

Воздействие глобальной голоценовой активизации на позднелейстоценовое оледенение и природную среду Северной Евразии (на примере Восточно-Европейской равнины)

А.А. Коковкин, А.В. Иванов*

Статья представляет результаты исследований по проблеме глобальной голоценовой активизации, проведённых на стыке голоценовой тектоники, палеогеографии, гляциологии и археологии. Более ранними работами исследованы стыковые области тектоники с рудной геологией, метеоритикой, спелеологией и геоморфологией. Базисной моделью является модель пульсационно расширяющейся Земли. Для Северной Евразии предложен принципиально новый сценарий развития позднелейстоценового оледенения. Ледники рассматриваются как составные части вмещающей геологической системы. Источником вещества для них являются льды Северного Ледовитого океана. Энергию движения ледников обеспечивает режим глобального позднелейстоценового сжатия. Таяние последних ледников объясняется импульсным наращиванием глобального сжатия с активизацией континентального орогенеза на рубеже плейстоцен – голоцен в результате бомбардировки планеты потоком астероидов. Активизация сопровождалась изменением природной среды, с катастрофическими последствиями для популяции мамонтов и неолитических культур Северной Евразии. Рассмотрены трансформации голоценовой тектоники, эрозией и абразией московской морены – последней морены позднелейстоценового оледенения в ряде разрезов.

Ключевые слова: плейстоцен-голоценовый ритм глобального сжатия, сейсмотектоника, оледенение, популяция мамонтов, культуры палеолита – неолита, моренные отложения.

Ссылка для цитирования: Коковкин А.А., Иванов А.В. Воздействие глобальной голоценовой активизации на позднелейстоценовое оледенение и природную среду Северной Евразии (на примере Восточно-Европейской равнины) // Жизнь Земли. 2025. Т. 48, № 2. С. 186–204. DOI: 10.29003/m5336.0514-7468.2026_48_2/186-204.

Поступила 26.03.2026 / Принята к публикации 27.05.2026

Impact of Global Holocene Activization on Late Plateaued Elevation and the Natural Environment of Northern Eurasia (on the example of Eastern European Plain)

A.A. Kokovkin¹, A.V. Ivanov^{2,3,4}

¹ Leading Researcher; Institute of Tectonics and Geophysics, Far East Branch, Russian Academy of Sciences (ITIG FEB RAS), Khabarovsk

² Lomonosov Moscow State University, Moscow

³ Institute of Geography RAS, Moscow

⁴ Tambov State Technical University, Tambov

* Коковкин Александр Александрович – д.г.-м.н., в.н.с., Институт тектоники и геофизики имени Ю.А. Косыгина ДВО РАН, kokovkin@itig.as.khb.ru, ORCID: 0000-0003-1735-1600; Иванов Алексей Викторович – к.г.-м.н., в.н.с., Музей землеведения МГУ, с.н.с., Институт географии РАН, доцент, Тамбовский государственный технический университет, ivanovav@igras.ru, ORCID: 0000-0003-2788-0215.

The article presents the results of our research on the problem of global Holocene activation, conducted at the junction of Holocene tectonics, paleogeography, glaciology, and archaeology. Earlier works have studied the junction areas of tectonics with ore geology, meteoritics, speleology, and geomorphology. The basic model for them is the model of a pulsating expanding Earth. A fundamentally new scenario for the development of Late Pleistocene glaciation has been proposed for Northern Eurasia. Glaciers are considered as components of the host geological system. The source of their matter is the ice from the Arctic Ocean. The energy for glacier movement is provided by the regime of global Late Pleistocene compression. The melting of the last glaciers is explained by the impulsive increase in global compression and the activation of continental orogeny at the turn of the Pleistocene-Holocene as a result of the planet's bombardment by an asteroid stream. The activation was accompanied by changes in the natural environment, with catastrophic consequences for the mammoth population and the Neolithic cultures of northern Eurasia. The transformations of the Holocene tectonics, erosion, and abrasion of the Moscow Moraine, the last moraine of the Late Pleistocene glaciation, are considered.

Keywords: Pleistocene-Holocene global compression rhythm, Holocene activation, seismotectonics, glaciation, mammoth population, Paleolithic – Neolithic cultures, glacial deposits.

For citation: Kokovkin, A.A., Ivanov, A.V., “Impact of global holocene activation on late plateaued elevation and the natural environment of Northern Eurasia (on the example of Eastern European Plain)”, *Zhizn Zemli* [Life of the Earth] **48**, no 1, 186–204. (2026) (in Russ., abstr. in Engl.). DOI: 10.29003/m5336.0514-7468.2026_48_2/186-204.

Введение. Глобальная голоценовая активизация радикальным образом преобразовала структуру земной коры и природную среду. В публикациях [11–17] показана масштабность голоценовой тектоники, сейсмотектоники, эрозии и абразии, выделены их индикаторы. Эффективности этих исследований способствовала проработка *стыковых областей* тектоники и сейсмотектоники с рудной геологией, с археологией, геоморфологией, спелеологией, палеогеографией и метеоритикой.

Исследования выполнены в рамках модели пульсационно расширяющейся Земли (далее «волновая модель»). Источником энергии и вещества является земное ядро, в котором вещество свёрнуто до сверхплотного состояния, как в сингулярной точке Большого взрыва или в ядре «изначально гибридной Земли» В.Н. Ларина [19].

Структура земной коры с её континентами и суперплюмами сохранила своё состояние в относительно неизменном виде с рубежа палеозой – мезозой. На этом рубеже, после удара гигантского астероида в тихоокеанский сектор Земли, образовался Тихоокеанский суперплюм с системой других суперплюмов. Э.М. Галимов с этим ударом связывал образование Луны [3]. Далее Земля развивалась под влиянием двух доминирующих ритмов расширения (триас-раннемелового и эоцен-среднеплейстоценового) и двух подчинённых им ритмов сжатия: позднемелового-палеоценового и позднеплейстоценового-голоценового. Эта глобальная ритмика транслирована в земную кору пульсациями мантии и суперплюмов с их периферическими плюмовыми системами.

В контексте данного исследования важен *последний ритм сжатия*. Начавшееся в позднем плейстоцене глобальное сжатие сопровождалось просадкой суперплюмов и океанской трансгрессией, развитием континентального орогенеза. На всех континентах мезозойско-кайнозойские (в т. ч. новейшие) впадины были взброшены, выведены из области седиментации и вовлечены в эрозию; обновилась речная сеть и рельеф. Евразия, Северная Америка и Антарктида в это время подверглись оледенению.

На рубеже плейстоцен – голоцен Землю бомбардировал поток астероидов размером до многих километров [15, 17]. Он оставил на земной поверхности следы в виде астро-

блем диаметром до первых сотен километров. Их количество (более 4000) постоянно увеличивается по мере обработки информации по космическому зондированию.

Начавшееся ранее глобальное сжатие после этого резко усилилось, земная кора испытала импульсную активизацию. Суперплюмы увеличили скорость просадки, погружившись в среднем на 5–6 км. Их «макушки», обнажённые и препарированные во время новейшего ритма расширения, перекрылись океанами. Сохранившиеся на них отложения позднемезозойского – кайнозойского (доголоценового) возраста имеют *реликтовый* характер, а мощность сплошного плаща их (голоценовых) осадков исчезающе мала. В том числе они практически отсутствуют и в структурах глубоководных желобов с их субвертикальными стенками и глубинами до 10–12 км.

На континентах активизация выражена вспышкой орогенеза с формированием систем горных поднятий, взброшенных с амплитудой до многих километров (Гималаи, Тянь-Шань, Памир, Кавказ, Альпы, Кордильеры, Анды и др.). Континенты с этого времени сократили свои контуры, от них отчленились архипелаги и острова, сформировались современные зоны перехода «континент – океан». Эрозия разрушала в первую очередь рыхлые осадки взброшенных мезозойско-кайнозойских рифтогенных впадин. В своём *современном* состоянии все эти впадины – отчётливо реликтовые структуры, составные части голоценовых орогенных систем.

Наблюдавшиеся деформации *памятников неолита* (в пещерах и за их пределами), с их надёжно датированными культурными слоями, позволили определить время вспышки голоценового орогенеза двумя первыми тысячелетиями голоцена [13, 16]. Его импульсные, масштабные тектонические и сейсмические процессы стали катастрофой для культур неолита. Но их медленно эволюционировавшие культуры сменили на рубеже плейстоцен – голоцен сообщества, развивающиеся во «взрывном» режиме. Причина и механизм этого «взрыва» не находят объяснения у археологов и историков – он существует пока в статусе феномена. Однако отчётливая привязка его к рубежу плейстоцен – голоцен говорит о том, что именно голоценовая активизация стала причиной этого «взрыва».

