

# АРХЕОЛОГИЯ

УДК 903(571.53)"6325"

<https://doi.org/10.26516/2227-2380.2025.52.3>

## Среднеплейстоценовые субаэральные отложения юга Байкало-Енисейской Сибири: характеристика, особенности, корреляция

Г. А. Воробьева, Н. Е. Бердникова\*

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия*

**Аннотация.** Изложены неопубликованные данные по изучению субаэральных среднеплейстоценовых образований на территории Байкало-Енисейской Сибири. Детально рассмотрена последовательность смены палеопочв и отложений в разрезе Игетей с позиций климатостратиграфии. Исследованы строение и свойства пяти «ангарских» палеопочв, соотносимых по времени формирования со среднеплейстоценовыми межледниками, выявлены их типовая принадлежность. Установлено, что все палеопочвы имеют аналоги в современном почвенном покрове региона. Показаны специфика осадконакопления в различные интервалы среднего плейстоцена и основные черты эволюции ландшафтно-климатической обстановки в межледникама и ледникама. Отмечены сходство и различия среднеплейстоценовых образований Байкало-Енисейской Сибири с Западной Сибирью, Русской равниной и Украиной.

**Ключевые слова:** Байкало-Енисейская Сибирь, средний плейстоцен, ледникама и межледникама, ангарские палеопочвы, педокомплексы, лессы и лессовидные суглинки, ландшафтно-климатические условия.

**Для цитирования:** Воробьева Г. А., Бердникова Н. Е. Среднеплейстоценовые субаэральные отложения юга Байкало-Енисейской Сибири: характеристика, особенности, корреляция // Известия Иркутского государственного университета. Серия Геоархеология. Этнология. Антропология. 2025. Т. 52. С. 3–43. <https://doi.org/10.26516/2227-2380.2025.52.3>

## Middle Pleistocene Subaerial Deposits of Southern Baikal-Yenisei Siberia: Characteristics, Features, and Correlation

G. A. Vorobieva, N. E. Berdnikova\*

*Irkutsk State University, Irkutsk, Russian Federation*

**Abstract.** The aim of this article is to introduce into scientific circulation unpublished materials on the Middle Pleistocene deposits of the Igetei section and to generalize all published data on the Middle Pleistocene of Baikal-Yenisei Siberia. Such materials are of great importance not only for geomorphology and climatostratigraphy, but also for archaeology in connection with the search for traces of Paleolithic human's activity and the deciphering of his living conditions in the Middle and Early Pleistocene of the region. The study of sections of loose sediments was carried out using the pedolithological and event-based approaches, which are aimed at studying sediments and soils from the standpoint of stratigraphy and at deciphering traces of various natural and climatic events. In the structure of the Middle Pleistocene part of the Igetei section, at least 5 levels of soil formation are recorded, called Angara paleosoils. Paleosoils were formed during the change of cryoarid climate of glaciations to semiarid, semihumid, sometimes humid climate of interglacials, during the change of cold semi-deserts, tundra-steppes and tundra of the glacial period to steppe, forest-steppe or taiga landscapes of interglacials. All the studied Middle Pleistocene paleosoils have analogues in the modern soil cover of the region, which indicates the similarity of the landscape and climatic conditions of the Middle Pleistocene interglacials with the Holocene. At the same time, the stratigraphic sequence of paleosoils of the Igetei section allows us to trace the change in such soil formation conditions as climate and vegetation throughout most of the Middle Pleistocene (presumably correlating with MIS 6–13). In the Middle Pleistocene deposits of the Igetei, single artifacts with a weak degree of aeolian corrosion belonging to the pebble-flake industry were found. A comparative analysis of genetically various Middle Pleistocene deposits from different regions convincingly showed that the most informative in terms of natural and climatic reconstructions are subaerial deposits. Among the latter, sections located in Baikal-Yenisei Siberia, where fluctuations in climatic conditions are least dependent on the smoothing influence of seas and oceans, and low heat supply determines a very sensitive reaction of landscapes and soils to fluctuations in temperature and climate humidity. The rare occurrence and poor study of Middle Pleistocene deposits make the Igetei section a reference for Baikal-Yenisei Siberia.

**Keywords:** Baikal-Yenisei Siberia, Middle Pleistocene, glacial and interglacial periods, Angara paleosoils, loesses and loess-like loams, landscape and climatic conditions.

**For citation:** Vorobieva G. A., Berdnikova N. E. Middle Pleistocene Subaerial Deposits of Southern Baikal-Yenisei Siberia: Characteristics, Features, and Correlation. *Bulletin of the Irkutsk State University. Geoarchaeology, Ethnology, and Anthropology Series.* 2025, Vol. 52, pp. 3–43. <https://doi.org/10.26516/2227-2380.2025.52.3> (In Russ.)

\* Полные сведения об авторах см. на последней странице статьи.

See the last page of the article for full authors information.

## Введение

Стратиграфия среднеплейстоценовых отложений Байкало-Енисейской Сибири и расшифровка природно-климатических условий этого времени с палеоэкологических и археологических позиций нам представляется одной из довольно значимых, но слабо изученных проблем. Важность исследования среднего плейстоцена связана с тем, что в регионе обнаружены артефакты, явно древнее позднеплейстоценовых, из которых сформированы целые коллекции, не имеющие стратиграфической привязки и, соответственно, не позволяющие решать вопросы заселения территории региона и эволюции среды обитания древнего человека.

Сложность решения проблемы стратиграфии среднеплейстоценовых образований обусловлена их редкой встречаемостью в регионе и маломощностью чехла рыхлых отложений, что предопределено высокой скоростью денудации в условиях значительной расчлененности рельефа и периодической активизацией склоновых процессов в связи с сейсмотектоническими событиями. В частности, следы такого катастрофического события в позднемуруктинское время (МИС 4), связанного с активностью Ангарского разлома, вызвали селеподобный сход грязекаменных потоков с бортов долины р. Ангары и ряда ее крупных притоков [Воробьева, Медведев, 1998], уничтоживших значительную часть рыхлых отложений, в том числе и среднеплейстоценовых. В холодные интервалы среднего и позднего плейстоцена разрушению рыхлых отложений также способствовали криогенные процессы (солифлюкция, мерзлотный крип и др.).

В научной литературе XX в., посвященной изучению плейстоценовых отложений в Байкало-Енисейской Сибири, ярко выражена неоднозначность представлений о стратиграфии среднего плейстоцена. Эта ситуация хорошо видна при со-поставлении представлений о высоте и возрасте надпойменных террас магистральных рек региона, изложенных в публикациях разных авторов [Соколов, 1957; Воскресенский, 1957; Логачев, Ломоносова, Климанова, 1964; Равский, 1960, 1972; Литвинцев, Тараканова, 1970].

Оценка гипсометрического уровня «аллювия» в разрезах надпойменных террас была и до сих пор остается наиболее распространенным приемом определения возраста и стратиграфии четвертичных отложений. Однако этот прием не является бесспорным, особенно в Байкало-Енисейской Сибири, где периодически значительную активность проявляют сейсмотектонические процессы, приводящие к вертикальным подвижкам (разного знака и разной интенсивности) блоков пород, что отражается на гипсометрическом положении надпойменных террас. Особенно наглядно вертикальные подвижки блоков аллювия демонстрирует манзурский аллювий, встречающийся на различной относительной высоте. Некоторые исследователи датируют верхние толщи манзурского аллювия средним плейстоценом [Манзурский …, 1995], другие определяют верхний его возраст не позднее начала среднего плейстоцена (неоплейстоцена) [Литогеохимические и палинологические …, 2022], что более правильно.

К сожалению, большинство ранее изученных разрезов отложений, рассматриваемых как среднеплейстоценовые [Логачев, Ломоносова, Климова, 1964; Литвинцев, Тараканова, 1970; Равский, 1972], отличались фрагментарностью и слабым обоснованием возраста. В основном рассматривались «аллювиальные» отложения, при этом под «аллювием» понимались пески и образования с включениями галечного материала, расположенные на определенном гипсометрическом уровне относительно уреза реки.

Для наземных разрезов отнесение отложений с включениями речной гальки к аллювию не всегда является корректным. Как показывают наши детальные исследования, в том числе в районе Игетея (опорный разрез на правом берегу долины р. Ангары) и на множестве других геоархеологических объектов (ГАО), поставщиками гальки на борта речных долин нередко являются продукты переотложения юрских «водораздельных» галечников или древнего аллювия, остатки которого еще сохранились на некоторых вершинах увалов высотой 100–120 м над уровнем современных рек. Так, на склонах Игетейского увала обильные включения галек и валунов обнаружены в толщах позднемуруктинского солифлюкса. В меньшем количестве галечный материал присутствует в раннесартанском солифлюксе. Причем на Игетее непрерывный плащ раннесартанского солифлюкса с включениями галек и линзами песков прослежен по склонам от уровня Братского водохранилища (относительные отметки от уровня Ангары – ~25–27 м, минимальный уровень – 24,5 м) до отн. отметок 60–80 м и более. При этом на всех отметках рельефа толща рыхлых осадков сложена субаэральными образованиями, имеющими делювиально-солифлюкционный генезис. Та же ситуация характерна и для долин других рек.

Отсутствие надежной корреляции между гипсометрическим уровнем «аллювия» и предполагаемым его стратиграфическим положением заставляет искать иные критерии для оценки возраста отложений. В настоящее время наиболее приемлемо использовать в качестве маркера игетейский педокомплекс – почвы казанцевского межледникового, которые имеют своеобразный морфологический облик и могут без особого труда диагностироваться в разрезах Байкало-Енисейской Сибири. Такой подход позволяет, по крайней мере, уверенно считать подстилающие отложения доказанцевскими, т. е. ограничивать их верхний хронологический предел и оценивать возраст подобных отложений в термине «не моложе среднеплейстоценовых».

Целью настоящего исследования является введение в научный оборот неопубликованных материалов по среднеплейстоценовым (доказанцевским) отложениям Игетейского разреза [Стратиграфия ..., 1990] и обобщение всех опубликованных данных по среднему плейстоцену Байкало-Енисейской Сибири.

Подобные материалы имеют важное значение не только для геоморфологии и климатостратиграфии, но и для археологии в связи с поиском следов деятельности палеолитического человека и расшифровкой условий его обитания в среднем и раннем плейстоцене региона. Предпосылки для археологического внимания к рассматриваемому отрезку времени обусловлены тем, что и на Игетее и на ряде других ГАО единичные артефакты обнаруживаются на контакте верхнеплейстоценовых отложений со среднеплейстоценовыми, в верхах разреза среднего плейстоцена [Стратиграфия ..., 1990].

Палеолитический материал архаичного облика, зафиксированный на поверхности высоких отметок рельефа (более 100 м) в экспонированном состоянии и на пляжах в зоне размыва плейстоценовых толщ [Медведев, 1983], позволяет надеяться, что подобные находки будут со временем обнаружены и в стратиграфическом залегании в толще средне- и нижнеплейстоценовых отложений. С этой точки зрения доказанцевские толщи отложений перспективны для поиска ранних палеолитических комплексов.

## Методы исследования

Исследование разрезов рыхлых отложений выполнялось при использовании педолитологического и событийного подходов [Воробьева, 2010], которые направлены на изучение отложений и почв с позиций стратиграфии и на расшифровку следов различных природно-климатических событий. Педолитологический подход включает морфогенетический и стратиграфический методы, каждый из которых характеризуется своей спецификой. Первый является базовой частью педолитологического подхода. Он заключается в изучении вещественного состава и свойств литологических слоев и их изменении снизу вверх по разрезу, т. е. в последовательности их напластования (по вектору времени). Для этих целей используется арсенал методов почвоведения и литологии. Второй используется для определения места тех или иных природных событий в стратиграфических шкалах, которые для плейстоцена и голоцене построены на климатостратиграфической основе. Для стратификации разрезов и корреляции отложений использованы климатические маркеры (почвы, уровни криогенеза), относительные и абсолютные датировки.

Событийный подход направлен на фиксацию и интерпретацию изменений в составе, строении и генезисе осадков, что рассматривается как сигналы событий, свидетельствующие о динамике или эволюции природной обстановки. Основная его задача – расшифровка сути событий и их последовательности в каждом исследуемом разрезе.

Среднеплейстоценовые отложения вскрываются в разных частях Байкало-Енисейской Сибири (долины рек Кан, Белой, Иркут, Ангары) (рис. 1), но, к сожалению, они имеют плохую сохранность и зачастую ограничиваются только верхней частью разреза среднего плейстоцена. Среди отложений, относимых к среднеплейстоценовым, встречаются субаэральные образования, представленные делювием, лессовидными суглинками, золовыми песками, почвами, а также субаквальные образования (озерные и аллювиальные отложения).

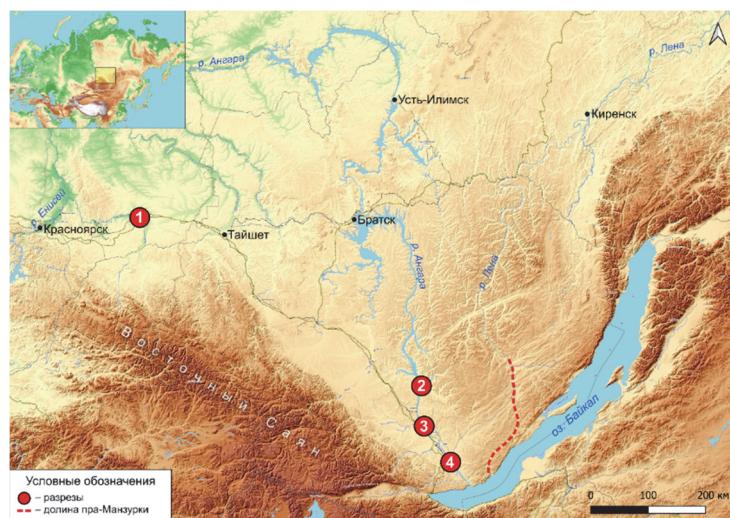


Рис. 1. Карта с указанием расположения среднеплейстоценовых разрезов: 1 – разрез в районе ГАО Стрижовая Гора; 2 – Игетей; 3 – Шамотный завод; 4 – Новый Ангарский Мост

Fig. 1. Map showing the location of Middle Pleistocene sections: 1 – section in the area of the Strizhovaya Gora site; 2 – Igetei; 3 – Shamotnyi Zavod; 4 – Novyi Angarskiy Most

## **Среднеплейстоценовые отложения в долинах рек Кан, Белой и на территории Иркутска**

**Долина р. Кан.** Среднеплейстоценовые отложения на данной территории вскрываются в береговом обнажении 19-метровой надпойменной террасы р. Кан (правого притока р. Енисей) вблизи ГАО Стрижовая Гора. Здесь на относительной высоте 4,5 м на цоколе коренных пород, сложенном окремнелыми песчаниками и алевролитами, располагается 5-метровая толща среднеплейстоценовых отложений. Ее нижняя часть мощностью около 1 м представлена озерно-болотными глинами с прослойками лигнитизированного растительного материала, которые перекрываются 4-метровой толщей песков руслового аллювия с включениями галек и прослоями косослоистых песков. Среднеплейстоценовая часть разреза по резкому контакту перекрывается верхнеплейстоценовыми образованиями, в основании которых располагается пачка (0,7–0,8 м) пойменных отложений глинистого состава (аллювиальные почвы), предположительно относимая к казанцевскому времени ( $Q_{iii}Kz$ ). Вверх по разрезу вскрываются субаэральные отложения позднего плейстоцена ( $Q_{iii}Kr-Sr$ ) и голоцен.

**Долина р. Белой.** На левом берегу р. Белой в многочисленных карьерах, расположенных на 25–30-метровой террасовидной поверхности, вскрываются образования разного генезиса и возраста. К среднему плейстоцену относится та часть разреза, которая залегает под хорошо выраженной «черноземной почвой», сопоставляемой с почвой казанцевского межледникового ( $Q_{iii}Kz\ ig$ ).

Н. А. Логачевым охарактеризован разрез среднеплейстоценовых отложений в карьере у Шамотного завода [Логачев, Ломоносова, Климанова, 1964, с. 145–146]. Его субаэральная часть вскрывается на глубине 5,5–9,8 м и представлена делювиальными суглинками и супесями с линзами песка и погребенной почвой на глубине 8,6 м. В строении присутствует буро-черный гумусовый горизонт мощностью 20 см и горизонт коричневой окраски под ним (который может рассматриваться как обычный срединный почвенный горизонт В чернозема или темно-серой почвы). По стратиграфическому положению эту почву можно предположительно сопоставлять с МИС 7.

Субаэральная толща отложений (ее мощность вместе с верхнеплейстоценовыми и голоценовыми составляет около 10 м) подстилается пойменной фацией аллювия, которая глубже сменяется русловой фацией. Пойменная фация (глубина 9,8–11,2 м) представлена горизонтально слоистыми темно-серыми песчанистыми глинами с прослоями ржавого мелкозернистого песка. Русловая фация аллювия в верхней части (глубина 11,2–13 м) сложена горизонтально- и косослоистыми песками, нижняя часть (глубина 13–13,9 м) – галечниками с песчанным заполнителем. В основании галечников залегают юрские обожренные конгломераты и песчаники с глыбами доломитов нижнего кембрия.

Темно-серая окраска пойменной фации аллювия указывает на наличие полутораметровой толщи серии высокогумусных аллювиальных почв, каждая из которых имеет профиль AU-C~, что свидетельствует о межледниковом времени их формирования. Учитывая выщележащую почву, расположенную в толще субаэральных отложений и сопоставляемую с МИС 7, аллювиальные почвы пойменной части разреза предположительно можно сопоставлять с МИС 9.

**Долина Ангары, Иркутск.** На левобережье р. Ангары в районе мостового перехода через р. Ангару (Академический мост, ГАО Новый Иркутский Мост) в

рельефе была хорошо выражена серия террасовидных площадок (10–12-метровая, 14–16-метровая и наклонная 19–22-метровая), повышающихся вглубь берега. В геологической практике эти поверхности рассматривались как обычная лестница надпойменных террас. Доказательством их аллювиального генезиса считали галечники, подстилающие субаэральные отложения. Однако детальное изучение отложений в археологических раскопах, шурфах и скважинах, выполненное при проведении геоархеологической экспертизы и археологических спасательных работ, выявило такие особенности галечника, которые требуют по-иному представить историю этого участка долины р. Ангары [Воробьева, Бердникова, 2003; Воробьева, 2010]. В частности, по данным бурения галечники, вскрываемые на различных гипсометрических отметках, являются единой толщей, средняя мощность которой 4–5 м, максимальная – до 9,5 м. Галечники отсутствуют в разрезе поймы и разрезах выше отметок 25–30 м.

Определение положения галечника основано на стратификации отложений, перекрывающих галечник. В наиболее мощных (до 10 м) и стратиграфически наиболее полных разрезах, вскрытых раскопами, шурфами и скважинами, установлено присутствие сверху вниз по разрезу образований голоценового, сартанского, каргинского и казанцевского возраста, в составе которых отмечены: современные, каргинские (осинские) и казанцевские (игтейские) почвы. Это дает основание считать отложения, подстилающие казанцевские почвы, доказанцевскими и предположительно относить их к среднему плейстоцену. К этой доказанцевской части разреза относятся маломощные озерно-болотные отложения, занимающие позицию между казанцевскими почвами и галечником, толща галечника, занимающая основную часть разреза, и остатки делювия юрских песчаников в нижней части разреза. Слабая проработка различными экзодиагенетическими процессами дает основание считать все эти отложения не древнее среднеплейстоценовых.

