

ДИСКУССИИ

УДК 551.4.036 (571.52+571.51)

ДИСКУССИОННЫЕ ВОПРОСЫ ГЕОМОРФОЛОГИИ
И ПАЛЕОГЕОГРАФИИ ДОЛИНЫ ВЕРХНЕГО ЕНИСЕЯ© 2020 г. А. В. Шпанский^{1,*}, М. В. Михаревич^{2,**}, И. С. Новиков^{3,***},
И. Д. Зольников^{3,4}, С. Г. Прудников⁵, О. И. Кальная⁵¹ Томский государственный университет, Томск, Россия² Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья,
Новосибирск, Россия³ Институт геологии и минералогии СО РАН, Новосибирск, Россия⁴ Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия⁵ Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН, Кызыл, Россия

*E-mail: shpansky@ggf.tsu.ru

**E-mail: miharevich@yandex.ru

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

Поступила в редакцию 30.01.2020 г.

После доработки 20.02.2020 г.

Принята к публикации 10.03.2020 г.

В Новосибирске 22–23 ноября 2018 г. прошло межведомственное рабочее совещание по разработке региональной стратиграфической схемы четвертичных отложений Алтае-Саянской области. В его решениях отмечено, что необходимо изменить ранее принятую ледниковую и террасовую стратиграфию квартал региона, как не соответствующую фактическому материалу. Согласно представлениям изменяемой стратиграфической схемы, Алтае-Саянская горная область испытала все оледенения плейстоцена и каждому климатическому циклу соответствует отдельный эрозионно-аккумулятивный цикл. В соответствии с решениями совещания 18–31 мая 2019 г. в Туве и Хакасии была проведена ревизия четвертичных разрезов. Установлено, что первая и вторая позднеплейстоценовые аллювиальные террасы вложены в полифациальную катафлювиальную толщу, отдельные фации которой ранее ошибочно принимались за морены. Толщу предложено назвать “улугхемской”, а ранее ошибочно выделенные в ее пределах горизонты “ондумской, бийхемской, теректигхемской, улугхемской морен” исключить из стратиграфической схемы и серийной легенды. Сходные с улугхемской толщей образования Горного Алтая и Предалтайской равнины относятся к образованиям гляциальных суперпаводков возрастом около 90 тыс. л. н. Они образовались при спуске Курайско-Чуйской системы озер. Формирование улугхемской толщи связано со спуском Дархадского палеозера, произошедшим 92–80 тыс. л. н. Это позволяет сопоставить улугхемскую толщу в долине Енисея с салджарской толщей Горного Алтая.

Ключевые слова: палеогеография четвертичного периода, ледниковая и террасовая стратиграфия, катафлювиальные отложения, улугхемская и салджарские толщи

DOI: 10.31857/S0435428120030104

В решениях межведомственного рабочего совещания по разработке региональной стратиграфической схемы четвертичных отложений Алтае-Саянской области (Новосибирск 22–23 ноября 2018 г.) отмечено преувеличение рядом исследователей площадей четвертичных оледенений и их количества. Построенная на этой основе террасовая стратиграфия также не соответствует фактическому материалу. В значительной

степени это связано с неверными интерпретациями условий осадконакопления и формирования рельефа в долинах перигляциальной зоны. Согласно этим представлениям, Алтае-Саянская горная область испытала все оледенения плейстоцена. Каждому климатическому циклу (надгоризонту), объединяющему ледниковый и межледниковый горизонты, а иногда и отдельному горизонту приписывается отдельный эрозионно-аккумулятивный цикл. Этот принцип был положен в основу стратиграфической схемы четвертичных отложений Алтае-Саянской области [1, 2]. До недавнего времени эти представления отражались в стратиграфической шкале плейстоцена Алтае-Саянской области [3], в которой было выделено девять ледниковых и девять межледниковых горизонтов, механически сопоставленных с кислородно-изотопной шкалой глубоководных океанических осадков.