Природная среда испытала значительные трансформации ещё в позднем плейстоцене, с переходом Земли в режим сжатия, сменившего ритм новейшего расширения. Именно тогда северную часть Евразии захватило оледенение. Но на рубеже плейстоцен – голоцен, с началом голоценовой активизации, на Земле наступило глобальное потепление, эпоха оледенения завершилась. Последние ледники Евразии растаяли на рубеже плейстоцен – голоцен, сбросив на земную поверхность принесённые ими морены. В палеогеографии и гляциологии это признано в качестве научного факта. Возраст этих морен соответствует этому рубежу, а у наложенных на них глубинных и экзогенных процессов – голоценовый возраст. Ледники и морены рассматриваются нами (также как астроблемы, пещеры и памятники древних культур) как составные части геологических систем поверхностной зоны земной коры, развивающиеся в едином с ними геологическом контексте.

Безусловно, предлагаемая модель требует доработки и критического осмысления. Изложенная в статье концепция не соответствует сложившимся представлениям о характере развития позднеплейстоценового оледенения, поскольку основана на принципиально ином подходе к исследованию его сложноорганизованной системы – не на модели плит-тектоники, а на модели пульсационно-расширяющейся Земли. Оледенение представлено в ней как часть геологической системы континентальной коры, испытывавшее вместе с ней трансформации в ходе активизации, вызванной импульсом глобального

голоценового сжатия. Такая позиция не находит до сих пор должного отражения, и в настоящее время в литературе по геодинамической истории района доминирует концепция без существенной роли голоценовой активизации, что обуславливает принятие соответствующих механизмов климатических изменений и оледенений (см., например, [2, 4, 20, 28, 30]). При этом влияние на историю региона плюмовой активности описано для палеозоя – мезозоя. В частности, Арктический суперплюм выделен ранее (под разными названиями) в ряде работ [18, 24, 25], но фигурирует в них, по тем же причинам, как древняя, доголоценовая структура. Появление исследований в русле нетрадиционных воззрений может в перспективе послужить стимулом к новому синтезу идей по геологической истории региона и механизмам геодинамического взаимодействия геосфер.

Позднелейстоценовое оледенение. Оледенение Евразии и Северной Америки началось около 115 тыс. лет назад и носило стадийный характер [7, 8, 29]. Его стадии (MIS – Marine Isotope Stages) выделены на основе анализа изотопов кислорода в морских отложениях соответствующего возраста. Считается, что изменение соотношения между изотопами должно соответствовать чередованию тёплых и холодных периодов в палеоклимате Земли. По представлениям гляциологов, морены северной Евразии – производные *глетчерных ледников* Скандинавии, севера Урала и района Таймыра [8, 27]. Но само наличие этих глетчеров сомнительно, поскольку в позднем ллейстоцене их территории были освоены мамонтами, для жизни которых глетчеры противопоказаны. Для них необходимы холодные степные и не очень холодные тундровые ландшафты.

При этом глетчеры, длительно формирующиеся в условиях устойчивых отрицательных температур, статичны. Динамичное же перемещение позднелейстоценовых ледников мощностью в десятки метров на расстояние до 2000 км и более требует колоссальных затрат энергии. Статичные глетчеры таким энергетическим ресурсом не обладают. Для движущегося ледника необходим внешний источник энергии. Модель такой системы разработана на синергетической основе на примерах геологических систем востока Азии и Африки [11].

Периодичность движения и таяния ледников предполагает пульсационный механизм работы их энергетического источника. Для позднелейстоценовых ледников Евразии и Северной Америки такой механизм обеспечил ритм глобального позднелейстоценового сжатия, осложнённый пульсациями более высокой частоты. А источником вещества стала для них полярная «шапка» Арктики.

Иная ситуация в Антарктике. У её льдов километровая мощность, жёсткий породный фундамент, и она со всех сторон окружена океанами. Активизация голоценового сжатия отразилась взломом паковых льдов краевых частей её ледовой «шапки» на границе с океанской водой. На такой градиентной, метастабильной границе даже лёгкая активизация сжатия может привести к взрывной разгрузке накопленных во льдах напряжений. Это одна из базисных закономерностей напряжённо-деформированного состояния твёрдой коры, установленная работами М.А. Садовского [23]. В Антарктике разгрузка накопленных льдами напряжений сжатия сопровождается продолжающимся до настоящего времени образованием айсбергов.

В принципиально иных условиях развиваются *высокогорные* ледники. Их системы сформированы уже в голоцене. Источником энергии для их движения является пульсационное сжатие вмещающих (голоценовых) орогенных структур.

Контуры Евразии и Северной Америки в начале позднего ллейстоцена были значительно шире современных. Шпицберген, Земля Франца Иосифа, Новая и Северная Земля, Новосибирские острова и о. Врангеля были в позднем ллейстоцене частью Евразии.

Арктический суперплюм с началом позднеплейстоценового ритма сжатия начал сокращать свой объём, его апикальная часть заполнилась океаном и перекрывалась льдом. Хрупкий лёд Арктической «шапки» под действием импульсов сжатия взламывался и смещался на прилегающие континенты (**рис. 1**). Смещению способствовала несжимаемость океанской воды.

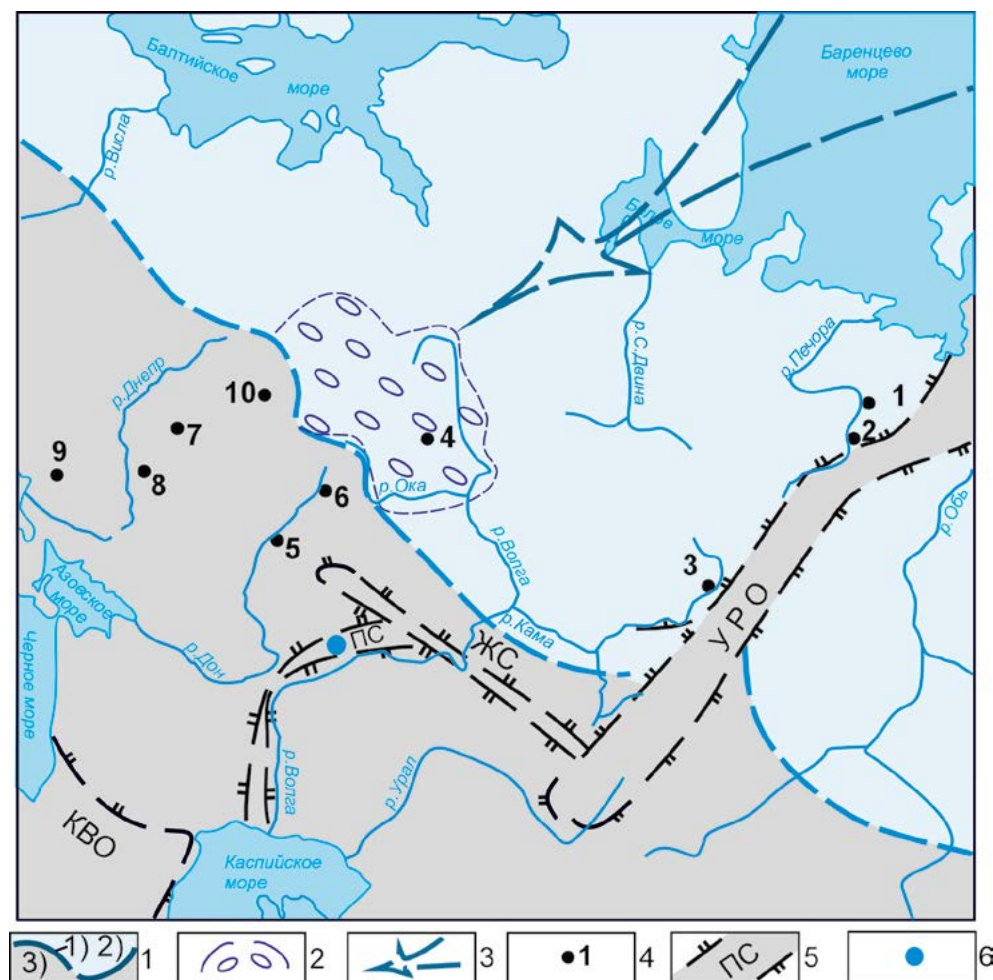


Рис. 1. Модель оледенения Восточно-Европейской плиты. 1. Оледенение последней стадии: 1) южная граница оледенения, 2) поверхность плиты, проработанная ледниками, 3) не проработанная ледниками поверхность. 2. Смоленско-Владимирская морена. 3. Направление движения ледников. 4. Реликты памятников палеолита-неолита, по [1]. 5. Активизированные в голоцене структуры Уральского (УрО) и Кавказского (КвО) орогенов, Волжского Правобережного (ПС) и Жигулевского (ЖС) сводов.

