Mafessoni F., Kozlikin M.B., Li B., Grün R., Comeskey D., Devièse T., Brown S., Viola B., Kinsley L., Buckley M., Meyer M., Roberts R.G., Pääbo S., Kelso J., Higham T. Age Estimates for Hominin Fossils and the Onset of the Upper Palaeolithic at Denisova Cave. *Nature*. 2019;565(7741):640–644. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0870-z>

Glorie S., De Grave J., Buslov M.M., Zhimulev F.I., Elburg M.A., Van den haute P. Structural Control on Meso-Cenozoic Tectonic Reactivation and Denudation in the Siberian Altai: Insights from Multi-Method Thermochronometry. *Tectonophysics*. 2012;544–545:75–92. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2012.03.035>

Jacobs Z., Li B., Shunkov M.V., Kozlikin M.B., Bolikhovskaya N.S., Agadjanian A.K., Uliyanov V.A., Vasiliev S.K., O’Gorman K., Derevianko A.P., Roberts R.G. Timing of Archaic Hominin Occupation of Denisova Cave in Southern Siberia. *Nature*. 2019;565(7741):594–599. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0843-2>

Molnar P., Tapponnier P. Cenozoic Tectonics of Asia: Effect of a Continental Collision. *Science*. 1975;189(4201):419–426.

Moretti M., Alfaro P., Caselles O., Canas J.A. Modelling Seismites with a Digital Shaking Table. *Tectonophysics*. 1999;304:369–383. [https://doi.org/10.1016/S0040-1951\(98\)00289-3](https://doi.org/10.1016/S0040-1951(98)00289-3)

Papathanassiou G., Pavlides S., Christaras B., Pitilakis K. Liquefaction Case Histories and Empirical Relations of Earthquake Magnitude Versus Distance from the Boarder Aegean Region. *Journal of Geodynamics*. 2005;40:257–278. <https://doi.org/10.1016/j.jog.2005.07.007>

- Seilacher A. Fault-Grade Beds Interpreted as Seismites. *Sedimentology*. 1969;13:155–159.
- Turova I., Deev E., Pozdnyakova N., Entin A., Nevedrova N., Shaparenko I., Bricheva S., Korzhenkov A., Kurbanov R., Panin A. Surface-Rupturing Paleoearthquakes in the Kurai Fault Zone (Gorny Altai, Russia): Trenching and Geophysical Evidence. *Journal of Asian Earth Sciences*. 2020;197:104399. <https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2020.104399>
- Yin A. Cenozoic Tectonic Evolution of Asia: A Preliminary Synthesis. *Tectonophysics*. 2010;488:293–325. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2009.06.002>

ВКЛАД АВТОРОВ / CONTRIBUTION OF THE AUTHORS

- Кулик Н.А.: идея, сбор и обработка материалов, написание статьи.
N.A. Kulik: idea, collection and processing of materials, writing an article.
- Деев Е.В.: научное редактирование статьи.
E.V. Deev: scientific editing of the article.
- Ульянов В.А.: сбор и обработка материалов, научное редактирование статьи.
V.A. Ulianov: collection and processing of materials, scientific editing of the article.
- Козликин М.Б.: сбор и обработка материалов, подготовка иллюстраций.
M.B. Kozlikin: collection and processing of materials, preparing illustrations.
- Кох С.Н.: научное редактирование статьи.
S.N. Kokh: scientific editing of the text.
- Сокол Э.В.: научное редактирование статьи.
E.V. Sokol: scientific editing of the article.
- Шуныков М.В.: сбор и обработка материалов, научное редактирование статьи.
M.V. Shunkov: collection and processing of materials, scientific editing of the article.
- Конфликт интересов отсутствует / There is no conflict of interest.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Кулик Наталья Артёмовна, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник Института археологии и этнографии СО РАН, Новосибирск, Россия.

Natalya A. Kulik, Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Senior Researcher, Institute of Archaeology and Ethnography, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia.

Деев Евгений Викторович, доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, Новосибирск, Россия, профессор Новосибирского государственного университета.

Evgeny V. Deev, Doctor of Sciences (Geology and Mineralogy), Chief Researcher, A.A. Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, Novosibirsk, Russia; Professor, Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia.

Ульянов Владимир Александрович, кандидат географических наук, научный сотрудник Лаборатории математического моделирования и обработки геоморфологических данных Географического факультета Московского государственного университета, Москва, Россия.

Vladimir A. Ulianov, Candidate of Geographical Sciences, Researcher at the Laboratory of Mathematical Modeling and Processing of Geomorphological Data, Faculty of Geography, Moscow State University, Moscow, Russia.

Козликин Максим Борисович, кандидат исторических наук, старший научный сотрудник Института археологии и этнографии СО РАН, Новосибирск, Россия.

Maxim B. Kozlikin, Candidate of Historical Sciences, Senior Researcher, Institute of Archaeology and Ethnography, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia.

Кох Светлана Николаевна, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, Новосибирск, Россия.

Svetlana N. Kokh, Candidate of Geologico-Mineralogical Sciences, Senior Researcher of the V.S. Sobolev Institute of Geology and Mineralogy SB RAS, Novosibirsk, Russia.

Сокол Элина Владимировна, доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, Новосибирск, Россия.

Ellina V. Sokol, Doctor of Geologico-Mineralogical Sciences, Chief Researcher of the V.S. Sobolev Institute of Geology and Mineralogy SB RAS, Novosibirsk, Russia.

Шуньков Михаил Васильевич, член-корреспондент РАН, доктор исторических наук, главный научный сотрудник, заведующий отделом Института археологии и этнографии СО РАН, Новосибирск, Россия.

Michael V. Shunkov, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Historical Sciences, Chief Researcher, Head of a Department of the Institute of Archeology and Ethnography of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia.

*Статья поступила в редакцию 28.10.2023;
одобрена после рецензирования 07.11.2023;
принята к публикации 10.11.2023.
The article was submitted 28.10.2023;
approved after reviewing 07.11.2023;
accepted for publication 10.11.2023.*