Однако эти взгляды не учитывали расположение данной территории в средних широтах и тектонический фактор. Горный рельеф в регионе формировался на протяжении всего плейстоцена в ходе главной фазы неотектонической активизации. При этом до второй половины среднего неоплейстоцена высота горных сооружений не достигала снеговой линии, и они не могли подвергаться оледенениям в эпохи более древних похолоданий [4, 5]. Кроме того, не учитывались рельефообразующая роль и седиментационный эффект катастрофических паводков позднего неоплейстоцена, сформировавших сложно построенную толщу, фации которой ошибочно принимались исследователями за отложения гляциокомплексов, межледниковый аллювий или озерные отложения.

Для приведения региональной стратиграфической схемы четвертичных отложений Алтае-Саянской области в соответствие с накопленным к настоящему времени фактическим материалом 18–31 мая 2019 г. по решению межведомственного рабочего совещания по разработке региональной стратиграфической схемы четвертичных отложений Алтае-Саянской области (Новосибирск 22–23 ноября 2018 г.) членами Секции четвертичной системы Сибирской региональной межведомственной стратиграфической комиссии, при финансовой поддержке ФГБУ “Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского” было проведено полевое межведомственное совещание по вопросам строения долины Енисея и его притоков на территории республик Хакасия, Тува и юга Красноярского края. Работы охватили Тувинскую и Минусинские котловины, а также южный склон Восточного Танну-Ола.

В составе рабочей группы принимали участие сотрудники научных и научно-производственных организаций, в том числе ведущих геологическую съемку в пределах региона: АО “Сибирское производственно-геологическое объединение”, Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН, Тувинский филиал ФБУ ТФГИ по Сибирскому федеральному округу, Томский государственный университет, Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, Новосибирский государственный университет, АО “Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья”.

По результатам работы большинство участников межведомственного совещания пришли к следующим выводам.

1. Ни в одном из обнажений в долине Енисея в пределах Тувинской котловины не были подтверждены морены, ранее выделявшиеся предшественниками [2, 6], что требует исключения из стратиграфической схемы и серийной легенды ондумской, бийхемской, теректигхемской, улугхемской морен.

2. Установлено широкое развитие в долине Енисея в пределах Минусинских и Тувинской впадин толщи, представленной параллельно-слоистыми песками, валунно-галечниками с глыбами, пескодресвяниками, миктитов (алевро-песко-дресвяно-галечновалунные смеси) с оплывневыми текстурами. Толща залегает под подошвой,

вложенной в нее II надпойменной террасы в верховьях рек Енисей и Чулым. Отложения II террасы в истоках р. Чулым (низовья Белого и Черного Июсов) по фауне крупных млекопитающих и данным радиоуглеродного датирования (17888 ± 110 радиоуглеродных лет или 20015 астрономических лет, UVA-28341) сопоставляются с сартанским горизонтом [7]. В среднем течении р. Енисей радиоуглеродные датировки по древесине из аллювия II надпойменной террасы определены в интервале 21350 ± 650 (ГИН 310) – 26300 ± 900 (ЛГ-19), а также здесь получена более древняя дата ^{14}C 46600 ± 1500 (ГИН 309) [8].

Для охарактеризованной выше толщи, залегающей под II надпойменной террасой, предложено название “верхнеенисейская”. Сходные образования Горного Алтая и Предалтайской равнины относятся к образованиям гляциальных суперпаводков возрастом около 90 тыс. л. н. [9]. С.К. Кривоногов [10, 11] предполагает максимум позднеплейстоценового оледенения и формирование глубоководных отложений Дархадского палеозера в MIS 5d. Спуск этого озера 92–80 тыс. л. н. является источником формирования катафлювиальной толщи. Это позволяет сопоставить верхнеенисейскую толщу в долине Енисея с сальджарской толщиной Горного Алтая. Генезис толщи позволяет объяснить присутствие экзотов в ее споро-пыльцевых комплексах и считать эти спектры в значительной части переотложенными, а также объясняет отсутствие в ней костного материала, раковин моллюсков, остракод. Ревизия опорных обнажений ледниковых и межледниковых отложений в Тувинской котловине показала, что выделенные здесь ледниковые и межледниковые образования нижнего и первой половины среднего неоплейстоцена (усунугский лимний, окимкульский и ербекский аллювий, ондумская, теректигхемская, бий-хемская морены) являются различными фациями суперпаводковой толщи.