В верхней части разреза среднего плейстоцена, перекрывающего галечник с глинистым заполнителем, представлены озерно-болотные отложения мощностью до 0,8 м. В их составе чередуются прослойки песчаного, суглинистого и глинистого составов. Часть прослоек глинистого и суглинистого состава имеет значительную гумусированность, часть оглеена и имеет сизую окраску. В составе некоторых прослоек присутствуют дресва и единичные гальки. Следы переувлажнения и связанных с этим процессов прослеживаются и в подстилающих галечных отложениях с глинистым заполнителем: в одних случаях они имеют сильное оглеение и прослои ожелезнения, в других – следы более слабого оглеения и ожелезнения.

Морфологические особенности сложения галечниковой толщи изучены в кернах (ненарушенного сложения) и в техногенных обнажениях (выемках) на 10–12-метровой террасовидной поверхности, по которой была проложена ветка старой Транссибирской железной дороги. Характерные ее особенности: галька не ориентирована и не сортирована, заполнитель песчано-пылеватый очень светлый (белесый до кремового).

В строении толщи галечника, вскрытой скважинами, можно выделить слои, различающиеся по крупности галек, количеству и качеству заполнителя, включениям обломков пород. Доминируют гальки размером 5–7 см (имеются и более крупные – до 15 см), встречаются прослойки гравия. Вся галька и гравий хорошо окатаны и по составу представлены изверженными породами. Основная толща галечника обладает очень светлым, сухим песчано-пылеватым заполнителем.

Глинистый заполнитель фрагментарно отмечается только в верхней части галечниковой толщи, где имеет мощность от 0 до 1,5–2 м. В составе сохранившихся глинисто-галечных отложений, наряду с гальками, присутствует обломочная фракция, представленная дресвой размягченных юрских песчаников, иногда – щебнем гранита и метаморфических пород. Изменения в составе заполнителя и окатанности крупных фракций свидетельствуют о разном генезисе основной и верхней части галечниковой толщи, что не исключает какой-то хронологический перерыв в их образовании.

Контакт галечника с подстилающими остатками предположительно среднеплейстоценового делювия очень резкий. Мощность делювия колеблется от 0,5 до 4,2 м. В его строении нередко обнаруживаются тонкие прослойки (1–2 см) гумусированных суглинков и лигнитизированного материала, фиксирующие уровни примитивного почвообразования. В строении максимально сохранившегося делювия можно выделить две пачки отложений. В кровле нижней пачки (мощность 2,5 м) располагается палеопочва с профилем AU-BMg-Cg с мощностью почвенного профиля 40 см. Гумусовый горизонт имеет темно-серый цвет и легкосуглинистый состав. Судя по особенностям строения профиля и следам переувлажнения (оглеенные горизонты), данная почва формировалась, вероятно, в условиях лугово-болотного ландшафта. Верхняя часть пачки делювия (мощность 1,7 м) сложена песками с примесью глинистого вещества, следы оглеения отсутствуют, но имеется охристая прослойка, обогащенная гидроксидами железа. В кровле пачки располагается буро-серый гумусовый горизонт мощностью 6–8 см, вероятно, принадлежавший слаборазвитой палеопочве.

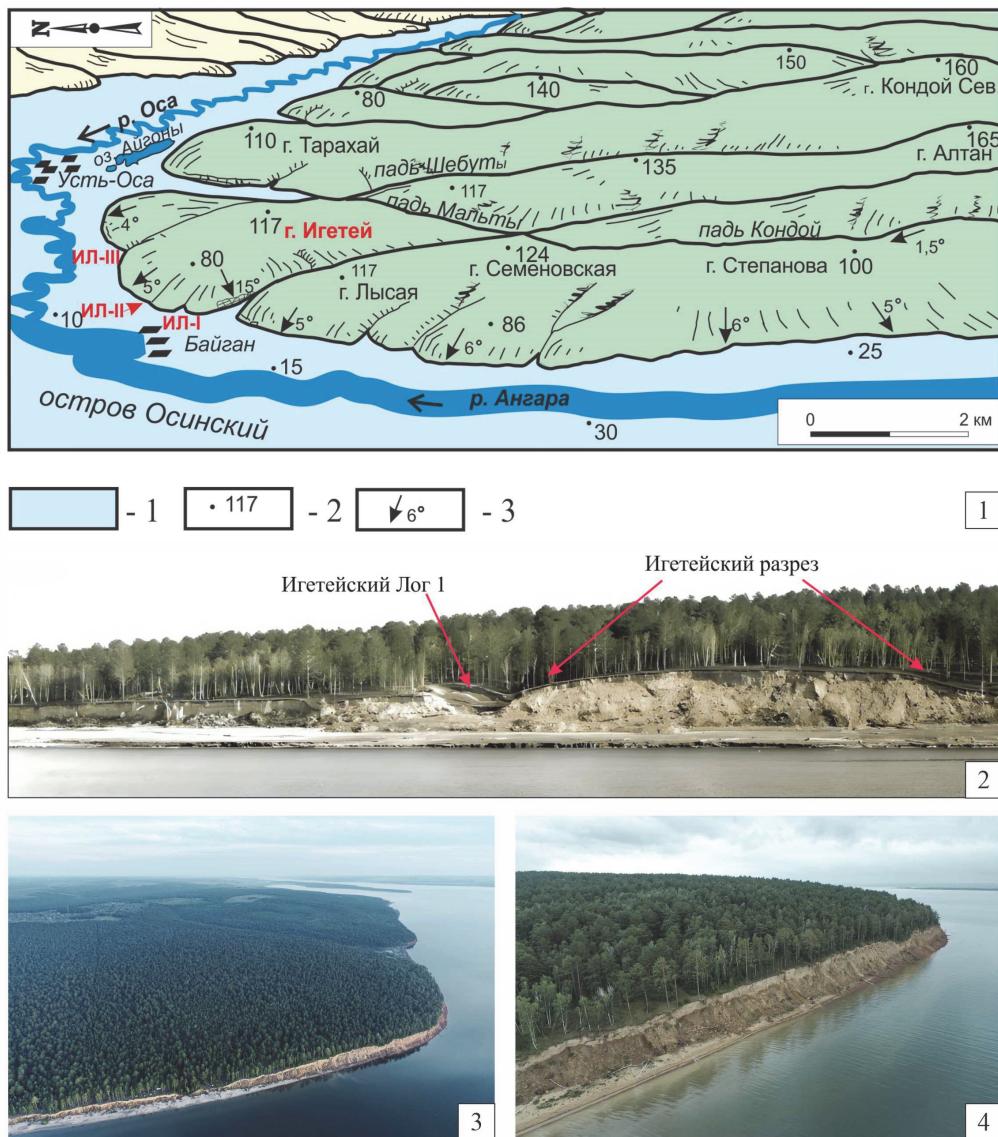
Формирование галечника как единого геологического тела, хаотичная ориентация галек, отсутствие сортировки материала по крупности, присутствие очень светлой пылеватой фракции в песчаном заполнителе, а также включения дресвы и щебня – все эти особенности скорее свидетельствуют о селеподобном характере осадконакопления, обусловленном сейсмотектоническими событиями, чем об аллювиальном генезисе данного галечникового тела.

Те события, которые мы предположительно относим к среднему плейстоцену, имели катастрофический характер в виде сброса галечника с более высоких позиций на более низкие элементы рельефа в долине р. Ангары. При первом сбросе была уничтожена значительная часть делювия, а оставшиеся отложения погребены под толщей галечника, который при своем движении с более высоких отметок ассимилировал мелкозем содранных субаэральных отложений, пополнив обычный песчаный заполнитель этим аллюхтонным пылеватым материалом.

Во время следующего сейсмотектонического события в долину Ангары были сброшены остатки галечников, которые по пути движения ассимилировали материал обнажившихся неогеновых бурых глин (они отмечены на многих участках в Иркутске и его окрестностях). Кроме того, на каких-то участках обнажились породы, содержащие обломочный материал, который пополнил галечник дресвой юрских песчаников и щебнем магматических и метаморфических пород. Сплыв смеси галечника с глинистым веществом перекрыл поверхность галечника с песчано-пылеватым заполнителем и резко изменил возможность миграции атмосферной влаги. В понижениях на кровле глинистого галечника сформировался застой влаги и произошло образование мелких временных озер и болот.

## Игетейский опорный разрез

В стратиграфическом отношении наиболее полным разрезом в Байкало-Енисейской Сибири является геоархеологический объект Игетей, расположенный на правобережье р. Ангары в месте впадения в нее р. Осы (рис. 2).



*Рис. 2. Игетей: 1 – диаграмма рельефа в районе Игетейских местонахождений; 2 – общий вид на Игетейское береговое обнажение с северо-запада в конце 1970-х гг. (фото Г. И. Медведева); 3, 4 – общие виды на Игетейское береговое обнажение с севера и северо-востока в 2020 г. (фото И. М. Бердникова)*

*Fig. 2. Igetei: 1 – relief diagram in the area of the Igetey sites; 2 – general view of the Igetei coastal outcrop from the northwest in the late 1970s (photo by G. I. Medvedev); 3, 4 – general views of the Igetei coastal outcrop from the north and northeast in 2020 (photo by I. M. Berdnikov)*

Самой представительной частью ГАО Игетей является Игетейское береговое обнажение, вскрывающее клиновидную толщу рыхлых склоновых отложений (мощностью до 8–10 м), прислоненную к склону, сложенному верхнекембрийскими породами. Мощность рыхлых отложений уменьшается вверх по рельефу в первую очередь за счет выклинивания наиболее древних (среднеплейстоценовых) слоев (рис. 3). Маркером, отделяющим верхнеплейстоценовые отложения от среднеплейстоценовых, выступает хорошо стратифицируемый игетейский педокомплекс, относимый к казанцевскому горизонту [Воробьева, Медведев, 1985; Воробьева, 2016].

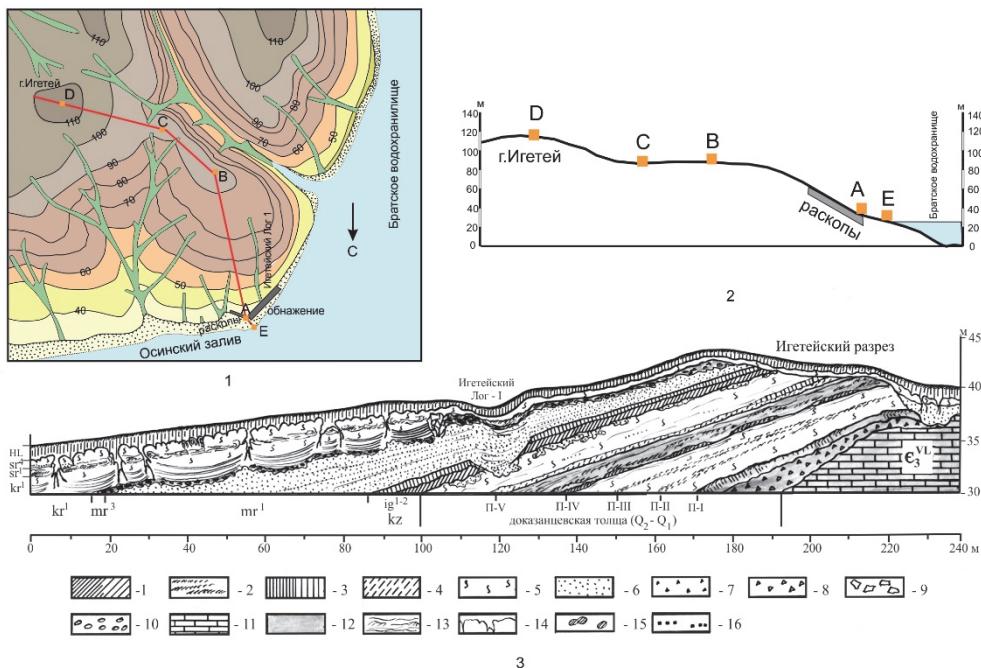


Рис. 3. Схема строения Игетейского берегового обнажения: 1 – профиль рельефа по правому борту р. Ангари (по линии Е-А-Д); 2 – картосхема рельефа в районе Игетейского берегового обнажения; 3 – общая схема строения отложений Игетейского берегового обнажения.

Условные обозначения: 1 – гумусовые горизонты почв, густота штриховки отражает степень гумусированности; 2 – фрагменты гумусовых горизонтов; 3 – срединные буроцветные почвенные горизонты, густота штриховки отражает интенсивность бурой окраски; 4 – оглеенные сизоватые горизонты; 5 – лессовидные суглинники; 6 – пески; 7 – дресва; 8 – щебень; 9 – глыбы; 10 – галька; 11 – выходы коренных пород; 12 – суглинисто-глинистый красноцветный делювий; 13 – солифлюкционные деформации; 14 – морозобойные структуры; 15 – кротовины; 16 – древесные угольки (палеопочвы: II-I – II-V – ангарские среднеплейстоценовые почвы; Ig<sup>1-2</sup> – игетейский педокомплекс казанцевского межледникова (поздний плейстоцен); отложения: kz – казанцевские; mr – муруктинские; kr<sup>1</sup>, kr<sup>2</sup> – каргинские; sr<sup>1</sup>, sr<sup>4</sup> – сартанские; Hl – голоценовые)

Fig. 3. Schematic diagram of the structure of the Igetei coastal outcrop; 1 – relief profile along the right side of the Angara River (along the E-A-D line); 2 – relief map of the area of the Igetei coastal outcrop; 3 – general diagram of the structure of sediments of the Igetei coastal outcrop.

Legend: 1 – humus horizons of soils, the density of shading reflects the degree of humus content; 2 – fragments of humus horizons; 3 – median brown soil horizons, the density of shading reflects the intensity of the brown color; 4 – gleyed bluish horizons; 5 – loess-like loams; 6 – sand; 7 – gruss; 8 – crushed stone; 9 – boulders; 10 – pebbles; 11 – bedrock outcrops; 12 – loamy-clayey red-colored colluvium; 13 – solifluction deformations; 14 – frost-damaged structures; 15 – molehills; 16 – charcoal (paleosoils); II-I – II-V – Angara Middle Pleistocene soils; Ig<sup>1-2</sup> – Igetei paleosoils of the Kazantsevo interglacial (Late Pleistocene); deposits: kz – Kazantsevo; mr – Murukta; kr<sup>1</sup>, kr<sup>2</sup> – Karginian; sr<sup>1</sup>, sr<sup>4</sup> – Sartanian; Hl – Holocene)

Игетейское береговое обнажение имеет абразионное происхождение. Оно сформировалось в 1970-е гг. при заполнении ложа Братского водохранилища. В дальнейшем при колебании уровня водохранилища рыхлые отложения активно размывались, а береговая кромка отступала. В результате размыта толщи исчезали выклинивающиеся отложения среднего плейстоцена. В настоящее время значительная часть этого обнажения размыта при многократных колебаниях уровня Братского водохранилища. В связи с изложенным, в настоящей статье представлены материалы исследований последних двух десятилетий XX в., когда разрез Игетейского берегового обнажения был более мощным за счет сохранности его среднеплейстоценовой части и более репрезентативным<sup>1</sup>.

Результаты изучения разреза Игетейского берегового обнажения, а также серии шурфов, траншей и нескольких раскопов на территории ГАО Гора Игетей были представлены в 1990 г. на экскурсии З «Прибайкалье» Международного симпозиума «Хроностратиграфия палеолита Северной, Центральной, Восточной Азии и Америки (палеоэкологический аспект)». Часть этих материалов отражена в путеводителе к данной экскурсии [Стратиграфия …, 1990].

К сожалению, доказанцевская толща Игетейского разреза не была датирована в силу разных причин. Попытки использовать для этого палеомагнитный метод не увенчались успехом. Традиционно используемый палинологический метод для реконструкции ландшафтно-климатической обстановки времени накопления доказанцевской толщи тоже не дал результатов в связи с очень малым выходом пыльцы и спор.

Полученные палеонтологические и малакофаунистические данные не являются стратиграфически показательными, поскольку остатки крупных и мелких млекопитающих и малакофауны (табл. 1) представлены видами, обитавшими на юге Средней Сибири на протяжении и среднего, и верхнего плейстоцена. Они дают лишь некоторую экологическую информацию, которая может быть рассмотрена в аспекте климатических колебаний.

В подобных ситуациях особое значение приобретает педолитологический и событийный подходы, дающие основания для построения климатостратиграфических кривых различных разделов позднего кайнозоя [Воробьева, Мац, Шимараева, 1987, 1995; Воробьева, 1994; Бердникова, Воробьева, 2002; Воробьева, 2010].

В связи с отсутствием датировок и иных биостратиграфических привязок, вся толща доказанцевских отложений отнесена нами к среднему плейстоцену. Несомненно, в летописи событий, запечатленных в особенностях состава и строения среднеплейстоценовых отложений Игетея, имеются пробелы. Однако пока это единственный в регионе разрез, где четко диагностируется довольно мощная толща образований доказанцевского возраста, при этом, судя по палеонтологическим, литологическим и педогенетическим данным, не выявляются длительные перерывы в осадконакоплении.

<sup>1</sup> В настоящее время готовится серия публикаций по современному этапу исследований разреза Игетей (обновленному из-за интенсивного размытия берега), проведенных в 2020–2022 гг. отрядом НИЦ «Байкальский регион» совместно со специалистами Института земной коры СО РАН и Геологического института РАН, в результате которых получены первые данные по палеомагнитному и OSL-датированию. Пока они представлены лишь в предварительном виде [Результаты …, 2022; Петромагнитные …, 2024].

Таблица 1

Палеонтологические находки в среднеплейстоценовых отложениях Игетейского берегового обнажения (определение остатков млекопитающих Ф. И. Хензыхеновой, А. А. Хамзиной, малакофауны – С. М. Поповой)

Table 1

Paleontological finds in the Middle Pleistocene deposits of the Igetei coastal outcrop (identification of mammal remains by F. I. Khenzykhenova and A. A. Khamzina, malacofauna by S. M. Popova)

Слои	Почвы*	Млекопитающие	Малакофауна
14	Q <sub>III</sub> Kz ig <sub>1</sub> гор. А	Microtus sp., Citellus sp.	<i>Pupilla lundströmi</i> , <i>P. asiatica</i> , <i>P. sp.</i> , <i>Vallonia pulchella</i> , <i>V. costata</i> , <i>V. tenuilabris</i>
13	–	<i>Stenocranius gregalis</i> , Citellus sp.	<i>Succinella ex gr. oblonga</i> , <i>Novosuccinea altaica (juv.)</i> , <i>Pupilla sp.</i> , <i>Vallonia tenuilabris</i> , <i>Anisus (Geraulus) sp.</i>
12	–	<i>Equus caballus</i>	<i>Pupilla lundströmi</i> , <i>P. asiatica</i> , <i>P. sterrii</i> , <i>P. sp.</i> , <i>Vallonia tenuilabris</i>
			<i>Pupilla lundströmi</i> , <i>Vallonia tenuilabris</i>
11	Q <sub>II</sub> an-V гор. В1	<i>Equus caballus</i>	<i>Pupilla lundströmi</i> , <i>P. sterrii</i> , <i>P. sp.</i> , <i>Vallonia pulchella</i> , <i>V. tenuilabris</i>
	гор. В2g		<i>Succinella ex gr. Oblonga</i> , <i>Pupilla lundströmi</i> , <i>P. sterrii</i> , <i>P. sp.</i> , <i>Vallonia tenuilabris</i>
10a	–	<i>Equus caballus</i>	<i>Pupilla lundströmi</i>
10в	–	Citellus sp., <i>Equus caballus</i> , Bison sp.	<i>Pupilla lundströmi</i> , <i>P. sp.</i> , <i>Vertigo ex gr. alpestris</i> , <i>Vallonia tenuilabris</i> , <i>V. sp.</i>
10c	–	Не обнаружены	<i>Pupilla</i> (фрагменты), <i>Vallonia</i> (фрагменты)
9	Q <sub>II</sub> an-IV гор. А	Не обнаружены	<i>Pupilla lundströmi</i> , <i>P. sterrii</i> , <i>P. sp.</i> , <i>Vallonia pulchella</i> , <i>V. tenuilabris</i>
8	–	Lagurus sp., Microtus sp.	Не изучалась
7	Q <sub>II</sub> an-III гор. А, В sol	Не обнаружены	Не изучалась
		Lagurus sp., Ochotona sp., Citellus sp.,	
6	–	Cricetulus sp., <i>Micro-</i> <i>tus oeconomus</i> , <i>Sten-</i> <i>ocranius gregalis</i>	Не изучалась

\* Q<sub>III</sub> Kz ig<sub>1</sub> – нижнегетейская почва казанцевского межледникова позднего плейстоцена, Q<sub>II</sub> an – ангарские почвы среднего плейстоцена; гор. А – гумусовые (сероцветные) горизонты почв, гор. В – срединные буроцветные горизонты, sol – солифлюционированные почвенные горизонты.