Fig. 1. Glaciation model of the East European plate. 1. The last-stage glaciation: 1) the southern boundary of glaciation, 2) the surface of the plate worked by glaciers, 3) the surface not worked by glaciers. 2. Smolensk-Vladimir moraine. 3. Glacier movement direction. 4. Relics of Paleolithic-Neolithic monuments according to Ref. [1]. 5. Structures of the Ural (УрО) and Caucasian (КвО) orogens, the Volga Right-Bank (ПС) and Zhigulevsky (ЖС) vaults, which were activated in the Holocene.

В глубину континентов ледники продвигались преимущественно по равнинной и полого всхолмлённой поверхности мезозойско-кайнозойских впадин с их рыхлыми осадками, оставляя за собой сглаженную поверхность. Они снимали приповерхностные образования, начиная с почвенного слоя, перемещая и сбрасывая их затем при таянии в виде *морен*. Поднятые, более выраженные в рельефе блоки фундамента, сложенные крепкими породами, прорабатывались ледниками лишь в их прибортовых частях. Для морен они становились источниками наиболее крупных обломков – валунов и глыб.

Соответственно пульсационному характеру движения ледников, конформному позднеплейстоценовой ритмике сжатия, менялась и *природная среда*. Это самым непосредственным образом отразилось на развитии популяции мамонтов и человека. По данным А.К. Марковой с коллегами [21], вся северная часть Евразии с островами Новой Земли, Северной Земли, Новосибирскими островами и островом Врангеля, были заселены в позднем плейстоцене мамонтами, что свидетельствует о вхождении упомянутых островов в состав материка. Добраться до них по льду или вплавь мамонтам было бы довольно сложно.

В Евразии в позднем плейстоцене доминировали благоприятные для мамонтов холодные степные ландшафты на юге и тундровые (умеренно холодные) на севере. К югу ареал их популяции распространялся до 40-й широты – от Испании на западе до Японии на востоке. Во время наступления ледников северная граница этого ареала смещалась к югу, а в периоды их таяния – на север.

К концу плейстоцена, с наращиванием глобального сжатия, климат в Европейской части континента заметно потеплел. В *неоплейстоцене* на территории современного Среднего – Нижнего Поволжья и Прикаспия сформировался *Хвалынский бассейн* с его красноцветными аридными осадками [26].

Но наступившая на рубеже плейстоцен – голоцен активизация резко изменила ландшафтно-климатическую зональность. Последние ледники Евразии и Северной Америки на этом рубеже растаяли, эпоха плейстоценового оледенения закончилась. Северная Евразия стала закрываться лесами и холодной тундрой с вечной мерзлотой.

Хвалынский бассейн на этом рубеже замкнулся и был взброшен, а его осадки деформированы тектоникой и сейсмотектоникой, вовлечены в эрозию, проработаны абразийной системой Волги и её притоков [26]. Южнее формировались сухие степи, песчаные и лёссовые пустыни (Кара-Кумы, Кызыл-Кумы, Бетпак-Дала, Такламакан, Гоби, Алашань). Их эоловые осадки перекрывают эрозионную поверхность реликтовых мезозойско-кайнозойских впадин, взброшенных в позднем плейстоцене и (особенно резко) в начале голоцена [12].

Столь резкое изменение среды обитания стало катастрофой для мамонтов. Их популяция деградировала и прекратила своё существование за первые тысячелетия голоцена. Останки её последних представителей с возрастом 7000 тыс. лет известны на островах Врангеля в Восточно-Сибирском море и на о. Прибылова в Беринговом море.

Освоение северной части Евразии людьми было подчинено пульсационной ритмике оледенения и миграции мамонтов – основного источника их питания. На Русской равнине это отмечено распределением *памятников поселений палеолита – неолита* [1] (см. рис. 1). На севере, в тыловой части последнего ледника (в центре равнины), эти памятники были в основном уничтожены им. Восточнее же они были уничтожены взбросо-сдвиговой тектоникой и эрозией активированного в голоцене орогена Урала. Следы его активизации обозначены реликтами взброшенных и эродированных мезозойско-кайнозойских впадин на бортах и в осевой части орогена.

Заозерье [22] (см. рис. 1) – один из немногих сохранившихся на востоке Русской равнины памятников *палеолита*. Он находится на левом борту реки Чусовая, в устье вложенного в этот борт лога. Площадь памятника составляет не менее 2500 м², но изучен он лишь на площади около 150 м². Его единственный культурный слой мощностью 0,1–0,45 м приурочен к средней части погребённой почвы мощностью до 1,20 м, которую перекрывают лёссовидные суглинки (мощность 2,5–3,5 м). В них также зафиксированы реликты погребённых почв.

Возраст культурного слоя (33–35 тыс. лет) датирован радиоуглеродным методом по образцам костей животных. Результаты палинологического анализа культурного слоя и видовой состав фауны (лошадь, носорог) указывают на существование стоянки в условиях лесостепных ландшафтов с умеренно холодным климатом. Исследовавшими его археологами отмечено, что культурные остатки залегают скоплениями, разделёнными участками, на которых встречаются лишь отдельные кости животных и каменные изделия. Культурный слой подвергся деформациям с вертикальной амплитудой смещения до 0,5 м. Авторы статьи предполагают, что они связаны «скорее всего» с карстовыми просадками цоколя вмещающей памятник террасы, сложенной известняками палеозоя.

Но это не объясняет малой мощности и неравномерности распределения культурного слоя, отсутствия в нём верхней (возможно, и неолитовой) составляющей и фрагментарного (реликтового) характера палеопочв. Не объясняет и того, что в верхней части этого слоя костные остатки измельчены и развёрнуты с отклонением от первичного горизонтального положения. Судя по всему, культурный слой палеолита был взброшен вместе с вмещающей структурой в ходе голоценового орогенеза, деформирован тектоникой, а его верхняя часть была эродирована. Вместе с ним был, возможно, деформирован и срезан эрозией и культурный слой неолита. Такой сценарий вполне соответствует характеру голоценовой геологической истории. Подобные трансформации отмечены на памятниках востока Азии [11].

Результаты изучения моренных отложений. Московская морена – наиболее изученный фрагмент более крупной Смоленско-Владимирской морены (см. рис. 1), последней морены позднелайстоценового оледенения. Она прослеживается к востоку от Смоленска на территорию Владимирской области, к северу – в верховья Волги и на юг – до Оки.

В качестве исходной информации использованы геологические карты дочетвертичных [5] и четвертичных [6] отложений Московской области, карты рельефа и речной сети. Сведения по ним были дополнены прямыми наблюдениями по карьерным вскрытиям северной и восточной части морены, проведёнными в сентябре 2025 г., и данными дешифрирования фотоснимков Домодедовского карьера в южной части морены.

Отложения Московской морены сохранились на взброшенной и эродированной в позднем плейстоцене поверхности Восточно-Европейской плиты. Севернее её поверхность была сглажена и более ранними ледниками. Южнее, в районе Саратова, сохранились реликты морены, оставленной одним из таких ледников.

Авторами карты [6] образования московской морены трактуется как четвертичные отложения. Они стратифицированы в соответствии с принятой в четвертичной геологии методикой геологического картирования (рис. 2). Однако «бульдозинговая» структура московской морены, формировавшаяся с перманентным перемешиванием, не может быть стратифицирована по определению. Её возраст соответствует времени таяния её ледника: рубежу плейстоцен – голоцен. После сброса она была трансформирована под влиянием событий и процессов голоцена. Это последняя морена, в её современном состоянии отчётливо проявлена реликтовая структура.

В состав отложений морены входят в т. ч. глыбы и валуны метаморфических сланцев и разгнейсованных гранитоидов, транспортированных ледником со структуры Балтийского щита. Эти валуны сохранились благодаря крепости своих пород.

Разрез Струнино (карьер 1). В восточной части морены, в 5 км западнее посёлка Струнино, неглубоким придорожным карьером (карьер 1), ориентированным на добычу дорожно-строительного материала, вскрыты разнозернистые пески с примесью гравия, гальки, валунов и глыб размером до 1,5 м (рис. 3). На одной из стенок в «мусорных» образованиях морены вскрыты субвертикальные маломощные глинизированные швы – сдвиговые малоамплитудные деформации (рис. 3Б–В). «Нетехнологичные» для дорожных покрытий глыбы гранито-гнейсов, разгнейсованных габбро-диоритов и диоритов с жилами кварц-полевошпатовых пегматитов были складированы на борту карьера (рис. 3Г–Е).