В Южно-Минусинской котловине катафлювиальные отложения относили к аллювию Палеоенисея [12], перигляциальному аллювию [13], аллювию террас среднего уровня р. Енисей, среднего и высокого уровня р. Абакан [14, 15], моренам [2], озерным [16] и озерно-аллювиальным отложениям нижнего – среднего неоплейстоцена [12].

3. Под валуно-галечными сероцветными отложениями в основаниях низких террас в долине Ка-Хема обнаружены буроцветные отложения со слоистостью флювиального типа, которые, вероятно, являются стратиграфическим аналогом башкауской и бекенской свит Горного Алтая. В связи с отсутствием достаточных палеонтологических данных предлагается определять их возраст интервалом гелазий – первая половина среднего неоплейстоцена.

4. Впервые А.В. Шпанским найдена и определена инситная нижнеплейстоценовая фауна (фрагмент черепа *Bison schoetensacki*) в песчано-галечном аллювии разреза Бережеково. Это подтвердило точку зрения С.А. Архипова [17] о нижнеплейстоценовом возрасте этого аллювия, основанную на результатах споро-пыльцевого анализа и находок фауны в субэразальных отложениях, его перекрывающих. Однако в изученном нами разрезе текстурно-структурные особенности аллювия не позволяют отнести его к отложениям большой транзитной реки, такой как Енисей.

5. Изучение опорного обнажения чаоовартской свиты и кускунугхемского аллювия в районе перевала Восточного Танну-Ола показало отсутствие оснований для их выделения.

Вместе с тем полученные результаты выявили следующие проблемы и перспективные направления дальнейших исследований.

1. Отсутствие ледниковых отложений в Улугхемской котловине ставит под сомнение результаты К/Аг датирования гиалокластитов, шаровых лав, лахаров Восточно-Тувинского нагорья [18, 19], образовавшихся в сильном охладителе (лавовые излияния внутрь ледников плоских вершин). Согласно этим датировкам значительные ледниковые события имели место на территории, прилегающей к Улугхемской котловине в эоплейстоцене, нижнем неоплейстоцене и первой половине среднего неоплей-

стоцена. В таком варианте ледниковая стратиграфия Тувы противоречит результатам обобщающих исследований И.С. Новикова [5], подтверждающих более ранние и надежно обоснованные представления Н.А. Ефимцева [21] и Е.В. Девяткина [4] об истории развития Западной Тувы и Юго-Восточного Алтая. В связи с этим для решения вопроса о том, в какой степени оледенения связаны с неотектоническим ростом гор и пересечением ими снеговой линии, а в какой степени – с циклическими похолоданиями неоплейстоцена, необходимо комплексное исследование методами абсолютной и относительной геохронологии вулканогенно-терригенных разрезов Восточно-Тувинского нагорья. При этом исследования должны предваряться фациально-генетическим анализом, а датирование вулканитов следует провести с помощью более совершенного $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ -метода. Результаты последнего желательно подтвердить с помощью альтернативных методов, например, OSL-датирования терригенных отложений, коррелятивных вулканитам.