Редкая встречаемость и слабая изученность среднеплейстоценовых отложений делают Игетейский разрез опорным для Байкало-Енисейской Сибири. На примере этого разреза впервые для региона подробно рассмотрены строение и состав субаэральных образований среднеплейстоценового возраста.

**Строение среднеплейстоценовой (доказанцевской) толщи игетейского разреза.** Доказанцевская толща рыхлых субаэральных отложений ГАО Игетей наклонно прислоняется к коренным породам (красноцветным известковистым алевролитам и песчаникам верхоленской свиты верхнего кембрия – Е<sub>3</sub><sup>vl</sup>) и быстро выклинивается вверх по склону (рис. 3, 3). На обломочной коре выветривания коренных пород последовательно снизу вверх по разрезу залегают 13 литологических слоев среднеплейстоценового возраста, которые перекрываются слоем 14, относящимся к верхнему плейстоцену и представленным мощным казанцевским

педокомплексом, в строении которого различаются две почвы: нижнеигетейская ( $ig_1$ ) и верхнеигетейская ( $ig_2$ ).

В толще подстилающих доказанцевских образований Игетейского обнажения обнаружено не менее пяти уровней почвообразования, которые рассматриваются как палеопочвы разной степени сохранности – слои 3, 5, 7, 9, 11 (табл. 2). Исходя из расположения палеопочв на борту долины Ангары и в связи с тем, что они не имеют достаточно точной стратиграфической привязки, этим почвам дано общее название – «ангарские». Ангарским палеопочвам присвоены номера с 1 по 5 снизу вверх по разрезу в последовательности их формирования: от an-I ( $Q_{II} an-I$ ) до an-V ( $Q_{II} an-V$ ).

Таблица 2

Морфологическое строение среднеплейстоценовой части Игетейского разреза  
(нумерация снизу вверх)

Table 2

Morphological structure of the Middle Pleistocene part of the Igetei section  
(numbering from bottom to top)

№ слоя	Характер отложений	Мощность, м
14	Казанцевский (игетейский) педокомплекс ( $Q_{III} Kz ig_{1-2}$ ), представленный нижнеигетейской и верхнеигетейской среднесуглинистыми палеопочвами ...	До 2,2–2,5
13	Лессовидные легкие суглинки криотурбированные с линзами и «карманами» песков, с кротовинами, заложенными из вышележащей нижнеигетейской палеопочвы и заполненными ее гумусированным материалом ...	0,3–0,8
12	Лессовидные легкие суглинки с песчаными линзами и прослойками, буровато-палевые, сменяющиеся вверх по разрезу палево-розовыми, а затем сизоватыми (слабо оглеенными) и палево-бурыми ...	0,6–0,8
11	<b>Почва an-V</b> ( $Q_{II} an-V$ ) – фрагменты нижней части почвенного профиля, представленные оглеенными тяжелосуглинистыми и глинистыми горизонтами B2g и G мощностью до 0,4 м; в верхней части палеосклона локально сохранились фрагменты буроцветных неоглеенных срединных горизонтов B1 этой почвы ...	0,3–1,0
10	Делювиальные суглинки и глины разной окраски: бурые, красноватые, сизоватые, с гумусированными и сажистыми прослойками. Слой делится на 3 части: нижнюю (10а), среднюю (10в) и верхнюю (10с) ...	1,4–1,5
10с	Неясно слойистые красноцветные и сизоватые делювиальные глины с углистыми включениями (частички древесного угля) и тонкими сажистыми прослойками и линзами ...	0,4–0,5
10в	Красноватые тяжелые суглинки с 2–3 гумусированными горизонтами слаборазвитых почв, разбитых мелкими криогенными трещинами ...	0,4–0,5
10а	Красноватые и сизоватые тяжелые суглинки с сажистыми примазками, углистыми включениями и тонкими прерывистыми гумусированными прослойками ...	0,3–0,4
9	<b>Почва an-IV</b> ( $Q_{II} an-IV$ ) – гумусовый и переходный горизонты (А и АВ), темно-серые и буровато-серые, тяжелосуглинистые; вблизи Игетейского Лога 1 почва разбита на глыбы, смешанные друг относительно друга по вертикали на 3–7 см (деформации, вероятно, связаны с карстовыми просадками в логу) ...	0,2–0,4

Окончание табл. 2

№ слоя	Характер отложений	Мощность, м
8	Лессовидные тяжелые суглинки, разделяющиеся на три прослоя (сверху): 8с – палево-бурые (мощность 0,8–1,0 м) с кротовинами, идущими из перекрывающего слоя 9; 8в – палево-розовые (0,25–0,35 м); 8а – палево-желтые высококарбонатные с точечными марганцевыми новообразованиями (0,4–0,45 м) ...	1,3–1,5
7	<b>Почва ап-III</b> ( <i>Q<sub>II</sub> an-III</i> ) растащена солифлюкцией – педосedименты гумусированных темно-серых (гор. А) и буро-желтых (гор. В) средних суглинков, в подошве слоя – обильные карбонаты ...	0,5–0,6
6	Лессовидные средние и тяжелые суглинки, светлые буровато-палевые слабослоистые ...	0,9–1,0
5	<b>Почва ап-II</b> ( <i>Q<sub>II</sub> an-II</i> ) растащена солифлюкцией – педоседименты гумусовых (гор. А) и срединных горизонтов (гор. В) почв, серовато-бурые и буроватые тяжелые суглинки ...	0,4–0,5
4	Лессовидные легкие и средние суглинки, буровато-палевые, местами с линзами супесей ...	0–1,5
3	<b>Почва ап-I</b> ( <i>Q<sub>II</sub> an-I</i> ) – горизонты А и АВ, красно-серые, тяжелосуглинистые, кровля частично размыта, красноцветность унаследована от делювия ...	0,6–0,8
2	Делювиальные тяжелые суглинки и глины, красно-бурые, в верхней части затронутые процессами почвообразования ...	0,4–1,2
1	Глыбисто-щебнистый красноцветный материал верхнекембрийских пород, древняя осыпь с небольшим количеством суглинисто-глинистого мелкозема. Вскрытая мощность ...	2–2,5

Переслаивание лессовидных, делювиальных отложений, почв и образований смешанного генезиса указывает на определенную ритмику изменений теплообеспеченности и влажности климата в среднеплейстоценовое время.

Плохая сохранность среднеплейстоценовых палеопочв Игетейского разреза обусловлена их расположением на склоне крутизной от 3 до 5° и тем, что каждая эпоха почвообразования сменялась фазами активизации солифлюкционных и делювиальных процессов. В связи с недостаточной сохранностью почв зачастую очень трудно определить их типовую принадлежность.

Тем не менее среднеплейстоценовые образования в Игетейском разрезе четко отражают последовательность и специфику этапов среднеплейстоценового педогенеза. Этапы улучшения климата и по увлажненности, и по теплообеспеченности зафиксированы в первую очередь в виде изменения окраски от гумуса и гидроксидов железа. При оптимизации климатических условий в гумусовых горизонтах усиливаются серые и темно-серые тона, в срединных горизонтах – бурые тона. В случае переувлажнения в нижних горизонтах ангарских палеопочв появляются сизые тона.

Кроме пяти ангарских палеопочв, следы педогенеза отмечаются в слоях 10в и 12, где они представлены маломощными (5–10 см и менее) сероватыми (гумусированными), палево-бурыми и сизоватыми прослойками, расположенными на разных уровнях указанных слоев. Эти невыразительные педоседименты предположительно принадлежат горизонтам АY, W, Ch, Cm, Cg слаборазвитых почв, сформированных в фазы потепления климата внутри ледниковых этапов, и могут рассматриваться как следы так называемого интерстадиального и плениглациального почвообразования [Величко, Морозова, 2015].

Субаэральные отложения, разделяющие палеопочвы, представлены делювиальными и лессовидными суглинками, сформированными в холодные этапы среднего плейстоцена. Делювий, образованный за счет плоскостного смыва с верхних частей склонов продуктов разрушения верхнекембрийских красноцветных известковистых пород, наследует карбонатность, красноцветность и суглинистый состав исходных верхнекембрийских пород. В отличие от суглинистого делювия, лессовий субстрат эолового заноса характеризуется пылеватым составом и светлой окраской, обусловленной высоким содержанием карбонатов.

В связи с резкими различиями делювиальных и лессовидных отложений по окраске и гранулометрическому составу существенно облегчается диагностика генезиса осадков разных слоев субаэральной толщи, а соответственно, и реконструкция палеогеографических обстановок времени осадконакопления. Исходя из вышеизложенных представлений, можно полагать, что чем интенсивнее красноцветность отложений и тяжелее их гранулометрический состав, тем в более гумидной обстановке шло осадконакопление. Чем светлее отложения и легче их гранулометрический состав, тем ариднее была палеоклиматическая обстановка.

Лессовидные отложения в Игетейском разрезе имеют эолово-делювиальный генезис, а степень участия в его составе делювиального и эолового материала можно установить по тональности окраски. В частности, различия в тональности окраски лессовидных суглинков (палевая, розоватая, буроватая) прослеживаются не только в разных слоях отложений, но иногда даже на разных уровнях одного слоя (слой 12).

Интенсивность серых и бурых тонов отражает степень проработки делювиальных либо лессовидных осадков педогенными процессами и в какой-то мере может служить показателем интенсивности и длительности потеплений внутри ледниковой.

Сизоватые тона окраски служат показателем увлажненности почвогрунтов и гумидности или криогумидности климата. Гумидность условий осадконакопления во время формирования слоев 10а, 10с и 11 подтверждается наличием оглеенных прослоек, а интенсивность склонового смыва – разрушенностью в них многих раковин малакофауны как результата транспортировки раковин плоскостным смывом вниз по склону.

Аккумуляция осадков палевой гаммы, вероятно, происходила в условиях довольно аридного (криоаридного) климата. С этим хорошо согласуется лессовидный характер отложений, наличие в них песчаных прослоек и линз, а также характер фауны, среди костных остатков которой отмечены лишь обитатели сухих открытых пространств (см. табл. 1).

Морфогенетический анализ отложений и аналитические показатели (табл. 3; рис. 4) позволяют следующим образом охарактеризовать особенности состава и строения отложений и последовательность изменения природно-климатических обстановок в процессе формирования среднеплейстоценовой толщи Игетейского разреза.

**Слой 1.** Глыбисто-щебнистый осыпной коллювий образуется в различных климатических условиях у подножья крутых склонов.

Таблица 3  
Некоторые свойства среднеплейстоценовых отложений и палеопочв  
Игетейского берегового обнажения

*Table 3  
Some properties of Middle Pleistocene deposits and paleosoils of the Igetei coastal outcrop*

Слой	Отложения	% физ. глины	Гранулометрический состав	pH водн.	Гумус, %	Сгк Сфк
14	Почва Kz ig1	35	Средний суглинок	8,3	1,36	1,47
		31	Средний суглинок	8,7	1,18	0,90
13	Эоловые и делювиальные отложения	8	Песок связный	8,1	0,12	0,15
12	Лессовидные отложения	27	Легкий суглинок	8,7	0,28	0,38
		25	Легкий суглинок	8,7	0,34	0,41
		17	Супесь	8,5	0,27	0,25
11	Почва-V	42	Тяжелый суглинок	8,4	0,43	0,28
		11	Супесь	8,3	0,36	0,27
10	Делювий с педоседиментами	31	Средний суглинок	8,4	0,99	0,72
		39	Средний суглинок	8,0	1,31	1,18
		17	Супесь	7,5	0,13	0,24
		45	Тяжелый суглинок	8,5	0,64	1,87
		42	Тяжелый суглинок	8,2	0,51	1,06
9	Почва-IV	43	Тяжелый суглинок	7,6	1,02	0,72
8	Лессовидные отложения	45	Тяжелый суглинок	7,7	0,17	0,32
		39	Средний суглинок	7,5	0,15	0,28
		38	Средний суглинок	7,8	0,17	0,25
		42	Тяжелый суглинок	8,0	0,32	0,27
7	Почва-III	38	Средний суглинок	7,9	1,02	1,32
		36	Средний суглинок	8,3	0,82	1,35
6	Лессовидные отложения	38	Средний суглинок	8,6	0,21	0,33
		37	Средний суглинок	8,2		
5	Почва-II	43	Тяжелый суглинок	8,0	1,28	1,12
		39	Средний суглинок	8,2	0,97	1,61
4	Лессовидные отложения	32	Средний суглинок	8,3		
		29	Легкий суглинок	8,5		
3	Почва-I	39	Средний суглинок	8,2	1,18	0,85
		44	Тяжелый суглинок	8,4	0,79	0,51
2	Делювий	45	Тяжелый суглинок	8,3	0,21	0,17
		46	Тяжелый суглинок	8,4	0,07	0,12

**Слой 2.** Красноцветные делювиальные суглинки и глины формируются у подножий склонов в широком диапазоне термических условий, но преимущественно в климате с коэффициентом атмосферного увлажнения (Ка.у.)  $\geq 1$ . Отсутствие в слое прослоек и линз лессовидных отложений и песков, указывающих на фазы аридизации климата и усиления ветрового режима, косвенно свидетельствует о гумидности условий осадконакопления. Верхняя часть слоя проработана почвообразованием и может рассматриваться как часть нижнего горизонта ангарской почвы-I.

**Слой 3.** Ангарская почва-I, развитая на красноцветном делювии. По классификациям XX в. такая почва называлась дерново-карбонатной, что отражало унаследованность многих ее свойств от почвообразующей карбонатной породы. По более современной классификации [Классификация ..., 2004] ее можно отнести

к типу буроземов. Подобные почвы широко распространены на данной территории и в настоящее время. В частности, они встречаются в районе ГАО Игетей выше по рельефу и развиваются под пологом светлохвойных и хвойно-мелколистенных лесов. Сходство почвы I с современными буроземами дает основание делать вывод о сходстве природно-климатических условий педогенеза.

Сводный разрез № слоя	Субаэральные образования	Криоген. явления	Климатические колебания	
			Влаж- ность	Тепло- обеспеч.
M 0	14 Почва - kz ig <sup>1</sup> - чернозем		-	+
1	13 Эоловые пески и лессовидные отложения	Криотурбации		
2	12 Лессовидные отложения Эоловые пески			
3	11 Почва an-V(Q <sub>2</sub> an <sup>5</sup> ) - серая глеевая			
4	10 Делювий со следами почвообразования на нескольких уровнях	Солифлюкция		
5	9 Почва an-IV (Q <sub>2</sub> an <sup>4</sup> ) - темно-серая	Трещинообразование		
6	8 Лессовидные суглинки	Солифлюкция		
7	7 Почва an-III (Q <sub>2</sub> an <sup>3</sup> ) - черноземовидная			
8	6 Лессовидные суглинки	Солифлюкция		
9	5 Почва an-II (Q <sub>2</sub> an <sup>2</sup> ) - черноземовидная			
10	4 Лессовидные суглинки	Солифлюкция		
	3 Почва an-I (Q <sub>2</sub> an <sup>1</sup> ) - бурозем			
	2 Делювий верхнекембрийских пород			
	1 Осыпной коллювий			

Рис.4. Сводный разрез среднеплейстоценовых субаэральных образований Игетейского обнажения

Fig. 4. Summary section of the Middle Pleistocene subaerial formations of the Igetei outcrop

**Слой 4.** Сложен палевыми буроватыми и желтоватыми лессовидными легкими и средними суглинками. Их окраска и гранулометрический состав указывают на дальность заноса материала эоловыми потоками, а наличие линз супесей свидетельствует о фазах усиления ветровой деятельности. Такие процессы обычно развиваются в условиях довольно аридного климата и холодных открытых пространств. Подобные обстановки в Прибайкалье были характерны для всех ледниковых плейстоцена.

**Слой 5.** Ангарская почва-II представлена фрагментами гумусовых и срединных буроцветных горизонтов, включенных в солифлюксий. В слое 5 зашифрована информация о двух климатических этапах. Само существование гумусированной почвы на лессовидных суглинках свидетельствует об этапе потепления климата и semiаридных условиях, когда коэффициент атмосферного увлажнения был близок к 1 (Ка.у.~1). Такие условия, приближающиеся по теплообеспеченности к межледникам, можно рассматривать как межледникама в случае их значительной продолжительности или квазимежледникама (интерстадиальные межледники) – в случае их существенно меньшей продолжительности (1–3 тыс. л.). Гуматный состав гумуса, развитие почвы на лессовидных отложениях и наличие в них кротовин дают основание предполагать, что почва развивалась по черноземному типу в условиях степи. В дальнейшем, в начале очередного ледникового ритма, почва II была сильно нарушена солифлюкционными процессами, что свидетельствует о фазе резкого похолодания климата, появления близкой к поверхности многолетней мерзлоты и переувлажнении надмерзлотной части грунта в весенне-раннелетние сезоны.

**Слой 6.** Представлен лессовидными суглинками, сходными со слоем 4 по морфологическим и аналитическим свойствам. Это дает основание предполагать сходство условий осадконакопления. Вероятно, лессонакопление происходило в крио-аридной обстановке в условиях открытых пространств. Остатки мелких млекопитающих, обнаруженные в слое 6, хорошо согласуются с данным выводом (см. табл. 1).

**Слой 7.** Ангарская an-III представлена солифлюционированной толщей с фрагментами гумусовых и срединных горизонтов почв. Фактически an-III слоя 7 можно рассматривать как аналог an-II слоя 5, и все характеристики, данные для слоя 5, считать приемлемыми для слоя 7. Следует также отметить, что выше по склону одна из почв выклинивается, слои с почвами 5 и 7 как бы сливаются в один слой, подстилаемый лессовидными отложениями.

**Слой 8.** Сложен лессовидными тяжелыми суглинками. В отличие от лессовидных отложений в слоях 4 (легкие и средние суглинки с линзами супесей) и 6 (средние суглинки), суглинки слоя 8 имеют более тяжелый состав. Слой имеет трехчленное строение, что может рассматриваться как сигналы различных палеоклиматических ситуаций в пределах времени формирования всего слоя. Нижняя часть слоя характеризуется наличием точечных марганцевых новообразований, свидетельствующих о несколько повышенной увлажненности отложений. На это же указывают следы выщелачивания карбонатов с аккумуляцией их вблизи подошвы слоя. Средняя часть имеет розоватый тон, обусловленный примесью продуктов выветривания верхнекембрийских пород, что является индикатором усиления делювиальных процессов и некоторого повышения гумидности климата. В верхней части слой проработан процессами почвообразования, что свидетельствует о некотором потеплении климата.

