
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГЕОСФЕР

УДК 551.1/4.551.44

EDN XUCLUU

DOI 10.29003/m4687.0514-7468.2020_47_2/176-191

ПЕЩЕРЫ КАК ИНДИКАТОР ГОЛОЦЕНОВОЙ АКТИВИЗАЦИИ

А.А. Коковкин*

Представлены результаты исследований, проведённых на стыке геологии, спелеологии и археологии. Пещера рассматривается как составная часть вмещающей геологической системы. На представительных примерах показан характер взаимосвязей пещер со структурами континентальной коры Евразии, Африки и Северной Америки. Работа выполнена в рамках модели пульсационно расширяющейся Земли. По этой модели на рубеже плейстоцен–голоцен наша планета подверглась бомбардировке потоком астероидов, после чего перешла в режим импульсного сжатия, с резкой активизацией орогенеза в начале голоцена. Пещеры с находившимися в них культурными слоями палеолита–неолита были при этом деформированы. Их деформации рассматриваются в качестве индикаторов голоценовой активизации.

Ключевые слова: пещеры, спелеогенез, культурные слои, палеолит, неолит, голоценовая активизация, орогенез, сдвиговая тектоника, эрозия, абразия.

Ссылка для цитирования: Коковкин А.А. Пещеры как индикатор голоценовой активизации // Жизнь Земли. 2025. Т. 47, № 2. С. 176–191. DOI: 10.29003/m4687.0514-7468.2020_47_2/176-191.

Поступила 28.02.2025 / Принята к публикации 28.05.2025

CAVES AS A HOLOCENE ACTIVATION INDICATOR

A.A. Kokovkin, Dr. Sci. (Geol.)

*Institute of Tectonics and Geophysics, Far East Branch, Russian Academy of Sciences
(ITIG FEB RAS)*

The results of our research conducted at the junction of geology, speleology and archeology are presented. Every cave is considered as an integral part of the enclosing geological system. Representative examples show the nature of the interrelationships

* Коковкин Александр Александрович – д.г.-м.н., в.н.с. Института тектоники и геофизики им. Ю.А. Косыгина ДВО РАН, kokovkin@itig.as.khb.ru, ORCID: 0000-0003-1735-1600.

of caves with structures of the continental crust of Eurasia, Africa and North America. The research was performed within the framework of the pulsationally expanding Earth model. According to this model, at the Pleistocene–Holocene turn, our planet was bombarded by a stream of asteroids, after which it switched to a pulsed compression mode, with a sharp activation of orogeny at the Holocene beginning. At that time, caves with their Paleolithic–Neolithic cultural layers were deformed. Their deformations are considered as Holocene activation indicators.

Keywords: caves, speleogenesis, cultural layers, Paleolithic, Neolithic, Holocene activation, orogeny, shear tectonics, erosion, abrasion.

For citation: Kokovkin, A.A., “Caves as a Holocene activation indicator”, *Zhizn Zemli* [Life of the Earth] 47, no 2, 176–191 (2025) (in Russ., abstr. in Engl.). DOI: 10.29003/m4687.0514-7468.2020_47_2/176-191.

Введение в проблему. Настоящая статья продолжает цикл публикаций по проблеме глобальной голоценовой активизации, выделенной автором как явление в работах [10, 12, 13 и др.]. В геологии этой активизации «по умолчанию» не существует, несмотря на то что признаки её выражены достаточно ярко. Из-за сложившегося стереотипа «не замечать» эти признаки сформировался острый дефицит информации по геологической истории голоцена. Но сведения о ней в скрытом виде содержатся *на стыках* геологии со спелеологией, археологией, метеоритикой, геоморфологией и другими дисциплинами. Изучение этих стыковых областей позволит достаточно быстро ликвидировать обозначенный выше информационный дефицит.

Выход на проблему голоценовой активизации был подготовлен более чем 50-летним исследованием регионов востока Азии, Поволжья и южной Африки. Моделирование их геологических структур проводилось на междисциплинарной эволюционной основе, на принципах и подходах синергетики, с акцентом на мезозойско-кайнозойский этап, в рамках параллельно разрабатываемой *модели пульсационно расширяющейся Земли* [9] (далее *волновая модель*). По этой базисной модели в мезозое-кайнозое проявлено два ритма расширения (триас-раннемеловой и эоцен-плейстоценовый) и два ритма сжатия (мел-палеоценовый и позднеплейстоценовый-голоценовый) (подробнее ниже).

Голоценовая активизация, с многообразием и масштабностью её глобальных процессов, резко изменила *среду обитания*, определив *взрывной* характер дальнейшего развития Человека. Локальные сообщества неолита сменила за геологическое мгновение голоцена система государств с миллиардным населением. Этот «взрыв» является следствием голоценовой активизации.

Данная статья ориентирована на стык *геологии со спелеологией и археологией*. В ней представлен анализ информации, почерпнутой из литературных источников по пещерам Евразии и другим регионам мира.

В спелеологии рассматривается, по сути, *современное* состояние пещеры. Но она представляет собой составную часть геологической системы поверхностной зоны континентальной коры, эволюционирующую вместе с ней в весьма напряжённом геодинамическом режиме. Хрупкая, насыщенная полостями структура пещеры легко подвержена тектоническим деформациям, эрозии и абразии.

Естественно, что наиболее выраженные следы преобразований оставили в пещерах самые молодые трансформации, связанные с *голоценовой* активизацией. Эти трансформации надёжно датируются, поскольку они наложены на культурные слои плейстоцена–раннего голоцена с их абсолютными датировками.

Цель статьи: 1) разработать эволюционную модель пещеры как составной части вмещающей геологической системы; 2) исследовать деформации пещер с их культурными слоями, датировав время старта голоценовой активизации.

Особенности волновой модели. По волновой модели Земля представляет собой открытую, самоорганизующуюся, направленно развивающуюся систему, наращивающую свою структуру в сложноорганизованном пульсационном режиме. Энергию и вещество обеспечивает для неё земное ядро, свёрнутое до сверхплотного состояния, как в сингулярной точке модели Большого взрыва или в модели «Исходно гидридной Земли» В.Н. Ларина.

Пульсации мантии инициируют в континентальной коре возвратно-поступательные движения жёстких блоков, реликтов протоплатформ и сопряжённые с ними волновые знакопеременно-сдвиговые (ЗПС) перемещения по разломам. ЗПС-тектоника контролирует, в свою очередь, формирование орогенных и рифтогенных структур, развитие волновых деформационных систем землетрясений. Модели ЗПС-режима и его индикаторов – инверсионных структур (приразломных впадин в орогенах и внутренних поднятий в рифтогенах) разработаны автором на примерах реальных объектов востока Азии [5, 6, 13].

Ранне-мезозойскому ритму растяжения в соответствии с волновой моделью положил начало удар гигантского астероида в тихоокеанский сектор Земли. Мантия этого сектора была выведена на поверхность с образованием Тихоокеанского суперплюма, а Земля перешла в режим расширения с образованием других суперплюмов. С этого времени земная кора приобрела, по определению В.И. Вернадского [2], дисимметрию, разделившись на кору океаническую и континентальную. С позиции волновой модели океаническая кора – это застывшие апикальные части суперплюмов.

