

КАТАФЛЮВИАЛЬНЫЕ СОБЫТИЯ В ЧЕТВЕРТИЧНОЙ ИСТОРИИ СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ

УДК 551.89→551.435.1(282.251.2)

СУПЕРПАВОДКОВЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ В ДОЛИНЕ СРЕДНЕГО ЕНИСЕЯ[#]

© 2024 г. И. Д. Зольников^{1,2,*}, Е. А. Филатов¹, И. С. Новиков¹,
А. В. Шпанский^{1,3}, А. М. Клементьев⁴, А. А. Анойкин⁵, А. В. Выборнов^{1,5},
Н. В. Глушкова^{1,2}, А. Т. Джуманов^{1,3}, Е. А. Бордюгова^{1,2}, Д. Е. Рогозин^{1,2}

¹ Институт геологии и минералогии имени В.С. Соболева СО РАН, Новосибирск, Россия

² Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия

³ Томский государственный университет, Томск, Россия

⁴ Институт земной коры, Иркутск, Россия

⁵ Институт археологии и этнографии СО РАН, Новосибирск, Россия

* E-mail: zol@igm.nsc.ru

Поступила в редакцию 31.10.2024 г.

После доработки 23.04.2024 г.

Принята к публикации 25.09.2024 г.

В результате полевых исследований последних лет в долине Среднего Енисея установлено отсутствие высоких террас аллювиального и перигляциального происхождения, традиционно являвшихся основой четвертичной стратиграфии Минусинских котловин. Отложения, ранее относившиеся к аллювию высоких террас, являются суперпаводковыми. В статье приведена литофациальная характеристика субаэральных и суперпаводковых отложений, а также особенностей их пространственных взаимоотношений. В Северо-Минусинской котловине анализ опорных разрезов Куртаковского района, детально изученных предыдущими исследователями, позволил определить стратиграфическое положение суперпаводковых толщ по залеганию между субаэральными пачками с палеопочвами, возраст которых известен. Приведена геохронометрическая, палеонтологическая, геоархеологическая характеристика последовательности изученных геологических тел. На основе систематизации уже известных материалов и обобщения новых полевых данных установлено наличие в долине Среднего Енисея отложений трех суперпаводковых толщ: разлогской (П₄ rz), чанинской (П₂ chn), диввинской (П₄ dv).

Ключевые слова: суперпаводки, Средний Енисей, палеогеография, высокие террасы

DOI: 10.31857/S2949178924040053, **EDN:** FGUOTI

ВВЕДЕНИЕ

Согласно географическому районированию, под Средним Енисеем понимается отрезок его долины, выходящий из гор у г. Саяногорска и пересекающий Минусинские котловины, а затем проходящий через Красноярский край на юг Западно-Сибирской равнины, вплоть до слияния Енисея с р. Ангарой (рис. 1). На протяжении XX в. четвертичная история этого района рассматривалась в рамках парадигмы “лестницы террас”, согласно которой в неоген-четвертичное время, на фоне восходящих неотектонических движений и периодических подпруживаний долины северными ледниками, осуществлялось последовательное формирование аллювиальных террас от верхних,

более древних, к более молодым, нижним. По поводу числа надпойменных террас (нпт) и их возраста мнения различных исследователей существенно расходились (Архипов, 1971; Ендрихинский, 1982; Горшков, 1986; Ямских, 1993; Дроздов и др., 2005). Очень часто в литературе к разным нпт относили отложения, обнажающиеся в бортах долины Енисея на одном гипсометрическом уровне, и, наоборот, к одной террасе — отложения, вскрытые на высотах, отличающихся друг от друга на десятки метров по высоте от уреза воды. Тем не менее представление о циклоклиматических региональных террасах, т.е. о синхронности по всей Сибири формирования террас каждого палеоклиматического этапа, постулировалось как одно из базовых положений четвертичной стратиграфии региона (Архипов, 1971; Равский, 1972; Кинд, 1974; Цейтлин, 1979). Соответственно, в региональной стратиграфической схеме (Решения, 1983) для района Минусинских котловин было выделено 8 нпт до высоты 135 м над тем уровнем

[#] Ссылка для цитирования: Зольников И.Д., Филатов Е.А., Новиков И.С. и др. (2024). Суперпаводковые отложения в долине Среднего Енисея. *Геоморфология и палеогеография*. Т. 55. № 4. С. 58–77. <https://doi.org/10.31857/S2949178924040053>; <https://elibrary.ru/FGUOTI>

Енисея, который существовал перед началом затопления Красноярского водохранилища в 1967 г.: пойменная терраса (2–6 м над Енисеем); I нпт (4–8 м) – Бузуновская; II нпт (12–15 м) – Ладейская; III нпт (15–25 м) – Красноярская; IV нпт (25–35 м) – Березовская; V нпт (35–60 м) – Лагерная; VI нпт (60–80 м) – Собакинская; VII (80–120 м) – Торгашинская; VIII нпт (120–135 м) – Худоноговская. На полого волнистых водораздельных равнинах по обе стороны от Енисея, на высотах до 220 м над руслом, некоторыми исследователями выделяется Бадалыкская IX нпт, отложения которой чаще известны под названием “водораздельных” или “покровных” галечников, относимых, как правило, к миоцену или даже к олигоцену и обычно не связываемых по времени формирования с существованием Енисейской долины.

К концу XX в. начало складываться мнение о том, что террасовая стратиграфия долины Енисея должна быть пересмотрена (Горшков, 1986). Так, появились утверждения, что в рамках зырянского надгоризонта позднего неоплейстоцена флювиальные отложения формировались на нескольких разновысотных геоморфологических уровнях (Ендрихинский, 1982). Развивались представления о высоких подъемах уровней основных рек Сибири, включая Енисей, сопровождавшихся интенсивными размывами, образованием широких ложбин и аккумуляцией на разновысотных поверхностях (Ямских, 1993). В связи с этим особо отметим, что долина Среднего Енисея имеет четковидную форму, что обусловлено тектоническим строением территории. Это отражается в современном рельефе как череда котловин, разделенных горными перемычками. Таким образом, даже исходные

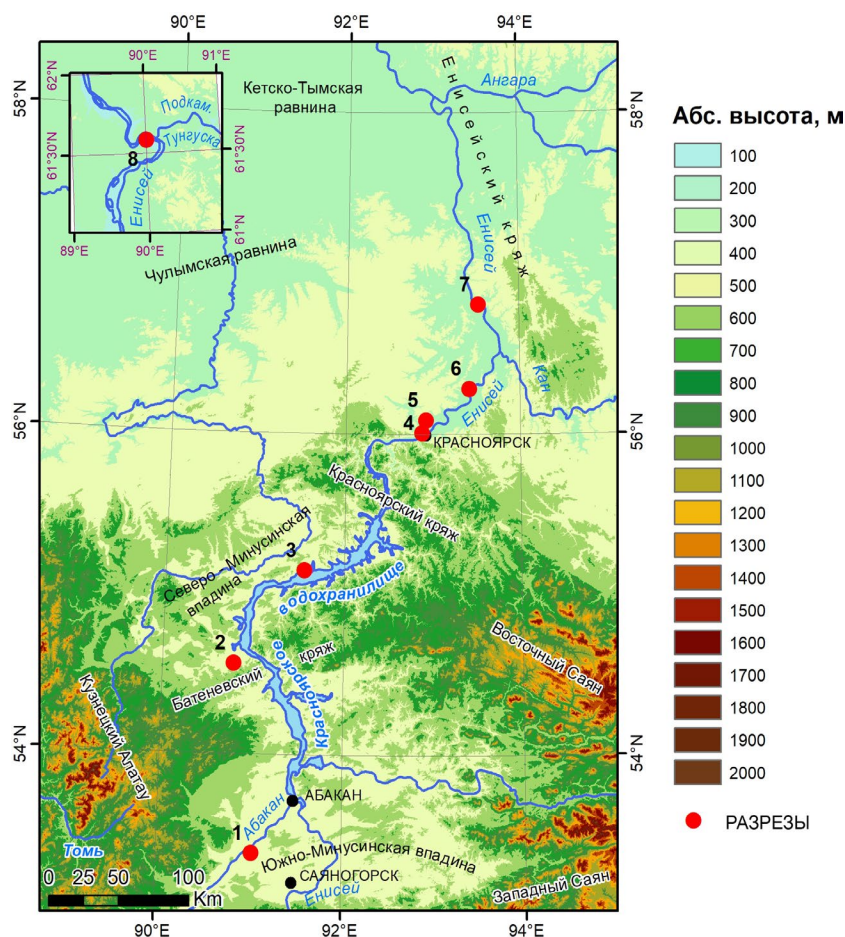


Рис. 1. Территория исследований.

1 – карьер в Южно-Минусинской котловине; 2 – скважина № 21; 3 – Куртак; 4 – береговой обрыв у городской больницы г. Красноярска; 5 – разрез низкой террасы в карьере у дер. Коркино; 6 – береговой разрез у дер. Барабаново; 7 – береговой разрез у дер. Береговая Таскино; 8 – скважина у пос. Бор.

Fig. 1. Study area.

1 – quarry in the South Minusinsk Depression; 2 – well-21; 3 – Kurtak; 4 – coastal cliff near the Krasnoyarsk city hospital; 5 – quarry in the low terrace near the Korkino Village; 6 – coastal section near the Barabanovo Village; 7 – coastal section near the Beregovaya Taskino Village; 8 – well near the Bor Village.

геолого-геоморфологические условия не способствовали однородной деятельности реки на рассматриваемой территории.

Наряду с концепцией формирования лестницы террас, в XXI в. начали активно развиваться представления о гляциальных суперпаводках, проходивших по долине Верхнего и Среднего Енисея при прорывах ледниковых плотин, перегородивавших выход из Дархадской межгорной котловины (Komatsu et al., 2009; Krivonogov et al., 2012; Аржанникова и др., 2014; Зольников и др., 2021; Arzhannikov et al., 2023). Суперпаводковые отложения хорошо охарактеризованы в долине Верхнего Енисея, включая Кызыльское расширение (ширина долины 5 км и более), где на площадках террас (высоты, в среднем, до 30–50 м, максимальная – 100 м) широко распространены глыбовники (“сады камней”), охватывающие сотни км², и макрогряды гигантской ряби течения, сложенные грубообломочным материалом и нередко превышающие 1 км по протяженности (Аржанникова и др., 2014; Зольников и др., 2021). Имеющиеся на сегодняшний день данные космогенного радионуклидного датирования по ¹⁰Be поверхностей глыб и валунов (Arzhannikov et al., 2023) позволяют предположить три основных этапа суперпаводковой активности в долине Верхнего Енисея, два из которых ориентировочно соответствуют середине и концу позднего неоплейстоцена, а один – примерно завершению среднего неоплейстоцена. Всю суперпаводковую толщу, слагающую террасы Верхнего Енисея, без разделения на геологические тела, соответствующие отдельным прорывным событиям, было предложено выделить как верхнеенисейскую (Зольников и др., 2021). В Южно-Минусинской котловине эта толща превышает по мощности 40 м, участвуя в строении гигантского конуса выноса шириной около 50 км, сложенного валунно-галечниками с крупными глыбами, грязекаменными миктитами и параллельно слоистыми песками. Вместе с тем взаимоотношения суперпаводковых отложений с отложениями иного генезиса в долине Среднего Енисея пока не охарактеризованы. Более того, геологические свидетельства суперпаводков ниже по течению Енисея от Южно-Минусинской котловины в научной литературе пока не обсуждались, хотя геологическое строение четвертичных отложений левобережья Среднего Енисея хорошо изучено, особенно в Куртакском и Красноярском расширениях долины. Однако при создании местной стратиграфической схемы накопилось большое количество противоречий, что подчеркивалось ее авторами (Дроздов и др., 2005). Разрешению накопившихся противоречий на основе

диагностики, а также анализа стратиграфического и геохронологического положения суперпаводковых толщ в структуре четвертичных отложений Среднего Енисея и посвящена предлагаемая статья.

ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТЕКСТ СУПЕРПАВОДКОВ СРЕДНЕГО ЕНИСЕЯ

Долина Среднего Енисея в целом имеет субмеридиональное простирание. Она начинается с выхода реки из ущелья, пересекающего неотектоническое поднятие Западного Саяна, далее пересекает стабильные в неотектоническом отношении блоки Южно-Минусинской, Северо-Минусинской и Чулымской впадин, разделенные субширотными приподнятыми неотектоническими поднятиями Красноярского и Батеневского кряжей, для которых характерен низкорельефный рельеф (рис. 1). Чулымская равнина, днища Северо-Минусинской и Южно-Минусинской котловин представляют собой слабоизмененный пенепплен – предельную денудационную равнину, выработанную в период тектонического покоя в позднем мелу–раннем-среднем палеогене (Новиков, 2021).