**Слой 9.** Представлен фрагментами гумусовых и срединных горизонтов ангарской почвы-IV. Вблизи Игетейского Лога 1 почва деформирована и разбита на глыбы процессами, вызванными карстовыми просадками в логу. Просадки, вероятно, были эпигенетичными по отношению к почве, поскольку вышележащий слой 10 вблизи Игетейского Лога 1 тоже характеризуется глыбистым сложением. Морфология педоседиментов и фульватно-гуматный состав гумуса позволяют предположительно относить почву к типу темно-серых. Развитие почвы на лессовидных отложениях дает основание считать ее остаточно-карбонатной, что свидетельствует о невысокой увлажненности и развитии почвы в лесостепных условиях с семигумидным климатом. В слое отмечена многочисленность наземных моллюсков, особенно пупиллид. Причем разнообразие пупиллид большее, чем обитает на этой территории ныне. Данный факт и присутствие в почве относительно теплолюбивого представителя малакофауны *Vallonia pulchella* (см. табл. 1) указывают на теплообеспеченность аналогичную или даже несколько лучшую, чем современная.

**Слой 10.** Имеет наиболее сложное строение. В целом это красноцветные делювиальные суглинки с несколькими уровнями педогенеза. В слое можно выделить несколько уровней слаборазвитых почв, от профиля которых в разрезах сохранились только горизонты Ст или Сg, называемые нами горизонтами выветривания и горизонтами оглеения. Вероятно, верхние горизонты этих почв имели преимущественно органогенный состав (горизонты W, O, TJ, AO, H или T) и не оставили своих следов в разрезах в связи с полной минерализацией их органики или трансформировались в углистые образования (сажистые прослойки и линзы). Для образования подобных слаборазвитых почв достаточно кратковременных (100–300 лет) и неглубоких потеплений климата.

Наибольшее выражение педогенез имеет в средней части слоя (10в), что дало основание предполагать существование на этом стратиграфическом уровне педокомплекса, в дальнейшем сильно разрушенного денудацией. Так, на ряде участков берегового обнажения в подслое 10в бывает хорошо выражено до трех уровней почвообразования, которые могут представлять собой фрагменты некогда существовавшего сдвоенного или строенного педокомплекса. Предположительно его формировали лесные почвы с профилем AY-С и тундровые почвы с профилем О-G, горизонты которых разорваны мелкими криогенными трещинами, заложенными из прослоек делювия, разделяющих почвы. В подслое 10в зафиксирована также почва с языковатым гумусовым горизонтом, от которой сохранилась лишь нижняя часть профиля. Исходя из особенностей строения и свойств, мы считаем, что почвы подслоя 10в формировались в непродолжительные (0,5–1 тыс. л.) и не значительные потепления климата на делювиальном субстрате в криогумидных или субгумидных условиях, на что указывают следы оглеения в их профиле. Тем более что появление глеевых горизонтов на склонах возможно только в условиях локального застоя влаги над водонепроницаемым слоем многолетней мерзлоты. Гумусовые языки и узкие криогенные трещины, заполненные грунтом, свидетельствуют о сезонном растрескивании почвогрунта, что весьма характерно для строения длительно промерзающих и мерзлотных почв. Нижние части гумусовых языков загнуты и идут вверх параллельно склону. Они как бы отстают в движении вниз по склону от верхней части языков. Этот феномен является следствием мерзлотного крипа – блокового сползания почвенной толщи по мерзлому слою,

расположенному близко к дневной поверхности. Конфигурация гумусовых языков указывает на многолетнюю мерзлоту, мерзлотный крип и свидетельствует о климате холоднее современного.

В целом особенности строения слоя 10, представленного чередованием прослоек делювиальных отложений с несколькими уровнями педогенеза, характеризуют обстановку этого времени как крайне неустойчивую, довольно гумидную с отдельными фазами потеплений и похолоданий климата. Активность делювиальных процессов косвенно подтверждает очень плохая сохранность раковин малакофауны, особенно в подслое 10а.

**Слой 11.** Представлен нижней оглеенной частью профиля почвы-V (гор. BCg). Верхняя часть профиля не сохранилась. В слое отмечается обилие раковин малакофауны (см. табл. 1), в том числе *Succinella*, которые обитают в лесных биоценозах или в непосредственной близости от лесной растительности. В слое 11, как и в слое 9, присутствуют раковины *Vallonia pulchella* – довольно теплолюбивого вида, требующего теплообеспеченность не ниже современной. Обычно повышенная влажность и оглеенность нижней части почв на склонах проявляются на контакте с длительной сезонной или многолетней мерзлотой в условиях средней и северной тайги. Однако наличие раковин *Vallonia pulchella* отклоняет эту версию и дает основание считать оглеение следствием довольно теплого гумидного климата. Учитывая эти данные, а также морфологические свойства и аналитические показатели фрагментов срединного почвенного горизонта и сохранившегося горизонта BCg, рассматриваемую почву отнесли к типу серых подтипу глееватых. Формирование таких почв на склонах возможно в широком диапазоне термических условий под пологом смешанных и мелколиственных лесов, но требует довольно гумидного климата. В настоящее время в Байкало-Енисейской Сибири серые глеевые почвы встречаются в структуре почвенного покрова в качестве сопутствующего подтипа серых почв в таежных территориях на равнинах, вогнутых участках склонов и у их подножий.

**Слой 12.** Лессовидные суглинки с горизонтами выветривания (Cm) и горизонтами оглеения (Cg) – следами слаборазвитого плениглациального почвообразования, указывающего на фазы кратковременного потепления климата в ледниковые эпохи. Современными аналогами подобных почв являются почвы арктических полупустынь и слаборазвитые почвы лесотундры. От профиля таких почв в разрезах сохранились только горизонты Cm или Cg. Примеры формул исходного строения подобных почв: W-Cm-C; TJ-Cm-C; T-Cg-C; H-Cg-C. В оглеенных лессовидных суглинках и в педосedimentах отмечается разнообразие малакофауны при относительном обилии пупиллид. В неоглеенных лессовидных суглинках малакофауна весьма малочисленна, в песчаных прослойках – полностью отсутствует. Песчаные прослойки и линзы в нижней части слоя свидетельствуют о довольно активных эоловых процессах в начале формирования слоя, а розоватые суилистистые прослойки в средней части слоя – об активизации делювиальных процессов и о некотором увеличении влажности климата.

**Слой 13.** Представлен лессовидными суглинками и песками, сложение которых нарушено криотурбациями. Состав отложений указывает на криоаридный климат финала среднего плейстоцена. В составе малакофауны слоя отмечены сукцининии, присутствие которых свидетельствует о близости лесной или кустарниковой растительности и крупнотравья. Наличие раковин *Gyraulus* (см. табл. 1) указывает

на близость какого-то мелкого водоема. Таким водоемом могло быть карстовое озерко на днище Игетейского Лога 1, что не противоречит нашим выводам и еще раз подтверждает представление о периодическом появлении на данном участке карстовых просадок. Следами этих процессов в настоящее время является ступенчатый характер тальвега Игетейского Лога 1 и других логов, а также существование глубоких карстовых воронок в районе Игетейского Лога 2.

**Слой 14.** Представлен сдвоенным игетейским педокомплексом казанцевского межледниковых (верхний плейстоцен, сопоставляется с МИС 5е). Нижняя почва педокомплекса идентифицирована как чернозем, т. е. почва, сформировавшаяся в условиях степного ландшафта, а верхняя часть педокомплекса представлена почвами лесных ландшафтов – на одних участках склона серыми почвами, на других буроватыми. Показателен и состав малакофауны (см. табл. 1), среди которой отмечается обилие раковин моллюсков и присутствие среди них относительно теплолюбивой *Vallonia pulchella* – индикатора межледниковых условий.

Сравнивая состав и строение среднеплейстоценовых субаэральных образований Игетейского разреза с верхнеплейстоценовыми, можно обнаружить довольно четкие их различия.

Во-первых, среднеплейстоценовые образования в целом обладают более тяжелым гранулометрическим составом. Песчано-супесчаные и легкосуглинистые отложения не принимают существенного участия в составе среднеплейстоценовой части разреза. Все изложенное можно рассматривать как свидетельство более слабого развития эоловых процессов и несколько большей гумидности климата в среднем плейстоцене.

Во-вторых, в среднеплейстоценовой части разреза криогенные явления (трещинообразование, солифлюкция) выражены намного слабее, чем в верхнеплейстоценовой толще, где отмечены следы неоднократной сильной солифлюкции в каргинское время, селеподобной солифлюкции в позднемуруктинское время и мощного криогенного трещинообразования в финале сартанского времени. Эти различия указывают на менее суровый климат среднеплейстоценовых гляциалов в сравнении с позднеплейстоценовыми.

В-третьих, в верхнеплейстоценовой толще представлены сдвоенные педокомплексы (игетейский *QшKz ig<sub>1</sub>-ig<sub>2</sub>* и осинский *QшKr os<sub>1</sub>-os<sub>2</sub>*), тогда как в строении среднеплейстоценовой части разреза зафиксированы только отдельные палеопочвы. Педокомплексы или не формировались, или не сохранились. Со значительной долей уверенности можно говорить о плохой сохранности почв и уничтожении верхних частей педокомплексов солифлюкционными и другими склоновыми процессами. Подобное явление наглядно представлено во многих разрезах Байкало-Енисейской Сибири и хорошо изучено на примере верхнеплейстоценовых образований. В раннесартанское время на огромных площадях были уничтожены следы сдвоенного осинского педокомплекса за счет активного развития солифлюкций, а сохранившиеся педосedименты долгое время не позволяли выявить существование двух фаз позднекаргинского педогенеза. Для решения вопроса, палеопочвы или педокомплексы формировались в среднем плейстоцене в Байкало-Енисейской Сибири, требуются дополнительные объекты изучения среднеплейстоценовых отложений, так как подобная задача может быть решена только при появлении новых фактических данных.

В-четвертых, в разрезе плейстоцена региона наиболее мощной и хорошо выраженной является нижнеигетейская почва казанцевского межледниковых (*QIIIKz ig<sub>1</sub>*), которая не имеет аналогов по мощности и степени развития профиля среди среднеплейстоценовых почв. Это дает основание предполагать, что казанцевское межледниковье в регионе было более теплым и более продолжительным, чем среднеплейстоценовые межледниковые.

### **Сравнительный анализ среднеплейстоценовых отложений Байкало-Енисейской Сибири и других регионов**

**Почвы и педокомплексы Западной Сибири.** Наиболее полный стратиграфический ряд палеопочв среднего плейстоцена (МИС 6–19, 130–780 тыс. л. н.) представлен в Западной Сибири [Зыкина, Зыкин, 2012]. Сравнение ландшафтов и почв указанных регионов проводится в пределах одной широтной зоны – 52–56° с. ш. В Байкало-Енисейской Сибири эти широты занимают в основном южная тайга и лесостепь, в Западной Сибири – степь и лесостепь. Сопоставление палеопочв различных регионов по типологии сопряжено с большими трудностями в связи с существенным различием ряда факторов почвообразования, среди которых определяющее значение принадлежит рельефу и климату. Тем не менее какие-то выводы могут быть сделаны.

По результатам исследований в указанном интервале плейстоцена выделено семь педокомплексов [Зыкина, Зыкин, 2012]. Учитывая значительную выветрельность минерального субстрата беловского и евсинского педокомплексов (сопоставленных с МИС 17 и 19), можно довольно уверенно отметить, что почвы этой стратиграфической позиции в Игетайском обнажении отсутствуют.

Более молодые педокомплексы юга Западной Сибири: володарский, чарышский, шадрихинский, шипуновский, койнихинский (МИС 15–6, 620–130 тыс. л. н.) представлены палеопочвами, аналогичными современным. Педокомплексы имеют преимущественно двучленное строение, исключение составляет трехчленный шипуновский педокомплекс (МИС 9). Нижние почвы педокомплексов, как правило, обнаруживают следы гидроморфизма ( пятна оглеения, железистые и марганцевые новообразования). Судя по свойствам, формирование нижних почв происходило при более влажных климатических условиях по сравнению с верхними почвами педокомплексов, которые формировались преимущественно в условиях степи [Зыкина, Зыкин, 2012]. Присутствие в нижней почве шадрихинского педокомплекса (МИС 11) элювиальных и хорошо выраженных иллювиальных горизонтов указывает на развитие почв под лесной растительностью и повышенную влажность климата этого времени.

Западносибирские палеопочвы в сравнении с Байкало-Енисейскими характеризуются повышенной мощностью гумусовых горизонтов и широким распространением почв черноземного и лугово-черноземного облика. Переход от межледниковых к ледниковым сопровождался криогенезом, но на юге Западной Сибири в условиях более аридного климата преобладающее развитие получали морозобойные процессы, тогда как в исследуемом нами регионе – солифлюкционные процессы, что обусловлено большей расчлененностью рельефа и более суровыми климатическими условиями, способствующими быстрому появлению многолетней мерзлоты и снижению испаряемости атмосферной влаги с поверхности почвы.

**Почвы и педокомплексы Русской равнины и Украины.** Более отдаленными регионами для сравнения, но с довольно хорошо изученным разрезом почв среднего плейстоцена являются Русская равнина [Величко, Морозова, 2005] и Украина [Палеогеографические..., 1984; Сиренко, Турло, 1986]. На Русской равнине к среднеплейстоценовым палеопочвам, по возрасту сопоставимым с рассматриваемым нами интервалом МИС 7 – МИС 15, относятся раменская почва и педокомплексы: камнеложский, инжавинский и воронинский. На Украине указанному временному отрезку соответствуют потягайловский, завадовские и лубянский педокомплексы.

В особенностях педогенеза среднего плейстоцена во всех сравниваемых регионах отмечаются фактически те же закономерности, что были характерны для Сибири:

- преобладают сдвоенные педокомплексы;
- формирование нижних почв педокомплексов происходило в условиях более влажного и более теплого климата, чем верхних почв педокомплексов;
- нижние почвы педокомплексов юга Западной Сибири, Русской равнины и Украины формировались под лесной растительностью, тогда как верхние – под степной или лесостепной.

В Байкало-Енисейской Сибири верхние почвы среднеплейстоценовых педокомплексов не сохранились. Вместе с тем, оценивая особенности педокомплексов позднего плейстоцена, можно ожидать, что далеко не всегда смена почвообразования подчинялась схеме «лесные почвы → степные почвы», поскольку в игетейском педокомплексе (*QшKz ig*) схема имела вид «степные (лугово-степные) почвы → лесные почвы», а в осинском педокомплексе (*QшKr os*) и нижняя и верхняя почвы относятся к лесным. Такие отличия в эволюции почв педокомплексов Байкало-Енисейской Сибири, вероятно, обусловлены более суровым и более континентальным климатом региона, благоприятным для развития таежных ландшафтов. Принадлежность нижнеигетайской почвы (*QшKz ig*) к черноземам, т. е. почвам степного ряда, объясняется тем, что на время ее образования приходится климатический оптимум позднего плейстоцена. Повышенные температуры усилили испаряемость влаги и местами вызвали остепнение, которое приурочено главным образом к широким долинам магистральных рек, лучше прогреваемым и выполнявшим функцию ветровых коридоров.

На территории Русской равнины верхние почвы среднеплейстоценовых педокомплексов представлены черноземовидными почвами холодных степей и лесостепей [Величко, Морозова, 2005], что является результатом почвообразования в условиях довольно холодного климата. Особенно низкая теплообеспеченность отмечается для раменской почвы (МИС 7), которая диагностируется как тундровая глеевая.

Исходя из особенностей верхних почв педокомплексов, Т. Д. Морозова и А. А. Величко [Величко, Морозова, 2005] предлагают рассматривать их как результат интерстадиального почвообразования, происходившего в условиях меньшей теплообеспеченности, чем педогенез в первую половину межледниковой. Палеоклиматическая ситуация во время формирования верхних почв педокомплексов определяла подавленность педогенеза и приводила к образованию пространственно однородных почв с профилем А–С. При этом интерстадиальный педогенез зачастую сопровождался криогенезом.

Более южное положение Украины благоприятствовало хорошей теплообеспеченности педогенеза, снижению коэффициента атмосферного увлажнения и широкому распространению черноземов – почв луговых и настоящих степей. Но тем не менее нижние почвы среднеплейстоценовых педокомплексов и в этом регионе представлены преимущественно почвами лесных ландшафтов, а именно бурыми лесными, развивающимися под лиственными, часто – широколиственными лесами. Такая смена растительности и почв указывает на более гумидный климат начала межледниковых, по сравнению с его завершающими этапами.

В целом педокомплексы межледниковой среднего плейстоцена (МИС 7–15) включают спектр почв, характерный для современного почвенного покрова тех же территорий, что указывает на принципиальную схожесть и среднеплейстоценовых условий почвообразования с современными.

**Отложения, разделяющие среднеплейстоценовые педокомплексы.** На юге Западной Сибири, Русской равнине и Украине педокомплексы разделяются слоями лессов, которые имеют очень широкое распространение и являются результатом эоловой седиментации. Они представляют собой продукт осаждения атмосферной пыли, образующейся в криоаридных условиях ледниковой в процессе морозного дробления пород и транспортируемой ветровыми потоками с дефляционных полей, обрамляющих покровные ледники.

Лессы рассматриваются не только как породы, но и как результат плениглациального (ледникового) почвообразования, существенно отличающегося от почвообразования межледникового и интерстадиального [Величко, Морозова, 2005]. Их можно считать специфическими синлитогенными почвами, сформированными под воздействием биогеохимических процессов в суровых условиях ледниковых эпох, когда седиментогенез преобладал над педогенезом. Следы педогенеза проявляются в лессах в виде слабого гумусонакопления, микроагрегирования, слабого перераспределения карбонатов, а иногда – органоминеральных соединений железа, придающих лессам окраску «теплых» тонов (кремовую, буроватую, розоватую).

В Байкало-Енисейской Сибири отложения холодных эпох более разнообразны. Они представлены не только лессовидными образованиями, но и нелессовидными делювиальными суглинками и эоловыми песками. Значительно меньшее распространение и меньшую мощность лессовых пород в Байкало-Енисейской Сибири определяют большая удаленность региона от ледниковых покровов и гористый рельеф, обеспечивающий некоторую изолированность региона от основных ветров, стекающих с покровных ледников на севере Сибири и несущих атмосферную пыль вглубь континента.

В разрезе среднего плейстоцена Байкало-Енисейской Сибири отмечается следующая стратиграфическая последовательность отложений, разделяющих педокомплексы (см. табл. 3):

- почва an-I формируется на тяжелосуглинистом красноцветном делювии верхнекембрийских пород (слой 2);

- отложения между почвами an-I и an-II (слой 4), an-II и an-III (слой 6), an-III и an-IV (слой 8) представлены палевыми лессовидными преимущественно средними суглинками, отличающимися от лессов пониженным содержанием лессовой фракции (0,05–0,01 мм – крупная пыль) и повышенным содержанием фракции мелкого песка (0,25–0,05 мм);

– отложения между почвами an-IV и an-V (слой 10) представлены делювиальными средними и тяжелыми суглинками с невыдержаными прослойками супесей;

– отложения (слои 12 и 13) между почвами an-V и игетейским педокомплексом позднего плейстоцена ( $Q_{III}Kz\ ig$ ) характеризуются пестрым гранулометрическим составом и наличием прослоек и линз разного генезиса – красноватых делювиальных средних суглинков, палевых лессовидных легких суглинков, светлых эоловых песков и супесей.