В пределах *Клино-Дмитровской гряды* отложения Московской морены содержат крупные (до многих сотен метров) включения рыхлых песков и глин, с хорошо сохранившейся слоистостью, т. наз. «отторженцы». Такие образования быстро разрушаются и не могли перемещаться на дальние расстояния. Очевидно, они были сняты последним

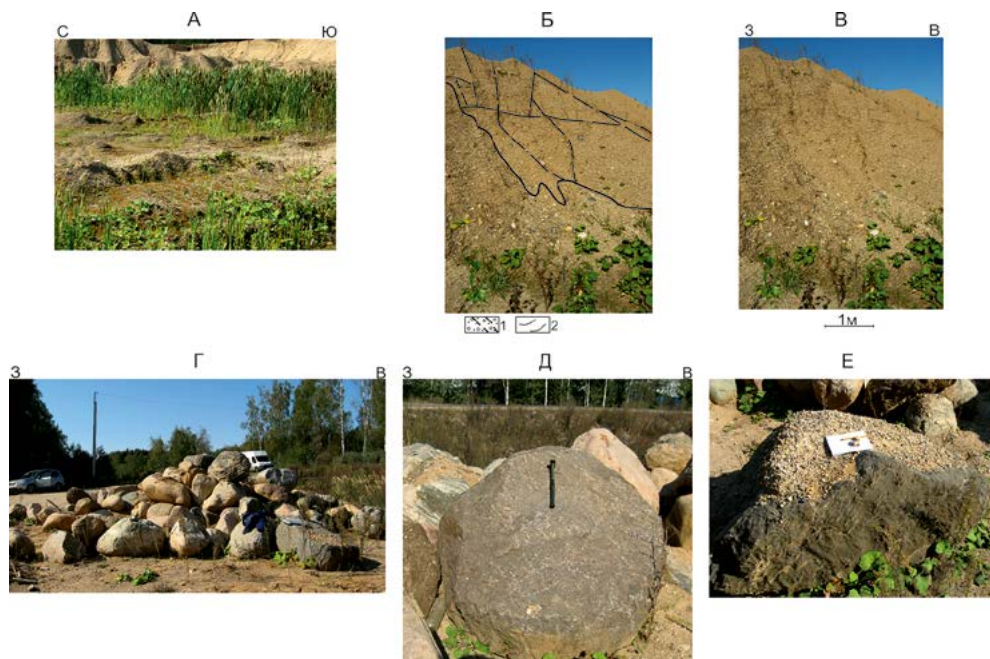


Рис. 3. Владимирский фрагмент морены. Карьер в 5 км юго-западнее пос. Струнино. Фото и документация 2025 г. **А.** Несортированные отложения в полотне карьера. **Б–В.** Деформации осадков морены голоценовой тектоникой на северной стенке, в центре карьера. 1. Отложения морены. 2. Разрывные нарушения с глинизированными швами. **Г–Е.** Глыбы разгнейсованных гранитоидов протерозоя, складированные на северо-западном борту карьера.

Fig. 3. Vladimir's fragment of the moraine. Quarry 5 km southwest of the village of Strunino. Photo and documentation of 2025. **A.** Unsorted deposits in the quarry. **Б–В.** Deformation of moraine deposits by Holocene tectonics on the northern wall, in the center of the quarry. 1. Moraine deposits. 2. Tectonic faults with clay-filled joints. **Г–Е.** Blocks of ungneissed Proterozoic granitoids stored on the northwestern side of the quarry.

ледником с поверхности реликтов новейших впадин в непосредственной близости от места его таяния.

Разрезы Подгорное (карьеры 1, 2, 3). Эти «отторженцы» были исследованы в трёх карьерных вскрытиях в 40 км к северу от Москвы, в районе пос. Подгорный. Наиболее представительная ситуация вскрыта карьером 1 (рис. 4). На его западной стенке обнажены глинистые лимонитизированные (проработанные голоценовым поверхностным окислением) среднезернистые косослоистые пески. В центре стенки они нарушены малоамплитудной взбросо-сдвиговой тектоникой (рис. 4В–Д).

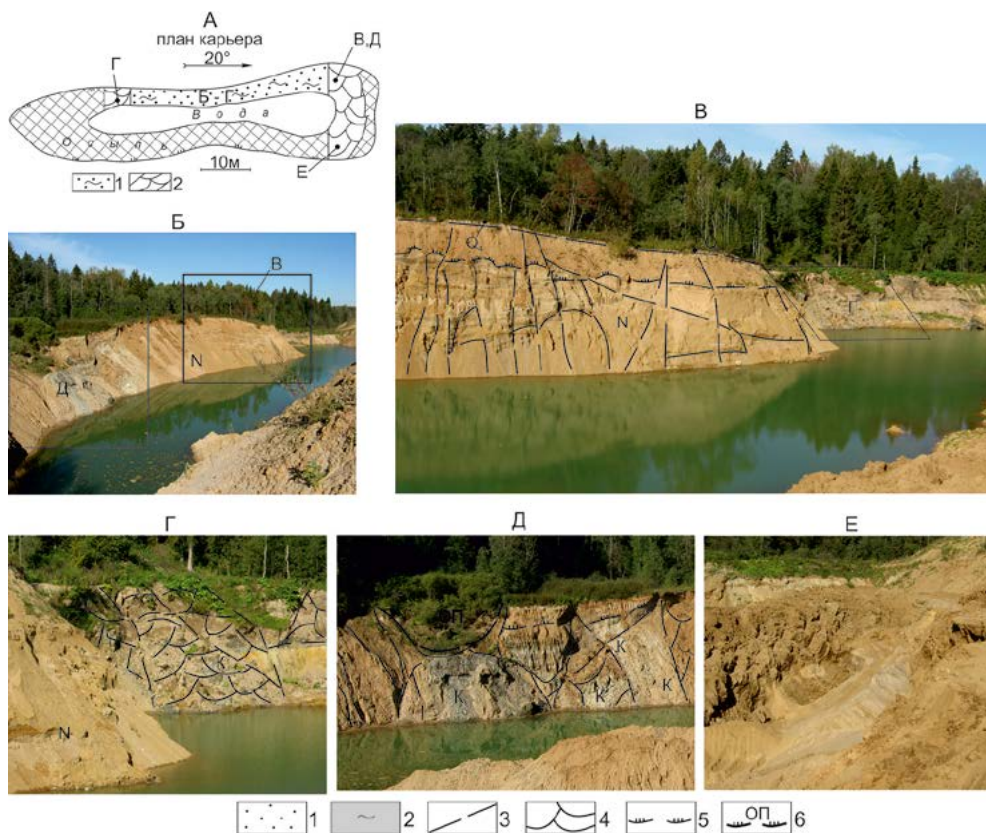


Рис. 4. Карьер 1 у пос. Подгорный. А. План карьера. 1. Осадки морены. 2. Зоны взбросо-сдвиговых нарушений. Б. Западная стенка карьера. Общий вид. В. Северная часть западной стенки с надвигом несортированных осадков морены на пески «отторженца». Справа – взброс юрских/меловых глин (тёмное). Г. Детализация взброса глин. Д. Детализация аналогичного взброса на южной части западной стенки. Е. Восточная стенка карьера. На переднем плане – фрагмент деформированных несортированных осадков морены с зеркалом и бороздами скольжения. Легенда к Б–Е. 1. Осадки «отторженца». 2. Юрские/меловые глины. 3. Разрывные нарушения. 4. Зоны дробления и брекчирования. 5. Надвиги. 6. Современный оползень. Буква К на Г–Д – каолинизация.

Fig. 4. Quarry 1 near the village of Podgornoye. А. Map of the quarry. 1. Sediments of the moraine. 2. Zones of uplift and shear disturbances. Б. Western wall of the quarry. General view. В. The northern part of the western wall with the thrust of unsorted sediments of the moraine on the sands of the “outlier”. On the right is an outcrop of Cretaceous/Jurassic clays (dark). Г. Detail of the clay upthrust. Д. Detail of a similar upthrust on the southern part of the western wall. Е. Eastern wall of the quarry. In the foreground is a fragment of deformed unsorted moraine sediments with a mirror and gliding grooves. Legend for Б–Е. 1. Detachment sediments. 2. Cretaceous/Jurassic clays. 3. Tectonic faults. 4. Zones of fracturing and brecciation. 5. Thrusts. 6. Modern landslide. The letter K on Г–Д means kaolinization.