2. В связи с критично малым количеством абсолютных датировок в верховьях долины Енисея необходимо особое внимание уделить данному направлению исследований. В настоящее время в Минусинских впадинах почти нет датировок, за исключением радиоуглеродных дат из верхнепалеолитических слоев археологических памятников и аллювиальных местонахождений крупных млекопитающих. В Тувинской котловине нет ни одной абсолютной датировки. Вместе с тем в этих впадинах существуют известные местонахождения фауны млекопитающих от второй половины эоплейстоцена до позднего неоплейстоцена, а также неогена: район Куртака, обнажения восточного борта Красноярского водохранилища, обрамляющие Дербинский залив, обнажения в низовьях рек Белый и Черный Июс (Северо-Минусинская котловина), обнажения на левом берегу р. Туба у с. Городок (Южно-Минусинская котловина), обнажения на правом берегу р. Малый Енисей, восточнее с. Кундустуг и карьер Таралык-Чера в Улуг-Хемской впадине и долина р. Хоолу в Убсу-Нурской впадине. Перспективным для разработки как местных стратиграфических шкал, так и региональной является продолжение изучения этих местонахождений в комплексе с методами абсолютного датирования и палеонтологическими методами.

Для уточнения возраста отложений гляциальных суперпаводков наиболее корректно использовать OSL-датирование перекрывающих и подстилающих его отложений типа лессов, аллювия, лимния, т.е. отложений, при формировании которых были необходимые условия для засвечивания минералов. Одним из разрезов, перспективным для датирования аллювия, подстилающего верхнеенисейскую толщу, является Белоярский карьер в окрестностях г. Абакан.

3. Серьезной проблемой является отсутствие представительных обнажений с аллювием реки Енисей, позволяющих восстановить историю развития рельефа в интервале гелазий – средний неоплейстоцен. Не решенным остался вопрос о существовании перигляциального аллювия [8, 22] среднееоплейстоценового возраста. В пользу предположения об отсутствии перигляциального аллювия говорят материалы С.С. Лаухина [23], описавшего в данном районе нижнееоплейстоценовые пролювиально-делювиальные отложения с погребенными почвами и фауной, свидетельствующей о холодном климате.

4. Необходимо продолжение палеонтологических исследований буроцветных отложений, сопоставляемых нами с бекенской и башкауской свитами Горного Алтая. Возможно, OSL-датирование сероцветных отложений, перекрывающих уландагский аллювий на южном склоне Восточного Танну-Ола, поможет решить вопрос о верхней границе буроцветного осадконакопления не только в данном районе, но и Алтае-Саянской области в целом.

5. Проведенные исследования не охватили Тоджинскую и западную часть Тувинской впадины, где в перспективе предстоит решить вопросы, связанные с пространственными границами распространения катафлювиалов: прослеживаются ли отложе-

ния гляциальных суперпаводков вверх по долине Хемчика; опорожнялись ли подпрудные озера Тоджинской котловины в катастрофическом режиме, и если это имело место, то как формировавшиеся при этом отложения соотносятся с верхнеенисейской толщей. Отсутствуют прямые данные о том, происходили ли подобные события в среднем неоплейстоцене, как это имело место в Горном Алтае. Если среднечетвертичные суперпаводки имели место в верховьях Енисея, то следует либо найти им самостоятельную толщу, либо ставить вопрос об увеличении стратиграфического объема верхнеенисейской толщи.

6. Для корреляции отложений Алтае-Саянской горной области и Западно-Сибирской равнины необходимы детальные геоморфологические, фациально-генетические, палеонтологические и геохронологические исследования четвертичных отложений в Северо-Минусинской и Назаровской котловинах. Перспективен поиск отложений гляциальных суперпаводков в западном борту Северо-Минусинской котловины в ложбинах стока и в верхней части долины р. Чулым.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность сотрудникам АО Сибирское ПГО Н.Н. Поповой за помощь в организации полевого совещания, В.М. Колямкину, Т.А. Шаталиной за активное участие в работе полевого совещания.