Южно-Минусинскую котловину Средний Енисей пересекает посередине. Рельеф днища котловины представлен слабо измененной денудационной равниной, выработанной в породах среднего и позднего палеозоя. Абсолютные высоты равнины 300–500 м. Долина Среднего Енисея имеет ящикообразный поперечный профиль. Она врезана в денудационную равнину на 70–80 м, ширина аккумулятивного днища изменяется слабо и составляет 4–6 км.

Северо-Минусинская котловина имеет уплощенное днище, представленное пенеппленом, сформированным на слабодислоцированных, литифицированных и нематаморфизованных отложениях среднего-позднего палеозоя и юры. Она имеет структурный рельеф. Более устойчивые к денудации породы среднего и позднего палеозоя образуют уровень с отметками 420–520 м, менее устойчивые юрские породы – 320–350 м. Долина Среднего Енисея имеет здесь ящикообразный поперечный профиль и четковидное в плане строение. Ширина аккумулятивного днища на суженных участках составляет 2–3 км на суженных участках и до 7 км – в расширениях. Высота восточного борта долины, подрезающего отроги Восточного Саяна, составляет 250–400 м, западного, граничащего с днищем межгорной котловины, – 150–200 м.

В пределах рассматриваемой территории Чулымская равнина имеет плоскую, слабонаклонную на север, поверхность, выработанную в юрских

и раннемеловых слабодислоцированных и слабо литифицированных осадочных породах. Абсолютные отметки равнины снижаются с юга на север с 350 до 250 м.

Таким образом долина Енисея является четко-образной и имеет ящикообразный профиль. В котловинах ширина аккумулятивного днища колеблется от 5 до 20 км. На выходе из Западного Саяна и в местах пересечения Батеневского и Красноярского кражей ширина днища долины достигает 600–1800 м. Высота бортов долины в Западном Саяне на выходе из гор составляет 300–400 м, в районе пересечения Батеневского кража – 300–500 м, а при пересечении Красноярского кража – 200–250 м. На всех участках, независимо от ширины, долина врезана в равнину на 120–130 м.

В Северо-Минусинской впадине и на Чулымской равнине долина прижата к отрогам Восточного Саяна и Енисейского кража и ее морфология в значительной мере контролируется более мелкими неотектоническими структурами этих активизированных блоков. По существу, она в этих районах приурочена к системе неотектонических микрогорстов и микрограбен, ограничивающих с запада Восточный Саян и Енисейский краж. Вдоль долины Среднего Енисея морфологически устойчиво прослеживаются только первая и вторая нпт, которые расширяются в пределах микрограбен и сужаются при пересечении долиной микрогорстов. Аналогично нпт ведут себя и при пересечении неотектонических горстов более высокого порядка, образующих отроги Восточного Саяна – Красноярского и Батеневского кражей. Эти террасы являются аккумулятивными и имеют классический набор фаций аллювия (русовая, пойменная, старичная). Морфологически выраженных аккумулятивных аллювиальных террас выше второй в долине Среднего Енисея не наблюдается.

ТЕКСТУРНО-СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОТЛОЖЕНИЙ КУРТАКСКОГО РАЙОНА

Наиболее полно и детально четвертичные отложения долины Среднего Енисея охарактеризованы в многочисленных разрезах Куртацкого района Северо-Минусинской котловины (Дроздов и др., 2005), обнаженных за счет абразии на левом берегу Красноярского водохранилища на протяжении более 30 км. Уровень воды находится в среднем на 50 м (многолетние колебания обычно не превышают +10 м) выше уреза затопленного Енисея (время заполнения водохранилища 1967–1970 гг.), а сама береговая линия за счет озерной абразии отступи-

ла за полвека на расстояние до 400 м. Нами эти обнажения изучены в полевом сезоне 2023 г.

Охарактеризуем разновидности отложений, слагающие эти разрезы. В нижних частях обрывов вскрываются коричневые алевроиты, местами тонко параллельно слоистые. Это наиболее древние субаэральные образования, представленные преимущественно лёссами и делювием. Их диагностика обычно ни затруднений, ни дискуссий не вызывает. Выше по разрезу субаэральные алевроиты опесчаниваются до алевропесков, из-за чего приобретают более светлый палевый цвет и называются нами “опесчаненными лёссами” (рис. 2, (а)). Палеопочвенные образования района существенно различаются (Чеха, 1990). Выделяются следующие разновидности: 1) автохтонные автоморфные и гидроморфные палеопочвы, слабо преобразованные постгенетическими процессами и не перемещенные с места формирования; 2) маломощные эфемерные палеопочвы, не имеющие сформировавшегося зрелого почвенного профиля; 3) педолиты – гумусовые линзы и маломощные прослои, деформированные постгенетическими, как правило солифлюкционными, процессами, но не испытывавшие дальнего перемещения от места образования; 4) педоседименты – аллохтонный гумусовый материал, т.е. пятна и полосы гумуса, “перемешанные” с алевроитовым и алевропесчаным материалом в ходе вязко-пластичного или жидко-пластичного течения (рис. 2, (б)).

Кроме субаэральные образований, в разрезах присутствуют отложения, генезис которых является предметом обсуждения. Прежде всего, большой интерес представляют специфические грубообломочные образования, которые предшественниками определялись как “грубообломочная пестроцветная толща” мощностью до 1.5 м (Дроздов и др., 2005). Отложения представлены параллельно- и линзовидно-слоистым хорошо промытым щебнегалечным материалом с дресвяно-песчаным заполнением (рис. 2, (в)). Во фракциях более 1 мм доминируют остроугольные обломки (щебень и дресва) местного петрографического состава (зеленоцветные песчаники и алевролиты каменноугольного возраста). До 15% крупных обломков составляют хорошо окатанные гравий и галька разнообразного петрографического состава (гранитоиды, карбонаты, роговики, туфы, серые и коричневые терригенные породы и др.), что свидетельствует о дальности и многообразии источников сноса, а также о достаточно длительной переработке в водном потоке. Подчеркнем, что на расстоянии десятков километров от берега водохранилища на левобережье кровля палеозойского фундамента сложена однородными зелено-

цветными терригенными породами, что исключает привнос материала со стороны водораздела.

В современных береговых обнажениях эти грубообломочные отложения залегают линзами и слоями до 1.5 м толщиной на кровле зеленоцветных пород палеозойского фундамента, являясь продуктами размыва и флювиального переотложения механической коры выветривания. Здесь же отметим, что с учетом геологических описаний как до затопления, так и после (Горшков, 1966; Куртакский... 1990 (а, б, в); Дроздов и др., 2005) на протяжении 12 км вдоль береговых обрывов Куртакского района четко зафиксированы изменения гипсометрического положения подошвы щебнегалечных отложений, залегающих непосредственно на кровле палеозойских пород от уровня 10 м до уровня 120 м над урезом воды затопленного Енисея. Таким образом грубообломочная пестроцветная толща облекает то опускающуюся, то воздымающуюся вдоль Енисея кровлю палеозойского

фундамента в диапазоне около сотни метров по высоте. При этом в нижних частях Куртакских разрезов (описанных до заполнения водохранилища) грубообломочные отложения достигали мощности 10 м (Горшков, 1966), по сравнению с мощностью 0.5–1.5 м на более высоких гипсометрических отметках современных береговых обрывов (Дроздов и др., 2005).

Вышеописанные дресвяно-щебне-галечные отложения, не только залегают на кровле фундамента в виде самостоятельного “базального” слоя, но и нередко в виде прослоев и линз переслаиваются вместе с хорошо промытыми песками, алевропесками, алевритами (рис. 2, (г)), совокупно с ними достигая видимой мощности более 10 м. При изучении Бережековского разреза Куртакского района до заполнения Красноярского водохранилища (Горшков, 1966) на цоколе палеозойских пород были описаны снизу вверх: щебне-галечники, мощностью 5–10 м, которые перекры-

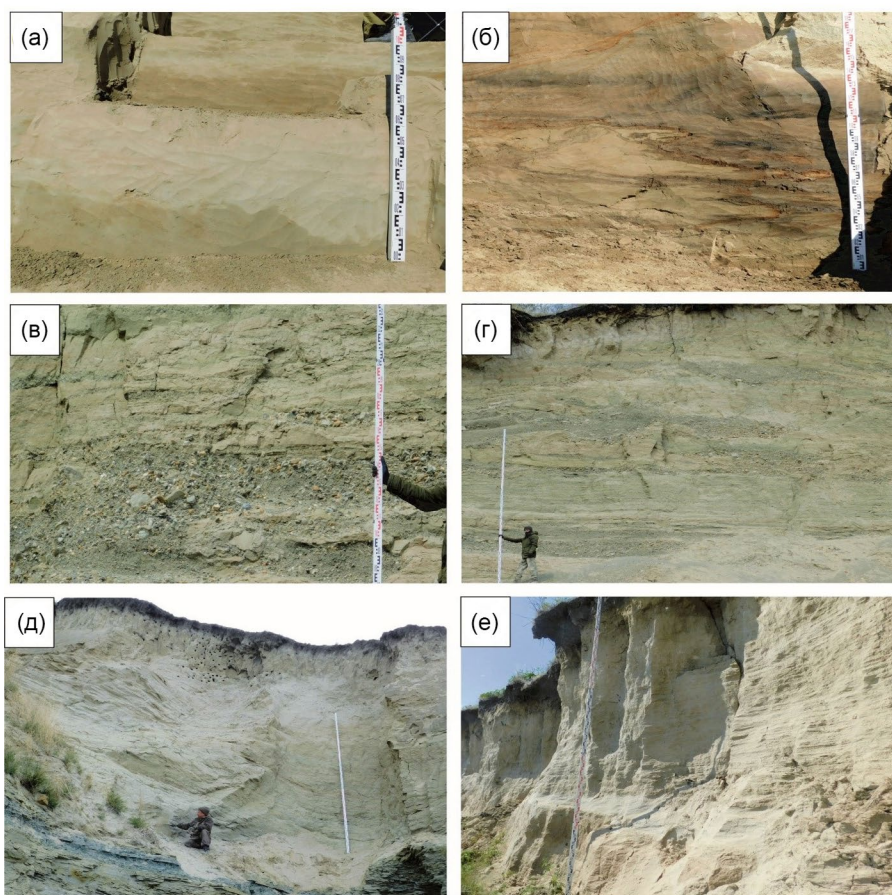


Рис. 2. Фотографии отложений: (а) — опесчаненные лёссовидные отложения; (б) — гумусированные пятнисто-полосчатые миктиты; (в) — пестроцветная грубообломочная толща, сложенная дресвяно-щебне-галечным материалом с алевропеском; (г) — параллельное переслаивание щебне-галечников, дресвяников, песков, алевропесков; (д) — облекающее залегание параллельно слоистых песков; (е) — параллельно слоистые алевропески.

Fig. 2. Photographs of deposits: (a) — sandy loess-like deposits; (б) — spotted-banded humus-rich mictites; (в) — variegated gravel; (г) — parallel-bedded of from angular to rounded pebbles, angular fine pebbles, sands, and silty sands; (д) — enveloping occurrence of parallel-bedded sands; (е) — parallel-bedded silty sands.

ты параллельно переслаивающимися песками и алевритами, мощностью до 40 м; при этом в песках и алевритах отмечаются линзы и прослои грубообломочного материала. Отметим, что в первоисточнике (Горшков, 1966) приведен разрез протяженностью 1.1 км вдоль берега Енисея. Фациальная изменчивость на разрезе отсутствует так же, как и геологические тела, которые можно было бы проинтерпретировать как старичные или пойменные фации аллювия.

Монотонную 40-метровую толщу параллельно слоистых песков и алевритов с прослоями грубообломочного материала С.П. Горшков диагностировал как аллювий IV нпт. При этом как на старых топографических картах, так и на современной цифровой модели рельефа геоморфологически выраженная терраса здесь отсутствует. Современный рельеф самим С.П. Горшковым до заполнения водохранилища был описан как система пологосклонных увалов, поверхности которых снижаются в сторону русла Енисея.

В верхней части разрезов присутствуют пачки параллельно-слоистых хорошо промытых и хорошо сортированных песков, алевропесков, алевритов с редкими гальками и щебнями. В тех случаях, когда стенка обнажения простирается поперечно или под значительным углом к Енисею, становится видно, что песчаные тела имеют облекающее залегание, а их слоистость, параллельная подошве, наклонна (рис. 2, (д)). Пачки таких отложений

встречаются в современных береговых разрезах на разных гипсометрических уровнях. Чем выше они залегают, тем в их гранулометрическом составе меньше песчаной фракции и больше алевритовой. Поэтому на больших гипсометрических высотах происходит постепенный переход от песков к алевропескам, а затем к песчаным алевритам. При этом их сортированность и промытость настолько велики, что даже при существенном содержании алевритовой фракции эти алевропески и алевриты воспринимаются по внешнему литологическому облику как мелкозернистый песок (рис. 2, (е)). При простирании стенки обнажения вдоль Енисея параллельная слоистость ориентирована в видимом сечении субгоризонтально, однако при поперечных сечениях в обнажениях, как правило, проявлена наклонная слоистость до углов 40–50° в сторону Енисея.