Явное присутствие песчаных эоловых наносов в отложениях финала среднего плейстоцена могло бы рассматриваться как аргумент в пользу аридизации климата, однако наличие толщи эоловых песков раннемуруктинского ( $Q_{III}Mg^I$ ) возраста, перекрывающих игетейский педокомплекс ( $Q_{III}Kz\ ig$ ), ставит под сомнение вывод о сильной аридизации климата в последнее ледниковые среднего плейстоцена. Вероятнее всего активизация эоловых процессов в районе ГАО Игетей, расположенного на правом борту широкой долины р. Ангары, являлась местной спецификой, связанной с сейсмотектоническими процессами, вызвавшими обмеление р. Ангары и появление обширных песчаных пляжей и островов. Оголенность их поверхностей в криоаридном климате тазовского ледниково-моря (МИС 6) и муруктинского времени (МИС 4) благоприятствовала дефляции и навеванию эоловых песков на борта долины.

### **Археологические материалы в среднеплейстоценовых отложениях Северной Азии**

В среднеплейстоценовых отложениях Игетейского комплекса были найдены единичные артефакты, часть из которых не была опубликована. В береговом обнажении вблизи Игетейского Лога 1 под казанцевской почвой найдены два микробифаса из белого кварцита (устное сообщение М. А. Бердникова). В верхней части среднеплейстоценовых отложений траншеи 1988 г., которая располагалась на склоне с отметками 60–70 м, был найден поперечный чоппер-нуклеус подпрямоугольной формы из части кварцитовой гальки. Фас (фронт) оббит центростремительными сколами, на арьерфасе (контрфронте) сохранилась галечная корка. Дистальная часть на контрфронте подработана сколами с дистального края. Длина изделия – 8 см, ширина – 6 см, толщина – 3,8 см. Здесь же были найдены оббитая галька белого кварцита и мелкие кварцитовые сколы. Степень корразии у этих артефактов слабая [Стратиграфия …, 1990; Medvedev, 1998].

На других территориях Северной Азии зафиксировано небольшое количество местонахождений, в отложениях среднего плейстоцена которых присутствовали артефакты. Самыми древними являются галечно-отщеповые комплексы многослойного местонахождения Карама в Горном Алтае с возрастом в интервале 800–600 (500) тыс. л. н. (МИС 19–16). На поверхности артефактов корразия отсутствует [Деревянко, 2017, с. 31–64]. К ранним отделам среднего плейстоцена в пределах 700–500 тыс. л. н. (МИС 18–17) отнесена и караминская индустрия Уланники, а также индустрия местонахождения Мохово 1 [Там же, с. 64–77].

В относительно стратифицированном положении находились и артефакты местонахождения Диринг-Юрях [Мочанов, 1992]. Они составляют довольно представительную коллекцию комплексов галечно-отщеповой индустрии с разной степенью корразии поверхностей артефактов. Сами комплексы в отложениях располагались в подошве среднеплейстоценовых отложений на контакте с кровлей

плиоценовых красноцветных образований. Возраст среднеплейстоценовых отложений Дириг-Юряха установлен по результатам TL- и OSL-датирования в хроноинтервале 370–270 и более 300 тыс. л. н. соответственно [Waters, Forman, Pierson, 1999; Новые ..., 2021; Раннепалеолитический ..., 2024]. Сам археологический материал был явно переотложен, поскольку среднеплейстоценовые отложения залегают на дочетвертичных со значительным стратиграфическим перерывом. Поэтому возраст артефактов, учитывая в том числе разную степень их коррадированности, в действительности может иметь довольно широкий хронологический диапазон.

В долине р. Енисей немногочисленные артефакты были зафиксированы в среднеплейстоценовых отложениях местонахождения Разлог 2 [Археология ..., 2007; Деревянко, 2017, с. 21–23]. Основное количество артефактов этого объекта найдено в зоне размыва Красноярского водохранилища. Они имели разную степень корразии и отнесены к галечно-отщеповой индустрии, которая характеризуется радиальным принципом расщепления. Авторы исследований датируют ранние комплексы местонахождения Разлог 2 финалом среднего плейстоцена (МИС 6) [Археология ..., 2007]. Академик А. П. Деревянко считает, что их можно датировать периодом МИС 7 или древнее [Деревянко, 2017, с. 23].

### **Результаты исследований среднеплейстоценовых отложений Байкало-Енисейской Сибири геологами и геоморфологами**

В свое время для стратиграфического расчленения лестницы речных террас в Байкало-Енисейской Сибири различные исследователи традиционно применяли простые гипсометрические сопоставления [Логачев, Ломоносова, Климанова, 1964; Литвинцев, Тараканова, 1970; Адаменко, 1971; Равский, 1972]. К среднеплейстоценовым относили четвертую (25–32-метровую) и пятую (35–45-метровую) надпойменные террасы р. Ангары. Уровни этих и более высоких террас Н. А. Логачев приводит приближенно из-за размытости их аллювия [Логачев, Ломоносова, Климанова, 1964, с. 125]. Стратиграфическое положение отложений других генетических типов, в частности склоновых отложений, определялось в сопоставлении с уровнями речных террас, в соответствии с чем склоновые отложения на любом гипсометрическом уровне речных долин логично рассматривались как более поздние образования, в сравнении с надпойменной террасой той же высоты. Это положение остается в силе, даже если аллювий не сохранился, а площадка террасы не выражена.

В Игетейском береговом обнажении вскрывается строение склоновых отложений на отметках от 25 до 45 м над урезом р. Ангары (более низкие отметки рельефа затоплены Братским водохранилищем). На более высоких отметках рельефа (60–80 м) строение отложений прослежено с помощью серии шурfov. При этом нигде аллювиальных образований не обнаружено. Важно отметить, что среднеплейстоценовые почвы (an-I–V) спускаются по склону под уровень Братского водохранилища, т. е. ниже отметки 25 м, что не согласуется с представлениями о гипсометрических уровнях IV (25–32 м) и V (35–45 м) среднеплейстоценовых надпойменных террас.

Несмотря на значительный интерес к проблеме формирования лестницы среднеплейстоценовых надпойменных террас, фактический материал по ним в регионе весьма ограничен. Наиболее значимыми нам представляются охарактеризованные Н. А. Логачевым два разреза пятой надпойменной террасы [Логачев,

Ломоносова, Климанова, 1964]. Один разрез обосновывает возраст аллювия, другой – палеоклиматическую ситуацию.

На левом берегу р. Белой (в 3 км выше Малты) аллювий пятой террасы представлен 2-метровой гравийно-галечной толщой, залегающей на высоте 38 м на неровной поверхности юры [Логачев, Ломоносова, Климанова, 1964, с. 129]. Из этой толщи (аллювий) извлечены кости конечностей крупной лошади, сходной с европейскими *Equus chosaricus* или *Equus mosbachensis*. Аллювий перекрыт буровато-серым макропористым суглинком с остатками шерстистого носорога и северного оленя. Для дальнейшего обсуждения проблемы имеет смысл отметить, что в характеристике этого аллювия отсутствуют упоминания о криогенных преобразованиях осадков.

В районе Усть-Окинского расширения Н. А. Логачев следующим образом описывает аллювий пятой надпойменной террасы: «На цоколе террасы (высота 43 м) залегает 3–4-метровая толща галечников, песков и супесей с замысловатым рисунком текстуры и изорванным контактом с постелью из аргиллитов и алевролитов братской свиты ордовика. Наблюдаются завихрения слоистости, гнезда и клинья одних осадков среди других. В эти деформации втянуты даже выветрелые глины ордовика, образующие клинообразные, обычно расщепленные внедрения в лежащие выше рыхлые осадки. На срезанной поверхности деформированных слоев залегает ярус озерных песков с ненарушенной горизонтальной слоистостью, местами имеющий в основании тонкий (до 20 см) поясок косослоистого мелкого галечника. Судя по характеру деформаций (текстуры “кипения”) и залеганию отложений на практически горизонтальной поверхности террасы, надо полагать, что причиной столь резких изменений были мерзлотные процессы» [Логачев, Ломоносова, Климанова, 1964, с. 129–130].

О. М. Адаменко [1971] ссылается на те же разрезы Н. А. Логачева и связывает мерзлотные деформации аллювия пятой террасы с климатом самаровского ледниковья. Тогда же, по его мнению, в долинах рек региона формировался аллювий четвертой (25–32-метровой) террасы, «носящей явные черты перигляциальной обстановки» [Адаменко, 1971, с. 231].

Севернее – в нижнем течении р. Ангара в самаровское время, согласно О. М. Адаменко [1971, с. 232], формировался аллювий 35–50-метровой террасы, в котором наблюдаются первые следы ископаемой мерзлоты, сингенетичные осадкоакоплению. По представлениям Н. А. Логачева, О. М. Адаменко, Э. И. Равского и других исследователей, отличительная особенность самаровского времени – очень суровая климатическая обстановка, сигналами которой являются сильные криогенные деформации отложений.

Если рассматривать среднеплейстоценовые отложения Игетейского обнажения с палеоклиматических позиций, то следует отметить отсутствие следов мощного криогенеза, а наличие пяти ангарских палеопочв свидетельствует о неоднократных существенных потеплениях климата, сравнимых с межледниками или квазимежледниками (существенными интерстадиальными потеплениями).

Вместе с тем деформации отложений, подобные описанным Н. А. Логачевым в районе Усть-Окинского расширения, в разрезе Игетей, отмечены в верхнемуруктинских ( $Q_{III} M_3^3$ ) отложениях [Стратиграфия …, 1990]. В них песчано-глинистые образования на срезе имеют хаотичный или вихревой рисунок, а на ряде участков в транспортировку включены валуны размером более 0,5 м, многочисленная

галька дочетвертичного аллювия, щебень, а иногда оторванные от коренного ложа глыбы верхнекембрийских пород, размером до 1–1,5 м. Мы не склонны объяснять подобные явления крайне суровой климатической обстановкой. По нашему мнению, селеподобный характер позднемуруктинских образований, скорее, обусловлен внезапным нарушением равновесия склонов, триггером которого, вероятно, являлись сейсмотектонические процессы.

Что касается особо мощного древнего криогенеза, то следы этого явления в регионе четко фиксируются в субаэральных отложениях верхнего эоплейстоцена [Воробьев, Мац, Шимараева, 1995], определение возраста которых опирается на палеонтологические данные. Так, в составе этих отложений А. Г. Покатиловым [1985] обнаружена фауна грызунов, которые моложе типичных виллафранкских форм, а в перекрывающих отложениях им собрана фауна, сопоставляемая с тираспольской, тологойской, вяткинской фауной низов плейстоцена.

### **Сравнительный анализ среднеплейстоценовых наземных отложений сопредельных территорий**

**Разрез Диринг-Юрях в Якутии.** В настоящее время разрезов со среднеплейстоценовыми наземными отложениями, тем более с археологическим материалом, на сопредельных территориях имеется небольшое количество. Наиболее северным ( $61^{\circ}$  с. ш.), известным и дискуссионным является упомянутое уже местонахождение Диринг-Юрях, расположенное на высокой террасе (относительная высота цоколя 105–110 м, поверхности 120–150 м) правого берега р. Лены в 120 км выше г. Якутска. Данное местонахождение исследовалось в период с 1982 по 1999 г. [Мочанов, 1992].

Для решения вопросов геологии, геоморфологии и стратиграфии привлекалось множество разных специалистов, комплексно изучавших литологический состав отложений разрезов скважин, шурfov, траншей и раскопов, а также палеомагнитные и геокриологические условия осадконакопления [Проблемы ..., 1990].

Судя по полученным данным, разрез отложений дирингской террасы морфологически резко делится на нижнюю красноцветную часть (явно дочетвертичного возраста) и верхнюю сероцветную, между которыми отмечен большой перерыв в осадконакоплении с дефляционным панцирем, «галечной мостовой», к которой приурочен Диринг-Юряхский палеолитический комплекс. Расположение палеолитического комплекса на контакте этих двух толщ делает его стратиграфическое положение неопределенным, в связи с чем возраст культуроммещающих отложений и артефактов до сих пор является дискуссионным. Как отмечено выше, возраст археологических комплексов предположительно превышает 300 тыс. л. и, по мнению современных исследователей, лежит в пределах продолжительной и максимально теплой морской изотопной стадии 11 [Раннепалеолитический ..., 2024].

Объектом нашего рассмотрения является верхняя часть толщи, перекрывающая культуроммещающий галечниковый слой. Она считается плейстоценовой и характеризуется многочисленными следами криогенеза (трещинообразования, криотурбаций, солифлюкций) и признаками криогенного почвообразования. В строении этой части толщи снизу вверх по разрезу отмечаются: охристые пески, суглинистая толща, серые пески и слой покровных песков. К среднеплейстоценовым образованиям предположительно относятся пачка охристых отложений и суглинистая толща [Проблемы ..., 1990].

Охристая пачка отложений (мощность до 5 м) представлена песками и суглинками. Песчаные прослои характеризуются горизонтальной, волнистой и пологой косой слоистостью. Суглинистые прослои в охристых песках имеют бурую, серую или красноватую окраску и обладают микроморфологическими признаками криогенного почвообразования (специфические криогенные поры, текстуры микросортировки, кольцевые структуры оптически ориентированных глин). В верхней части песков наблюдаются следы корневых каналов и горизонты плитчатых ортштейнов. Охристая окраска обусловлена относительно равномерным распределением натечного глинисто-железистого вещества, что характерно для отдела альфегумусовых почв (подзолов и подбров), формирование которых обычно происходит в гумидном климате на породах песчано-супесчаного состава под пологом хвойных пород северной тайги.

С суровых климатических условиях времени образования охристых песков также свидетельствуют следы криогенеза. В них присутствуют полигонально-жильные структуры в виде грунтовых жил заполнения, формирование которых происходило синхронно с накоплением суглинистых отложений. В суглинистых отложениях на уступе склона обнаружены признаки криотурбационных и солифлюкционных процессов [Проблемы … , 1990].

Охристые пески перекрывает суглинистая толща мощностью от 6,5 до 29 м. В ее нижней части на некоторых участках террасы отмечаются озерные отложения мощностью до 12 м. От перекрывающей субаэральной части суглинистой толщи они отличаются сложением, окраской и составом. Озерные отложения характеризуются микрослоистостью, повышенным количеством растительных остатков и слюды и большей глинистостью. На застойный режим увлажнения в таких палеозерах указывают новообразованные сульфиды железа типа грейгита. В период усыхания водоема происходило образование солончаков, в кровле которых формировался горизонт, обогащенный карбонатами (до 17–18 %). На других участках существовали озера с проточным режимом, о чем свидетельствует опесчаненность их отложений. Высыхание таких озер, вероятно, сопровождалось образованием различных болотных почв [Проблемы геологии … , 1990].

Вышележащая часть суглинистой толщи имеет явно субаэральный генезис и относится к лессовидным суглинкам. Ее окраска во влажном состоянии зеленовато- или коричневато-серая, при высыхании – палевая. Преобладают легкосуглинистые лессовидные суглинки, которые переслаиваются со среднесуглинистыми. Содержание пылеватой фракции в лессовидных суглинках 60–80 %, средний размер зерен 0,014–0,022 мм, содержание глинистой фракции 16–36 %.

Суглинки обнаруживают характерные микроморфологические признаки криогенного почвообразования: микропористость, следы каналов нитевидных корешков, многочисленные стяжения и микроконкреции карбонатов и гидроксидов железа, пленки оптически ориентированных глин, глинистые агрегаты концентрического строения. Подобное угнетенное криогенезом почвообразование А. А. Величко и Т. Д. Морозова связывают со спецификой педогенеза в ледниковые периоды и называют плениглациальным (см. выше). Биохимические и биофизические преобразования активно развиваются лишь в микрозонах вокруг корневых систем растений, а ведущее место занимают процессы криогенеза и криоморфизма.

Подобное микростроение свидетельствует о сходстве климатических условий почвообразования в суглинистой толще и суглинистых прослойках охристой

толщи. Слабая выраженность почвообразовательных процессов, которые выявляются только на микроморфологическом уровне, указывает на суровые климатические условия, тормозящие развитие биоаккумулятивных процессов, в том числе гумусообразование за счет низких температур и миграцию веществ в условиях существования близкой к поверхности многолетней мерзлоты. Лессовидный характер отложений можно рассматривать как свидетельство криоаридного климата.

Для сравнения среднеплейстоценового почвообразования с современным важно отметить, что на более стабильной водораздельной поверхности на покровных голоценовых песках в современном профиле почв выделяется белесый элювиальный горизонт мощностью до 40–45 см и хорошо выраженный иллювиальный горизонт, характеризующийся крупными натеками глинисто-железистого вещества, приводящего к плотной его цементации в верхней части. Согласно отмеченным Х. Зигертом морфологическим и микроморфологическим признакам [Проблемы ..., 1990], современные почвы Диринг-Юряха можно отнести к иллювиально-железистым подзолам с профилем O-E-BF1-BF2-C, т. е. таким же почвам, которые были диагностированы в толще охристых песков. Кроме того, в основании слоя покровных песков часто прослеживается коричневато-бурая почва, иногда целая серия слаборазвитых почв. Микроморфологические исследования этих почв дали основание считать, что здесь представлены реликты почв типа подзолов, формирование которых прерывалось периодически действующими эоловыми процессами [Там же]. Исходя из аналогии с голоценовым характером почвообразования, охристую песчаную толщу можно отнести к межледниковым.

Важно также отметить, что на неустойчивых поверхностях дирингской террасы современные почвы активно разрушаются эоловыми и склоновыми, в основном солифлюкционными, процессами. Эти же процессы действовали в среднем плеистоцене, разрушая палеопочвы охристой и суглинистой толщи. Значительные колебания мощности среднеплейстоценовой суглинистой толщи (6,5–29 м) являются результатом действий этих разрушительных процессов и показателями стратиграфической неполноты разрезов.

Таким образом, учитывая климатическую обстановку, обусловленную географическим положением местонахождения Диринг-Юрях по сравнению с более южным положением геоархеологических объектов Байкало-Енисейской Сибири, и судя по результатам микроморфологических исследований, почвообразование во время накопления охристых песков происходило в холодной гумидной обстановке одного из среднеплейстоценовых межледниковых, тогда как во время формирования сохранившейся лессовидной части суглинистой толщи обстановка была криоаридной и почвообразование шло по плениглациальному (криогенному) варианту. При пересыхании временных озер, существовавших в начале времени накопления суглинистой толщи, почвообразование развивалось в гидроморфных и подчас восстановительных условиях, благоприятствующих формированию солончаков (в том числе сульфидных). Вероятно, мерзлота препятствовала миграции влаги, что приводило к процессам надмерзлотной аккумуляции веществ.

**Разрезы Западного Забайкалья.** В Бурятии в долине р. Селенги отложения среднеплейстоценового возраста выделены в разрезах Тологой и Улан-Жалга. Граница между ранне- и среднеплейстоценовыми отложениями в разрезах определена по палеомагнитным данным и проведена по подошве почвы, относящейся к верхнему плеистоцену по палеонтологическим, гранулометрическим и геохимическим данным [Tologoi ..., 2019; New Rock-and ..., 2020; The Tologoi ..., 2020; Строение ..., 2023].

Разрезы Толой и Улан-Жалга расположены в той же широтной зоне ( $51^{\circ}$ – $56^{\circ}$  с. ш.), что и рассматриваемые разрезы на территории Байкало-Енисейской и Западной Сибири. Однако важно отметить существенные различия их литологического состава. Так, в разрезах, расположенных к западу от оз. Байкал, главенствующее положение занимают лессовидные суглинки, тогда как субаэральные отложения Западного Забайкалья представлены в основном песками и супесями. Указанные различия осадконакопления обусловлены спецификой климата и ролью горных хребтов, отгораживающих Западное Забайкалье от влажных северо-западных ветров.