Открытая, самоорганизующаяся система планеты после столь радикальной трансформации скорректировала свой пульсационный режим. В конце плейстоцена новейший ритм глобального растяжения сменился ритмом сжатия, сопровождающимся просадкой суперплюмов. Но на рубеже плейстоцен–голоцен Земля была подвержена массивной бомбардировке потоком менее крупных астероидов. После этого события она резко нарастила сжатие. Этот поток оставил после себя на земной поверхности многочисленные астроблемы диаметром до 100 км и более. Две таких астроблемы автор исследовал «*in situ*» – на юго-западе Африки и на юге Казахстана [9].

Просадка суперплюмов в начале голоцена резко усилилась. Она сопровождалась вспышкой орогенеза и продолжающейся до настоящего времени трансгрессией. На континентах и в зонах перехода резко активизировалась взбросо-сдвиговая тектоника, вулканизм и сейсмичность, усилилась эрозия и абразия, обновилась речная сеть и рельеф. После вспышки орогенеза в начале голоцена его активность начала снижаться. В Евразии голоценовый орогенез особенно ярко проявился в мобильных структурах Альпийско-Гималайского и западного сегмента Тихоокеанского подвижных поясов.

Мезозойско-кайнозойские впадины обоих поясов были взброшены и выведены из состояния седиментогенеза ещё в конце плейстоцена, с переходом Земли в режим относительно спокойного сжатия. А в начале голоцена, с усилением орогенеза, они были дополнительно взброшены, деформированы и существенно сократили свои первичные контуры. У них спланированный, равнинный и полого-всхолмлённый рельеф. В наше время это, собственно, уже не впадины, а *реликтовые* структуры, составные части *голоценовой орогенной системы*. Эрозией и абразией с них сняты осадки, начиная с плейстоцена.

Крепкие, но хрупкие породы мезозойского фундамента впадин более устойчивы к воздействию эрозии, чем их рыхлые осадки, но при этом они и более подвержены деформациям. Сложенные ими поднятия были неравномерно взброшены в начале голоцена с амплитудами до километров, но эродированы слабо. Наиболее взброшенные поднятия (Гималаи, Памир, Кавказ и пр.) деформированы до состояния тектонического коллажа. У них контрастный, неравновесный рельеф, со склонами до 90°. За короткое время голоцена эрозия не успела его спланировать.

Представляется очевидным, что масштабность и многообразие процессов голоценовой активизации с её глобальным характером не могли не сказаться на изменении природной среды, что и определило взрывное развитие человечества в голоцене. В пользу этого утверждения свидетельствует, в частности, *голоценовый* возраст барханных и дюнных массивов Азии и Африки. Пески Каракумов и Кызыл-Кумов, лёссы и пески Бетпак-Далы и Муянкумов, барханы Монгольской Гоби, лёссы Великой Китайской равнины, дюнные массивы Намибии *перекрывают поверхность реликтовых мезозойско-кайнозойских впадин*, взброшенных и эродированных в конце плейстоцена и в раннем голоцене.

В пользу этого утверждения говорят и результаты работ Л.Н. Гумилёва, изучавшего влияния климатических изменений на миграцию кочевых народов Центральной и Восточной Азии [3]. Полученные им закономерности, в контексте проблемы голоценовой активизации, характеризуют фрагмент более широкого спектра изменчивости природной среды, так или иначе связанной с этой активизацией.

Результаты исследований. Под *природной пещерой* обычно понимается сухая или обводнённая полость в поверхностной зоне континентальной коры, имеющая выход на дневную поверхность [8]. Большинство известных пещер приурочено к поднятиям фундамента мезозойско-кайнозойских впадин, сложенным крепкими породами.

Вмещающая пещеру поверхностная зона коры неоднородна по своей структуре. Она представляет собой *метастабильную* среду. Ход структурирования этой зоны определила система действующих в ней контрастных *многофункциональных барьеров*. Основной из них, барьер «земля-воздух» (фазовый, динамический) разгружает накопленные на орогенных поднятиях напряжения сжатия, с формированием трещин дилатансии и развитием раскрытых к поверхности сдвиговых нарушений. Действие этого барьера во многом и определило весь ход эволюции пещер – от их заложения до современного состояния.

Вторым является *фазовый барьер*, действующий на уровне *грунтовых вод* (УГВ). Его подвижная система конформна поверхности рельефа. В ходе развития орогена УГВ поднимается в соответствии с его подъёмом. Этот барьер определяет границу обводнённости коры, ограничивая, соответственно, пространство спелеогенеза. Раскрытые структуры разломов над УГВ осушены. Ниже они заполнены трещинно-жильными водами.

В породах фундамента впадин устойчивость *спелеогенеза* обеспечивает *несжимаемость* водной среды пещерных галерей, развивающихся от раскрытых, обводнённых, насыщенных полостями разломов. Полости образуются при сдвиге бортов разломов на участках, где они осложнены изгибами. Модели формирования таких полостей разработаны автором при изучении инверсионных структур востока Азии – приразломных впадин в орогенах и внутренних поднятиях в рифтогенах.

УГВ представляет собой также и комплексный (Еh-, Ph-, электрохимический, микробиологический) *геохимический* барьер, определяющий гидрохимию обводнённой части пещеры. Выше УГВ, над осушенной частью пещерной галереи, работает *трещин-*

но-инфильтрационная система (ТИС) с нисходящим водным потоком. Во вмещающем её известняковом субстрате она растворяет карбонаты, сбрасывая их затем на локальных барьерах в кровле осушенных залов пещеры, с образованием сталактитов и сталагмитов. Модель ТИС разработана автором на примере трещинно-инфильтрационных месторождений урана.

В спелеологии принято считать, что пещеры начинали развиваться с неогена. Однако они вполне могли формироваться и ранее. Но большинство таких пещер не сохранилось – их «хрупкие» структуры были уничтожены более поздними глубинными и экзогенными процессами.

Все известные пещеры, исходя из их позиции во вмещающей геологической системе, можно разделить на две временные группы. Пещеры *первой группы* были сформированы до голоцена. Многие из них сохранили в себе следы пребывания гоминидов возраста от конца плиоцена до начала голоцена. Ко времени их появления эти пещеры уже были *взброшены и осушены*. После взброса в них наращивалась лишь нижняя, обводнённая часть.

Современное же состояние этих пещер и их культурных слоёв определила *голоценовая активизация*. Все они представляют собой сейчас *реликтовые* образования. Именно эти пещеры и являются основными объектами данного исследования.

Пещеры *второй группы* были сформированы в голоцене – это прямой продукт голоценовой активизации. В голоценовых пещерах следы постоянного проживания Человека отсутствуют. Такие пещеры получили распространение, в частности, на территории Поволжья [1].

Ярким представителем пещер *доголоценового* заложения является известная *Денисова пещера*. Она содержит уникальный набор культурных слоёв плейстоцен-голоценового возраста, длительное время исследуемых новосибирскими археологами под руководством академика А.П. Деревянко [4,5]. Расположена она на северо-западе Алтая, на юго-западном склоне Ануйского хребта (**рис. 1**).