При полевых работах 2023 гг. в долине Среднего Енисея было отобрано более 200 образцов на гранулометрический анализ. Приведем примеры типовых гранулометрических кривых для рассматриваемых разновидностей отложений (рис. 3). Среди субэразальных образований классическим примером типичного лёсса является коричневый алеврит. На рис. 3, (а) видно, что его гранулометрическая кривая (1) имеет четко выраженный унимодалный характер с пиком на размере 0.05 мм, а основной объем частиц (более 80%) находится в интервале пылеватой (алевоитовой) фракции:

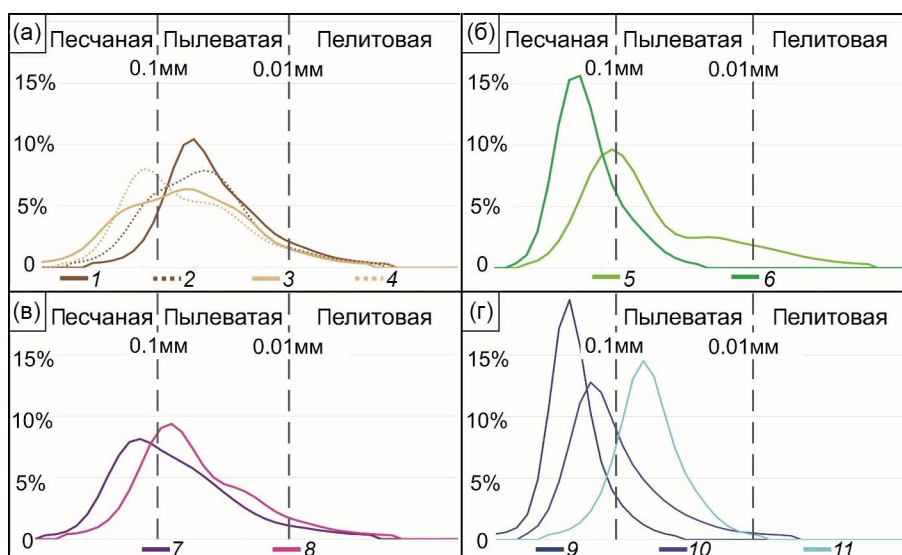


Рис. 3. Гранулометрический состав отложений.

1 – коричневый лёсс; 2 – коричневый делювий; 3 – палевый лёсс; 4 – палевый делювий; 5 – пойменный аллювий; 6 – русловый аллювий; 7 – мелкозем из “пестроцветных” отложений; 8 – мелкозем из грязевых миктитов; *парагенезис хорошо сортированных и промытых отложений*: 9 – пески; 10 – алевропески; 11 – алевриты.

Fig. 3. Grain size composition of sediments.

1 – brown loess; 2 – brown alluvial fan deposits; 3 – fawn loess; 4 – fawn alluvial fan deposits; 5 – floodplain alluvium; 6 – channel alluvium; 7 – fine size fraction from “variegated” deposits; 8 – fine size fraction from mud mictites; *paragenesis of well-sorted and washed sediments*: 9 – sand; 10 – silty sand; 11 – silt.

0.1–0.01 мм. Гранулометрическая кривая (2) типичного коричневого делювия, залегающего в парагенезисе с коричневым лёссом, также показана на рис. 3, (а). Содержание алевритовой фракции в делувии около 70%, значительное количество частиц по сравнению с коричневым лёссом смещено в крупнопылеватую и песчаную фракции, за счет чего кривая становится менее симметричной. Также не симметричны кривые палевого лёсса (3 на рис. 3, (а); содержание алевритовой фракции около 60%) и палевого делювия (4 на рис. 3, (а); содержание алевритовой фракции около 50%), у которой максимум находится на границе между песчаной и пылевой фракциями (0.1 мм). Таким образом, данными гранулометрического состава подтверждается полевое описание: коричневые лёссы и делувий являются типичными алевритами, а палевые более опесчанены.

На рис. 3, (б) показаны для сравнения гранулометрические кривые аллювиальных отложений из разреза низкой нпт у дер. Коркино севернее водохранилища: кривая 5 — алевропесок пойменной фации (песчаной фракции около 50%, алевритовой 40%, пелитовой 10%; максимум на значении 0.1 мм, т.е. на границе между песчаной и пылевой фракциями); кривая 6 — хорошо сортированный песок русловой фации (песчаной фракции около 85%, пылевой 15%, пелитовой нет; кривая унимодальная симметричная высокая). На рис. 3, (в) показана гранулометрическая кривая (7) мелкозема из пестроцветной толщи, представленной переслаиванием песка и алевропеска с прослоями щебне-дресвяно-галечного материала. По гранулометрическому типу это алевропесок (песчаной фракции около 45%, пылевой 50%, пелитовой 5%) с максимумом, смещенным в интервал песчаной фракции. Также на рис. 3, (в) показана гранулометрическая кривая (8) образца из грязевых миктитов (песчаной фракции около 25%, пылевой 65%, пелитовой 10%). Ярко выражены несимметричность и малая высота кривой; пик хотя и находится в интервале значений песчаной фракции, содержание алевритового материала преобладает. Для данной разновидности отложений характерны разные составы в зависимости от того, какие отложения были исходными для перемешивания.

На кривых 9, 10, 11 рис. 3, (г) показаны хорошо сортированные пески, алевропески, алевриты, залегающие в непосредственном парагенезисе и фациально замещающие друг друга по латерали в пределах слоев или пачек. Чрезвычайно важным является факт сходства кривых для песков: 9 на рис. 3, (г) и 5 на рис. 3, (б). Форма кривой у алевропеска (10 на рис. 3, (г)) и алеврита (11 на рис. 3, (г)) тоже очень похожи. Отличие состоит лишь в том,

что от песка к алевриту максимум смещается из песчаной фракции в пылеватую соответственно с увеличением содержания пылевой фракции. При этом кривые остаются унимодальными симметричными и высокими. На наш взгляд, это не только подтверждает полевую диагностику, но и свидетельствует о сходстве условий осадконакопления отложений, представленных кривыми 9, 10, 11 на рис. 3, (г) с обстановкой формирования руслового аллювия (кривая 6 на рис. 3, (б)), т.е. с обстановкой водного потока. Фациальные замещения между флювиальными песками, алевропесками и алевритами нами неоднократно фиксировались при прослеживании на многие десятки метров в сплошных расчистках вдоль подошв и кровель слоев.

РАЗРЕЗЫ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ КУРТАКСКОГО РАЙОНА

Охарактеризованные выше разновидности четвертичных отложений легли в основу литологической легенды при составлении разрезов. Особенности геологического строения разрезов Куртацкого района показаны на наиболее представительных из них (рис. 4). Разновидности четвертичных отложений, описанные выше, оказались чрезмерно детальными для характеристики обнажений, простирающихся на десятки и сотни метров вдоль обрывов. При использовании детальных литотипов геологические тела, с прослеженными границами выглядят существенно неоднородными. Поэтому те из них, которые фиксировались в парагенезисе и обладали взаимными фациальными переходами, были объединены в более генерализованные пачки и толщи. Коричневые лёссы и делувий представляют собой типичные субаэральные отложения. На рис. 4, (а, б, г) они занимают нижнюю часть разреза и включают в себя автохтонные автоморфные и гидроморфные палеопочвы с сохранившимся почвенным профилем. Обращает на себя внимание тот факт, что залегание палеопочв, которые из-за темного цвета гумуса являются маркерами, нередко наклонны, т.е. облекающие по отношению к палеосклону. Верхний (куртацкий) палеопедокомплекс, отчетливо фиксирующийся в разрезах (а, б, г) на рис. 4, в большинстве случаев представлен несколькими эфемерными палеопочвами и педолитами. Поэтому он выделен в отдельный тип и показан серым цветом.

В опесчаненный субаэральный тип выделены палевые лёссы и делувий, наблюдаемые в верхних частях всех разрезов, приведенных на рис. 4. В следующий генерализованный литотип объединены хорошо сортированные пески, алевропески, алевриты, обладающие в разной степени

выраженной параллельной слоистостью. Для них характерны частые фациальные замещения друг на друга. В изученных разрезах парагенезис флювиальных отложений составляет три разновозрастных толщи, располагающихся друг над другом и разделенные субаэральными толщами. Особенно четко это фиксируется в Бережековском разрезе (см. рис. 4, (а)). Подчеркнем, что смена коричневых алевритовых типичных лёссов и делювия на опесчаненные генетические аналоги происходит над кровлей нижней из трех флювиальных пачек. Предшествовавшими исследователями эти флювиальные отложения трактовались как “аллювий высоких террас”, “перигляциальный аллювий”, “ложковый аллювий” (Дроздов и др., 2005). Однако на разрезах видно, что подошвы флювиальных толщ залегают не субгоризонтально и не в виде русловых врезов, а облекаяще, что не типично для аллювия. Более того, на рис. 4, (б и г)

изображены разрезы, в которых отчетливо фиксируется тот факт, что верхняя флювиальная толща воздымается от нижней части разреза почти до самой бровки обрывов (до подошвы мало-мощного верхнего субаэрного покрова). При этом наблюдается несколько типов контактов с подстилающими отложениями.

Как правило, флювиальные отложения ложатся на подстилающие отложения с разрывом и четко выраженным структурным несогласием, что видно на рис. 4, (а, б, г) по срезанию палеопочв и других геологических границ. Вместе с тем местами в подошве флювиальных отложений отсутствует разрыв, и их подошва ложится облекаяще на палеопочвы. Кроме того, нередко верхняя часть субаэриальных толщ преобразована в миктит с пятнисто-полосчатыми текстурами грязевого жидко-пластичного течения. В таких микритах присутствуют лито-фациальные разности от

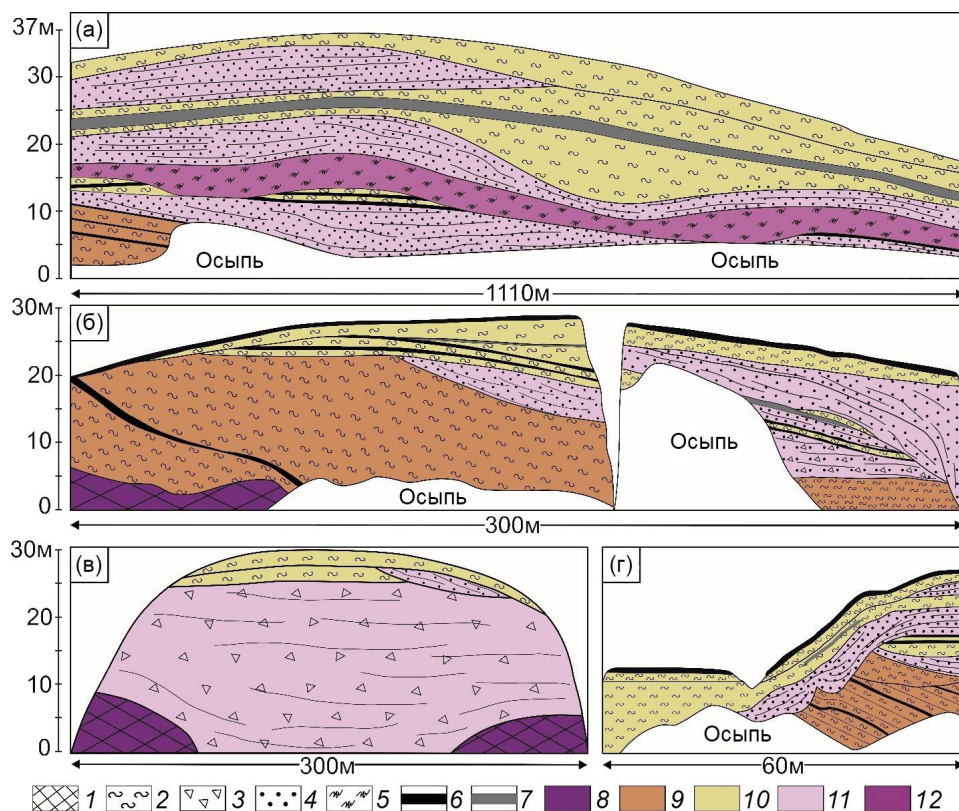


Рис. 4. Разрезы Куртаковского района: (а) – Бережеково 1–4; (б) – Чанинская гора 1–2; (в) – Разлог-4; (г) – Бережеково-5.