В южной части стенки (рис. 4Б, Д) они деформированы взбросом блока чёрных глин мела и/или юры, слагающих верхнюю часть разреза Восточно-Европейской платформы. Глины деформированы, брекчированы, проработаны каолинитом (белое на снимках). Близкая по характеру ситуация наблюдалась и на севере стенки (рис. 4Г). А на севере восточной стенки в свежем экскаваторном вскрытии обнажены красно-бурые мусорные глины с фрагментом срыва, плоскость которого притёрта до зеркала и осложнена бороздами скольжения (рис. 4Е).

В карьере 2 (рис. 5А–В) на восточной стенке вскрыт надвиг красно-бурых мусорных глин на «отторженец» горизонтально-слоистых глин той же окраски. Плоскость



Рис. 5. Карьеры 2 (А–В) и 3 (Г–Ж). А. Общий вид карьера 2. Б–В – восточная стенка карьера. Б – надвиг осадков морены на слоистые осадки «отторженца». В – детализация надвига. Г–Ж – карьер 3. Г – северная стенка карьера. Общий вид. Д – надвиг осадков морены на осадки «отторженца». Стенкой вскрыта система клиновидных голоценовых сейсмодислокаций (СД). 1. Шов надвига. 2. Клиновидные СД. Е–Ж – глыба диоритов с жилой кварц-ортоклазовых пегматитов.

Fig. 5. Quarries 2 (А–В) and 3 (Г–Ж). А. General view of the quarry 2. Б–В. Eastern wall of the quarry. Б. Thrust of moraine sediments onto layered sediments of the “outlier.” В. Thrust detail. Г–Ж. Quarry 3. Г. Northern wall of the quarry. General view. Д. Thrust of moraine sediments onto sediments of the “outlier.” The wall exposes a system of wedge-shaped Holocene seismic dislocations (СД). 1. Thrust. 2. Wedge-shaped seismic dislocations. Е–Ж. Diorite block with a vein of quartz-orthoclase pegmatites.

сместителя надвига притёрта до зеркала. Глины надвиговой пластины деформированы зонами дробления и открытыми трещинами, по которым развит каолинит и кальцит.

Надвиги, сформированные голоценовыми сдвиговыми системами, широко распространены в структурах Альпийско-Гималайского и Тихоокеанского подвижных поясов. Авторы наблюдали их в структуре Поволжья [12] и на востоке Азии [14]. Раскрытые в голоцене разломы обоих поясов насыщены минеральными (холодными и термальными) современными источниками с водами преимущественно углекислого состава.

В верхней части северной стенки *карьера 3* (см. рис. 5Г–Ж) обнажён «отторже-нец» горизонтально-слоистых глин, аналогичных карьере 2. Они перекрыты палео-бурыми мусорными глинами с включениями крупных катунов глин красно-бурой окраски. Контакт с подстилающими глинами *субгоризонтальный*, не характерный для «бульдозинговой» структуры морены.

Здесь, как и в карьере 1, вскрыта структура надвига. На верхнюю часть разреза и на структуру надвига наложена система клиновидных (бескорневых) раннеголоценовых сейсмодислокаций (СД) (рис. 5Д). На полотне карьера лежат угловато-окатанные глыбы микродиоритов и гранитов с жилами пегматитов – пород, не характерных для Восточно-Европейской плиты (рис. 5Е–Ж). Они были принесены этим (последним) ледником с Балтийского щита или сняты им с более ранних морен.

Разрез «Никитский карьер». Сам карьер, находившийся западнее г. Домодедово, уже ликвидирован, но сохранились фотоснимки его стенок с представительными вскрытиями (**рис. 6**). Карьером были вскрыты известняки карбона и несортированные отложения Московской морены, деформированные голоценовой взбросо-сдвиговой тектоникой (см. рис. 6А) и сейсмотектоникой (см. рис. 6Б–Г).

Структура Московской морены трансформирована более поздней эрозией и абразией. На севере в деформирующие её разломы врезаны Волга и Клязьма с их притоками, а на юге – северные притоки Оки (**рис. 7**). Их абразионная система активно разрушает морену. Такое состояние речных долин указывает на *голоценовый* возраст заложения этих рек. Южнее голоценовый возраст Волги обозначен её правобережным абразионным уступом, которым вскрыты деформированные (голоценовой) тектоникой разновременные образования: неоплейстоценовые хвалынские осадки и пермские – кайнозойские осадки Прикаспийской впадины с её карбоновым фундаментом [12, 14].

Эрозия и абразия Московской морены развиваются неравномерно. Более активно разрушаются её однородные, относительно тонкие осадки, менее активно – осадки, насыщенные валунами и глыбами. Вложенные в разломы речные долины насыщены восходящими источниками с холодными пресными водами – индикаторами их активности. В узлы пересечения разломов разного направления вложены и бассейны озёр (Круглого, Долгого, Нерского и др.). Сложившееся в четвертичной геологии мнение об их ледниковом происхождении базируется на приуроченности их к морене. У этих озёр голоценовый возраст – как и другие озёра Евразии, они практически лишены осадков.

К югу от фронта последнего оледенения сохранились *реликты более ранней* морены. В междуречье Волга – Дон северо-западнее Саратова, у села Лунино в тальвиге оврага, врезанного в моренные суглинки и супеси с валунами и гальками гранитов, кварцитов и других пород, была обнажена верхняя часть найденной эрратической глыбы размером около 3,5 м, имевшая вертикальную ориентировку (**рис. 8А**) [9, 10]. В 2017 г. она была раскопана, очищена и вывезена экспедицией «Флотилия плавучих

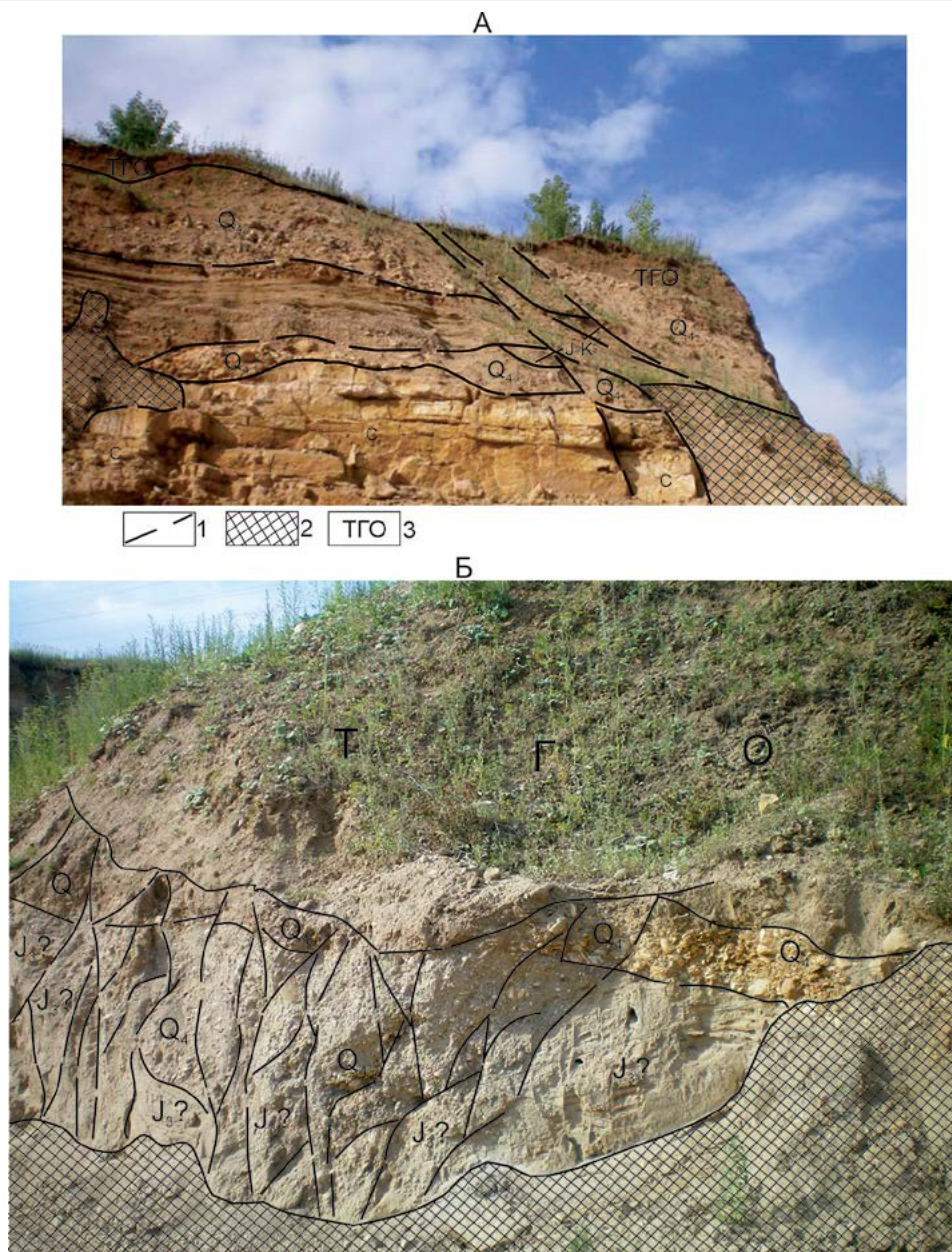


Рис. 6. Никитский карьер, вскрывший известняки карбона и отложения Московской морены. Фото из архива А.В. Иванова. **А** – взбросо-сдвиговые и надвиговые деформации известняков карбона и Московской морены с «отторженцами» юры/мела. **Б–Г** – клин сейсмодислокации, наложенной на отложения морены и известняки карбона. Цифрами обозначены: 1 – разрывные нарушения, 2 – осыпь, 3 – техногенные отложения.