Ороген Алтай – часть голоценовой орогенной системы Альпийско-Гималайского подвижного пояса, насыщенного реликтами мезозойско-кайнозойских рифтогенных впадин. *Ануйский хребет* с его северо-западным простираением дискордантен субширотной системе Алтайского орогена. Контролирующие его разломы продолжаются к юго-востоку, на территорию западной Монголии. Там по ним была взброшена в голоцене структура *Монгольского Алтая*, взломавшая Монгольское нагорье с его (реликтовыми) мезозойскими впадинами.

Пещера приурочена к крупному блоку известняков силура, ограниченному хорошо выраженными на космоснимках разломами (см. рис. 1Б). Он был взброшен в голоцене с амплитудой около 200 м и разбит на более мелкие блоки. Один из таких блоков и вмещает Денисову пещеру. На фото (**рис. 2**) видны следы ступенчатого взброса этого блока – системы чешуй с вертикальными бороздами скольжения.

Размеры Денисовой пещеры (**рис. 3А**) невелики – 270 м², что уже само по себе указывает на её *реликтовый* характер. Раскопами в центре основного зала пещеры и в обнажениях на её стенках вскрыто 27 культурных слоёв от палеолита до голоцена, насыщенных артефактами, ископаемыми останками человека и животных. Возраст этих слоёв подтверждён датировкой по ¹⁴С. Наиболее представительна ситуация *восточной стенки* основного зала пещеры (см. рис. 3Б-Г). Вскрытые на ней культурные слои *стратифицированы* А.П. Деревянко в систему «синклиналей» (см. рис. 3Г-Д).

Но на этой стенке по всем признакам обнажён *реликт* классического *тектонического клина*. В кровле и с боков содержащиеся в нём культурные слои ограничены

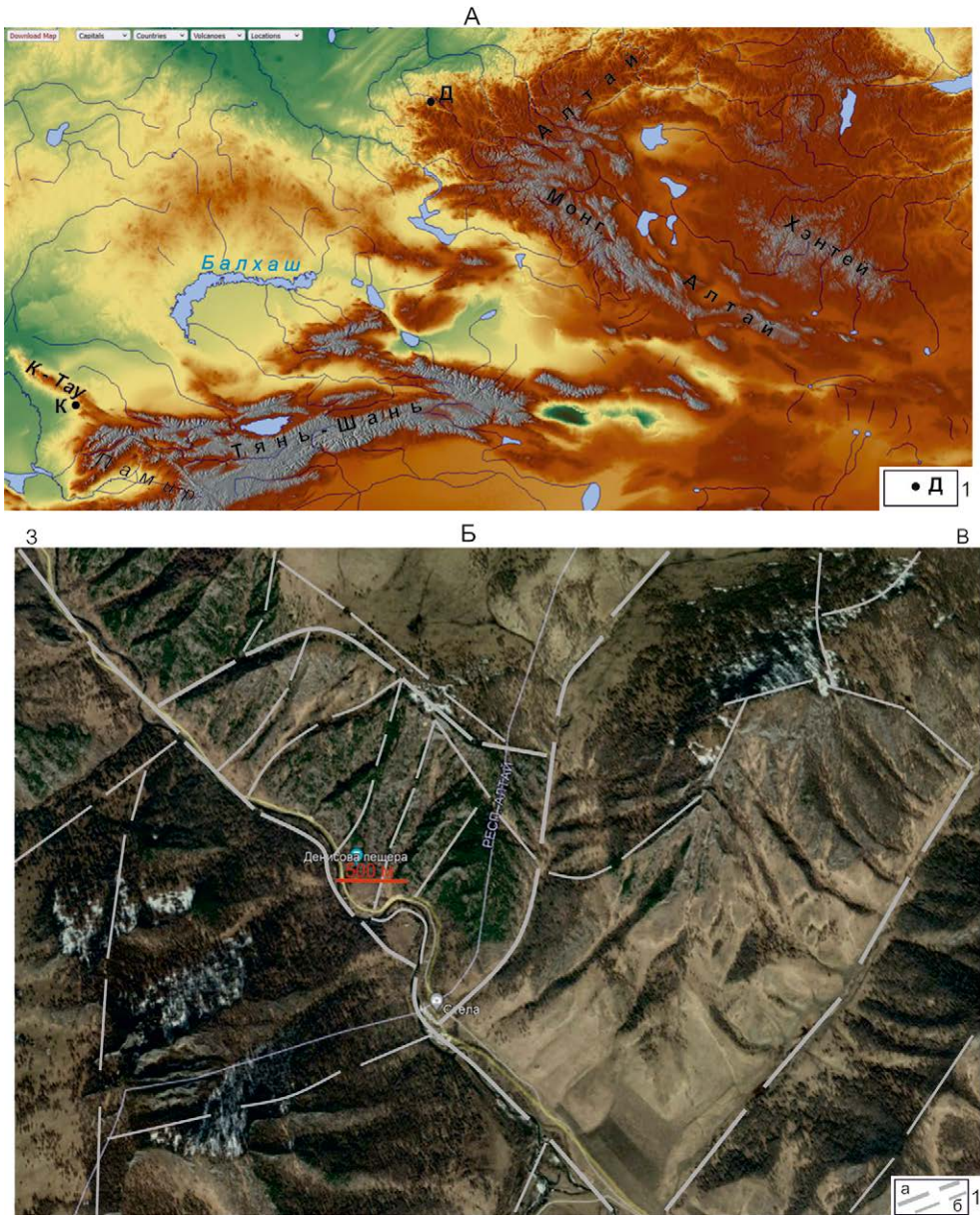


Рис. 1. Денисова пещера в голоценовой орогенной структуре Алтая. Дешифрирование автора. А. Общий вид Тянь-Шань – Алтайского фрагмента орогенной структуры АГПП. Снимок из <https://maps-for-free.com/>. Сокращения: Д – Денисова пещера, К – пещера Караунгир, К-Тай – Каратау. Б. Блок Алтайского орогена, вмещающий Денисову пещеру. Снимок Google (съёмка 12.14.2015).

Fig. 1. Dennis' Cave in the Holocene orogenic structure of Altai. Author's interpretation. A. General view of the Tien Shan – Altai fragment of the orogenic structure of the Altai Mountains. Image from <https://maps-for-free.com/>. Abbreviations: Д – Dennis' Cave, К – Karaungir Cave, К-Тай – Karatau. Б. Block of the Altai orogen containing Dennis' Cave. Google image (shot on 12/14/2015).



Рис. 2. Взбросовые деформации вмещающих известняков. Вид с юго-запада. Фото из [4]. Дешифрирование автора. Легенда под рисунком: разрывные нарушения – вверху основные, внизу прочие.

Fig. 2. Reverse deformations of the enclosing limestones. View from the southwest. Photo from Ref. [4]. Author's interpretation.

разрывными нарушениями (см. рис. 3В), а вмещающие пещеру известняки дроблены у контактов до состояния брекчии. Сами слои содержат угловатые обломки известняков. Ориентировка этих обломков не соответствует синклинальной стратификации. Аналогичный клин обнажён и на южной стенке.