**Разрез Толой.** Расположен в долине р. Селенги в 15 км на ЮЗ от г. Улан-Удэ. Граница между средне- и верхнеплейстоценовыми отложениями установлена на глубине 9 м. Нижняя граница среднего плейстоцена в исследованиях разных лет отмечена на разных уровнях. По магнитостратиграфическим исследованиям, проведенным в 1980-е гг. З. Н. Гнибиденко [Tologoi … , 2019], инверсия Брюнес – Матуяма отмечена на глубине 13–15 м в пределах профиля зрелой палеопочвы мощностью 2,3 м, что дает основание сопоставлять стратиграфическое положение данной почвы с МИС 19. В этом случае в состав разреза среднего плейстоцена входят зрелая палеопочва и перекрывающие ее пески, т. е. мощность среднеплейстоценовой части разреза составляет 4–5 м.

Согласно более поздним исследованиям [New Rock- and … , 2020], инверсия Брюнес – Матуяма фиксируется на глубине 11,1 м в песках, перекрывающих палеопочву. При мощности песчаного слоя в 4,5 м его нижняя половина по палеомагнитным данным должна быть отнесена к раннему плейстоцену, а верхняя – к современному. В этом варианте мощность среднеплейстоценовой части разреза составляет всего 2,1 м, а песчаный состав отложений указывает на активное участие эоловых процессов в накоплении песков в криоаридных условиях одного из семи ледниковых среднего плейстоцена [Tologoi … , 2019]. Исходя из изложенного, информативность среднеплейстоценовой части толойского разреза следует признать крайне скучной.

Палеонтологический материал в песках относится к толойскому фаунистическому комплексу, характерному для среднего плейстоцена Забайкалья. Фауна холодного и теплого периодов среднего плейстоцена не сильно различается по видовому составу из-за засушливого климата, однако отличается количественным соотношением. Доминирующими формами являлись среднеазиатские таксоны, обитавшие в сухих степях, полупустынях и пустынях. Считается, что самые засушливые условия в Забайкальском регионе были в среднем плейстоцене [Ibid].

Палеопочва, подстилающая пески и относящаяся к хрону Матуяма, имеет суглинистый состав, коричневатую окраску (10YR 5/4) и мощность 1–1,4 м. По мнению исследователей, она формировалась при пониженной эоловой активности в теплых условиях, благоприятных для почвообразования, активного развития биогенных процессов и выщелачивания (среднегодовая температура  $+7^{\circ}$ , среднее количество атмосферных осадков – 613 мм) [Ibid].

Судя по приведенным климатическим показателям и сравнительному анализу палеопочв на географически близких местонахождениях Толой и на о. Ольхон (оз. Байкал), палеоклиматические условия развития толойской почвы больше соответствуют субтропическим условиям формирования современных коричневых почв и аналогичных им палеопочв позднего плиоцена, нежели раннего плейстоцена (эоплейстоцена) на о. Ольхон [Воробьева, Мац, Шимараева, 1987, 1995].

**Разрез Улан-Жалга.** Расположен в долине р. Селенги в 30 км южнее разреза Толой. Обнажение приурочено к 30-метровому эрозионному уступу крутизной до 20°. Граница между средне- и верхнеплейстоценовыми отложениями находится на глубине около 5 м, инверсия Брюнес – Матуяма отмечена на глубине 15 м. Таким образом, мощность среднеплейстоценовой части разреза около 10 м. Вся толща содержит карбонаты. В ее строении отмечены четыре среднеплейстоценовые палеопочвы, для которых характерна светлая коричневато-серая окраска на бледно-сером фоне разделяющих их отложений. Следы криотурбационных процессов в двух верхних почвах свидетельствуют о суровых климатических условиях [Строение ..., 2023].

По литологическим особенностям среднеплейстоценовая толща разреза Улан-Жалга делится на две части: нижнюю, преимущественно делювиальную (мощность 2–2,5 м), и верхнюю – эоловую (мощность 7,5–8 м). В нижней части ритмично чередуются три легкосуглинистые окарбоначенные палеопочвы, разделенные слоями лессовидных супесей и суглинков. Верхняя часть представлена песками с интенсивными криогенными деформациями и одной сильно окарбонченной палеопочвой супесчаного состава. Судя по гранулометрическому составу, окарбонченности и генезису отложений, наиболее аридные условия были характерны для времени формирования верхней части среднеплейстоценовой толщи.

Среднеплейстоценовые палеопочвы в разрезе Улан-Жалга не имеют выраженного профиля в связи с активностью склоновых процессов. Отсутствие профиля, дифференцированного на почвенные горизонты, делает эти палеопочвы малоинформационными для типологической диагностики и реконструкции природно-климатических условий почвообразования.

Таким образом, среднеплейстоценовые толщи разрезов Толой и Улан-Жалга не имеют принципиально значимых качественных различий ни по литологическому составу, ни по генезису отложений. Типологическая изменчивость палеопочв в разные этапы среднего плейстоцена не выявлена. В периоды потепления и почвообразования несколько увеличивалась увлажненность почв и грунтов, что благоприятствовало ослаблению эоловых процессов, а в периоды похолодания возрастала аридизация климата, происходило усиление ветровой деятельности, вплоть до ураганных ветров, и шло накопление песков, перекрывающих ранее образованные почвы.

### **Результаты исследований среднеплейстоценовых донных осадков Байкала**

Детальные исследования четвертичных отложений, реализованные в результате донного бурения оз. Байкал и оз. Хубсугул, позволили проследить изменения палеоклиматических обстановок в Байкальском регионе на протяжении почти всего квартера [Kashiwaya, 2003; Федотов, 2007; BDP Members, 2001, 2005; Orbital ..., 2006; Изменения ..., 2008; HDP Members, 2007, 2009; Lake Hovsgol ..., 2009, Climate ..., 2010; Roberts, 2014]. По результатам донного бурения оз. Байкал составлено несколько записей палеоклимата и окружающей среды Байкальского региона: восьмимиллионная и пятимиллионная климатические записи, плейстоценовые климатические записи и климатические записи позднеледникового – голоцен [Изменения ..., 2008].

Климатические изменения определялись по особенностям распределения диатомовых водорослей, биогенного кремнезема, палинологии, геохимическим, палеомагнитным данным, изменениям влажности осадков (содержание поровой воды), распределения глинистых минералов и целого ряд элементов, среди которых выделены элементы «теплой» и «холодной» групп, которые накапливались соответственно в разные климатические стадии [Continental … , 2001; Biogenic … , 1999; Безрукова, 2000; Insolation … , 2001; Biological … , 2004; Diatom … , 2005; Геохимические … , 2001; Biogenic … , 2001; Swann, Mackay, 2006; Иванов, 2018].

Датирование осадков кернов проводилось палеомагнитными и радиологическими ( $^{14}\text{C}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{10}\text{Be}$ , U-Th) методами. Также для определения возраста байкальских донных осадков проведена корреляция с теоретической инсолиационной кривой и с морскими изотопными стадиями (МИС) [Изменения … , 2008]. Пикам байкальской записи присвоены номера стадий МИС. По байкальской палеоклиматической записи для плейстоцена выделено не менее 30 оледенений.

Подробная климатическая запись среднего – позднего плейстоцена и голоцене по данным бурения охватывает интервал храна Брюнес (780 тыс. л. н.). По распределению биогенного кремнезема выделено 19 стадий (10 максимумов и 9 минимумов). По палинологическим данным для среднего плейстоцена выделено 12 палинозон (B<sub>12</sub>-B<sub>7</sub>), которые соотнесены со стадиями МИС 18–7 [Изменения … , 2008].

Палиноспектры межледниковых среднего плейстоцена, соотнесенные с МИС 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, включают следующую информацию. Палиноспектры, коррелирующиеся с МИС 7 (244–190 тыс. л. н.), показывают трехкратную смену палеоклиматической обстановки. Умеренно-холодный и влажный климат начала межледниковых сменился более холодным и аридным. Завершилось это межледниковые потеплением с климатической обстановкой, близкой к современной. Палиноспектры для межледниковых МИС 9 (334–301 тыс. л. н.) указывают на умеренно-холодный и очень влажный климат. Этот интервал рассматривается как самый влажный за весь среднеплейстоценовый период. В байкальских кернах для МИС 11 (427–364 тыс. л. н.) отмечено очень высокое содержание биогенного кремнезема [Левина, Грачев, 1998]. Климатические условия этого интервала близки современным, теплый и влажный климат начала межледниковых сменился более аридным и довольно холодным климатом на заключительной его стадии. В спорово-пыльцевых спектрах байкальских кернов хорошо выражено межледниковые МИС 13 (528–474 тыс. л. н.), которое началось с умеренно континентального влажного климата, сходного с климатом начала голоцена. В межледниковые МИС 15 (621–568 тыс. л. н.) климат был влажным, умеренно-холодным, с этапом аридизации в середине стадии. В начале МИС 17 (712–659 тыс. л. н.) климат был умеренно-холодным, влажным, к финалу – менее влажным, близким к современному.

Таким образом, все палинологические данные указывают на изменение климата от умеренно-холодного и влажного в начале межледниковых на более холодный и более аридный в конце межледниковых. Такая же закономерность подтверждается материалами исследования педокомплексов в наземных разрезах и хорошо прослеживается в различных регионах (Западная Сибирь, Русская равнина, Украина). Что касается оценки по палинологическим спектрам климата МИС 9 как наиболее влажного, то в Игетайском разрезе следы наибольшей гумидности

климата фиксируются стратиграфически выше – в нижней части серой лесной глееватой ангарской почвы V (an-V, слой 11, предположительно сопоставляемой с МИС 7) и подстилающем ее слое 10 (МИС 8), сложенном делювием с фрагментами горизонтов слаборазвитых глеевых почв.

Исходя из корреляции донных отложений Байкала с морскими изотопно-кислородными стадиями все донные осадки среднеплейстоценовых ледниковых (МИС 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18) характеризуются палинспектрами слабой насыщенности, в связи с чем палеоклиматическая ситуация не совсем ясна. МИС 10 в байкальской записи характеризуется единичными пыльцой и спорами лесотундровой и тундровых зон. То есть в целом палинологические данные ледниковых мало информативны.

Таким образом, субаэральные отложения региона оказываются более информативными для реконструкции климатических условий холодных эпох среднего плейстоцена, чем донные отложения. По крайней мере, первые позволяют выявить не только криоаридную фазу, охватывающую основную часть ледниковых, но и криогумидную фазу, приходящуюся на начало ледниковых, в результате которой в исследуемом регионе развивались криогенные деформации (преимущественно солифлюкция), наложенные на педокомплексы межледниковых. Изменение гранулометрического состава и генезиса отложений ледниковых (лессы, золовые пески, делювий) позволяет оценить колебания увлажненности и интенсивность ветрового режима. Сюда же следует добавить возможность выявлять более теплые фазы, оставившие после себя следы почвообразования, которые рассматриваются как слаборазвитые почвы холодных эпох.

## **Заключение**

Редкая встречаемость и слабая изученность среднеплейстоценовых отложений делают Игетейский разрез опорным для Байкало-Енисейской Сибири. Стратиграфическое залегание исследуемых отложений под казанцевскими образованиями (*QmKz ig*), представленными сдвоенным игетейским педокомплексом, дает уверенность считать их древнее позднеплейстоценовых и относить эти «доказанцевские» палеопочвы (педокомплексы) и разделяющие их отложения к среднеплейстоценовым.

Все исследуемые среднеплейстоценовые палеопочвы имеют аналоги в современном почвенном покрове региона, что свидетельствует о сходстве ландшафтно-климатических условий межледниковых среднего плейстоцена с голоценом. Вместе с тем стратиграфическая последовательность палеопочв в игетейском разрезе позволяет проследить на протяжении большей части среднего плейстоцена (предположительно коррелирующейся с МИС 6–13) изменение таких условий почвообразования, как климат и растительность.

В строении среднеплейстоценовой части Игетейского разреза фиксируется не менее пяти уровней почвообразования, названных ангарскими палеопочвами. Палеопочвы/педокомплексы формировались при смене криоаридного климата ледниковых на семиаридный, семигумидный, иногда гумидный климат, при смене холодных полупустынь, тундростепей и тундр ледникового времени на степные, лесостепные или таежные ландшафты межледниковых.

Палеопочва an-I формировалась под лесной растительностью на тяжелосуглинистом делювии верхнекембрийских пород. Современным аналогом палеопочвы an-I являются бурые лесные почвы.

Палеопочвы ап-II и ап-III можно отнести к черноземовидным, поскольку главным процессом их формирования является гумусообразование. Почвы формировались на эолово-делювиальных лессовидных суглинках в условиях умеренно теплого субаридного климата под степной и лесостепной растительностью. В пользу представлений о значительном потеплении климата и протаивании грунтов (что в регионе характерно именно для межледниковых) свидетельствуют кротовины в лессовидных суглинках слоев 4 и 8, заложенные из перекрывающих их гумусированных горизонтов палеопочв II и IV.

Палеопочва ап-IV по особенностям строения, составу гумуса и другим свойствам может быть отнесена к темно-серым почвам, которые формировались на лессовидных суглинках в условиях семигумидного климата под лесной растительностью с хорошо развитым травянистым покровом.

Палеопочва ап-V, а также серия слаборазвитых почв, приуроченных к слою 10, формировалась на делювиальных суглинках и глинах, вероятно, под таежной растительностью. Почвы отличаются наличием оглеенных горизонтов, что свидетельствует о повышенной увлажненности почвогрунтов и довольно гумидных условиях почвообразования.

Предположительно наиболее теплыми были межледниковые, в течение которых сформировались почвы IV и V. В пользу этого свидетельствует обилие и разнообразие в почвах раковин малакофауны и присутствие среди них *Vallonia pulchella* – моллюска, обитающего в довольно теплом климате (по крайней мере, не холоднее современного) и не встречающегося среди представителей малакофауны, обитавших в Прибайкалье в холодные этапы плейстоцена. При возможном сходстве термических условий формирования почв IV и V принципиальными различиями климата соответствующих им межледниковых является влагообеспеченность: более аридная обстановка была характерна для времени формирования почвы IV, более гумидная – для почвы V.

На территории Северной Азии зафиксировано небольшое количество объектов с артефактами в отложениях среднего плейстоцена. Гораздо больше имеется местонахождений, где находки переотложены и предположительно могут быть связаны с отложениями среднеплейстоценового возраста, а возможно, и с более ранними образованиями. Такие объекты можно классифицировать по характеру переотложения: с экспонированными комплексами на разновысотных поверхностях; с экспонированными комплексами в зонах абразии водохранилищ; местонахождения, в отложениях которых древние артефакты внедрены в более молодые отложения. Каменные изделия из комплексов этих местонахождений имеют разную степень коррозии.

Представленные в настоящем исследовании фактические материалы, полученные в результате изучения доказанцевской толщи Игетейского разреза, дают информацию о более полной и более сложной палеогеографической обстановке среднеплейстоценового времени, чем это представлялось ранее. Не претендую на полноту и окончательность приведенных в статье выводов, все же можно надеяться, что они являются тем стержнем, на который могут быть «нанизаны» все вновь полученные материалы по среднему плейстоцену Байкало-Енисейской Сибири.

Сравнительный анализ генетически различных отложений среднего плейстоцена разных регионов убедительно показал, что самыми информативными в плане природно-климатических реконструкций являются субаэральные отложения,

а среди последних разрезы, расположенные в Байкало-Енисейской Сибири, где колебания климатических условий меньше всего зависят от сглаживающего влияния морей и океанов, а невысокая теплообеспеченность определяет очень чуткую реакцию ландшафтов и почв на колебания температур и влажности климата.

## Благодарности

Работа выполнена по государственному заданию Минобрнауки России, проект № FZZE-2023-0007.

## Список литературы

- Адаменко О. М. Этап плеистоценовых оледенений. Иркутский амфитеатр // Плоскогорья и низменности Восточной Сибири. М. : Наука, 1971. С. 228–245.
- Археология и четвертичные отложения Куртакского геоархеологического района / Н. И. Дроздов, В. П. Чеха, Е. В. Артемьев, П. Хазартец. Красноярск : Изд-во Краснояр. гос. пед. ун-та, 2007. 136 с.
- Безрукова Е. В. Растильность и климат юга Восточной Сибири в позднем неоплейстоцене и голоцене: По данным непрерывных байкальских разрезов : дис. .... д-ра геогр. наук. Иркутск, 2000, 324 с.
- Бердникова Н. Е., Воробьева Г. А. Событийный подход в изучении геоархеологических объектов // Пластичные и микропластичные индустрии в Азии и Америке. Владивосток : Изд-во ДВГУ, 2002. С. 14–19.
- Величко А. А., Морозова Т. Д. Эволюция почвообразования в плеистоцене // Многоликая география. Развитие идей Иннокентия Петровича Герасимова (к 100-летию со дня рождения). М. : Тов-во науч. изд. КМК, 2005. С. 65–75.
- Величко А. А., Морозова Т. Д. Основные черты почвообразования в плеистоцене на Восточно-Европейской равнине и их палеогеографическая интерпретация // Эволюция почв и почвенного покрова. Теория, разнообразие природной эволюции и антропогенных трансформаций почв. М. : ГЕОС, 2015. С. 321–337.
- Воробьева Г. А. Палеоклиматы Прибайкалья в позднем плеистоцене и голоцене // Байкал – природная лаборатория для исследования изменений окружающей среды и климата. Иркутск : ЛИСНА, 1994. Т. 2. С. 55.
- Воробьева Г. А. Почва как летопись природных событий Прибайкалья: проблемы эволюции и классификации почв. Иркутск : Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2010. 205 с.
- Воробьева Г. А. Игетей – опорный геоархеологический объект Прибайкалья: климатостратиграфия, педогенез, субаэральное осадконакопление, состав и палеоэкологическое значение // Esse quam videri: К 80-летию со дня рождения Германа Ивановича Медведева. Иркутск : Изд-во ИГУ, 2016. С. 152–166.
- Воробьева Г. А., Бердникова Н. Е. Реконструкции природных и культурных событий на территории Иркутска: научно-методические разработки междисциплинарных исследований городского культурного слоя. Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 2003. 90 с.
- Воробьева Г. А., Мац В. Д., Шимараева М. К. Плиоцен-эпиплейстоценовое почвообразование на Байкале // Геология и геофизика. 1987. № 9. С. 20–28.
- Воробьева Г. А., Мац В. Д., Шимараева М. К. Палеоклиматы позднего кайнозоя Байкальского региона // Геология и геофизика. 1995. Т. 36, № 8. С. 82–96.
- Воробьева Г. А., Медведев Г. И. Субаэральные поздне-четвертичные отложения и стратиграфия палеолитических находок Южного Приангарья // Вопросы геологии и палеогеографии Сибири и Дальнего Востока. Иркутск : Изд-во Иркут. ун-та, 1985. С. 71–84.
- Воробьева Г. А., Медведев Г. И. Низкие террасы долин рек Байкало-Енисейской Сибири и оз. Байкал // Генезис рельефа. Новосибирск : Наука, 1998. С. 144–153.
- Воскресенский С. С. К стратиграфии четвертичных отложений южной части Средне-Сибирского плоскогорья (бассейна р. Ангара) // Труды Межведомственного совещания по разработке унифицированных стратиграфических схем Сибири. 1956 г. Л., 1957. С. 542–548.
- Геохимические индикаторы изменений палеоклиматоа в осадках озера Байкал / Е. Л. Гольдберг, М. А. Федорин, М. А. Грачев, К. В. Золотарев, О. М. Хлыстов // Геология и геофизика. 2001. Т. 42, № 1–2. С. 76–86.
- Деревянко А. П. Три глобальные миграции человека в Евразии. Новосибирск : Изд-во ИАЭТ СО РАН, 2017. Т. 2 : Первоначальное заселение человеком Северной, Центральной и Средней Азии. 884 с.
- Зыкина В. С., Зыкин В. С. Лессово-почвенная последовательность и эволюция природной среды и климата Западной Сибири в плеистоцене. Новосибирск : Изд-во Гео, 2012. 477 с.
- Иванов Е. В. Геохимические особенности донных отложений озера Байкал как показатель изменения природной среды в плиоцене-плеистоцене : дис. .... канд. геол.-минерал. наук. Иркутск, 2018. 170 с.
- Изменения климата и природной среды Центральной Азии в позднем кайнозое на основе изучения глубоководных скважин из озера Байкал / М. И. Кузьмин, Е. Б. Карабанов, Е. В. Безрукова, А. А. Бычинский, А. А. Прокопенко, В. А. Кравчинский, В. Ф. Гелетий, Э. П. Солотчина, Г. К. Хурсевич, А. В. Горегляд, М. А. Крайнов // Глобальные изменения климата и природной среды позднекайнозоя в Сибири. Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2008. С. 11–105.
- Классификация и диагностика почв России / Л. Л. Шишлов, В. Д. Тонконогов, И. И. Лебедева, М. И. Герасимова. Смоленск : Ойкумена, 2004. 342 с.