1 – палеозойские породы; 2 – алевриты; 3 – грубообломочная толща с щебнем и дресвой; 4 – песок; 5 – гумусированные грязевые миктиты; 6 – автоморфные палеопочвы; 7 – эфемерные палеопочвы и педолиты куртаковского педокомплекса; 8 – дочетвертичные образования; 9 – коричневые субаэральные отложения; 10 – палевые опесчаненные субаэральные отложения; 11 – суперпаводковые отложения; 12 – миктиты грязевого течения.

Fig. 4. Sections of the Kurtak region: (a) – Berezhekovskaya 1–4; (b) – Chaninskaya Mountain 1–2; (v) – Razlog-4; (g) – Berezhekovskaya-5.

1 – Paleozoic rock; 2 – silt; 3 – coarse gravel; 4 – sand; 5 – humus-rich mud myctites; 6 – automorphic buried soil; 7 – ephemeral buried soils and pedolites of Kurtaksky pedocomplex; 8 – pre-Quaternary formations; 9 – brown subaerial deposits; 10 – pale sandy subaerial deposits; 11 – megaflood deposits; 12 – mud flow mictites.

отторженцев с диффузионными взаимопроникающими контактами (см. рис. 2, (б)) до перемешанной однородной несортированной смеси (кривая 8 на рис. 3, (в)). Эти неслоистые пески и алевропески включены в состав флювиальных толщ, за исключением средней флювиальной тощи, на нижнем контакте которой в результате интенсивного перетолжения достаточно мощной последовательности палеопочв, грязевые миктиты, насыщенные аллохтонным гумусом, приобрели контрастно выраженный серый цвет, что позволило выделить их в отдельное геологическое тело (см. рис. 4, (а)).

На рис. 4, (г) показан разрез, почти полностью сложенный грубообломочной толщей, постепенно переходящей в параллельное переслаивание песков и алевропесков с линзами дресвяно-щебнисто-галечного материала. Особо подчеркнем, что этот разрез (Разлог-4) совершенно однотипен разрезу, описанному под современным разрезом Бережеково 1–4 в период до заполнения Красноярского водохранилища (Горшков, 1966). По нашему мнению, это указывает на то, что грубообломочные отложения и перекрывающие их хорошо сортированные флювиальные отложения с грязевыми микритами являются фациями гляциального суперпаводка. Приведем доводы, почему иные генетические трактовки представляются нам менее адекватными.

Прежде всего, изложенный фактический материал со всей очевидностью демонстрирует, что вышеописанные отложения не имеют признаков нормального межледникового аллювия. Что касается перигляциального аллювия, который должен был формироваться при подпруживании речных долин северными ледниками, то Тургайская ложбина стока, ограничивающая возможность подпруживания долин Западно-Сибирских рек с отметкой 130 м над уровнем Мирового океана (Архипов, 1971), не позволяет допускать возможность существования перигляциального аллювия или подпрудных озер в интервале абс. отметок 200–280 м, где локализованы Куртацкие разрезы.

Особо отметим, что в разрезах Куртацкого района, гранулометрический состав описываемых отложений уменьшается вверх по разрезу от подошвы к кровле, начинаясь грубообломочным базальным слоем, продолжаясь переслаиванием песков и алевропесков с линзами щебнегалечников и завершаясь параллельно слоистыми алевритами с линзами песков и редкими крупными обломками и грязекаменными микритами. Кроме того, совершенно очевидно, что базальные грубообломочные отложения и алевропески с дресвяно-щебне-галечными прослоями, как правило, не залегают на ровной субгоризонтальной поверхности,

характерной для подошвы аллювиальных свит, но наклонно облекают кровлю палеозойского фундамента и другие подстилающие толщи. Специфической особенностью этой литоседиментационной последовательности является аномально большая видимая мощность (до 80 м на Куртацком участке с учетом затопленных разрезов), что не укладывается в аллювиальную парадигму. Изложенная аргументация обосновывает наше мнение о суперпаводковом (катафлювиальном) происхождении отложений, генезис которых ранее определялся как аллювиальный. Геологическое строение разрезов Куртацкого района указывает на то, что выше уровня водохранилища вообще отсутствуют аллювиальные отложения Енисея, т.к. в разрезах распространены субэральные отложения, находящиеся уже за пределами Енисейской долины, хотя и граничащие с ней.

В разрезе Бережеково 1–4 (см. рис. 4, (а)) прослежены все три суперпаводковые толщи: разлогская (Π_4 rz), чанинская (Π_2 chn), дивнинская (Π_4 dv), возраст которых достаточно уверенно определяется на основе информации по разделяющим их в разрезах субэральным отложениям с палеопочвами, имеющим геохронометрическую, палеонтологическую, геоархеологическую характеристики (Дроздов и др., 2005; Zander et al, 2003; Архипов и др., 1992; Куртацкий... 1990, вып. 1-3). На рис. 5 приведен сводный разрез четвертичных отложений Куртацкого района, составленный по авторским данным и публикациям предшественников. Еще раз подчеркнем, что стратиграфическая основа местной схемы заложена исследовательским коллективом, который под руководством Н.И. Дроздова четверть века занимался комплексным междисциплинарным изучением разрезов Куртацкого района.

Для определения возраста отложений использовались только те палеонтологические остатки, которые были найдены в положении *in situ*. Большинство таких местонахождений палеофауны локализовано в разрезах Бережеково 1–5. Аналогичный подход реализован и для археологических местонахождений (находки каменных артефактов). Опубликованные данные, как правило, позволяют определить положение местонахождений в разрезе с точностью до стратиграфической привязки к той или иной толще, но без детальной топографической локализации, которую на сегодняшний день обеспечивают навигаторы и БПЛА. Поэтому мы вынесли археологические, палеонтологические и геохронометрические данные, опубликованные в обобщении (Дроздов и др., 2005) на сводный разрез. Здесь и далее сведения о возрасте отложений, археологические и палеонтологические данные

по куртакскому району приводятся в соответствии с этой монографией (при этом данные радиоуглеродного метода даются некалиброванными по первоисточнику).

Самыми древними являются эоплейстоценовые субаэральные отложения (лёссы, делювий, гидроморфные палеопочвы), в основании разреза Бережеково-5 (рис. 4, (г)), где установлена обратная намагниченность и обнаружены остатки мелких млекопитающих, относящиеся к раздольинскому (аналог таманского) фаунистическому комплексу. Поскольку предшественники не дали этой толще местного названия, то нами она поименована дроздовской по одноименному урочищу (названному в честь Н.И. Дроздова), расположенному у пос. Куртак, где находится молодежный летний лагерь полевого стационара Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева. Дроздовская толща перекрывается нижне-неоплейстоценовой субаэральная верхнегорской толщей, где найдены остатки млекопитающих, для которых определена принадлежность к вяткинскому фаунистическому комплексу. Еще выше залегает средне-неоплейстоценовая субаэральная верхнекаменная толща, представленная лёссами, делювием и тремя палеопочвами, из которой собраны палеонтологические остатки, отнесенные к хазарскому фаунистическому комплексу. Из этих же отложений известна единичная термолюминесцентная дата 349 ± 73 тыс. л. Здесь же найдены артефакты по типологии, определенные предыдущими исследователями как раннепалеолитические. Вышеперечисленные дроздовская, верхнегорская, верхнекаменная толщи, с совокупным возрастом от эоплейстоцена до среднего неоплейстоцена представлены лёссами и лёссовидными отложениями, для которых общим является коричневый цвет из-за доминирования пылевой фракции.

Выше залегает разлогская толща самого древнего из региональных мегапаводков. В ней найдены артефакты, предположительно отнесенные к раннему палеолиту, а также остатки фауны средне-, нижне-неоплейстоценового, эоплейстоценового возраста, что свидетельствует о переотложении палеонтологического и археологического материала. Для песчаных отложений этой толщи известна термолюминесцентная дата 202 ± 17 тыс. л. н., что позволяет отнести ее по возрасту ко второй половине среднего неоплейстоцена (время тазового оледенения). Такая стратиграфическая позиция подтверждается возрастом каменноложской палеопочвы, залегающей непосредственно на кровле разлогской толщи, который определен на основе палеопедологической диагностики, а также термолюминесцентных дат 118 ± 17 тыс. л. н. и

130 ± 10 тыс. л. н. К сожалению, представительные типологические палеолитические артефакты в положении *in situ*, из каменноложской палеопочвы не известны. Палеонтологические остатки определены как принадлежащие к мамонтовому (“верхнепалеолитическому”) фаунистическому комплексу (с возрастом от конца среднего неоплейстоцена до позднего неоплейстоцена). В кровле каменноложской палеопочвы встречаются криогенные клинья. Таким образом, по возрасту каменноложская палеопочва сопоставляется с первым межледниковьем верхнего неоплейстоцена.

Непосредственно на каменноложской хорошо развитой полнопрофильной поликомпонентной черноземной палеопочве, отделенный от нее маломощным (обычно 0.5–1 м толщиной) прослоем субаэрального алеврита, залегает сухоложский педокомплекс, представленный четырьмя сближенными палеопочвами со слабо дифференцированными профилями и маломощными гумусовыми горизонтами, отнесенный по результатам палеопедологической диагностики к раннему-муруктинскому времени (эпоха первого оледенения позднего неоплейстоцена). В ней так же, как и в нижележащей каменноложской палеопочве установлены палеонтологические остатки, отнесенные к мамонтовому фаунистическому комплексу. Термолюминесцентные даты уже не единичны; они укладываются в интервал 72–76 тыс. л. н., что позволило предшественникам соотнести возраст сухоложского педокомплекса с МИС 4.

Выше залегает суперпаводковая чанинская толща, представленная парагенезисом отложений грязекаменного и водокаменного селей (рис. 4, (а)). Сероцветная толща грязевых миктитов трактовалась предшественниками (Дроздов и др., 2005) как “дочанинские продукты переотложения ранне-муруктинских и казанцевских почв”. В этих отложениях имеются находки переотложенной фауны возраста более древнего, чем вмещающие отложения. Термолюминесцентные даты близки к средним значениям около 60–57 тыс. л. н. На основе имеющихся данных возраст чанинской толщи определяется нами как позднемуруктинский — конец второй ступени верхнего неоплейстоцена (конец эпохи первого поздне-неоплейстоценового оледенения).

Геохронометрически наиболее охарактеризованным является куртакский педокомплекс, представленный многочисленными эфемерными палеопочвами и педолитами (криотурбированными палеопочвами) переслоенными с лёссовидными отложениями. Опубликовано более ста радиоуглеродных дат, значения которых укладываются в интервал от 47 до 25 тыс. л. н. Кроме того, для

куртакского педокомплекса получена представительная серия термолюминесцентных датировок с усредненными значениями в интервале 50–26 тыс. л. н. В этих отложениях известны палеонтологические находки, относящиеся к мамонтовому комплексу фауны и артефакты, определенные как верхнепалеолитические. Куртакский палеопедокомплекс перекрывается нижнетрифоновскими палевыми и светло-коричневыми лёссами, возраст которых по радиоуглеродным данным находится в интервале 24–22 тыс. л. н., а по термолюминесцентным в интервале 25–23 тыс. л. н. Известны находки остатков мамонтового фаунистического комплекса и артефактов ранней поры позднего палеолита. Время формирования нижнетрифоновских слоев относится к последнему ледниковому макси-

муму. Нижнетрифоновские субаэральные отложения перекрываются катафлювиальной дивнинской толщей с термолюминесцентными датами около 22–20 тыс. л. н. В дивнинских хорошо сортированных песках встречаются разрозненные остатки фауны, переотложенной из нижележащих отложений. Возраст этих песков оценивается как конец последнего ледникового максимума. Завершает разрез неоплейстоцена относительно маломощный (первые метры) верхнетрифоновский лёсс, из которого получена серия радиоуглеродных и термолюминесцентных дат в интервале 17–14 тыс. л. н. В этих отложениях известны находки артефактов финальной поры верхнего палеолита и остатков фауны мамонтового комплекса. Возраст определяется как послеледниковые – переход к голоцену.