Клин восточной стенки продолжается по полотну зала с расширением к его центру – в таком же деформированном виде. Здесь в верхней своей части он содержит эрозионный останец «афанасьевского» культурного слоя (ранний бронзовый век, 2190–3200 лет до н.э) и перекрывается современными отложениями.

Тектонические клинья Денисовой пещеры были сформированы взбросо-сдвиговой тектоникой в условиях масштабного сжатия. Вмещающие известняки были при этом дроблены, а рыхлый безводный субстрат культурных слоёв деформирован и перемешан с нарушением их первичного состояния.

В результате этих деформаций фрагменты ископаемых останков неандертальцев перемешались с остатками «денисовского» человека, что подтверждается датировками их абсолютного возраста [15] (рис. 4). В связи с этим высказанное А.П. Деревянко предположение об их совместном проживании в пещере, базирующееся на стратифицированной модели культурных слоёв, вызывает определённое сомнение.

Приведённая информация указывает на то, что в своём современном состоянии Денисова пещера представляет собой реликт значительно более крупной галереи, испытавшей довольно сложную эволюцию. Заложённая в неогене или ранее, она активно развивалась

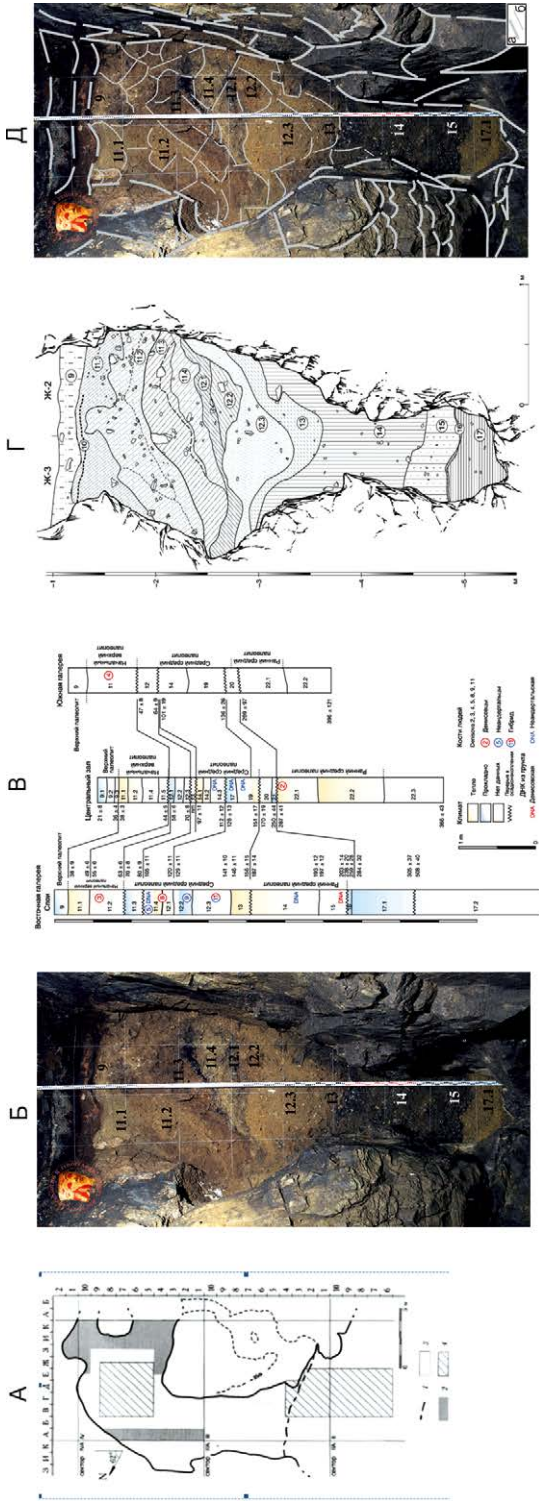


Рис. 3. Деформации культурных слоёв Денисовой пещеры. А. План внутренней части пещеры (по [4]): 1 – капельная линия; 2 – современная поверхность потолка; 3 – площадь вскрытых голоценовых отложений; 4 – площадь вскрытых отложений плейстоцена. Б. Восточная стенка пещеры (по [5]). В-Г. Стратифицированный разрез культурных слоёв в интерпретации А.П. Деревянко (по [4]). Д. Деформации культурных слоёв в реликтовом тектоническом клине восточной стенки (по [5]), дешифрирование автором). Разрывные нарушения: а – основные, б – второстепенные. Цифрами на Б-Д помечена нумерация слоёв.

Fig. 3. Deformations of the cultural layers of Denisova Cave. А. Plan of the inner part of the cave (according to [4]): 1 – drip line; 2 – modern web surface; 3 – area of uncovered Holocene deposits; 4 – area of uncovered Pleistocene deposits. Б. Eastern wall of the cave (according to [5]). В-Г. Stratified section of cultural layers in the interpretation of А.Р. Derevyanko (according to [4]). Д. Deformations of cultural layers in the relic tectonic wedge of the eastern wall (according to [5]), interpretation by the author). Faults: а – major, б – minor. The numbers on Б-Д indicate the numbering of layers.

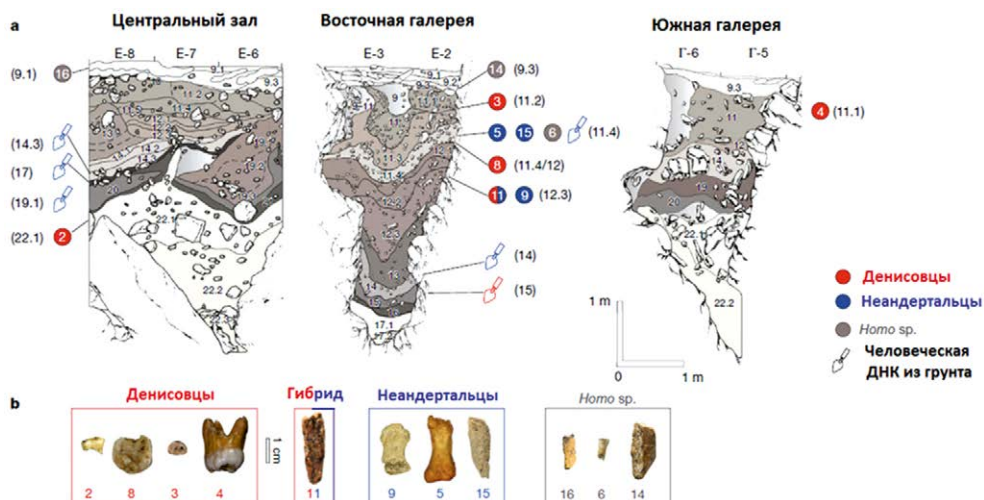


Рис. 4. Датировки абсолютного возраста культурных слоёв в тектоническом клине восточной стенки. Из [15].

Fig. 4. Absolute age dating of cultural layers in the tectonic wedge of the eastern wall (according to [15]).

до конца неогена, наращивая свою обводнённую систему. Но в конце плейстоцена она была *взброшена, осушена и заселена* – сначала неандертальцами, затем «денисовцами». Вскрытый при этом взбросе вход-портал находился, по-видимому, далеко в стороне от портала современной Денисовой пещеры.