- Левина О. В., Грачев М. А. Сигналы палеоклиматов кислородно-изотопной стадии 11 в осадках озера Байкал // Проблемы реконструкции климата и природной соеды голоцена и позднего плейстоцена Сибири. Новосибирск : Изд-во ИАЭТ СО РАН, 1998. С. 243–247.
- Литвинцев Г. Г., Тараканова Г. Н. К вопросу о стратиграфии четвертичных отложений Иркутского амфитеатра // Геология и полезные ископаемые юга Сибирской платформы. Л., 1970. С. 88–106.
- Литогеохимические и палинологические показатели палеоклимата раннего плиоцена в озерных отложениях из разреза манзурского аллювия (Предбайкалье) / С. В. Рассказов, А. Аль Хамуд, А. Хассан, Н. В. Кулагина, И. С. Чувашова, Т. А. Ясныгина, Р. Ц. Будаев // Геология и окружающая среда. 2022. Т.2. № 1. С. 45–83. <https://doi.org/10.26516/2541-9641.2022.1.45>
- Логачев Н. А., Ломоносова Т. К., Климанова В. М. Кайнозойские отложения Иркутского амфитеатра. М. : Наука, 1964. 195 с
- Манзурский аллювий (материалы по геологии и палеогеографии) / А. Г. Трофимов, Е. М. Малаева, О. А. Кулаков, С. М. Попова, Н. В. Кулагина, И. В. Шибанова, Г. Ф. Уфимцев. Иркутск : Ин-т земной коры СО РАН, 1995. 50 с.
- Медведев Г.И. Палеолит Южного Приангарья : автограф. дис. ... д-ра ист. наук. Новосибирск, 1983.44 с.
- Мочанов Ю.А. Древнейший палеолит Диринг-Юряха и проблема внутропической прародины человечества. Новосибирск : Наука, 1992. 254 с.
- Новые данные о строении и возрасте нижнепалеолитической стоянки Диринг (Центральная Якутия) / А. Галанин, Р. Курбанов, В. Лыткин, А. Васильева, Г. Шапошников // Геология и минерально-сырьевые ресурсы северо-востока России. Якутск : Издат. дом СВФУ, 2021. С. 11–26.
- Палеогеографические этапы и детальное стратиграфическое расчленение плейстоцена Украины. Киев : Наукова думка, 1984. 30 с.
- Петромагнитные методы в изучении лессово-почвенных серий Восточной Сибири / А. Ю. Казанский, Г. Г. Матасова, А. А. Щетников, И. А. Филинов // Геоморфология и палеогеография. 2024. Т. 55 (2). С. 63–85. <https://doi.org/10.31857/S2949178924020036>
- Плоскогорье и низменности Восточной Сибири. М. : Наука, 1971. 320 с.
- Покатилов А. Г. Геология и фауна позднекайнозойских отложений в Прибайкалье // Известия АН СССР. Серия геологическая. 1985. № 9. С. 52–65.
- Проблемы геологии палеолитического памятника Диринг-Юрях / М. Н. Алексеев, В. А. Камалетдинов, Х. Зигерт [и др.]. Якутск : Изд-во ГКП ЯПГО, 1990. 48 с.
- Равский Э.И. К стратиграфии четвертичных (антропогенных) отложений юга и востока Сибирской платформы // Труды ГИН АН СССР. 1960. Вып. 26. С. 37–95.
- Равский Э. И. Осадконакопление и климаты Внутренней Азии в антропогене. М. : Наука, 1972. 336 с.
- Раннепалеолитический комплекс артефактов стоянки Диринг-Юрях (Центральная Якутия): новый взгляд / Н. С. Кирьянов, А. А. Анойкин, Н. О. Викторова, К. А. Колобова, Е. Н. Бочарова, П. В. Чистяков, М. С. Лукьянченко, Р. Н. Курбанов // Stratum plus. 2024. №1. С. 71–90. <https://doi.org/10.55086/sp2417190>
- Результаты комплексных исследований опорного разреза Игетей (средний – верхний неоплейстоцен, Предбайкалье) / А. Ю. Казанский, Г. Г. Матасова, А. А. Щетников, И. А. Филинов, И. О. Нечаев, Н. Е. Бердникова, И. М. Бердников // Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса (от океана к континенту). 2022. Вып. 20. С. 119–121.
- Сиренко Н. А., Турло С. И. Развитие почв и растительности Украины в плиоцене и плейстоцене. Киев : Наукова думка, 1986. 488 с.
- Соколов Н. И. Геологическая история Иркутского амфитеатра в антропогене как основа инженерно-геологического районирования его территории // Труды Лаборатории гидрогеологических проблем. 1957. Т. 14. С. 49–101.
- Стратиграфия, палеогеография и археология юга Средней Сибири: (К XIII Конгрессу ИНКВА). Иркутск : ИГУ, 1990. 165 с.
- Строение и условия формирования верхнекайнозойских отложений опорного разреза Улан-Жалга, Западное Забайкалье / А. А. Щетников, А. Ю. Казанский, М. А. Ербаева, Г. Г. Матасова, В. В. Иванова, И. А. Филинов, Ф. И. Хензыхенова, О. Д.-Ц. Намзолова, И. О. Нечаев // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2023. Т. 31. № 6. С. 113–139. <https://doi.org/10.31857/S0869592X2306011X>
- Федотов А. П. Структура и вещественный состав осадочного чехла Хубсугульской впадины как летопись тектоно-климатической эволюции Северной Монголии в позднем кайнозое : дис. ... д-ра геол.-минерал. наук. Казань, 2007. 383 с.
- BDP Members, The new BDP-98 600-m drill core from Lake Baikal: a key late Cenozoic sedimentary section in continental Asia // Quaternary International. 2001. Vol. 80–81. P. 19–36. [https://doi.org/10.1016/s1040-6182\(01\)00016-7](https://doi.org/10.1016/s1040-6182(01)00016-7)
- BDP Members. A new Quaternary record of regional tectonic, sedimentation and paleoclimate changes from drill core BDP-99 at Posolskaya Bank, Lake Baikal // Quaternary International. 2005. Vol. 136. P. 105–121. <https://doi.org/10.1016/j.quint.2004.11.012>
- Biogenic silica records from the BDP-93 site and adjacent areas of the Selenga Delta, Lake Baikal, Siberia / S. M. Colman, J. A. Peck, J. Hatton, E. B. Karabanov, J. W. King // Journal of Paleolimnology. 1999. Vol. 21. P. 9–17.
- Biogenic silica records of the Lake Baikal response to climate forcing during the Brunhes chron / A. A. Prokopenko, E. B. Karabanov, D. F. Williams, M. I. Kuzmin, N. J. Shackleton, S. J. Crowhurst, J. A. Peck, A. N. Gvozdikov, J. W. King // Quaternary Research. 2001. Vol. 55. P. 123–132.
- Biological and environmental changes in Lake Baikal during the late Quaternary inferred from carbon, nitrogen and sulfur isotopes / T. Watanabe, H. Naraoka, M. Nishimura, T. Kawai // Earth and Planetary Science Letters. 2004. Vol. 222. P. 285–299. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2004.02.009>
- Climate in continental interior Asia during the longest interglacial of the past 500000 years: the new MIS 11 records from Lake Baikal, SE Siberia / A. A. Prokopenko,

- E. V. Bezrukova, G. K. Khursevich, E. P. Solotchina, M. I. Kuzmin, P. E. Tarasov // *Climate of the Past*. 2010. Vol. 6, Is. 1. P. 31–48.
- Continental response to Heinrich events and Bond cycles in sedimentary record of Lake Baikal, Siberia / A. A. Prokopenko, D. F. Williams, E. B. Karabanov, G. K. Khursevich // *Global and Planetary Change*. 2001. Vol. 28. P. 217–226.
- Diatom biostratigraphy of Lake Baikal during the past 1.25 Ma: new results from BDP-96-2 and BDP-99 drill cores / G. K. Khursevich, A. A. Prokopenko, S. A. Fedenyuk, L. I. Tkachenko, D. F. Williams // *Quaternary International*. 2005. Vol. 136. P. 95–104. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2004.11.011>
- HDP Members. Structure of bottom sediments in Lake Hovsgol: geologic and climate controls // *Russian Geology and Geophysics*. 2007. N 48. P. 863–885. <https://doi.org/10.1007/s12275-007-0189-1>
- HDP Members. Lake Hovsgol Basin: A New Study Site for Long Continental Paleoclimate Records in Continental Interior Asia // *Quaternary International*. 2009. Vol. 205, Is. 1–2. P. 1–136. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2009.02.031>
- Insolation regime in Siberia as a major factor controlling diatom production in Lake Baikal during the past 800,000 years / G. K. Khursevich, E. B. Karabanov, A. A. Prokopenko, D. F. Williams, M. I. Kuzmin, S. A. Fedenyuk, A. A. Gvozdikov // *Quaternary International*. 2001. Vol. 80–81. P. 47–58. [https://doi.org/10.1016/S1040-6182\(01\)00018-0](https://doi.org/10.1016/S1040-6182(01)00018-0)
- Kashiwaya K. Long Continental Records from Lake Baikal. Tokyo : Springer, 2003. Vol. 13. 370 p.
- Lake Hovsgol basin as a new study site for long continental paleoclimate records in continental interior Asia: General context and current status / A. A. Prokopenko, M. I. Kuzmin, H. C. Li, K. S. Woo, N. R. Catto // *Quaternary International*. 2009. Vol. 205. P. 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2009.02.031>
- Medvedev G. The Lower Paleolithic of Eastern Siberia // The Paleolithic of Siberia. New discoveries and interpretations. Urbana and Chicago : University of Illinois Press, 1998. P. 27–35, 45–71.
- New Rock- and Paleomagnetic Data on Quaternary Deposits of the Tologoi Key Section, Western Transbaikalia, and Their Paleoclimatic Implications / G. G. Matasova, A. Yu. Kazansky, A. A. Shchetnikov, M. A. Erbajeva, I. A. Filinov // *Izvestiya Physics of the Solid Earth*. 2020. Vol. 56, N 3. P. 392–412. <https://doi.org/10.1134/S1069351320030052>
- Orbital forcing of continental climate during the Pleistocene: a complete astronomically tuned climatic record from Lake Baikal, SE Siberia / A. A. Prokopenko, L. A. Hinno, D. F. Williams, M. I. Kuzmin // *Quaternary Science Reviews*. 2006. Vol. 25. P. 3431–3457. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2006.10.002>
- Roberts N. *The Holocene: An Environmental History*. Wiley-Blackwell, 2014. 391 p.
- Swann G. E. A., Mackay A. W. Potential limitations of biogenic silica as an indicator of abrupt climate change in Lake Baikal, Russia // *Journal of Paleolimnology*. 2006. Vol. 36, Is. 1. P. 81–89. <https://doi.org/10.1007/s10933-006-0005-7>
- The Tologoi Key Section (Upper Cenozoic, Transbaikalia): Reconstruction of the Peculiarities and Depositional Environment / V. V. Ivanova, M. A. Erbajeva, A. A. Shchetnikov, A. Yu. Kazansky, G. G. Matasova, N. V. Alekseeva, I. A. Filinov // *Russian Geology and Geophysics*. 2020. Vol. 61, N 12. P. 1374–1390. <https://doi.org/10.1537/RGG2020141>
- Tologoi key section: a unique archive for Pliocene-Pleistocene paleoenvironment dynamics of Transbaikalia, Baikal rift zone / V. V. Ivanova, M. A. Erbajeva, A. A. Shchetnikov, A. Yu. Kazansky, G. G. Matasova, N. V. Alekseeva, I. A. Filinov // *Quaternary International*. 2019. Vol. 519. P. 58–73. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2018.11.004>
- Waters M. R., Forman S. L., Pierson J. M. Late Quaternary Geology and Geochronology of Diring Yuriakh, An Early Paleolithic Site in Central Siberia // *Quaternary Research*. 1999. Vol. 51, Is. 2. P. 195–211. <https://doi.org/10.1006/qres.1998.2024>

## References

- Adamenco O. M. Etap pleistotsenovyykh oledenenii. Irkutskii amfiteatr [Pleistocene glaciation stage. Irkutsk amphitheater]. *Ploskogoriya i nizmennosti Vostochnoi Sibiri* [Plateaus and lowlands of Eastern Siberia]. Moscow, Nauka Publ., 1971, pp. 228–245. (In Russ.)
- Alekseev M. N., Kamaletdinov V. A., Zigert X., Grinenko O. V., Gnibidenko Z. N., et al. *Problemy geologii paleoliticheskogo pamyatnika Diring-Yuryakh* [Problems of geology of the Paleolithic site Diring-Yuryakh]. Yakutsk, Publishing house Yakutsk production and geological association, 1990, 48 p. (In Russ.)
- BDP Members. The new BDP-98 600-m drill core from Lake Baikal: a key late Cenozoic sedimentary section in continental Asia. *Quaternary International*. 2001, Vol. 80–81, pp. 19–36. [https://doi.org/10.1016/s1040-6182\(01\)00016-7](https://doi.org/10.1016/s1040-6182(01)00016-7)
- BDP Members. A new Quaternary record of regional tectonic, sedimentation and paleoclimate changes from drill core BDP-99 at Posolskaya Bank, Lake Baikal.
- Quaternary International*. 2005, Vol. 136, pp. 105–121. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2004.11.012>
- Berdnikova N. E., Vorobieva G. A. Sobtiinyi podkhod v izuchenii geoarkheologicheskikh obiektov [Event-based approach to studying geoarchaeological objects]. *Plastinchaty i mikroplastinchaty industrii v Azii i Amerike* [Blade and microblade industries in Asia and America]. Vladivostok, 2002, pp. 14–19. (In Russ.)
- Bezrukova E.V. *Rastitelnost i klimat yuga Vostochnoi Sibiri v pozdнем неоплейстоцене и голоцене: Пояснительный текст к непрерывным байкальским разрезам: дис. ... dok. geogr. nauk* [Vegetation and climate of the south of Eastern Siberia in the late Neopleistocene and Holocene: According to continuous Baikal sections. Doc. geogr. sci. diss.]. Irkutsk, 2000, 324 p. (In Russ.)
- Colman S. M., Peck J. A., Hatton J., Karabanov E. B., King J. W. Biogenic silica records from the BDP-93 site and adjacent areas of the Selenga Delta, Lake Baikal, Siberia. *Journal of Paleolimnology*. 1999, Vol. 21, pp. 9–17.

- Drozdov N. I., Chekha V. P., Artemiev E. V., Khazarts P. *Arkheologiya i chetvertichnye otlozheniya Kurtakskogo geoarkheologicheskogo raiona [Archaeology and Quaternary deposits of the Kurtak geoarchaeological region]*. Krasnoyarsk, KSPI Publ., 2007, 136 p. (In Russ.)
- Derevyanko A. P. *Tri globalnye migratsii cheloveka v Evrazii [Three global human migrations in Eurasia]*. Novosibirsk, IAET SB RAS Publ., 2017, Vol. II: Pervonachalnoe zaselenie chelovekom Severnoi, Tsentralnoi i Srednei Azii [Initial human settlement of Northern, Central and Middle Asia], 884 p. (In Russ.)
- Fedotov A. P. Struktura i veshchestvennyi sostav osadochnogo chekhla Khubsugulskoi vpadiny kak letopis tektono-klimaticheskoi ehvoljutsii Severnoi Mongolii v pozdnem kainozoe : dis. ... dokt. geolog.-mineral. nauk. [Structure and material composition of the sedimentary cover of the Khubsugul depression as a chronicle of the tectonic-climatic evolution of Northern Mongolia in the late Cenozoic. Doc. geol.-mineralog. sci. diss.]. Kazan, 2007, 383 p. (In Russ.)
- Galatin A., Kurbanov R., Lytkin V., Vasilieva A., Shaposhnikov G. Noyye dannye o stroenii i vozraste nizhnepaleoliticheskoi stoyanki Diring (Tsentralnaya Yakutiya) [New data on the structure and age of the Lower Paleolithic site of Deering (Central Yakutia)]. *Geologiya i mineralno-syrievye resursy Severo-Vostočnaya Rossii [Geology and mineral resources of the North-East of Russia]*. Yakutsk, North-Eastern Federal University Publ., 2021, pp. 11–26. (In Russ.)
- Goldberg E. L., Fedorin M. A., Grachev M. A., Zolotarev K. V., Khlystov O. M. Geokhimicheskie indikatory izmenenii paleoklimata v osadkakh ozera Baikal [Geochemical indicators of paleoclimate changes in sediments of Lake Baikal]. *Geologiya i geofizika [Geology and Geophysics]*. 2001, Vol 42, Is. 1–2, pp. 76–86. (In Russ.)
- HDP Members. Structure of bottom sediments in Lake Hovsgol: geologic and climate controls. *Russian Geology and Geophysics*. 2007, Vol. 48, pp. 863–885. <https://doi.org/10.1007/s12275-007-0189-1>
- HDP Members. Lake Hovsgol Basin: A New Study Site for Long Continental Paleoclimate Records in Continental Interior Asia. *Quaternary International*. 2009, Vol. 205, Is. 1–2, pp. 1–136. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2009.02.031>
- Ivanov E. V. Geokhimicheskie osobennosti donnykh otlozhenii ozera Baikal kak pokazatel izmeneniya prirodnoi sredy v pliotsene – pleistotsene : dis. ... kand. geol.-miner. nauk [Geochemical features of bottom sediments of Lake Baikal as an indicator of changes in the natural environment in the Pliocene – Pleistocene. Cand. geol.-mineralog. sci. diss.]. Irkutsk, 2018. 170 p. (In Russ.)
- Ivanova V. V., Erbajeva M. A., Shchetnikov A. A., Kazansky A. Yu., Matasova G. G., Alexeeva N. V., Filinov I. A. Tologoi key section: a unique archive for Pliocene-Pleistocene paleoenvironment dynamics of Transbaikalia, Baikal rift zone. *Quaternary International*. 2019, Vol. 519, pp. 58–73. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2018.11.004>
- Ivanova V. V., Erbajeva M. A., Shchetnikov A. A., Kazansky A. Yu., Matasova G. G., Alekseeva N. V., Filinov I. A., Kuzmin M. I. The Tologoi Key Section (Upper Cenozoic, Transbaikalia): Reconstruction of the Peculiarities and Depositional Environment. *Russian Geology and Geophysics*. 2020, Vol. 61 (12), pp. 1374–1390. <https://doi.org/10.15372/RGG2020141>
- Kashwaya K. *Long Continental Records from Lake Baikal*. Tokyo, Springer, 2003, Vol. XIII, 370 p.
- Kazanskii A. Yu., Matasova G. G., Shchetnikov A. A., Filinov I. A., Nechaev I. O., Berdnikova N. E., Berdnikov I. M. Rezul'taty kompleksnykh issledovanii opornogo razreza Igetei (sredni – verkhni neopleistosten, Predbaikal'ye) [Results of comprehensive studies of the Igetey reference section (Middle – Upper Pleistocene, Pre-Baikal region)]. *Geodinamicheskaya evolyutsiya litosfery Tsentralno-Aziatskogo podvzhnogo poyasa (ot okeana k kontinentu) [Geodynamic evolution of the lithosphere of the Central Asian Mobile Belt (from ocean to continent)]*. 2022, Vol. 20, pp. 119–121. (In Russ.)
- Kazansky A. Yu., Matasova G. G., Shchetnikov A. A., Filinov I. A. Rock magnetic methods in the study of the loess-soil series of Eastern Siberia. *Geomorfologiya i Paleogeografiya*. 2024, Vol. 55 (2), pp. 63–85. <https://doi.org/10.31857/S2949178924020036> (In Russ.)
- Khursevich G. K., Prokopenko A. A., Fedena S. A., Tkachenko L. I., Williams D. F. Diatom biostratigraphy of Lake Baikal during the past 1.25 Ma: new results from BDP-96-2 and BDP-99 drill cores. *Quaternary International*. 2005, Vol. 136, pp. 95–104. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2004.11.011>
- Khursevich G. K., Karabanov E. B., Prokopenko A. A., Williams D. F., Kuzmin M. I., Fedena S. A., Gvozdikov A. A. Insolation regime in Siberia as a major factor controlling diatom production in Lake Baikal during the past 800,000 years. *Quaternary International*. 2001, Vol. 80–81, pp. 47–58. [https://doi.org/10.1016/S1040-6182\(01\)00018-0](https://doi.org/10.1016/S1040-6182(01)00018-0)
- Kirilyanov N. S., Anoikin A. A., Vikulova N. O., Kolobova K. A., Bocharova E. N., Chistyakov P. V., Lukianycheva M. S., Kurbanov R. N. Rannepaleoliticheskii kompleks artefaktov stoyanki Diring-Yuryakh (Tsentralnaya Yakutiya): novyi vzglyad [Early Paleolithic complex of artifacts from the Diring-Yuryakh site (Central Yakutia): a new look]. *Stratum plus*. 2024, Vol. 1, pp. 71–90. <https://doi.org/10.55086/sp2417190> (In Russ.)
- Kuzmin M. I., Karabanov E. B., Bezrukova E. V., Bychinskii A. A., Prokopenko A. A., Kravchinskii V. A., Geletii V. F., Solotchina E. P., Khursevich G. K., Goreglyad A. V., Krainov M. A. Izmeneniya klimata i prirodnoi sredy Tsentralnoi Azii v pozdnem kainozoe na osnove izucheniya glubokovodnykh skvazhin iz ozera Baikal [Changes in climate and natural environment of Central Asia in the Late Cenozoic based on the study of deep-sea boreholes from Lake Baikal]. *Globalye izmeneniya klimata i prirodnoi sredy pozdhnego kainozoya v Sibiri [Global changes in climate and natural environment of the late Cenozoic in Siberia]*. Novosibirsk, SB RAS Publ., 2008, pp. 11–105. (In Russ.)
- Levina O. V., Grachev M. A. Signaly paleoklimatov kislorodno-isotopnoi stadii 11 v osadkakh ozera Baikal [Signals of paleoclimates of oxygen-isotope stage 11 in sediments of Lake Baikal]. *Problemy rekonstruktsii klimata i prirodnoi sredy golotsena i pozdnego pleistotsena Sibiri [Problems of reconstruction of climate*