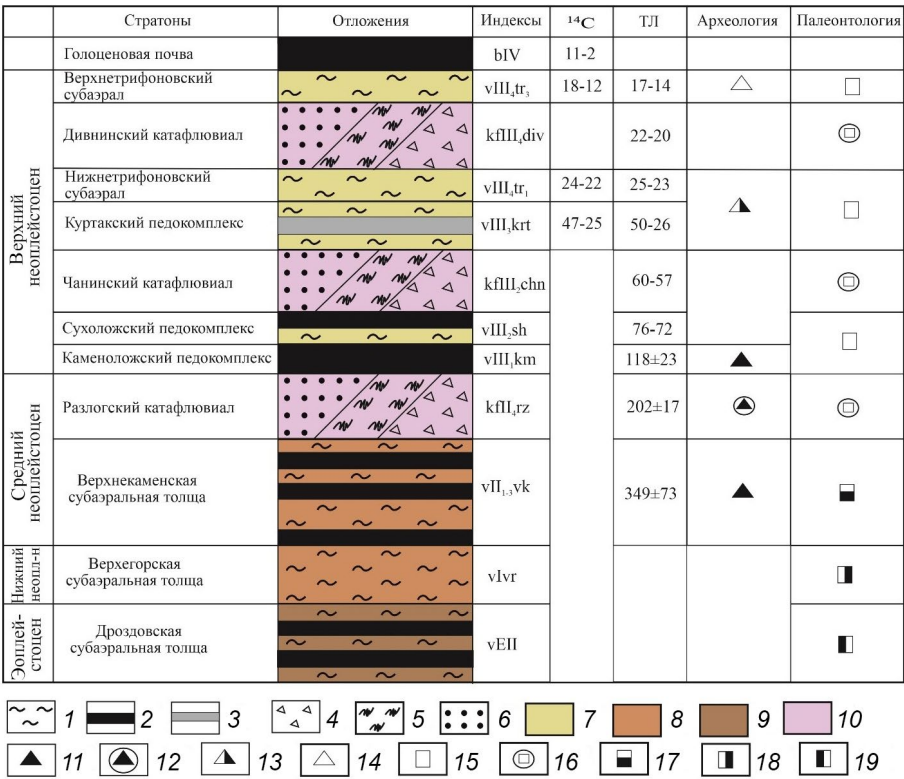


Рис. 5. Последовательность формирования четвертичных отложений Куртакского района. 1 – субаэральные отложения; 2 – автоморфные палеопочвы; 3 – эфемерные палеопочвы и педолиты; 4 – грубообломочные отложения; 5 – миктиты; 6 – флювиальные отложения; 7 – палевые опесчаненные лёссы; 8 – типичные коричневые лёссы; 9 – эоплейстоценовый субаэральный комплекс; 10 – суперпаводковые (катафлювиальные) отложения; 11 – археологические объекты раннего палеолита; 12 – археологические объекты раннего палеолита сомнительного происхождения; 13 – археологические объекты раннего верхнего палеолита; 14 – археологические объекты позднего верхнего палеолита; 15 – мамонтовый фаунистический комплекс; 16 – переотложенные фаунистические остатки более древние, чем вмещающие отложения; 17 – хазарский фаунистический комплекс; 18 – вяткинский фаунистический комплекс; 19 – раздолынский фаунистический комплекс.

Fig. 5. Summary section of Quaternary deposits of the Kurtak region. 1 – subaerial deposits; 2 – automorphic buried soils; 3 – ephemeral buried soils and pedolites; 4 – gravels; 5 – mictites; 6 – fluvial deposits; 7 – fawn sandy loess; 8 – typical brown loess; 9 – the Eopleistocene subaerial complex; 10 – megaflood deposits; 11 – Early Paleolithic archaeological site; 12 – Early Paleolithic archaeological sites of dubious origin; 13 – early Upper Paleolithic archaeological sites; 14 – late Upper Paleolithic archaeological sites; 15 – mammoth faunal complex; 16 – redeposited faunal remains that are older than the host sediments; 17 – Khazar faunal complex; 18 – Vyatka faunal complex; 19 – Razdolninsky faunal complex.

РАЗРЕЗЫ СУПЕРПАВОДКОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ СРЕДНЕГО ЕНИСЕЯ

Анализ обобщающей региональной литературы по Среднему Енисею привел нас к выводу о том, что суперпаводковые отложения неоднократно описывались предшественниками, но их происхождение интерпретировалось иначе. Поэтому целесообразно привести хотя бы некоторые разрезы, опубликованные ранее, которые иллюстрируют, что суперпаводковые отложения встречаются не только в Куртакском районе (рис. 6). Например, авторы среднemasштабной геологической карты 1963 г. (Херасков, Анисимова, 1963) считали, что территория Южно-Минусинской котловины сложена валунно-галечниками, песками и нерасчлененными красно-бурными песчаными глинами с галькой и щебнем “древней долины реки Енисей”, возраст которой определялся ими как позднечетвертичный, исходя из геоморфологического положения ее поверхности, близкой к гипсометрическим уровням площадок III и II нпт Енисея. Мощность этих отложений в Приенисейской части более 40 м (там же); при этом в разрезах близких к Енисею доминируют валунно-галечники, а в районе Абакана более существенную роль играют

пески, и мощность толщи снижается до 5–15 м. На геологической карте 2019 года издания эта толща показана как “аллювий прадолины Енисея”, а ее возраст переопределен по палинологическим данным с позднечетвертичного на эоплейстоценовый (Шаталина и др., 2019).

В этой связи показателен карьер в Южно-Минусинской котловине с координатами 53.380399° с.ш., 91.032862° в.д. (разрез № 1; рис. 1, 6, 7). Вскрытый здесь разрез верхнеенисейской толщи позволяет сделать вывод о ее трехчленном строении (Зольников и др., 2024). Нижняя пачка мощностью 8 м сложена преимущественно косослоистыми валунниками с галькой и отдельными окатанными глыбами. В прикровельной части валунников отмечаются прерывистые прослои и линзы песка, а также опесчаненность собственно валунников.

Средняя пачка сложена валунно-галечниками с доминирующей параллельной субгоризонтальной слоистостью, мощностью 7 м. Отметим, что кровля нижних валунников не всегда находится на одном гипсометрическом уровне, но участками снижается фактически до кровли палеозойских пород; при этом мощность перекрывающей пачки

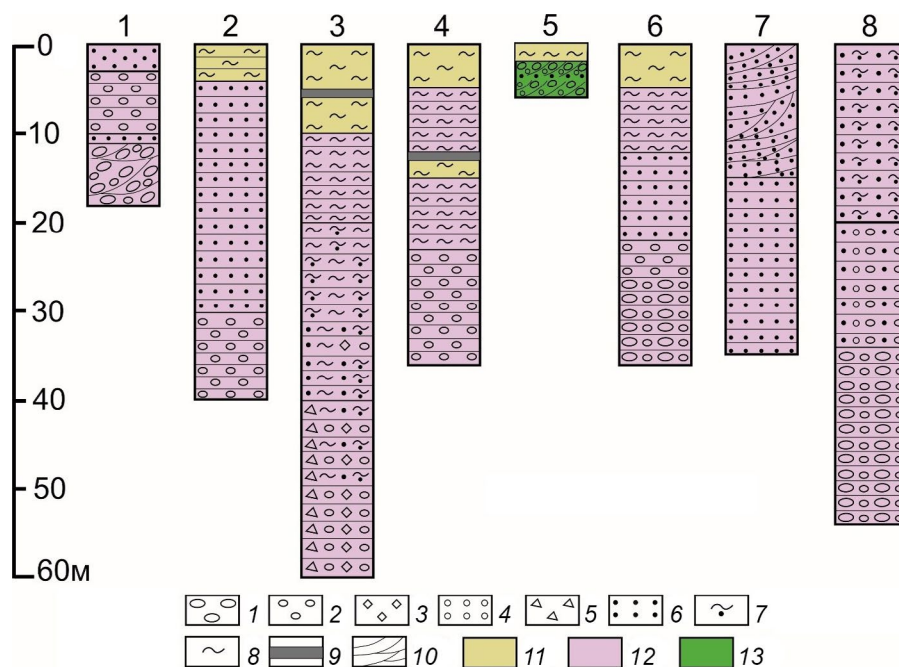


Рис. 6. Колонки разрезов, обсуждаемых в тексте.

1 – валуны; 2 – гальки; 3 – щебень; 4 – гравий; 5 – дресва; 6 – песок; 7 – алевропесок; 8 – алевроит; 9 – палеопочва; 10 – слоистость; 11 – субаэральные отложения; 12 – суперпаводковые отложения; 13 – аллювий. Номера разрезов расшифрованы в тексте и даны в условных обозначениях к рис. 1.

Fig. 6. Columns of sections discussed in the text.

1 – boulder; 2 – pebble; 3 – angular pebble crushed stone; 4 – fine pebble gravel; 5 – angular fine pebble debris; 6 – sand; 7 – silty sand; 8 – silt; 9 – buried soil paleosol; 10 – bedding layering; 11 – subaerial deposits; 12 – superflood mega-flood deposits; 13 – alluvium. Section numbers are deciphered in the text and given in the legend to Fig. 1 caption.

валунногалечников компенсационно увеличивается, что было прослежено в других стенках карьера. Особо подчеркнем, что параллельно слоистые валунногалечники ложатся на косослоистые валунники с четко выраженным структурным несогласием.

Верхняя пачка представлена песком мощностью до 3 м. В других участках карьера мощность песка увеличивается до 5–6 м. В нижней части песчаной пачки наблюдаются флювиальные текстуры, а верхняя часть песков перевеяна. На наш взгляд, описанная последовательность флювиальных отложений не укладывается ни в одну из ныне известных генетических интерпретаций, кроме супераводковой.

Скважинами, пробуренными в Южно-Минусинской котловине, вскрыта та же флювиальная

толща, мощностью до 40 м, которая геологами-съемиками была отнесена в 2015 г. к нижне-четвертичному аллювию VII нпт (Секретарёв и др., 2015). В соответствии с описанием по опорной скважине № 21 с координатами 54.561094° с.ш., 90.786721° в.д. (разрез № 2; рис. 1, 6, 7) приподовенная часть этой толщи представлена галечниками мощностью 10 м, выше которых залегают параллельно слоистые пески мощностью до 25 м, завершающиеся волнисто параллельно тонко слоистым алевритом мощностью 5 м. Такая многометровая пачка параллельно-слоистых песков и алевритов не укладывается в аллювиальную парадигму, так же, как и наличие базальной пачки галечников в пределах котловины, где процессы аккумуляции должны доминировать над процессами размыва и переотложения грубообломочного материала.

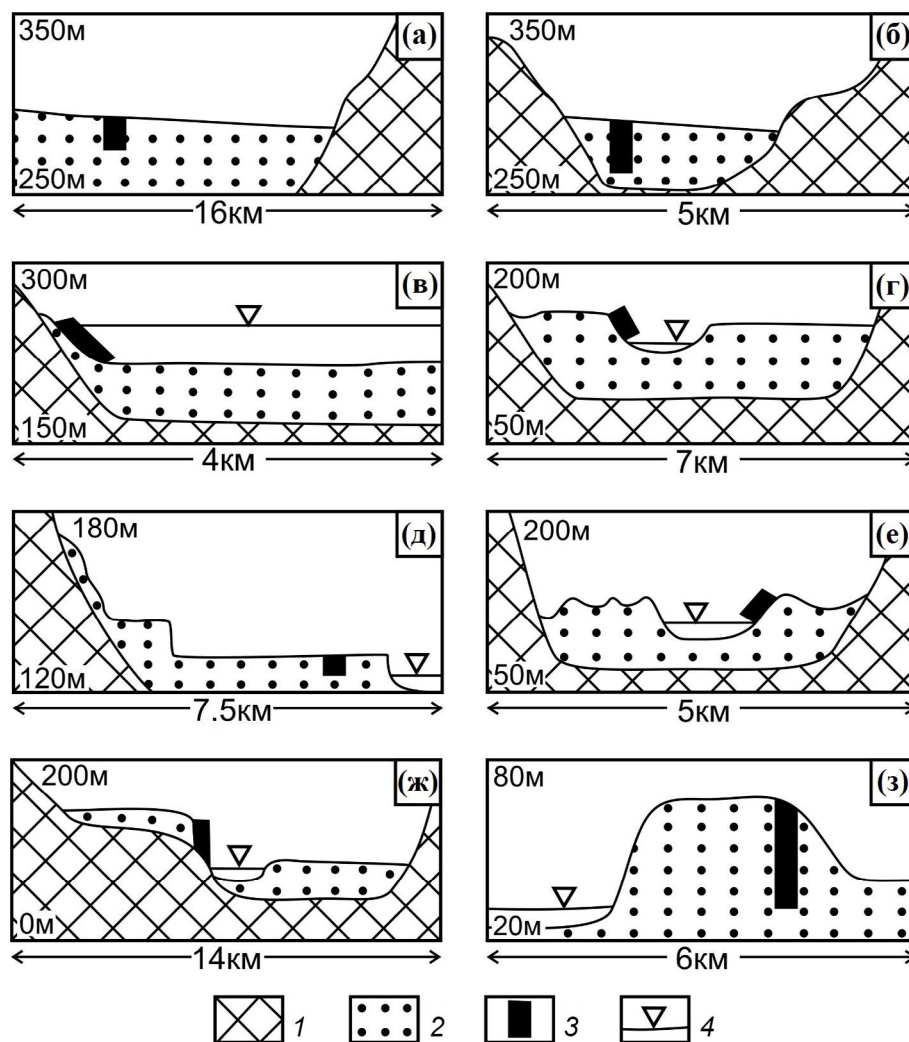


Рис. 7. Геоморфологические профили в участках разрезов, приведенных на рис. 6.