В начале голоцена эта уже обжитая пещера была дополнительно взброшена вместе с её культурными слоями, разбита на более мелкие блоки и деформирована. Сейчас от неё в доступном для изучения виде сохранился лишь *реликтовый блок* собственно Денисовой пещеры с новым, открытым на юго-запад входом-порталом. На востоке и юге она была запечатана при взбросе. От её культурных слоёв сохранились лишь реликтовые тектонические клинья. Но к северо-востоку и к юго-западу от неё могут находиться другие блоки первичной пещерной галереи, со своими реликтами культурных слоёв.

Близка по времени заложения к Денисовой пещере и наложенным на неё деформациям пещера **Караунгур** (рис. 5). В 1992 г. она была исследована совместной российско-казахстанской экспедицией под руководством А.П. Деревянко. Но в ней раскопком был вскрыт лишь *один* культурный слой, датированный 5-м тысячелетием до н.э.

Расположена эта пещера на юго-западном борту *инверсионного поднятия Каратау*, северо-западного отрога, активизированного в голоцене орогена Тянь-Шаня. Этим поднятием (см. рис. 5А), взброшенным по системе Каратауских разломов, была взломана мезозойско-кайнозойская *протовпадина*, объединявшая реликтовые сейчас структуры Чу-Сарьсуйской и Сыр-Дарьинской впадин. Модель её трансформаций представлена в работе [13].

Хребет Каратау, с абсолютными отметками его поверхности до 2000 м, нерегулярно снижается к северо-западу. На всем 550-километровом протяжении его отличает контрастный, неравновесный рельеф. Современная активность Каратау обозначена его высокой сейсмичностью. Поднятие сложено породами протерозоя, девона и карбона. Но на поверхности этого древнего субстрата встречаются реликты *юрских* осадков. Самый известный из них – *юрское «озеро» Аулис* [16], осадки которого насыщены ис-

А



Б

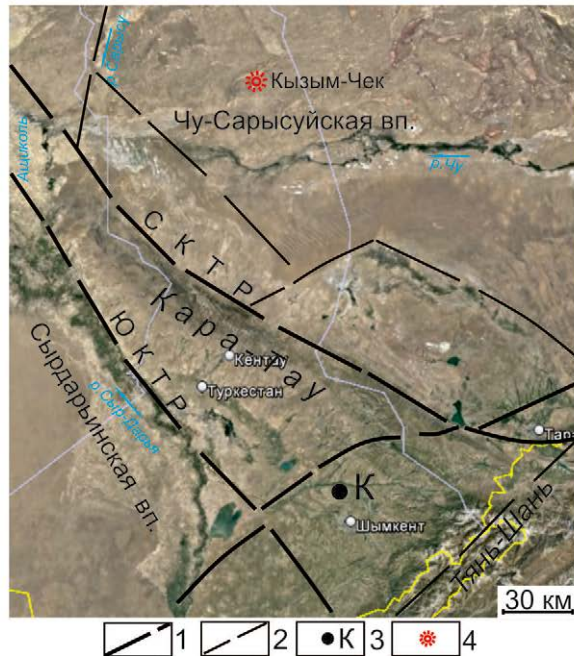


Рис. 5. Реликтовая пещера Караунгир. А. Позиция пещеры в региональной структуре. Снимок Google (съёмка 12.14.2015): 1 – разломы, контролировавшие взброс Каратау: СКТР – Северо-Карауауский, ЮКТР – Южно-Карауауский. 2 – прочие разломы. 3 – пещера Караунгир. 4 – астроблема Кызым-Чек (из [13] с дополнением). Б. Вход-портал пещеры. Из: e-history.kz.

Fig. 5. Relict cave Karaungir. А. The position of the cave in the regional structure. Google image (shot 12/14/2015): 1. Faults that controlled the Karatau reverse fault: СКТР – North Karatau, ЮКТР – South Karatau. 2. Other faults. 3. Karaungir Cave. 4. Kyzym-Chek astrobleme (according to [13], with addition). Б. Entrance-portal of the cave (arom: e-history.kz).

копаемыми остатками этого возраста. Юрские осадки выполняли наиболее глубокие части протовпадины.

Пещера Караунгир находится в таком же, как и Денисова, взброшенном в голоцене блоке, взломавшем более раннюю и более крупную пещерную галерею. При взбросе Каратау обнажился её новый вход-портал с системой чешуй, подобных порталу Денисовой пещеры (см. рис. 5Б). Этот вход является дополнительным свидетельством голоценового взброса Каратау. В подводных условиях эта пещера развивалась, очевидно, более длительное время, чем Денисова. Она была взброшена, осушена, заселена и покинута людьми в начале голоцена.

К этому следует добавить, что на другой стороне Каратау, в Чу-Сарысуйской впадине, находится *астроблема Кызым-Чек* (см. рис. 5А) с кольцевой структурой диаметром около 10 км. Она была исследована автором в 1973 г. при проведении поисков на уран. В результате реактивной отдачи коры на удар астероида на поверхность в ней было выведено сегментированное кольцо красноцветов пермо-карбона, фундамента впадины. Это кольцо прорвало 600-метровый чехол её рыхлых обводнённых осадков. Взброс Каратау был, вероятно, спровоцирован ударом сформировавшего эту астроблему астероида – представителя бомбардировавшего Землю голоценового астероидного потока.

Группа реликтовых пещер *Чжоукоудянь* [6] находится на горе *Лунгушань*, в 45 км к юго-западу от Пекина (рис. 6А). Размеры пещер невелики – от 30 до 150 м. В них выделено 13 культурных слоёв общей мощностью до 40 м, с костными остатками гоминидов и других животных, датированных ¹⁴С-анализом возрастом от 30 до 780 тыс. лет. Китайским археологам они послужили основой для изучения истории синантропа – «пекинского» человека. Находок более позднего возраста здесь не получено.

Гора Лунгушань – ещё одна разновидность сложно построенного плейстоцен-голоценового инверсионного поднятия. Расположено оно на северо-западном борту новейшей (реликтовой) впадины, заложённой на поверхности Китайского кратона. Сложено поднятие известняками и кремнистыми сланцами протерозоя. На поверхность оно было выведено примерно в середине плейстоцена. Его образование сопровождалось взбросом, взломом и осушением крупной обводнённой системы пещерных галерей, сформированной в фундаменте впадины *до плейстоцена*. Осушенные при взбросе фрагменты этих галерей были заселены «пекинским» человеком, а затем и более поздними жителями.

Далее, в *начале голоцена*, вмещающая поднятие Лунгушань новейшая впадина была дополнительно взброшена вместе с ним и эродирована. К настоящему времени значительная часть её реликтовой структуры перекрыта *лессами* Великой Китайской равнины, принесёнными из глубины континента.

Поднятия было разбито при взбросе на мелкие разновысокие блоки, деформировано ЗПС-тектоникой и подвержено эрозии. Для его современной структуры характерен контрастный, неравновесный рельеф. Склоны отдельных блоков имеют крутую (до вертикальной) ориентировку. Вся эта обновлённая структура вместе с вмещающими её новейшими осадками и голоценовыми лессами прорезается современной речной сетью – притоками Хуанхэ.