Работа выполнена по государственному заданию ТувИКОПР СО РАН (проект № АААА-А17-117072710021-1), при поддержке РФФИ (проект № 20-05-00605 А).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Решения Всесоюзного стратиграфического совещания по докембрию, палеозою и четвертичной системе Средней Сибири (Новосибирск, 1979 г.). Часть III. Четвертичная система. Объяснительные записки к региональным стратиграфическим схемам четвертичных отложений Средней Сибири / В.И. Краснов, В.Е. Савицкий, Ю.И. Тесаков, В.В. Хоментовский. Л.: ВСЕГЕИ, 1983. 84 с.
2. Борисов Б.А. Алтае-Саянская область // Стратиграфия СССР. Четвертичная система. Полутом 2. М.: Недра, 1984. С. 331–350.
3. Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. Вып. 38. СПб.: ВСЕГЕИ, 2008. С. 115–127.
4. Девяткин Е.В. Кайнозойские отложения и неотектоника Юго-Восточного Алтая. М.: Наука, 1965. 244 с.
5. Новиков И.С. Морфотектоника Алтая. Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал “ГЕО”, 2004. 313 с.
6. Легенда Алтае-Саянской серии листов Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1:1 000 000 (третье издание). Книга 1. Объяснительная записка / Г.А. Бабин, Л.Л. Зейферт, А.Ф. Шигрев. Новокузнецк: Запсибгеолсъемка, 2004. 152 с.
7. Шпанский А.В., Маликов Д.Г. Новые местонахождения четвертичных млекопитающих в междуречье рек Белый и Черный Июс, Республика Хакасия // Вестник ТГУ. 2015. № 396. С. 245–257.
8. Горшков С.П. Проблема сопоставления плейстоценовых отложений внеледниковой зоны Приенисейской Сибири с событиями в ледниковой зоне // Четвертичные оледенения Средней Сибири. М.: Наука, 1986. С. 95–101.
9. Зольников И.Д., Деев Е.В., Котлер С.А., Русанов Г.Г., Назаров Д.В. Новые результаты OSL-датирования четвертичных отложений долины верхней Катунь (Горный Алтай) и прилегающей территории // Геология и геофизика. 2016. Т. 57. № 6. С. 1194–1197.
10. Krivonogov S.K., Sheinkman V.S., and Mistryukov A.A. Stages in the development of the Darhad dammed lake (Northern Mongolia) during the Late Pleistocene and Holocene // Quaternary International. 2005. Vol. 136(1). P. 83–94.
11. Krivonogov S.K., Yi S., Kashiwaya K., Kim J.C., Narantsetseg T., Oyunchimeg T., Safonova I.Y., Kazansky A.Y., Sitnikova T., Kim J.Y., and Hasebe N. Solved and unsolved problems of sedimentation, glaciation and paleolakes of the Darhad Basin, Northern Mongolia // Quaternary Science Reviews. 2012. Vol. 56. P. 142–165.

12. *Зятькова Л.К., Раковец О.А.* Минусинские впадины // История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока. Алтай-Саянская горная область. М.: Наука, 1969. С. 240–275.
13. *Yamskikh A.F.* Ripple landforms in the Ka-Khem and Ulug-Khem river valleys and dammed basin formation. Field guidebook for the Global continental paleohydrology Meeting, Krasnoyarsk–Khakassia–Tuva Region, Russia. Krasnoyarsk: KrasSU, 2001. P. 195–200.
14. *Федотов А.Н., Ладыгин С.В., Измайлова С.А., Сивчиков В.Е., Калинин, Царева Е.В., Лысогорский К.В., Качеев Ю.Ф.* Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:200 000. Изд. второе. Серия Минусинская. Лист N-46-XX (Абакан). Объяснительная записка. М.: ВСЕГЕИ, 2019. 78 с.
15. *Федотов А.Н., Перфилова О.Ю., Ладыгин С.В., Измайлова С.А., Наумкин А.М., Соболева И.Н.* Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:200 000. Серия Минусинская. Лист N-46-XXV (Аскиз). Объяснительная записка. М.: ВСЕГЕИ, 2013. 240 с.
16. *Луминов А.П.* К истории долины р. Енисея на участке Минусинского прогиба в кайнозой // Четвертичный период Сибири. М.: Наука, 1966. С. 91–105.
17. *Архинов С.А.* Проблема корреляции аллювиальных и ледниковых отложений: террасы Енисея внеледниковой зоны Западно-Сибирской низменности // Четвертичный период Сибири. М.: Наука, 1966. С. 50–71.
18. *Сугоракова А.М., Ярмолюк В.В., Лебедев В.И.* Кайнозойский вулканизм Тувы. Кызыл: ТувИКОПР СО РАН, 2003. 92 с.
19. *Ярмолюк В.В., Лебедев В.И., Аракелянц М.М., Лебедев В.А., Прудников С.Г., Сугоракова А.М., Коваленко В.И.* Новейший вулканизм Восточной Тувы: Хронология вулканических событий на основе К-Аг датирования // Доклады РАН. 1999. Т. 368. № 2. С. 244–249.
20. *Yarmolyuk V.V., Lebedev V.I., Arakelyanc M.M., Lebedev V.A., Prudnikov S.G., Sugorakova A.M., and Kovalenko V.I.* Neovolcanism in Eastern Tuva: Chronology of Volcanic Events, Based on K–Ar Dating. *Reports of the Russian Academy of Sciences*. 1999. Vol. 368(7). P. 907–911.
21. *Ефимцев Н.А.* Четвертичное оледенение Западной Тувы и восточной части Горного Алтая. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 164 с.
22. *Дроздов Н.И., Чеха В.П., Хазартс П.* Геоморфология и четвертичные отложения Куртаковского георхологического района (Северо-Минусинской впадины) Красноярск: РИО КГПУ им. В.П. Астафьева, 2005. 112 с.
23. *Лаухин С.А., Санько А.Ф., Мотузко А.Н.* Находка отложений нижнего плейстоцена на юго-западе Восточного Саяна // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2005. Т. 13. № 1. С. 116–123.