Fig. 6. Nikitsky quarry, which exposed Carboniferous limestones and deposits of the Moscow moraine. **A.** Reverse-strike-slip and thrust deformations of Carboniferous limestones and the Moscow moraine with Jurassic-Cretaceous "outliers." **Б–Г.** Seismic dislocation wedge superimposed on moraine deposits and Carboniferous limestones. Photo from A.V. Ivanov's archive. The numbers represent: 1 – discontinuous faults, 2 – scree, and 3 – technogenic deposits.

ФИЗИЧЕСКАЯ КАРТА

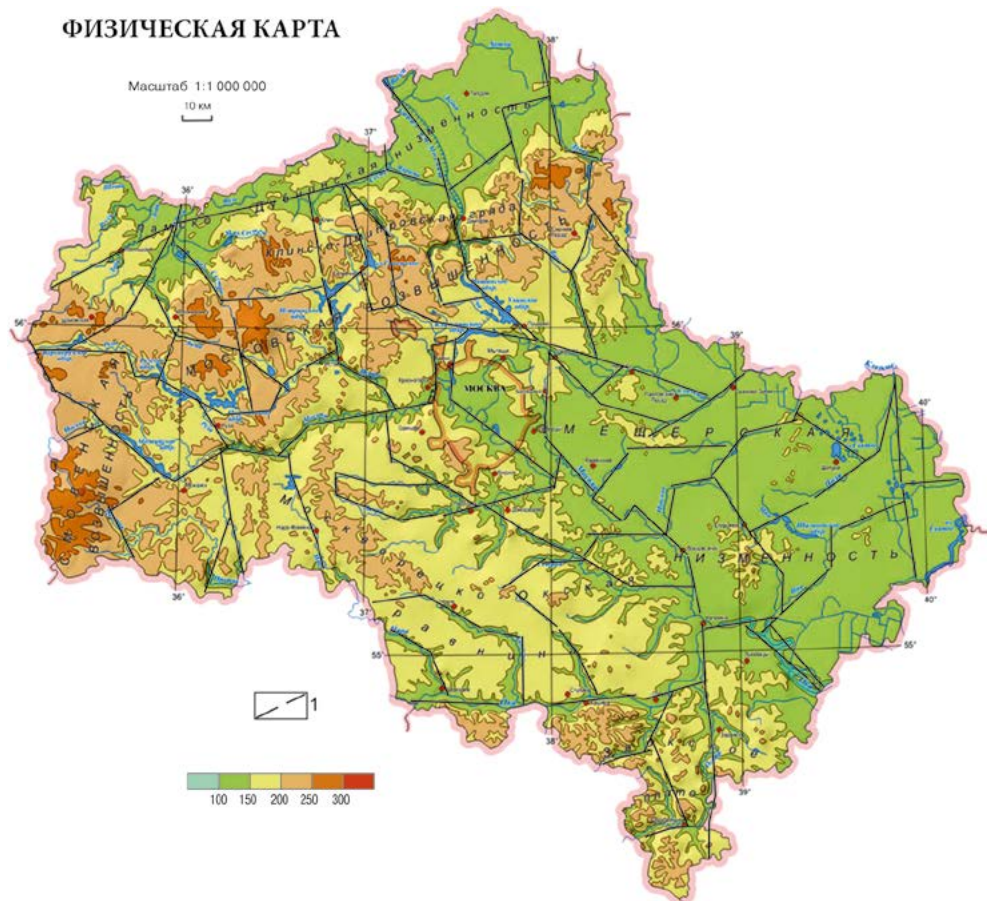


Рис. 7. Речная сеть, вложенная в систему деформирующих московскую морену голоценовых разломов. 1 – линии разломов.

Fig. 7. River network embedded into the system of Holocene faults deforming the Moscow moraine. 1 – Fault lines.

университетов», а затем размещена в кампусе Саратовского ГТУ (см. рис. 8Б). Порода глыбы диагностирована как шокшинский кварцит (см. рис. 8В). Слабая окатанность этой перемещённой ледником из Карелии глыбы объясняется механической устойчивостью её кварцита.

Глыба была сброшена растаявшим ледником ещё до хвалынской трансгрессии. В голоцене её морена была деформирована при активизации Правобережного свода (см. рис. 3), взбросившего вместе с ней и неоплейстоценовые осадки Хвалынского бассейна, и подвержена эрозии. Вероятно, под влиянием этого взброса глыба и приобрела вертикальную ориентировку.

Раннеголоценовой тектоникой и сейсмотектоникой были трансформированы все позднеплейстоценовые морены. На их основе, без учёта их голоценовых трансформаций, сложно реконструировать эволюцию сложно организованной пульсационной системы плейстоценового оледенения.

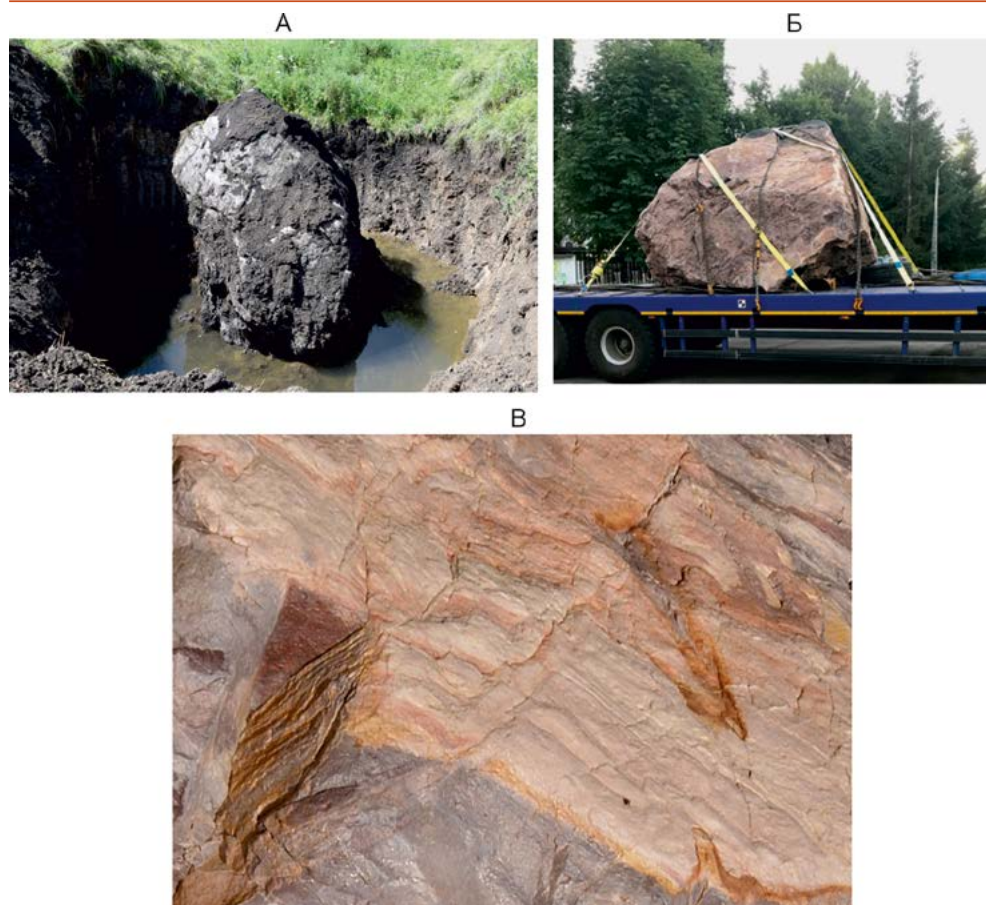


Рис. 8. Эратическая глыба шокшинского кварцита – реликт позднеплейстоценовой (ранней) морены. Междуречье Волга – Дон у пос. Лунино северо-западнее Саратова. Из [10]. **А** – первоначальное положение глыбы (раскоп 2017 г.). **Б** – транспортировка очищенной глыбы в Саратов. **В** – детальное фото глыбы.