Осушенная ранее система пещерных галерей была взломана в голоцене, с образованием новых входов-порталов. Верхние её части были разрушены и эродированы. Были выведены на поверхность, подвержены эрозии и сформированные в ней культурные слои (см. рис. 6Б-В). Верхние слои, моложе 30 тыс. лет, были полностью сняты эрозией. После этих трансформаций система пещер Чжоукоудянь стала непригодной для проживания людей. Но рядом в долине Хуанхэ находится лёссовое плато, обеспечившее

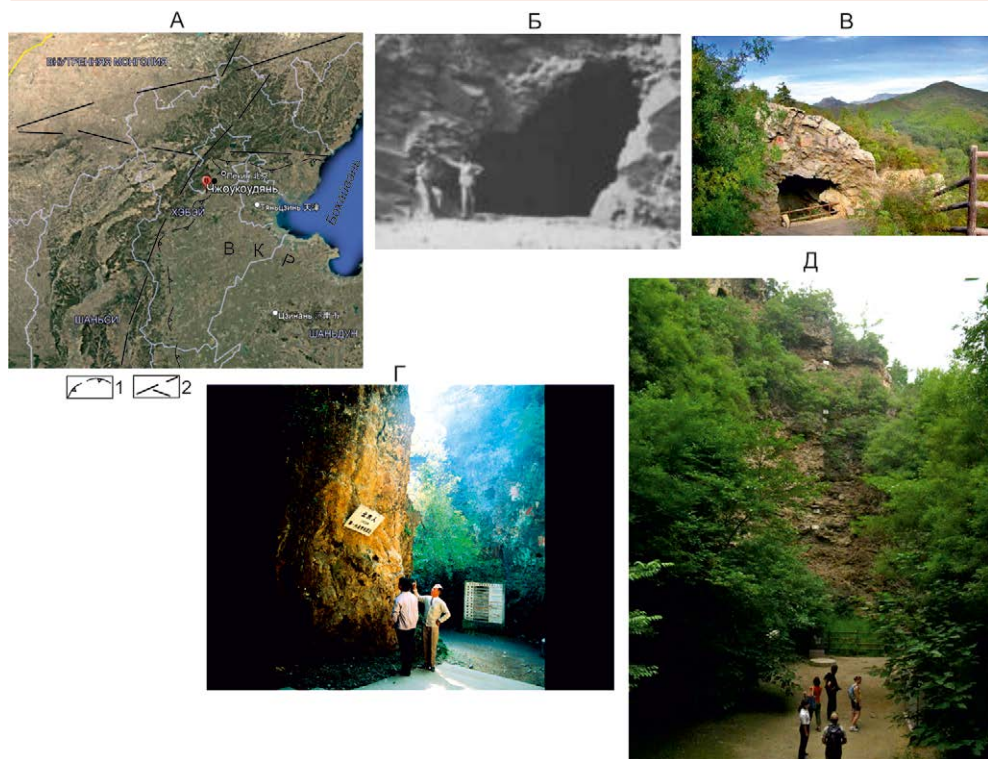


Рис. 6. Система пещерной галереи Чжоукоудянь, деформированная голоценовой тектоникой и эрозией. Район Пекина. А. Позиция системы (красная точка) в региональной структуре. Снимок Google (съёмка 1.11.2021), дешифрирование автора: 1. Контур реликтовой новейшей впадины, перекрытой лёссами Великой Китайской равнины (ВКР). 2. Голоценовые разломы. Б–Б'. Фото портала пещеры: Б – 1921 г. Из [6], Б' – наше время. Из: *old.bigenc.ru>archeology*. Г–Д. Реликты культурных слоёв пещерной галереи Чжоукоудянь, вскрытой голоценовой эрозией после её взброса (по *old.bigenc.ru>archeology*).

Fig. 6. Zhoukoudian cave gallery system deformed by Holocene tectonics and erosion. Beijing area. A. Position of the system (red dot) in the regional structure. Google image (shot 1/11/2021), deciphered by the author: 1. Contour of the relict recent depression covered by loess of the Great China Plain (GCP). 2. Holocene faults. B–B'. Photo of the cave portal: B – 1921. From Ref. [6], B' – present day. From: *old.bigenc.ru>archeology*. Г–Д. Relics of the cultural layers of the Zhoukoudian cave gallery, exposed by Holocene erosion after its uplift. From: *old.bigenc.ru>archeology*.

для них возможность строительства пещер-новоделов – здесь были образованы целые пещерные поселения.

Весьма специфичны пещеры в зоне перехода континент–океан, с системой голоценовых рифтогенов задуговых морей Тихого океана. Показательны в этом плане пещеры «башенных» островов бухты Халонг, Вьетнам (рис. 7). Острова сложены известняками палеозоя. Ложе бухты было проработано ЗПС-тектоникой в голоцене, с формированием локальных инверсионных поднятий-островов, продолжающих воздыматься до настоящего времени. Модель формирования таких поднятий была разработана автором на примере островов Шантарского архипелага [11].

«Башенные» острова отличаются субвертикальными бортами. При их подъёме была взброшена, взломана и частично осушена крупная система пещерных галерей, с