- and natural connection of the Holocene and Late Pleistocene of Siberia]. Novosibirsk, IAET SB RAS Publ., 1998, pp. 243–247. (In Russ.)*
- Litvintsev G. G., Tarakanova G. N. K voprosu o stratigrafiy chetvertichnykh otlozhenii Irkutskogo amfiteatra [On the stratigraphy of the Quaternary deposits of the Irkutsk amphitheater]. *Geologiya i poleznye iskopaemye yuga Sibirsкоi platformy [Geology and useful minerals of the south of the Siberian platform]*. Leningrad, 1970, pp. 88–106. (In Russ.)
- Logachev N. A., Lomonosova T. K., Klimanova V. M. *Kainozoiskie otlozheniya Irkutskogo amfiteatra [Cenozoic deposits of the Irkutsk amphitheater]*. Moscow, Nauka Publ., 1964, 195 p. (In Russ.)
- Matasova G. G., Kazansky A. Yu., Shchetnikov A. A., Erbajeva M. A., Filinov I. A. New Rock- and Paleomagnetic Data on Quaternary Deposits of the Tologoi Key Section, Western Transbaikalia, and Their Paleoclimatic Implications. *Izvestiya Physics of the Solid Earth*. 2020, Vol. 56, No. 3, pp. 392–412. <https://doi.org/10.1134/S1069351320030052>
- Medvedev G. I. *Paleolit Yuzhnogo Priangariya : avtoref. dis. ... dokt. ist. nauk [Paleolithic of the Southern Angara region. Doc. histor. sci. syn. diss.]*. Novosibirsk, 1983, 44 p. (In Russ.)
- Medvedev G. The Lower Paleolithic of Eastern Siberia. *The Paleolithic of Siberia. New discoveries and interpretations*. Urbana and Chicago, University of Illinois Press, 1998, pp. 27–35, 45–71.
- Mochanov Yu. A. *Drevneishii paleolit Diring-Yuryakha i problema vnetropicheskoi prarodiny chelovechestva [The oldest Paleolithic of Diring-Yuryakh and the problem of the extratropical ancestral homeland of humanity]*. Novosibirsk, Nauka Publ., 1992, 254 p. (In Russ.)
- Paleogeograficheskie ehtapy i detalnoe stratigraficheskoe raschlenenie pleistotsena Ukrayny [Paleogeographic stages and detailed stratigraphic subdivision of the Pleistocene of Ukraine]*. Kyiv, Naukova Dumka Publ., 1984, 30 p. (In Russ.)
- Ploskogoriya i nizmennosti Vostochnoi Sibiri [Plateaus and lowlands of Eastern Siberia]*. Moscow, Nauka Publ., 1971, 320 p. (In Russ.)
- Pokatilov A. G. Geologiya i fauna pozdnokainozoiskikh otlozhenii v Pribaikal'ye [Geology and fauna of late Cenozoic deposits in the Baikal region]. *Bulletin of the USSR Academy of Sciences. Geology Series*. 1985, Vol. 9, pp. 52–65. (In Russ.)
- Prokopenko A. A., Williams D. F., Karabanov E. B., Khursevich G. K. Continental response to Heinrich events and Bond cycles in sedimentary record of Lake Baikal, Siberia. *Global and Planetary Change*. 2001, Vol. 28, pp. 217–226.
- Prokopenko A. A., Hinnov L. A., Williams D. F., Kuzmin M. I. Orbital forcing of continental climate during the Pleistocene: a complete astronomically tuned climatic record from Lake Baikal, SE Siberia. *Quaternary Science Reviews*. 2006, Vol. 25, pp. 3431–3457. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2006.10.002>
- Prokopenko A. A., Kuzmin M. I., Li H. C., Woo K. S., Catto N. R. Lake Hovsgol basin as a new study site for long continental paleoclimate records in continental interior Asia: General context and current status. *Quaternary International*. 2009, Vol. 205, pp. 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2009.02.031>
- Prokopenko A. A., Bezrukova E. V., Khursevich G. K., Solotchina E. P., Kuzmin M. I., Tarasov P. E. Climate in continental interior Asia during the longest interglacial of the past 500000 years: the new MIS 11 records from Lake Baikal, SE Siberia. *Climate of the Past*. 2010, Vol. 6, Is. 1, pp. 31–48.
- Prokopenko A. A., Karabanov E. B., Williams D. F., Kuzmin M. I., Shackleton N. J., Crowhurst S. J., Peck J. A., Gvozdov A. N., King J. W. Biogenic silica records of the Lake Baikal response to climate forcing during the Brunhes chron. *Quaternary Research*. 2001, Vol. 55, pp. 123–132.
- Rasskazov S. V., Al Khamud A., Khassan A., Kulagina N. V., Chuashova I. S., Yasnygina T. A., Budaev R. Ts. Litogeokhimicheskie i palinologicheskie pokazateli paleoklimata rannego pliotsena v ozernykh otlozheniyakh iz razreza manzurskogo alluviya (Predbaikalie) [Lithogeocochemical and palynological indicators of the Early Pliocene paleoclimate in lake sediments from the Manzur alluvium section (Pre-Baikal region)]. *Geologiya i okruzhayushchaya sreda [Geology and Environment]*. 2022, Vol. 2, Is. 1, pp. 45–83. <https://doi.org/10.26516/2541-9641.2022.1.45> (In Russ.)
- Ravskii E. I. K stratigrafiy chetvertichnykh (antropogenowych) otlozhenii yuga i vostoka Sibirsкоi platformy [On the stratigraphy of Quaternary (anthropogenic) deposits in the south and east of the Siberian platform]. *Trudy Geologicheskogo instituta AN SSSR [Proceedings of the Geological Institute of the USSR Academy of Sciences]*. 1960, Is. 26, pp. 37–95. (In Russ.)
- Ravskii E. I. *Osadkonakoplenie i klimaty Vnutrennii Azii v antropogene [Sedimentation and climates of Inner Asia in the anthropogene]*. Moscow, Nauka Publ., 1972, 336 p. (In Russ.)
- Roberts N. *The Holocene: An Environmental History*. Wiley-Blackwell, 2014. 391 p.
- Shchetnikov A. A., Kazanskii A. Yu., Erbueva M. A., Matasova G. G., Ivanova V. V., Filinov I. A., Khenzykhenova F. I., Namzalova O. D.-Ts., Nechaev I. O. Stroenie i usloviya formirovaniya verkhnekainozoisicheskikh otlozhenii opornogo razreza Ulan-Zhalga, Zapadnoe Zabaikaliye [Structure and conditions of formation of Upper Cenozoic deposits of the Ulan-Zhalga reference section, Western Transbaikalia]. *Stratigrafiya. Geologicheskaya korrelyatsiya [Stratigraphy. Geological correlation]*. 2023, Vol. 31, Is. 6, pp. 113–139. <https://doi.org/10.31857/S0869592X2306011X> (In Russ.)
- Shishov L. L., Tonkonogov V. D., Lebedeva I. I., Gerasimova M. I. *Klassifikatsiya i diagnostika pochv Rossii [Classification and diagnostics of soils of Russia]*. Smolensk, Oikumena Publ., 2004, 342 p. (In Russ.)
- Sirenko N. A., Turlo S. I. *Razvitiye pochv i rastitelnosti Ukrayny v pliotsene i pleistotsene [Development of soils and vegetation of Ukraine in the Pliocene and Pleistocene]*. Kiev, Naukova Dumka Publ., 1986, 488 p. (In Russ.)
- Sokolov N. I. Geologicheskaya istoriya Irkutskogo amfiteatra v antropogene kak osnova inzhenerno-geologicheskogo raionirovaniya ego territorii [Geological history of the Irkutsk amphitheater in the anthropocene as a basis for engineering-geological zoning of its territory]. *Trudy Laboratoriий gidrogeologicheskikh problem [Proceedings Laboratories of hydrogeological problems]*. 1957, Vol. 14, pp. 49–101. (In Russ.)

- Stratigrafiya, paleogeografiya i arkheologiya yuga Srednei Sibiri: (K XIII Kongressu INKVA) [Stratigraphy, Paleogeography and Archaeology of the south of Central Siberia: (To the XIII Congress of INQUA)]. Irkutsk, Irkutsk State University Publ., 1990, 165 p. (In Russ.)*
- Swann G. E. A., Mackay A. W. Potential limitations of biogenic silica as an indicator of abrupt climate change in Lake Baikal, Russia. *Journal of Paleolimnology*. 2006, Vol. 36, Is.1, pp. 81–89. <https://doi.org/10.1007/s10933-006-0005-7>
- Trofimov A. G., Malaeva E. M., Kulikov O. A., Popova S. M., Kulagina N. V., Shibanova I. V., Ufimtsev G. F. *Manzurskii allyuvii (materialy po geologii i paleogeografi) [Manzur alluvium (materials on geology and paleogeography)]*. Irkutsk, Institute of the Earth's Crust SB RAS Publ., 1995, 50 p. (In Russ.)
- Velichko A. A., Morozova T. D. Evolyutsiya pochvoobrazovaniya v pleistotsene [Evolution of soil formation in the Pleistocene]. *Mnogolikaya geografiya. Razvitiye idei Innokentiya Petrovicha Gerasimova (k 100-letiyu s dnya rozhdeniya) [Many-faced geography. Development of the ideas of Innokenty Petrovich Gerasimov (on the 100th anniversary of his birth)]*. Moscow, Tovarishchestvo nauchnykh izdanii KMK Publ., 2005, pp. 65–75. (In Russ.)
- Velichko A. A., Morozova T. D. Osnovnye cherty pochvoobrazovaniya v pleistotsene na Vostochno-Europeiskoi ravnine i ikh paleogeograficheskaya interpretatsiya [The main features of soil formation in the Pleistocene on the East European Plain and their paleogeographic interpretation]. *Evolyutsiya pochv i pochvennogo pokrova. Teoriya, raznoobrazie prirodnoi evolyutsii i antropogennykh transformatsii pochv [Evolution of soils and soil cover. Theory, diversity of natural evolution and anthropogenic transformations of soils]*. Moscow, GEOS Publ., 2015, pp. 321–337. (In Russ.)
- Vorobieva G. A. Paleoklimaty Pribaikaliya v pozdnem pleistotsene i golotsene [Paleoclimates of the Baikal region in the Late Pleistocene and Holocene]. *Baikal – prirodnaya laboratoriya dlya issledovaniya izmenenii okruzhayushchei sredy i klimata [Baikal – a natural laboratory for studying changes in the environment and climate]*. Irkutsk, LISNA Publ., 1994, Vol. 2, p. 55. (In Russ.)
- Vorobieva G. A. *Pochva kak letopis prirodnikh sobytiий Pribaikaliya: problemy evolyutsii i klassifikatsii pochv [Soil as a chronicle of natural events in the Baikal region: problems of evolution and classification of soils]*. Irkutsk, Irkutsk State University Publ., 2010, 205 p. (In Russ.)
- Vorobieva G. A. Igetei – opornyj geoarkheologicheskij obiect Pribaikaliya: klimatostratigrafiya, pedogeneza, subaerualnoe osadkonakoplenie, sostav i paleoekologicheskoe znachenie [Igetey – a key geoarchaeological site of the Baikal region: climatostratigraphy, pedogenesis, subaerial sedimentation, composition and paleoecological significance]. *Esse quam videri: K 80-letiyu so dnya rozhdeniya Germana Ivanovicha Medvedeva [On the 80th anniversary of the birth of German Ivanovich Medvedev]*. Irkutsk, Irkutsk State University Publ., 2016, pp. 152–166. (In Russ.)
- Vorobieva G. A., Berdnikova N. E. *Rekonstruktsii prirodnikh i kulturnykh sobytiй na territorii Irkutska: Nauchno-metodicheskie razrabotki mezhdisciplinarnykh issledovanii gorodskogo kulturnogo sloya [Reconstructions of natural and cultural events on the territory of Irkutsk: Scientific and methodological developments of interdisciplinary studies of the urban cultural layer]*. Irkutsk, Irkutsk State Polytechnical University Publ., 2003, 90 p. (In Russ.)
- Vorobieva G. A., Medvedev G. I. Subaeralnye pozdnechetvertichnye otlozheniya i stratigrafiya paleoliticheskikh nakhodok Yuzhnogo Priangariya [Subaerial late Quaternary deposits and stratigraphy of paleolithic finds in the Southern Angara region]. *Voprosy geologii i paleogeografi Sibiri i Dalnego Vostoka [Issues of Geology and Paleogeography of Siberia and the Far East]*. Irkutsk, Irkutsk State University Publ., 1985, pp. 71–84. (In Russ.)
- Vorobieva G. A., Medvedev G. I. *Nizkie terrasy dolin rek Baikalo-Eniseiskoi Sibiri i oz. Baikal [Low terraces of river valleys of Baikal-Yenisei Siberia and Lake Baikal. Genezis reliefsa [Genesis of relief]]*. Novosibirsk, Nauka Publ., 1998, pp. 144–153. (In Russ.)
- Vorobieva G. A., Mats V. D., Shimaraeva M. K. Pliotsen-eopleistotsenovoe pochvoobrazovanie na Baikale [Pliocene-Eopleistocene soil formation on Baikal]. *Geologiya i geofizika [Geology and Geophysics]*. 1987, Vol. 9, pp. 20–28. (In Russ.)
- Vorobieva G. A., Mats V. D., Shimaraeva M. K. Paleoklimaty pozdnego kainozoya Baikalskogo regiona [Late Cenozoic paleoclimates of the Baikal region]. *Geologiya i geofizika [Geology and Geophysics]*. 1995, Vol. 36, pp. 82–96. (In Russ.)
- Voskresenskii S. S. K stratigrafi chetvertichnykh otlozhenii yuzhnoi chasti Sredne-Sibirskogo pleskogoriya (basseina r. Angary) [On the stratigraphy of the Quaternary deposits of the southern part of the Central Siberian plateau (Angara river basin)]. *Trudy Mezhdunarodstvennogo soveshchaniya po razrabotke unifitsirovannykh stratigraficheskikh skhem Sibiri. 1956 g. [Proceedings of the Interdepartmental Conference on the Development of Unified Stratigraphic Schemes of Siberia. 1956]*. Leningrad, 1957, pp. 542–548. (In Russ.)
- Watanabe T., Naraoka H., Nishimura M., Kawai T. Biological and environmental changes in Lake Baikal during the late Quaternary inferred from carbon, nitrogen and sulfur isotopes. *Earth and Planetary Science Letters*. 2004, Vol. 222, pp. 285–299. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2004.02.009>
- Waters M. R., Forman S. L., Pierson J. M. Late Quaternary Geology and Geochronology of Diring Yuriakh, An Early Paleolithic Site in Central Siberia. *Quaternary Research*. 1999, Vol. 51, Is. 2, pp. 195–211. <https://doi.org/10.1006/qres.1998.2024>
- Zykina V. S., Zykin V. S. *Lessovo-pochvennaya posledovatelnost i evolyutsiya prirodnoi sredy i klimata Zapadnoi Sibiri v pleistotsene [Loess-soil sequence and evolution of the natural environment and climate of Western Siberia in the Pleistocene]*. Novosibirsk, Geo Publ., 2012, 477 p. (In Russ.)

**Сведения об авторах**

**Воробьева Галина Александровна,**  
кандидат биологических наук, доцент, биолого-  
почвенный факультет, Иркутский государственный  
университет; Россия, 664003, г. Иркутск,  
ул. К. Маркса, 1  
e-mail: galvorob@yandex.ru

**Бердникова Наталья Евгеньевна**  
старший научный сотрудник, НИЦ «Байкальский  
регион», Лаборатория геоархеологии Байкальской  
Сибири, Иркутский государственный университет,  
664003, Россия, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1  
e-mail: nberd@yandex.ru

**Information about the authors**

**Vorobieva Galina Aleksandrovna**  
Candidate Sciences (Biology), Associate Professor,  
Department of Soil Science, Irkutsk State University;  
1, K. Marx st., Irkutsk, 664003, Russian Federation,  
e-mail: galvorob@yandex.ru

**Berdnikova Natalia Evgenievna**  
Senior Researcher, Scientific Research Center “Baikal  
Region”, Laboratory of Geoarchaeology of Baikal  
Siberia, Irkutsk State University; 1, K. Marx st., Irkutsk,  
664003, Russian Federation  
e-mail: nberd@yandex.ru