Fig. 8. Erratic block of Shoksha quartzite – a relic of the Late Pleistocene (early) moraine. Volga–Don interfluvium near the village of Lunino, northwest of Saratov. From Ref. [10]. **A.** The original position of the block. Excavation in 2017. **B.** Transporting the cleaned block to Saratov. **B.** Detailed photo of the block.

Закключение. Исследование позднеплейстоценового оледенения как части системы земной коры показало, что определяющее влияние на ход его развития оказал позднеплейстоцен-голоценовый ритм глобального сжатия, с импульсным усилением на рубеже плейстоцен – голоцен, вызванным массивированной бомбардировкой Земли потоком астероидов.

Оледенение началось в позднем плейстоцене, развиваясь в стадийном (пульсационном) режиме, подчинённом высокочастотным пульсациям этого глобального ритма сжатия. Контур Евразии в то время был значительно шире современного. С началом позднеплейстоценового сжатия арктический суперплюм сократил свой объём, его выведенная ранее на поверхность апикальная часть была перекрыта океаном и мощной ледяной «шапкой». При усилении сжатия лёд арктической «шапки» взламывался. Вместе

с частью океанской воды он выдавливался на континент, продвигаясь по его поверхности в виде ледников. В импульсы ослабления сжатия ледники таяли, сформированные на их фронте морены сбрасывались. В последующий импульс сжатия формировались новые ледники, перераспределяя находящиеся на их пути ранние морены.

На рубеже плейстоцен – голоцен, в результате импульсного усиления глобального сжатия, океаны резко нарастили глубину, на континентах произошла вспышка орогенеза. Климат потеплел, полярная «шапка» Арктики сократилась, ледники растаяли, сбросив последние морены.

Голоценовая орогенная тектоника наложена в т. ч. и на эти морены. Московская морена была деформирована взбросо-сдвиговой тектоникой и сейсмотектоникой и подвержена эрозии. На неё наложена перестроенная в голоцене речная сеть Волги и система озёр.

Существенные изменения испытала в позднем плейстоцене – голоцене природная среда северной части Евразии. До голоцена здесь доминировали холодные степные ландшафты. Популяция мамонтов распространялась на север, с захватом современных островов и архипелагов, входивших в состав континента. Её развитие подчинялось пульсационной ритмике оледенения. При наступлении ледников мамонты и люди палеолита – неолита мигрировали к югу, при отступлении смещались на север.

Голоценовая активизация резко изменила среду. Холодные степи сменили на юге степи и пустыни с семиаридным и аридным климатом. Севернее получили развитие лесные ландшафты и полярная тундра. От континента на рубеже плейстоцен – голоцен отчленилась система островов и архипелагов. Всё это стало катастрофой для мамонтов и людей каменного века, но положило начало взрывному развитию человечества.

Благодарности и источники финансирования. Авторы благодарят Ю.И. Галушкина (Музей земледования МГУ) за критический анализ рукописи и конструктивные замечания. Работа выполнена в рамках государственных заданий ИТиГ ДВО РАН, МГУ имени М.В. Ломоносова и Института географии РАН. Материал для исследования частично получен в ходе научно-просветительской экспедиции «Флотилия плавучих университетов».

Литература

1. Величко А.А., Грибченко Ю.Н., Куренкова Е.И. Позднепалеолитический человек заселяет Русскую равнину // Природа, № 3. 2003. С. 52–60.
2. Верниковский В.А., Добрецов Н.Л., Метелкин Д.В., Матушкин Н.Ю., Кулаков И.Ю. Проблемы тектоники и тектонической эволюции Арктики // Геология и геофизика, 2013. Т. 54, № 8. С. 1083–1107.
3. Галимов Э.М. Проблема происхождения Луны // Основные направления геохимии. М.: Наука, 1995. С. 8–43.
4. Галушкин Ю.И. Формирование осадочного покрова Южно-Карского бассейна // Жизнь Земли. 2023. Т. 45, № 3. С. 324–340. DOI: 10.29003/m3549.0514-7468.2023_45_3/324-340.
5. Геологическая карта дочетвертичных отложений Московской области. М 1:500 000 / Составитель Е.С. Артемьева. Гл. редактор Н.И. Сычкин. М.: Межрегиональный центр по геологической картографии, 1998.
6. Геологическая карта четвертичных отложений Московской области. М 1:50 000 / Составители: О.Н. Лаврович, З.К. Барашкова, И.П. Бирюкова. Гл. редактор С.М. Шик. М: Межрегиональный центр по геологической картографии, 1998.
7. Гляциологический словарь (<https://gufo.me/dict/glaciology/>).
8. Гросвальд М.Г. Оледенение Русского Севера и Северо-Востока в эпоху последнего великого похолодания. М.: Наука, 2009. 254 с.

9. Иванов А.В. Смуров А.В., Снакин В.В. и др. Выставка под открытым небом «Путём ледников от Арктики до Москвы» в ботаническом саду МГУ как развитие представлений о механизмах взаимодействия геосфер и климатических трансформаций // Жизнь Земли. 2025. Т. 47, № 4. С. 563–577.
10. Иванов А.В., Аяцков Д.Ф., Габдуллин Р.Р., Бадулина Н.В. Опыт экспонирования эрратического валуна в пространстве кампуса и музея Гагаринского университета (Саратовское Поволжье) // Жизнь Земли. 2023. Т. 45, № 2. С. 222–232.
11. 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.
12. Коковкин А.А., Иванов А.В., Тюленева В.М., Яшков. И.А. Тектоника, сеймотектоника и гидротермальный метасоматоз в новейшей структуре Волжского (Саратовско-Камышинского) Правобережья: новые данные // Отечественная геология, 2018. № 6. С. 51–66.
13. Коковкин А.А., Гориков М.В. О влиянии неоплейстоцен-голоценовой тектоники и сеймотектоники 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.
14. 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. 2023. Вып. 2. С. 5–41.
15. Коковкин А.А. О влиянии голоценовой тектоники на формирование речной сети альпийско-гималайского и тихоокеанского подвижных поясов Евразии // Жизнь Земли. 2024. Т. 46, № 4. С. 455–471.
16. Коковкин А.А. Пещеры как индикатор голоценовой активизации // Жизнь Земли. 2025. Т. 47, № 2. С. 176–191.
17. Коковкин А.А. Астропроблемы голоценового астероидного потока – индикаторы старта глобальной голоценовой активизации // Жизнь Земли. 2025. Т. 47, № 4. С. 472–490.
18. Кораго Е.А., Столбов Н.М., Соболев Н.Н., Шмяняк А.В. Магматические комплексы островов Восточного сектора Российской Арктики // 70 лет в Арктике, Антарктике и Мировом океане. Сб. науч. трудов, посвященный 70-летию юбилею НИИГА-ВНИИОкеангеология. Санкт-Петербург, 2018. С. 101–127.
19. Ларин В.Н. Наша Земля (происхождение, состав, строение и развитие изначально гидридной Земли). М.: Агар, 2005. 248 с.
20. Лобковский Л.И., Вержбицкий В.Е., Кононов М.В., Шрейдер А.А., Гарагаш И.А., Соколов С. Д., Тучкова М.И., Котелкин В.Д., Верниковский В.А. Геодинамическая модель эволюции Арктического региона в позднем мезозое – кайнозое и проблемы внешней границы континентального шельфа России // Арктика: экология и экономика, 2011. № 1. С. 104–115.
21. Маркова А.К., Пузаченко А.Ю., Кольфсхатен Ван Т. и др. Новейшие данные о динамике ареалов мамонта во второй половине позднего плейстоцена – голоцене // Известия РАН, серия географическая, 2011. № 4. С. 54–65.
22. Павлов П.Ю. Стоянка Заозерье – памятник начальной поры верхнего палеолита на северо-востоке Европы // Российская археология, 2009. № 1. С. 5–17.
23. Садовский М.А. Избранные труды. Геофизика и физика взрыва. М.: Наука, 1999. 335 с.
24. Шипилов Э.В., Карякин Ю.В., Матишов Г.Г. Баренцевско-Амеразийский юрско-меловой суперплюм и инициальный этап геодинамической эволюции Арктического океана // Докл. Академии наук. 2009. Т. 426, № 3. С. 369–372.
25. Шипилов Э.В., Лобковский Л.И. Позднемезозойский плюмовый магматизм арктического региона: геохронология, фазы и геодинамические обстановки проявления // Арктика: экология и экономика. 2016. № 2 (22). С. 72–81.
26. Янина Т.А. Неоплейстоцен Понто-Каспия: биостратиграфия, палеогеография, корреляция. М: МГУ, 2012. 264 с.
27. Astakhov V., et al. Glaciomorphological map of the Russian Federation // Quaternary International. 2016. V. 420. P. 4–14.
28. Golonka J., Bocharova N.Y., Ford D., Edrichd M.E., Bednarczyk J., Wildharber J. Paleogeographic reconstructions and basins development of the Arctic // Marine and Petroleum Geology. 2003. Vol. 20. P. 211–248.