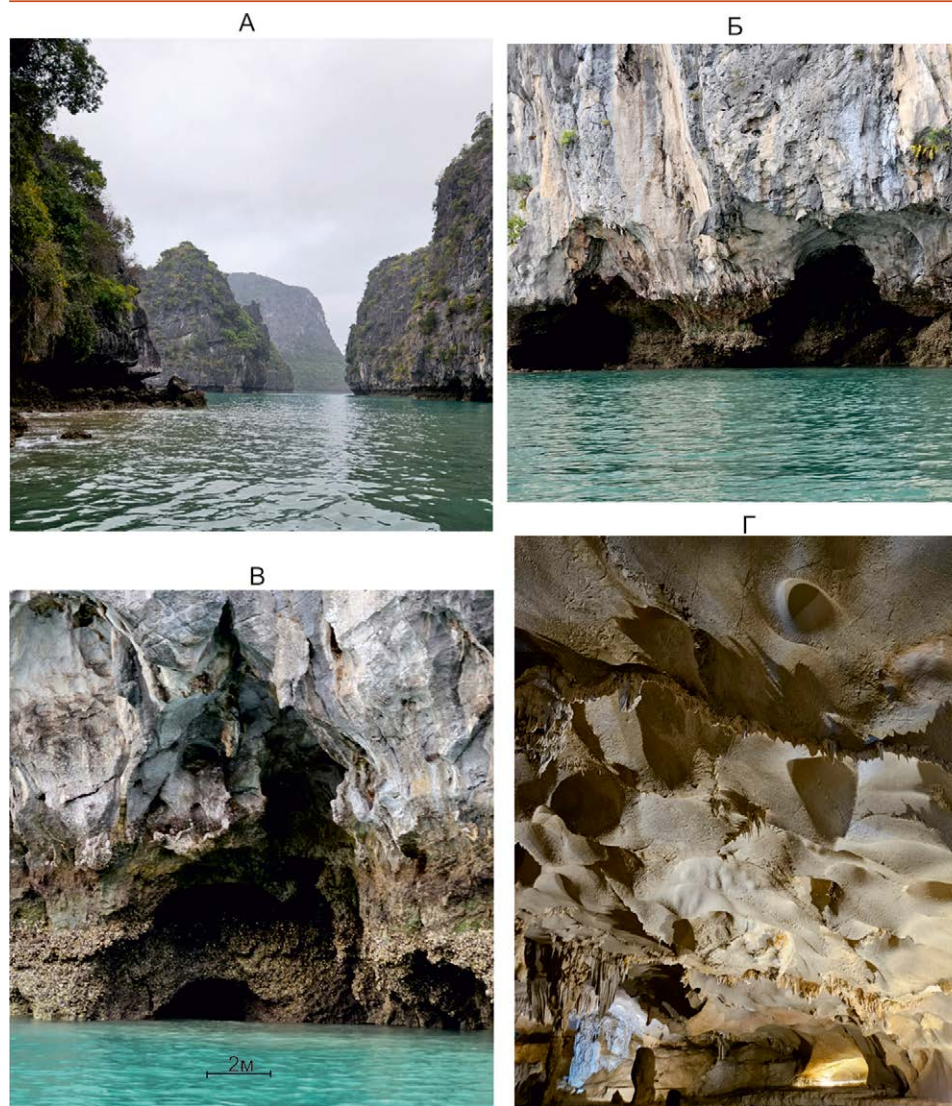


Рис. 7. Реликты пещерной галереи в «башенных» островах бухты Халонг, Вьетнам. А. Фрагмент архипелага. Б–В. Острова с частично осушенными пещерами. Г. Сталактиты и сталагмиты в осушенном зале пещеры. Фото А.А. Коковкиной, 2024 г.

Fig. 7. Relics of the cave gallery in the “tower” islands of Halong Bay, Vietnam. А. Fragment of the archipelago. Б–В. Islands with partially drained caves. Г. Stalactites and stalagmites in the drained hall of the cave. Photo by A.A. Kokovkina, 2024.

формированием входов-порталов, имеющих выраженные следы голоценовых взбросов. Сами пещеры несут на себе следы пребывания лишь *современного* человека. При этом их осушенные залы насыщены сталактитами и сталагмитами. Голоценовые трещинно-инфильтрационные системы работают здесь круглый год и весьма продуктивно.

Из приведённых примеров видно, что осушенные пещеры азиатской *доголоценовой* возрастной группы, вместе с сохранившимися в них культурными слоями, представляют

собой *реликтовые* образования, развивавшиеся по индивидуальным сценариям. При этом все они, так или иначе, трансформированы *голоценовой тектоникой и эрозией*.

На этих примерах показана эффективность *эволюционного междисциплинарного подхода* к исследованию пещер, рассматриваемых в качестве составной части вмещающей геологической системы. Такой подход может быть применён и для расшифровки феноменов пещер *Стеркфонтейн* и *Мамонтовой пещеры*, включённых, как Денисова пещера и пещера Чжоукоудянь, в список Всемирного наследия ЮНЕСКО.

Стеркфонтейн – комплекс пещер глубиной до 40 м, расположенных на северо-востоке ЮАР, в 40 км северо-западнее Йоханнесбурга [7]. За 100 лет археологических исследований здесь были найдены ископаемые остатки гоминидов и других животных, датированные возрастом 2,8–1,4 млн лет, с многочисленными артефактами. При этом более молодых находок здесь не обнаружено – феномен, не находящий объяснения у археологов.

Верхняя часть этой пещерной системы осушена, нижняя же местами обводнена. Судя по всему, эти пещеры испытали весьма сложную эволюцию. В своём современном состоянии это отчётливо реликтовые образования, фрагменты более крупной галерейной системы. Она была взброшена, очевидно, ещё в конце плиоцена, её верхняя часть была осушена и заселена – сначала австралопитеками, а затем людьми палеолита. Но в конце плейстоцена и в голоцене вся эта галерейная система, вместе со сформированными в ней культурными слоями, была дополнительно взброшена, разделена на отдельные блоки и подвержена масштабной дефляционной эрозии.

Мамонтова пещера [14] расположена в западной части Аппалачских гор, на востоке США. Эта самая крупная из известных пещер представлена системой галерей протяжённостью более 700 км. Поскольку сформирована она в крепких известняках, то на её развитие ушло, очевидно, достаточно длительное время. В наше время её галерейная система в основном *осушена*, но в ней самые ранние следы оставили лишь *современные индейцы*. Данный феномен можно объяснить тем, что взброшена и осушена она была уже *в голоцене*, в результате взброса орогена Аппалач. До этого времени она была обводнена и для человека недоступна.

Заключение. Представленное здесь исследование выполнено на эволюционной междисциплинарной основе, на стыке геологии со спелеологией и археологией. При этом получена принципиально новая информация. Она позволяет во многом пересмотреть устоявшиеся представления о характере развития пещер, о состоянии их современных структур, о формировании и современном состоянии находящихся в них культурных слоёв и о характере развития вмещающих пещеры геологических структур.

Пещеры представлены как составные части геологических систем. Преимущественное развитие они получили в породах фундамента мезозойско-кайнозойских впадин – на их обрамлении и на внутренних поднятиях. Их хрупкие структуры легко трансформируются глубинными и экзогенными геологическими процессами.

Выделены две возрастные группы пещер. Пещеры ранней группы заложены в неогене и ранее. Многие из них содержат следы пребывания гоминидов возрастом от плейстоцена до первой половины голоцена. В своём современном состоянии они представлены отчётливо реликтивными образованиями, несущими на себе следы различных трансформаций.

Пещеры второй группы сформированы в голоцене – это прямой продукт голоценовой активизации. Они лишены следов пребывания древних людей.

Многие из пещер ранней группы были взброшены и осушены к позднему плейстоцену. Они были последовательно заселены гоминидами – от австралопитеков до людей неолита.

Эти пещеры, вместе с их культурными слоями, были деформированы в начале голоцена взбросо-сдвиговой тектоникой и подвержены эрозии. Их деформации являются индикаторами старта голоценовой активизации.

Входы-порталы ранних пещер несут на себе выраженные следы взбросовых деформаций. Эти порталы – результат и дополнительный индикатор голоценового взброса.

Предложенный подход к исследованию стыковых областей геологии со спелеологией и археологией показал его эффективность для изучения голоценовой активизации и возможность его использования на стыке геологии с другими дисциплинами.

Благодарности и источники финансирования. Автор благодарит доктора физ.-техн. наук, зав. лабораторией сейсмологии и сейсмотектоники ИТиГ ДВО РАН В.Г. Быкова за помощь в проводимых исследованиях, а также сотрудницу лаборатории Н.В. Сатонину за подготовку электронной версии статьи.

Исследование проведено в соответствии с тематикой государственного задания Института тектоники и геофизики им. Ю.А. Косыгина ДВО РАН № 22041100034-6.