1 – дочетвертичные породы; 2 – четвертичные отложения; 3 – положение разрезов; 4 – урез воды в Енисее и Красноярском водохранилище.

Fig. 7. Geomorphological profiles in sections of the sections shown on the Fig. 6.

1 – pre-Quaternary rocks; 2 – Quaternary sediments; 3 – location of sections; 4 – water level in the Yenisei River and Krasnoyarsk reservoir.

Чрезвычайно интересен, упоминавшийся выше, разрез у поселка Куртак описанный до заполнения Красноярского водохранилища (Горшков, 1966). Здесь на цоколе палеозойских пород вскрыты: щебне-галечники, мощностью 5–10 м, выше которых залегают параллельно слоистые пески и алевриты, мощностью до 40 м с линзами и прослоями грубообломочного дресвяно-щебне-галечного материала (разрез № 3 на рис. 1, 6, 7). Этот разрез абсолютно аналогичен разрезу Разлог (см. рис. 4, (в)), вскрытому абразионной деятельностью после наполнения водохранилища. На наш взгляд, эти два разреза характеризуют одну и ту же толщу, круто наклонно облекающую кровлю фундамента с диапазоном относительных высот от 0 до 90 м над уровнем затопленного Енисея.

В районе г. Красноярск на левом берегу Енисея в качестве разреза III “лагерной” нпт более полувека назад описаны отложения, обнажающиеся в уступе террасы высотой 30–40 м над уровнем реки и протяженностью 7 км (Горшков, Минервин, 1966). Ниже уровня городской больницы в обнажении 505 (Горшков, Минервин, 1966, с. 104) с координатами 56.006572° с.ш., 92.870461° в.д. снизу вверх были вскрыты (разрез № 4; рис. 1, 6, 7): галечник мощностью 11 м; параллельно слоистый алеврит мощностью 7 м; алеврит неслоистый лёссовидный мощностью 2 м; палеопочва мощностью до 1 м; алеврит параллельно-слоистый мощностью 7 м; алеврит неслоистый лёссовидный мощностью 4 м. Очевидно, что в разрезе описаны две флювиальных толщи, разделенные субаэральной пачкой. Нижняя толща представлена галечниками и перекрывающими их слоистыми алевритами, а верхняя только слоистыми алевритами. Обращает на себя внимание отсутствие отложений, которые можно было бы принять за русловую фацию верхней флювиальной толщи. При этом верхние слоистые алевриты фактически без размыва ложатся на палеопочву, лишь в некоторых местах вдоль разреза преобразуя ее в оплывневой миктит с педолитами (близко переотложенными гумусовыми прослоями и линзами). Чередование участков с размывами, участков с оплывневым переотложением и участков с налеганием без размыва на нижележащие отложения, характерно как раз для подошвы суперпаводкового циклита. Привлекает интерес и наличие в кровле нижней флювиальной толщи промоин, выполненных не вышележащими покровными отложениями, а все теми же флювиальными отложениями. Такие микроформы рельефа интерпретируются нами как промоины на возвратном потоке воды после суперпаводкового заплеска на борта долины.

В качестве примера приведем разрез типичного аллювия, который описан нами в карьере у деревни Коркино (разрез № 5 на рис. 1, 6, 7). В геоморфологическом отношении карьер приурочен к I нпт, обычно не превышающей 10 м над урезом Енисея (разрез 6 на рис. 7). Из этого же разреза взяты образцы на гранулометрию, приведенные на рис. 3, (б). Здесь вскрыты хорошо окатанные гравийно-галечники с линзовидной и мутьеобразной слоистостью мощностью около 4 м. Гравийно-галечники, представляющие собой типичный русловый аллювий, перекрываются маломощным алевропесчаным покровом, а в их середине прослеживается прослой пойменных песков мощностью 0.1–0.2 м, в которых встречены остракоды.

В районе г. Красноярск С.А. Архипов проследил разрез террасы, высота которой над Енисеем в то время выдерживалась в пределах 35–45 м, местами увеличиваясь до 50 м. Им построен разрез по левому берегу Енисея от Красноярска через Коровий Лог, Глубокий Лог, дер. Коркино и Куваршино до дер. Барабаново на протяжении 25 км (Архипов, 1966, с. 62). С.А. Архипов считал данную террасу III нпт, с высотой цоколя в среднем 15–20 м над Енисеем. Особо им подчеркивалась литофациальная выдержанность разреза по горизонтали. Описано залегание на палеозойских породах параллельно- и косослоистых галечников до 10–15 м мощностью, которые С.А. Архиповым считались собственно межледниковым аллювием. Выше расположены параллельно-слоистые пески и алевропески, которые он интерпретировал как перигляциальный аллювий лагерной III нпт. В основании песков зафиксирован базальный слой песко-гравийников с галькой мощностью до 1–1.5 м. Сами пески хорошо сортированные промытые с текстурами ряби течения, с мелкой косой, волнистой, параллельной слоистостью варьируют по мощности от 5 до 12 м. Обычно они перекрываются 3–5-метровой пачкой параллельно-слоистого алевропеска. Выше лежит субаэральный алевритовый покров мощностью до 6–8 м. Таким образом, мощность флювиальной песчано-алевритовой толщи в среднем от 12 до 20 м. На наш взгляд, нижележащие галечники мощностью около 10 м также являются неотъемлемой частью, описываемой флювиальной толщи. Возраст отложений III нпт С.А. Архипов считал среднечетвертичным. Примечательно, что у дер. Барабаново, в разрезе с координатами 56.28209° с.ш., 93.4184° в.д. С.А. Архиповым выявлено двучленное строение грубообломочной толщи (разрез № 6; рис. 1, 6, 7), которая разделяется угловым несогласием на примерно равные по мощности нижнюю пачку

валунногалечников и верхнюю пачку галечников (Архипов, 1966).

По всему протяжению внеледниковой зоны вдоль Енисея от Красноярска до устья Подкаменной Тунгуски С.А. Архипов описал II нпт высотой от 18–22 м до 30–35 м, в среднем 22–30 м над рекой (Архипов, 1966). В основании террасы он описывал галечники мощностью 8–12 м, выше которых залегают пески мощностью 12–15 м, венчающиеся 2-метровыми тонкослоистыми алевритами. Он трактовал эти “монотонно-однообразные” параллельно-слоистые пески и алевриты как зырянский перигляциальный аллювий (вторая ступень верхнего неоплейстоцена). На некоторых участках, преимущественно на выступах палеозойского фундамента, им отмечалось, что перигляциальная толща увеличивается по мощности до 40 м, а переслаивающиеся алевропески содержат линзы щебенника с супесчано-суглинистым заполнителем. Такое геологическое строение однотипно строению описанного нами разреза Разлог (см. рис. 4, (в)).

В качестве примера взаимоотношения “сартанского аллювия”, слагающего I нпт и зырянского “перигляциального аллювия”, слагающего II нпт (Архипов, 1966), на правом берегу Енисея напротив деревни Береговая Таскино, в разрезе с координатами 56.805993° с. ш., 93.526682° в. д., описано перекрытие со структурным несогласием наклонно залегающими параллельно слоистыми песками, мощностью до 15 м субгоризонтально залегающих параллельно-слоистых песков мощностью около 20 м (разрез № 7; рис 1, 6, 7). На разрезе С.А. Архипова (Архипов, 1966, с. 66) показано, что нижняя часть “сартанского перигляциального аллювия” сложена галечниками, подошва которых залегает на уровне 10 м ниже уровня Енисея, а кровля воздымается до 5 м выше его уровня. Там же показано, что подошва “перигляциальных” “сартанских” песков, срезая кровлю песков II нпт, полого поднимается с высоты 5 м до высоты около 28 м над Енисеем. Перекрываются пески 2-метровым субаэральным алевритом. На наш взгляд, поведение верхних песков в этом разрезе совершенно однотипно с поведением верхних песков в описанном нами разрезе Чанинской горы Куртаковского района (см. рис. 4, (б)).

На наш взгляд, описанная флювиальная толща, достигающая по совокупной мощности галечников и песков 25 м, и с подошвой, меняющей свое положение по высоте на 40 м, вряд ли может интерпретироваться как I нпт, не имеющая к тому же в своем составе отложений пойменной и старичной фаций. У высоких склонов палеозойского цоколя в состав этой толщи включаются грубо-

бломочные неокатанные отложения (щебенники с глыбами). По геолого-геоморфологическому положению, набору фаций и текстурно-структурным особенностям отложений происхождение описанной толщи, с большой степенью обоснованности, можно связать с суперпаводком конца последнего ледникового максимума (ПЛМ или LGM).

О суперпаводковых отложениях прорывов ледниково-подпрудных бассейнов Алтае-Саянской горной области, сформировавшихся при их прохождении северной палеогляциозоны, свидетельствуют материалы бурения Казачинской экспедиции в пос. Бор и около с. Туруханска. Приведем данные по скважине 9, пробуренной в пос. Бор (разрез № 9; рис. 1, 6, 7), опубликованные в (Архипов, Матвеева, 1964). Здесь сверху вниз описаны (Архипов, Матвеева, 1964, с. 104): “0.0–20.0 м. Параллельное субгоризонтальное переслаивание мелкозернистого песка с толщиной прослоев от 5–10 до 50 см и супеси (алевропеска) с толщиной прослоев 5–15 см. Мощность 20 м; 20.0–33.7 м. Переслаивание мелко-, среднезернистого песка и гравийно-галечника. Мощность 13.7 м. 33.7–53.9 м. Валунно-галечник. Мощность 20.2 м. Залегает на мезозойских отложениях”.

Как мы видим, мощность флювиальной толщи составляет почти 54 м. В районе с. Туруханск бурением был вскрыт сходный разрез общей мощностью до 65 м (там же). С.А. Архиповым и О.В. Матвеевой эти отложения трактовались как аллювий II нпт (высота площадки около 35 м над меженью Енисея), мощность которой более чем в два раза превышает таковую у пойменной террасы. Однако аномальная мощность, отсутствие отложений пойменной фации, а также старичных осадков, насыщенных органикой, побудили авторов высказаться о специфических условиях формирования этой толщи (Архипов, Матвеева, 1964, с. 104–105): “Многоводность Енисея была, вероятно, связана с таянием в горах зырянских льдов. Огромный поток талых вод принес в долину Енисея грубообломочный материал и сформировал мощные горизонтально слоистые песчаные толщи ... они напоминают половодно-ледниковые образования, описанные Г.И. Горецким (1958) на Каме, Волге и Дону”. Таким образом, генезис данной толщи фактически был на удивление точно описан ранее, несмотря на то что в 60-е гг. XX в. представления о гляциальных суперпаводках в регионе еще не были широко известны в России. Вместе с тем вопрос о возрасте отложений, вскрытых скважинами Казачинской экспедиции, в пос. Бор и с. Туруханск пока остается открытым, хотя представляется очевидным, что они вряд ли могут быть древнее позднего неоплейстоцена. Подыто-

живая вышеизложенное отметим, что, по нашему мнению, отложения суперпаводков были неоднократно и широко описаны предшественниками в долине Среднего Енисея, но при невозможности принять их за типичный межледниковый аллювий, диагностировались как перигляциальный аллювий.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Анализируя полученные результаты, стоит особо подчеркнуть, что в горных долинах и на равнинах литологический состав суперпаводковых отложений существенно различается. В пределах низменностей, где днища и борта долин выстланы рыхлыми отложениями, суперпаводки производят гораздо более интенсивную денудационно-эрозионную деятельность, чем в горах, формируя переуглубления в днищах долин. При прохождении гигантского потока через равнину, он ассимилирует и неоднократно перекладывает не только грубообломочный коллювий, как в горах, но в основном аллювиальные пески, которые выполняют днища долин, а также алевриты и алевропески субаэральных покровов, слагающих их борта. В нижней своей части мегапаводковые отложения представлены мощными валунно-галечниками с глыбами. Именно валунно-галечная толща, сформированная суперпаводками на днище и в нижней части долины, принималась большинством исследователей за типичные межледниковые аллювиальные отложения низких и высоких террас. Выше, до уровней 60-80-100 м над уровнем Енисея, валунно-галечники сменяются параллельно слоистыми песками, алевропесками, алевритами, облекаясь лежащими на борта.

Кроме того для равнинного суперпаводкового циклита характерными являются селевые грязекаменные миктиты, которые нередко соседствуют с параллельно слоистыми алевропесками как по горизонтали, так и по вертикали. В отличие от гор, на равнине оплывневые миктиты могут формироваться не только на завершающей стадии суперпаводка, но и на его начальном этапе, при водном заплеске на борта долины. Конкретные пространственные взаимоотношения параллельно слоистых алевропесков и пятнисто-полосчатых миктитов зависят от скорости и динамики потока, его глубины, углов наклона ложа. На периферии заплеска суперпаводковые воды теряют способность к интенсивной эрозионно-денудационной деятельности и зачастую ложатся на субаэральные алевриты без четко выраженного эрозионного размыва. При этом параллельная тонко-мелкая слоистость заплесковых алевропесков становится нечетко-выраженной и заменяется пятнисто-по-

лосчатыми текстурами, отражающими уже не водно-флювиальное, а жидко-грязевое течение на склонах.