29. Kjør K.H., Winther Pedersen M., De Sanctis B., et al. A 2-million-year-old ecosystem in Greenland uncovered by environmental DNA // *Nature*. 2022. Vol. 612. P. 283–291 (<https://doi.org/10.1038/s41586-022-05453-y>).

30. Svendsen J.I., Alexanderson H., Astakhov V.I., et al. Late Quaternary ice sheet history of Northern Eurasia // *Quatern. Sci. Rev.* 2004. Vol. 23, N 11–13.

References

1. Velichko, A.A., Gribchenko, Yu.N., Kurenkova, E.I., “Late Paleolithic man inhabits the Russian plain”, *Priroda* [Nature] 3, 52–60 (2003) (in Russian).

2. Vernikovskiy, V.A., Dobretsov, N.L., Metelkin, D.V., Matushkin, N.Yu., Kulakov, I.Yu., “Problems of Tectonics and Tectonic Evolution of the Arctic”, *Geologiya i Geofizika* 54 (8), 1083–1107 (2013) (in Russian).

3. Galimov, E.M., “The problem of the origin of the Moon”, *The main directions of geochemistry* (Moscow: Nauka, 1995) (in Russian).

4. Galushkin, Yu.I., “Formation of the Sedimentary Cover of the South Kara Basin”, *Zhizn Zemli* [Life of the Earth] 45 (3), 324–340 (2023). DOI: 10.29003/m3549.0514-7468.2023_45_3/324-340 (in Russian).

5. *Geological map of pre-quaternary deposits of the Moscow region*. Scale 1:500,000. Comp. by E.S. Artemyeva. Ed. by N.I. Sychkin (Moscow: Interregional Center for Geological Cartography, 1998) (in Russian).

6. *Geological map of the Quaternary deposits of the Moscow region*. Scale 1:50,000. Comp. by O.N. Lavrovich, Z.K. Barashkova, I.P. Biryukova. Ed. by S.M. Shik (Moscow: Interregional Center for Geological Cartography, 1998) (in Russian).

7. *Glaciological dictionary* (<https://gufo.me/dict/glaciology>) (in Russian).

8. Grosvald, M.G., *Glaciation of the Russian North and Northeast during the last Great Cold Snap* (Moscow: Nauka, 2009. Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences. Glaciological Association. Glaciological research materials) (in Russian).

9. Ivanov, A.V., Smurov, A.V., Snakin, V.V., et al., “The open-air exhibition “The path of glaciers from the Arctic to Moscow” in the Botanical Garden of Moscow State University as a development of ideas about the mechanisms of interaction between geospheres and climatic transformations”, *Zhizn Zemli* [Life of the Earth] 47 (4), 563–577 (2025) (in Russian).

10. Ivanov, A.V., Ayatskov, D.F., Gabdullin, R.R., Badulina, N.V., “The experience of exhibiting an erratic boulder in the campus and museum of Gagarin University (Saratov Volga region)”, *Zhizn Zemli* [Life of the Earth] 45 (2), 222–232 (2023) (in Russian).

11. 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).

12. Kokovkin, A.A., Ivanov, A.V., Tyuleneva, V.M., Yashkov, I.A., “Tectonics, seismotectonics and hydrothermal metasomatism in the newest structure of the Volga (Saratovsko-Kamyshinsky). The Right Bank: new data, *Russian Geology* 6, 51–66 (2018) (in Russian).

13. Kokovkin, A.A., Gorshkov, M.V., “On the influence of Neo-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)”, *Bull. of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences* 6 (202), 79–90 (2018) (in Russian).

14. Kokovkin, A.A., “The phenomenon of global Holocene activation on the examples of the newest structures of East Asia, the Middle Volga region and Namibia: indicators, problematic issues and the nature of the phenomenon”, *Bull. of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences* 2, 5–41 (2023) (in Russian).

15. Kokovkin, A.A., “On the influence of Holocene tectonics on the formation of the river network of the Alpine-Himalayan and Pacific mobile belts of Eurasia”, *Zhizn Zemli* [Life of the Earth] 46 (4), 455–471 (2024) (in Russian).

16. Kokovkin, A.A., “Caves as an indicator of Holocene activation”, *Zhizn Zemli* [Life of the Earth] 47 (2), 176–191 (2025) (in Russian).

17. Kokovkin, A.A., “Astroblems of the Holocene asteroid stream – indicators of the start of global Holocene activation”, *Zhizn Zemli* [Life of the Earth] 47 (4), 472–490 (2025) (in Russian).

18. Korago, E.A., Stolbov, N.M., Sobolev, N.N., Shmanyak, A.V., “Magmatic Complexes of the Islands of the Eastern Sector of the Russian Arctic”, *70 years in the Arctic, Antarctica and the World Ocean* (St. Petersburg, 2018) (in Russian).
19. Larin, V.N., *Our Earth (origin, composition, structure and development of the initially hydride Earth)* (Moscow: Agar, 2005) (in Russian).
20. Lobkovsky, L.I., Verzhbitsky, V.E., Kononov, M.V., Shreider, A.A., Garagash, I.A., Sokolov, S.D., Tuchkova, M.I., Kotelkin, V.D., and Vernikovskiy, V.A., “Geodynamic Model of the Evolution of the Arctic Region in the Late Mesozoic-Cenozoic and the Problems of the Outer Boundary of Russia’s Continental Shelf”, *Arctic: Ecology and Economy* **1**, 104–115 (2011) (in Russian).
21. Markova, A.K., Puzachenko, A.Yu., Van, T., Kolfshtaten, et al., “The latest data on the dynamics of mammoth ranges in the second half of the Late Pleistocene – Holocene”, *Izvestiya RAN, Geogr. series* **4**, 54–65 (2011) (in Russian).
22. Pavlov, P.Y., “The Zaozerye site is a monument of the early period of the Upper Paleolithic in northeastern Europe”, *Russian Archeology* **1**, 5–17 (2009) (in Russian).
23. Sadovsky, M.A., *Selected works. Geophysics and physics of explosion* (Moscow: Nauka, 1999) (in Russian).
24. Shipilov, E.V., Karyakin, Yu.V., and Matishov, G.G., “The Barents-Amerasian Jurassic-Cretaceous Superplume and the Initial Stage of the Geodynamic Evolution of the Arctic Ocean”, *Doklady Akademii Nauk* **426** (3), 369–372 (2009) (in Russian).
25. Shipilov, E.V., Lobkovsky, L.I., “Late Mesozoic Plume Magmatism in the Arctic Region: Geochronology, Phases, and Geodynamic Settings”, *Arctic: Ecology and Economy* **2** (22), 72–81 (2016) (in Russian).
26. Yanina, T.A., *Neopleistocene of the Ponto-Caspian: biostratigraphy, paleogeography, correlation* (Moscow: Moscow State University, 2012) (in Russian).
27. Astakhov, V., et al., “Glaciomorphological map of the Russian Federation”, *Quaternary International Period* **420**, 4–14 (2016).
28. Golonka, J., Bocharova, N.Y., Ford, D., Edrichd, M.E., Bednarczyk, J., Wildharber, J., “Paleogeographic reconstructions and basins development of the Arctic”, *Marine and Petroleum Geology* **20**, 211–248 (2003).
29. Kjær, K.H., Winther, Pedersen, M., De Sanctis, B., et al., “A 2-million-year-old ecosystem in Greenland uncovered by environmental DNA”, *Nature* **612**, 283–291 (2022) (<https://doi.org/10.1038/s41586-022-05453-y>).
30. Svendsen, J.I., Alexanderson, H., Astakhov, V.I., et al., “Late Quaternary ice sheet history of Northern Eurasia”, *Quatern. Sci. Rev.* **23** (11–13) (2004).