ЛИТЕРАТУРА

1. Браташова С.А., Иванов А.В. Антропогенные пещеры. Вопросы спелестологии на примере Саратовского Поволжья. М.: Изд-во «Макс-Пресс», 2007. 220 с.
2. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и её окружения / Отв. редактор А.А. Ярошевский. М.: Наука, 1987. 340 с.
3. Гумилёв Л.Н. Этногенез и биосфера Земли / Под ред. В.С. Жекулина. Л.: Изд-во ЛГУ, 1989. 496 с.
4. Деревянко А.П. Природная среда и человек в палеолите Горного Алтая // Условия обитания в окрестностях Денисовой пещеры (в соавт. с А.К. Агаджаняном, М.В. Шуньковым и др.). Новосибирск, 2003. 448 с.
5. Деревянко А.П., Шуньков М.В., Ульянов В.А., Козликин М.Б., Чеха А.М. Исследование отложений среднего палеолита в восточной галерее Денисовой пещеры // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий: Мат. Итоговой сессии Ин-та археологии и этнографии СО РАН. Новосибирск: Изд-во ИАЭТ СО РАН, 2012. Т. XVIII. С. 78–82.
6. Деревянко А.П. Палеолит // История Китая с древнейших времен до начала XXI века. М., 2016. Т. 1. 974 с.
7. Дробышевский С.В. Стеркфонтейн // Большая российская энциклопедия. Т. 31. Москва, 2016. С. 238.
8. Дублянский В.Н., Дублянская Г.Н., Лавров И.А. Классификация, использование и охрана подземных пространств. Екатеринбург: УрО РАН, 2001. 195 с.
9. Коковкин А.А. Эволюция новейшей окраинно-континентальной структуры Намибии и структура-антипод Востока Азии. Опыт междисциплинарного исследования на синергетической основе. Саратов: Приволжская книжная палата, 2014. 188 с.
10. Коковкин А.А., Горшков М.В. О влиянии неоплейстоцен-голоценовой тектоники и сейсмотектоники на поселения осиповской культуры начального неолита (на примере новейшей структуры Хабаровско-Хехцирской системы поднятий с поселениями Гончарка-1, Амур-2 и Осиповка-1,2) // Вестник ДВО РАН. 2018. № 6 (202). С. 79–90.
11. Коковкин А.А. Эволюционная модель новейшей структуры Шантарского архипелага // Отечественная геология. 2019. № 2. С. 73–89. DOI: 10.24411/0869-7175-2019-10017.
12. Коковкин А.А. Феномен глобальной голоценовой активизации на примерах новейших структур востока Азии, Среднего Поволжья и Намибии: индикаторы, проблемные вопросы и природа явления // Вестник ДВО РАН. № 2. 2023. С. 5–41.
13. Коковкин А.А. О влиянии голоценовой активизации на гидrogenный урановый рудогенез в мезозойско-кайнозойских рифтогенах Монголии, Притяньшанья, Памира и востока Азии // Региональная геология и металлогения. 2023. № 96. С. 92–110.

14. Мамонтова пещера // Большая российская энциклопедия. Электронная версия (2017) (<https://old.bigenc.ru/geography/text/2155993>).
15. Bence Viola, et al. Age estimates for hominin fossils and the onset of the Upper Palaeolithic at Denisova Cave // *Nature*. 2019. V. 565. P. 640–644. <https://doi.org/10.1038/S41586-018-0870-Z>.
16. Nigmatova S.A., et al. Jurassic lake of Karatau: the present state of the unique location of the fossil flora and fauna // *Proc. of the Natural Academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences*. 2017. V. 3. P. 10–23.
17. Sterkfontein // *Britannica* (<https://www.britannica.com/place/Sterkfontein>).

REFERENCES

1. Bratashova, S.A., Ivanov, A.V., *Anthropogenic caves. Issues of speleology on the example of the Saratov Volga region* (Moscow: Maks-Press, 2007) (in Russian).
2. Vernadsky, V.I., *Chemical structure of the Earth's biosphere and its environment* (Moscow: Nauka, 1987) (in Russian).
3. Gumilev, L.N., *Ethnogenesis and the biosphere of Earth* (Leningrad: Publishing house of LSU, 1989) (in Russian).
4. Derevyanko, A.P., “Natural environment and man in the Paleolithic of Gorny Altai”, *Living conditions in the vicinity of Dennis' cave* (Novosibirsk, 2003) (in Russian).
5. Derevyanko A.P. et al., “Study of Middle Paleolithic deposits in the eastern gallery of Dennis' Cave”, *Problems of archeology, ethnography, anthropology of Siberia and adjacent territories XVIII*, 78–82 (2012) (in Russian)
6. Derevyanko, A.P., “Paleolithic”, *History of China from ancient times to the beginning of the 21st century* (Moscow, 2016. Vol. 1) (in Russian).
7. Drobyshesky, S.V., “Sterkfontein”, *Great Russian Encyclopedia* **31**, 328 (Moscow, 2016) (in Russian).
8. Dublyansky, V.N., Dublyanskaya, G.N., Lavrov, I.A., *Classification, use and protection of underground spaces* (Yekaterinburg: Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 2001) (in Russian).
9. Kokovkin, A.A., *Evolution of the newest marginal-continental structure of Namibia and the antipode structure of East Asia. The experience of interdisciplinary research on a synergetic basis* (Saratov: Privolzhskaya Book Chamber, 2014) (in Russian).
10. Kokovkin, A.A., Gorshkov, M.V., “On the influence of Pleistocene-Holocene tectonics and seismotectonics on the settlements of the Osipov culture of the Early Neolithic (using the example of the latest structure of the Khabarovsk-Khekhtsir uplift system with the settlements of Goncharka-1, Amur-2 and Osipovka-1,2)”, *Vestnik DVO RUN* [Bull. of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences] **6** (202), 79–90 (2018) (in Russian).
11. Kokovkin, A.A., “The evolutionary model of the newest structure of the Shantar archipelago”, *Otechestvennaya geologiya* [Domestic geology] **2**, 73–89 (2019) (in Russian). DOI: 10.24411/0869-7175-2019-10017.
12. Kokovkin, A.A., “The phenomenon of global Holocene activation using the examples of the latest structures in East Asia, the Middle Volga region and Namibia: indicators, problematic issues and the nature of the phenomenon”, *Vestnik DVO RUN* [Bull. of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences] **2**, 5–41 (2023) (in Russian).
13. Kokovkin, A.A., “On the influence of Holocene activation on hydrogenic uranium ore formation in the Mesozoic-Cenozoic rifts of Mongolia, Xianshan, Pamir and East Asia”, *Regionalnaja geologija i metallogenija* [Regional geology and metallogeny] **96**, 92–110 (2023) (in Russian).
14. “Mammoth cave”, <https://www.nps.gov/mac/index.htm>
15. Bence Viola, et al., “Age estimates for hominin fossils and the onset of the Upper Palaeolithic at Denisova Cave”, *Nature* **565**, 640–644 (2019).
16. Nigmatova, S.A., et al., “Jurassic lake of Karatau: the present state of the unique location of the fossil flora and fauna”, *Proc. of the Natural Academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences* **3** (423), 10–23 (2017).
17. “Sterkfontein”, *Britannica* (www.britannica.com).