В палеогляциозоне выделение суперпаводковых образований, формировавшихся за счет опорожнения межгорных котловин, осложняется наличием водно-ледниковых отложений северных ледников. Карский ледниковый покров неоднократно подпруживал магистральные долины Западно-Сибирской равнины в четвертичное время. Прорывы его ледниково-подпрудных вод формировали переуглубления до 300 м глубиной. Ранее эти переуглубления считались ложбинами ледникового выпахивания. Однако во многих скважинах четвертичные отложения, выполнявшие эти переуглубления, начинаются не с морен, а с морских осадков, которые содержат холоднолюбивую микрофауну (Гуськов, 2009). Представления о формировании глубоких палеоврезов прорывными водами, опорожняющихся подпрудных озер при деградации ледников Сибирского Севера и об ингрессионном затоплении их морскими водами, позволяют объяснить наличие одновозрастных морских осадков на разных гипсометрических уровнях, а также южнее области распространения моренных диамиктонов. Сегодня уже ясно, что флювиальные отложения прорыва ледниково-подпрудного озера и осадки морской ингрессии могут залегать в переуглубленных долинах гипсометрически значительно ниже моренных диамиктонов предшествующего оледенения. Вместе с тем возникает проблема выявления в долине Северного Енисея взаимоотношений геологических тел, сформированных прорывами южных (горных) и северных ледниково-подпрудных озер. Ситуация несколько облегчается на периферии палеогляциозоны, где отложения "Дархадских" суперпаводков не только выполняют долину, но и заплесковыми плащами облекают ее борта выше уровня аллювиального морфолитогенеза. Очевидно, что отложения северных прорывов не могут формироваться гипсометрически выше уровней подпрудных озер зырянского, тазовского, самаровского и шайтанского ледников.

Таким образом, и ранее в долине Среднего Енисея наряду с обычным аллювием низких террас выделяли флювиальные отложения совершенно другого типа, которые были описаны как межледниковый аллювий высоких террас, наращивавшийся перигляциальным аллювием, для которого характерна мелкозернистость, пылеватость, отсутствие четкой дифференциации на фации. К этой характеристике мы можем добавить, наличие щебнегалечников с флювиальными (водно-потокowymi) текстурами и миктитов с пят-

нисто-полосчатыми текстурами жидко-грязевого течения. Нашими исследованиями наличие перигляциального аллювия в долине Енисея не подтверждается. Имеющиеся данные как авторские, так и опубликованные разными исследователями, позволяют сделать вывод о наличии трех гигантских гляциальных паводков: разлогского (конец среднего неоплейстоцена) и двух позднечетвертичных: чанинского (завершение раннезырянского — муркутинского оледенения) и дивнинского (завершение последнего ледникового максимума).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Еще раз подчеркнем, что сравнение результатов наших полевых работ с опубликованными данными позволяет сделать вывод, что основные геологические тела и типы отложений, соответствующие суперпаводковым событиям в долине Среднего Енисея, были уже выделены ранее и описаны еще до наших исследований, но с иной фациально-генетической интерпретацией. В частности, местная стратиграфическая схема, составленная для Минусинских котловин на основе детально и комплексно изученных разрезов Куртаковского района (Дроздов и др., 2005), представляет собой достаточно надежную геологическую основу для дальнейшего совершенствования стратиграфических построений в рамках создания обновленной схемы четвертичных отложений Алтае-Саянской горной области. Однако на этапе разработки и апробации этой схемы ее авторы еще не в полной мере были осведомлены о специфике геологического строения суперпаводковых отложений и не имели возможности учесть представления о гляциальных катастрофических потоках в создаваемой модели геологического строения четвертичной толщи района.

Суммируя наши наблюдения, можно зафиксировать тот факт, что на низких относительных высотах над уровнем Енисея в суперпаводковом циклите доминируют параллельно- и косослоистые валунногалечники, в которых встречаются глыбы разной степени окатанности. Выше русла появляются щебне-галечники, которые перекрываются параллельно слоистыми песками. Еще выше на бортах долины преобладают параллельно-слоистые алевропески, алевролиты, а также оплывневые пятнисто-полосчатые алевропесчаные с дресвой — миктиты. Характерной чертой толщ с описанной литоседиментационной последовательностью является аномально высокая мощность, составляющая многие десятки вплоть до сотни метров. Другой специфической особенностью является не субгоризонтальное залегание подошвы,

а облекающее палеосклон вплоть до очень крутых углов (нередко более 45°).

Немаловажным для решения проблем расчленения и корреляции четвертичных отложений долины Среднего Енисея представляется впервые проведенное разделение верхнеенисейской толщи (Зольников и др., 2021) на три разновозрастных генерации: разлогские ($П_4$ rz), чанинские ($П_2$ chn), дивнинские ($П_4$ dv) катафлювиальные отложения. На днище долины эти три геологических тела трудно различимы в связи с тем, что они накладываются друг на друга в виде валунно-галечных пачек, а эрозионные размыты и денудационные перерывы чрезвычайно непросто выявить в грубообломочных флювиальных отложениях. На бортах долины суперпаводковые слои уже разделяются межледниковыми субэральными покровами с палеопочвами, в которых нередки находки палеонтологических и археологических объектов, что позволяет более уверенно судить о разных суперпаводковых событиях и определять их место в региональной геологической летописи плейстоцена. Безусловно выявленная периодизация суперпаводковых событий нуждается в дополнительном подтверждении термолюминесцентных дат более совершенным OSL-методом. Кроме того, необходимы трудоемкие работы по отбору более массового археологического и палеонтологического материала *in situ* в эоплейстоценовых, нижне-неоплейстоценовых и средне-неоплейстоценовых отложениях, находящихся за пределами датирования новейшими геохронометрическими методами.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследования выполнены при финансовой поддержке гранта РНФ № 22-17-00140 “Поздне-четвертичная история магистральных долин Западной Сибири”.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Аржанникова А.В., Аржанников С.Г., Акулова В.В. и др. (2014). О происхождении песчаных отложений в Южно-Минусинской котловине. *Геология и геофизика*. Т. 55. № 10. С. 1495–1508.
<https://doi.org/10.15372/GiG20141004>
- Архипов С.А. (1966). Проблема корреляции аллювиальных и ледниковых отложений: террасы Енисея вне-ледниковой зоны Западно-Сибирской низменности. В сб.: *Четвертичный период Сибири*. М.: Наука. С. 50–70.
- Архипов С.А. (1971). Четвертичный период в Западной Сибири. Новосибирск: Наука. 329 с.
- Архипов С.А., Матвеева О.В. (1964). Антропоген южной окраины Енисейской депрессии. Новосибирск: Изд-во СО РАН. 127 с.

- Архипов С.А., Гнибиденко З.Н., Зыкина В.С. и др. (1992). Геологическое строение и общая стратегия хроностратиграфического изучения Куртацкого археологического района. В сб.: *Палеоэкология и расселение древнего человека в Северной Азии и Америке*. Красноярск. С. 10–14.
- Горшков С.П. (1966). О стратиграфии антропогенных отложений внеледниковой зоны Приенисейской Сибири. В сб.: *Четвертичный период Сибири*. М.: Наука. С. 71–81.
- Горшков С.П. (1986). Проблема сопоставления плейстоценовых отложений внеледниковой зоны Приенисейской Сибири с событиями в ледниковой зоне. В сб.: *Четвертичные оледенения Средней Сибири*. М.: Наука. С. 95–101.
- Горшков С.П., Минервин А.В. (1966). Условия формирования аккумулятивных образований 30–40-метровой “лагерной” террасы р. Енисей. В сб.: *Четвертичный период Сибири*. М.: Наука. С. 101–108.
- Гуськов С.А. (2009). Средне-позднеплейстоценовые морские трансгрессии на севере Западной Сибири. *Бюллетень комиссии по изучению четвертичного периода. Специальный выпуск. Четвертичный период Западной Сибири: результаты и проблемы новейших исследований*. № 69. С. 40–47.
- Дроздов Н.И., Чеха В.П., Хазартс П. (2005). Геоморфология и четвертичные отложения Куртацкого геоархеологического района (Северо-Минусинская впадина). Красноярск: РИО. КГПУ им. В.П. Астафьева. 112 с.
- Ендрихинский А.С. (1982). Последовательность основных геологических событий на территории Южной Сибири в позднем плейстоцене и голоцене. В сб.: *Поздний плейстоцен и голоцен юга Восточной Сибири*. Новосибирск: Наука. С. 6–35.
- Зольников И.Д., Новиков И.С., Деев Е.В. и др. (2021). О фациальном составе и стратиграфическом положении четвертичной верхнеенисейской толщи в Тувинской и Минусинской впадинах. *Геология и геофизика*. Т. 62. № 10. С. 1377–1390.
<https://doi.org/10.15372/GiG2020186>
- Зольников И.Д., Выборнов А.В., Киргинеков Э.Н. и др. (2024). Суперпаводковые отложения верхнего неоплейстоцена Койбальской степи (Минусинская котловина). *Геосферные исследования*. № 1. С. 26–39.
- Кинд Н.В. (1974). Геохронология позднего антропогена по изотопным данным. М.: Наука. 255 с.
- Куртацкий археологический район. Вып. 1. (1990а). Красноярск: ИАЭТ СО РАН. 88 с.
- Куртацкий археологический район. Вып. 2. (1990б). Красноярск: ИАЭТ СО РАН. 111 с.
- Куртацкий археологический район. Вып. 3. (1990в). Красноярск: ИАЭТ СО РАН. 113 с.
- Михаревич М.В., Шпанский А.В. (2021). Проблемы возрастной и генетической диагностики четвертичных отложений в долине среднего течения р. Енисей (Енисей-Нижнеангарский стратиграфический район и район Минусинских котловин). *Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири*. № 10с. С. 57–68.
<https://doi.org/10.20403/2078-0575-2021-10с-57-68>
- Новиков И.С. (2021). Изменение глобального базиса денудации в позднем мезозое и кайнозое и его влияние на формирование геоморфологической структуры в районах с разным неотектоническим режимом. *Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири*. № 10с. С. 68–84.
<https://doi.org/10.20403/2078-0575-2021-10с-69-85>
- Равский Э.И. (1972). Осадконакопление и климаты Внутренней Азии в антропогене. М.: Наука. 334 с.
- Решения Всесоюзного стратиграфического совещания по докембрию, палеозою и четвертичной системе Средней Сибири (Новосибирск, 1979 г.). Часть III. Четвертичная система. (1983). Л.: ВСЕГЕИ. 84 с.
- Секретарёв М.Н., Липишанов А.П., Михайленко В.В. и др. (2015). Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:200 000. Изд. второе. Серия Минусинская. Лист N-46-XIII (Сорск). Объяснительная записка. М.: МФ ВСЕГЕИ. 205 с.
- Херасков Н.Н., Анисимова Н.Д. (1963). Геологическая карта масштаба 1:200 000. Серия Западно-Саянская. Лист N-46-XXVI. Объяснительная записка. М.: Гос. Научно-техническое изд-во литературы по геологии и охране недр. 96 с.
- Цейтлин С.М. (1979). Геология палеолита Северной Азии. М.: Наука. 284 с.
- Чеха В.П. (1990). Ископаемые почвы Куртацкого археологического района. В сб.: *Куртацкий археологический район. Выпуск 3. Новые данные к хроностратиграфии палеолита Куртацкого археологического района*. Красноярск: ПО “Сибирь”. С. 19–32.
- Шаталина Т.А., Сосновская О.В., Александровский Ю.С. и др. (2019). Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000. Издание второе. Серия Западно-Саянская. Лист N-46-XXVI (Саяногорск). Объяснительная записка. СПб.: ВСЕГЕИ. 224 с.
- Ямских А.Ф. (1993). Осадконакопление террасообразование в речных долинах Южной Сибири. Красноярск: КГПИ. 226 с.
- Arzhannikov S., Arzhannikova A., Braucher R., Komatsu G. (2023). Darhad megaflood (southern Siberia): Cause, age and consequence. *Quat. Int.* V. 643. P. 1–21.
<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2022.10.002>
- Komatsu G., Arzhannikov S., Gillespie A., Burk R. et. al. (2009). Quaternary paleolake formation and cataclysmic flooding along the upper Yenisei River. *Geomorphology*. V. 104. P. 143–164.
<https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2008.08.009>
- Krivonogov S.K., Yi.S., Kashiwaya K. et. al. (2012). Solved and unsolved problems of sedimentation, glacioclation and paleolakes of The Darhad Basin, Northern Mongolia. *Quat. Sci. Rev.* V. 56. P. 142–163.
<https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2012.08.013>
- Zander A., Frechen M., Zykina V., Boenigk W. (2003). Luminescence chronology of the Upper Pleistocene loess record at Kurtak in Middle Siberia. *Quat. Sci. Rev.* V. 22. P. 999–1010.

MEGAFLOODS DEPOSITS IN THE MIDDLE YENISEI RIVER VALLEY¹

I. D. Zolnikov^{a,b,#}, E. A. Filatov^a, I. S. Novikov^a, A. V. Shpansky^{a,c}, A. M. Klementyev^d,
A. A. Anoikin^e, A. V. Vybornov^{a,e}, N. V. Glushkov^{a,b}, A. T. Dzhumanov^{a,c},
E. A. Bordyugova^{a,b}, and D. E. Rogozin^{a,b}

^a Sobolev Institute of Geology and Mineralogy Siberian Branch of the RAS, Novosibirsk, Russia

^b Novosibirsk state university, Novosibirsk, Russia

^c Tomsk State University, Tomsk, Russia

^d Institute of the Earth's Crust Siberian Branch of the RAS, Irkutsk, Russia

^e Institute of Archaeology and Ethnography Siberian Branch of the RAS, Novosibirsk, Russia

[#] E-mail: zol@igm.nsc.ru

As a result of recent field studies in the Middle Yenisei Valley, the absence of high terraces of alluvial and periglacial origin, which traditionally formed the basis of the Quaternary stratigraphy of the Minusinsk basins, has been established. Sediments previously attributed to the alluvium of high terraces are super-flood. The article provides lithofacies characteristics of subaerial and megaflood deposits, as well as the features of their relationships in space. Information on paleontological and archaeological objects from stratified locations of the study area, for which geodatabases have been compiled, has been summarized and cartographically visualized. In the North Minusinsk Basin, the analysis of reference sections of the Kurtak region, worked out in detail stratigraphically and published by previous researchers, made it possible to determine the stratigraphic position of megaflood strata based on the occurrence between subaerial packs with paleosols. The geochronometric, paleontological, and geoarchaeological characteristics of the sequence of the studied geological deposits are given. On the basis of systematization of already known materials and generalization of new field data, the presence of deposits of three megaflood strata in the Middle Yenisei Valley was established: Razlog (II₄ rz), Chaninskaya (III₂ chn), Divninskaya (III₄ dv).

Keywords: megaflood, Middle Yenisei Valley, paleography, high terraces

ACKNOWLEDGMENTS

The research was carried out with the financial support of the Russian Science Foundation grant № 22-17-00140 "Late Quaternary history of the main valleys of Western Siberia".

REFERENCES

- Arkipov S.A. (1966). The problem of correlation of alluvial and glacial deposits: Yenisei terraces of the non-glacial zone of the West Siberian Lowland. In: *Chetvertichnyi period Sibiri* (The Quaternary period of Siberia). Moscow: Nauka (Publ.). P. 50–70. (in Russ.)
- Arkipov S.A. (1971). Chetvertichnyi period v Zapadnoi Sibiri (The Quaternary period in Western Siberia). Novosibirsk: Nauka (Publ.). 1971. 329 p. (in Russ.)
- Arkipov S.A., Gnibidenko Z.N., Zykina V.S. et. al. (1992). Geological structure and general strategy for chronostratigraphic study of the Kurtak archaeological region. In: *Paleoekologiya i rasselenie drevnego cheloveka v Serenoi Azii i Amerike*. Krasnoyarsk. 1992. P. 10–14. (in Russ.)
- Arkipov S.A., Matveeva O.V. (1964). Antropogen yuzhnoi okrainy Yeniseiskoi depressii (Anthropogen of the southern margin of the Yenisei depression). Novosibirsk: SO RAN (Publ.). 127 p. (in Russ.)
- Arzhannikov S., Arzhannikova A., Braucher R., Komatsu G. (2023). Darhad megaflood (southern Siberia): Cause, age and consequence. *Quat. Int.* V. 643. P. 1–21. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2022.10.002>
- Arzhannikova A.V., Arzhannikov S.G., Akulova V.V. et. al. (2014). On the origin of sand deposits in the South Minusinsk basin. *Geologiya i geofizika*. V. 55. № 10. P. 1495–1508. <https://doi.org/10.15372/GiG20141004>. (in Russ.)
- Chekha V.P. (1990). Fossil soils of the Kurtak archaeological region. In: Kurtak archaeological region. Issue 3. New data on the chronostratigraphy of the Paleolithic of the Kurtak archaeological region. Krasnoyarsk: PA Siberia (Publ.). P. 19–32.
- Drozov N.I., Chekha V.P., Khazarts P. (2005). Geomorfologiya i chetvertichnye otlozheniya Kurtakskogo geoarkeologicheskogo raiona (Severo-Minusinskaya vpadina) [Geomorphology and quaternary deposits of the Kurtak geoarchaeological region (North Minusinsk depression)] (Publ.). Krasnoyarsk: RIO. KGPU im. V.P. Astaf'yeva. 112 p. (in Russ.)
- Gorshkov S.P. (1966). On the stratigraphy of anthropogenic deposits of the extraglacial zone of the Yenisei Siberia. In: *Chetvertichnyi period Sibiri*. Moscow: Nauka (Publ.). P. 71–81. (in Russ.)
- Gorshkov S.P. (1986). The problem of comparing Pleistocene deposits of the extraglacial zone of Yenisei Siberia with events in the glacial zone. In: *Chetvertichnye oledneniya*

¹For citation: Zolnikov I.D., Filatov E.A., Novikov I.S. et al. (2024). Megafloods deposits in the middle Yenisei River valley. *Geomorfologiya i Paleogeografiya*. V. 55. № 4. P. 58–77. (in Russ). <https://doi.org/10.31857/S2949178924040053>; <https://elibrary.ru/FGUOTI>

- Srednei Sibiri*. Moscow: Nauka (Publ.). P. 95–101. (in Russ.)
- Gorshkov S.P., Minervin A.V. (1966). Conditions for the formation of accumulative formations of a 30–40-meter “camp” terrace Yenisey. In: *Chetvertichnyi period Sibiri*. Moscow: Nauka (Publ.). P. 101–108. (in Russ.)
- Guskov S.A. (2009). Middle-Late Pleistocene marine transgressions in the north of Western Siberia. *Byulleten' komissii po izucheniuyu chetvertichnogo perioda. Spetsial'nyi vypusk. Chetvertichnyi period Zapadnoi Sibiri: rezul'taty i problemy noveishikh issledovaniy*. № 69. Moscow: GEOS (Publ.). P. 40–47. (in Russ.)
- Kheraskov N.N., Anisimova N.D. (1963). Geologicheskaya karta masshtaba 1:200 000. Seriya Zapadno-Sayanskaya. List N-46-XXVI. Ob"yasnitel'naya zapiska (Geological map scale 1:200 000. West Sayan series. Sheet N-46-XXVI. Explanatory letter). Moscow: Gos. Nauchno-tehnicheskoe izd-vo literatury po geologii okhrane nedr (Publ.). 96 p. (in Russ.)
- Kind N.V. (1974). Geokhronologiya pozdnego antropogena po izotopnym dannym (Geochronology of the late anthropogen according to isotopic data). Moscow: Nauka (Publ.). 255 p. (in Russ.)
- Komatsu G., Arzhannikov S., Gillespie A., Burk R. et al. (2009). Quaternary paleolake formation and cataclysmic flooding along the upper Yenisei River. *Geomorphology*. V. 104. P. 143–164.
<https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2008.08.009>
- Krивоногов S.K., Yi.S., Kashiwaya K. et. al. (2012). Solved and unsolved problems of sedimentation, glacioclation and paleolakes of The Darhad Basin, Northern Mongolia. *Quat. Sci. Rev.* V. 56. P. 142–163.
<https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2012.08.013>
- Kurtakskiy arkheologicheskii rayon (Kurtak archaeological region). Iss. 1. (1990 a). Krasnoyarsk: IAET SB RAS (Publ.). 88 p. (in Russ.)
- Kurtakskiy arkheologicheskii rayon (Kurtak archaeological region). Iss. 2. (1990 б). Krasnoyarsk: IAET SB RAS (Publ.). 111 p. (in Russ.)
- Kurtakskiy arkheologicheskii rayon (Kurtak archaeological region). Iss. 3. (1990 в). Krasnoyarsk: IAET SB RAS (Publ.). 113 p. (in Russ.)
- Mikharevich M.V., Shpansky A.V. (2021). Problems of age and genetic diagnosis of quaternary deposits in the valley of the middle reaches of the river. Yenisei (Yenisei-Nizhneangarsky stratigraphic area and the area of the Minusinsk basins). *Geologiya i mineral'no-syr'evye resursy Sibiri*. № 10c. P. 57–68. (in Russ.).
<https://doi.org/10.20403/2078-0575-2021-10c-57-68>
- Novikov I.S. (2021). Changes in the global denudation basis in the late Mesozoic and Cenozoic and its influence on the formation of the geomorphological structure in areas with different neotectonic regimes. *Geology and mineral resources of Siberia*. № 10c. P. 68–84.
<https://doi.org/10.20403/2078-0575-2021-10c-69-85>
- Ravsky E.I. (1972). Osadkonakoplenie i klimaty Vnutrennei Azii v antropogene (Sedimentation and climates of Inner Asia in anthropogen). Moscow: Nauka (Publ.). 334 p. (in Russ.)
- Resheniya Vsesoyuznogo stratigraficheskogo soveshchaniya po dokembriyu, paleozoyu i chetvertichnoi sisteme Srednei Sibiri (Novosibirsk, 1979 g.). Chast' III. Chetvertichnaya sistema (Decisions of the All-Union Stratigraphic Meeting on the Precambrian, Paleozoic and Quaternary System of Central Siberia (Novosibirsk, 1979). Part III. The quaternary system). (1983) Leningrad: VSEGEI (Publ.). 84 p. (in Russ.)
- Sekretarev M.N., Lipishanov A.P., Mikhailenko V.V. et. al. (2015). Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiiskoi Federatsii. Masshtab 1:200 000. Izdanie vtroe. Seriya Minusinskaya. List N-46-XIII (Sorsk). Ob"yasnitel'naya zapiska (State Geological Map of the Russian Federation. Scale 1:200 000. Second edition. The Minusinskaya series. Sheet N-46-XIII (Sorsk). Explanatory note). Moscow: MT VSEGEI (Publ.). 205 p. (in Russ.)
- Shatalina T.A., Sosnovskaya O.V., Alexandrovsky Yu.S., et.al. (2019). Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiiskoi Federatsii masshtaba 1:200 000. Izdanie vtroe. Seriya Zapadno-Sayanskaya. List N-46-XXVI (Sayanogorsk). Ob"yasnitel'naya zapiska (State Geological Map of the Russian Federation scale 1:200 000. Second edition. The Western Sayan series. Sheet N-46-XXVI (Sayanogorsk). Explanatory note). St. Petersburg: VSEGEI (Publ.). 224 p. (in Russ.)
- Tseitlin S.M. (1979). Geologiya paleolita Severnoi Azii (Geology of the Paleolithic of Northern Asia). Moscow: Nauka (Publ.). 284 p. (in Russ.)
- Yamskikh A.F. (1993). Osadkonakoplenie terrasobrazovanie v rechnykh dolinakh Yuzhnoi Sibiri (Sedimentation and terracing in the river valleys of Southern Siberia). Krasnoyarsk: KSPI (Publ.). 226 p. (in Russ.)
- Yendrikhinsky A.S. (1982). The sequence of the main geological events on the territory of Southern Siberia in the Late Pleistocene and Holocene. In: *Pozdnii pleistotsen i golotsen yuga Vostochnoi Sibiri*. Novosibirsk: Nauka (Publ.). P. 6–35. (in Russ.)
- Zander A., Frechen M., Zykina V., Boenigk W. (2003). Luminescence chronology of the Upper Pleistocene loess record at Kurtak in Middle Siberia. *Quat. Sci. Rev.* V. 22. P. 999–1010.
- Zolnikov I.D., Novikov I.S., Deev E.V. et al. (2021). On the facies composition and stratigraphic position of the Quaternary Upper Yenisei strata in the Tuva and Minusinsk depressions. *Geologiya i geofizika*. V. 62. № 10. P. 1377–1390. (in Russ.).
<https://doi.org/10.15372/GiG2020186>
- Zolnikov I.D., Vybornov A.V., Kirginekov E.N. et al. (2024). Super-flood deposits of the Upper Neopleistocene of the Koibal steppe (Minusinsk depression). *Geosphere Research*. № 1. P. 26–39.