Controversial issues of geomorphology and paleogeography of the Upper Yenisei valley

**A. V. Shpansky^{a,#}, M. V. Mikharevich^{b,##}, I. S. Novikov^{c,###}, I. D. Zolnikov^{c,d},
S. G. Prudnikov^e, and O. I. Kalnaya^e**

^a Tomsk State University, Tomsk, Russia

^b Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources, Novosibirsk, Russia

^c Institute of Geology and Mineralogy SB RAS, Novosibirsk, Russia

^d Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia

^e Tyva Institute of Complex Exploration of Natural Resources SB RAS, Kyzyl, Russia

[#]E-mail: shpansky@ggf.tsu.ru

^{##}E-mail: miharevich@yandex.ru

^{###}E-mail: novikov@igm.nsc.ru

Workshop on the development of a regional stratigraphic scheme of Quaternary deposits of the Altai-Sayan region passed in Novosibirsk on 22 and 23 November 2018. In its decisions it was noted that it is necessary to change previously adopted glacial and alluvial terrace stratigraphy of the Quaternary as not corresponding to the actual material. According to the new stratigraphic schemes, the Altai-Sayan mountain region experienced all glaciation in the Pleistocene, and each climate cycle corresponds to a single erosion-accumulative cycle. In accordance with the decisions of the workshop, the revision of Quaternary sections was held in Tuva and Khakassia on 18–31 May, 2019. It was established that the first and the second

Late Pleistocene alluvial terraces are enclosed into polyfacial catafluvial unit, which individual facies were mistakenly interpreted as moraine in previous schemes. The name “Ulugbeksy” was proposed for this unit. Similar units in the Altai mountains and For-Altai Plains are catafluvial deposits dated to about 90 kyr BP. They were formed during the outburst of the Kurai-Chuya lake system. The formation of the Ulugbeksy deposits were associated with the outburst of the Darkhad Palaeolake that occurred 92–80 ka BP. This allows to correlate the Ulugbeksy unit in the Yenisei valley with the Saljarsky unit in the Altai mountains.

Keywords: Quaternary paleogeography, glacial and alluvial stratigraphy, catafluvial sediments, Ulugbeksy and Saljarsky units

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors express gratitude to the employees of the Siberian PGO N.N. Popova for their help in organizing the field meeting, V.M. Kolyamkin, T.A. Shatalina for their active participation in the field meeting.

The work was carried out on the state mission of TuvIENR SB RAS (project No. AAAA-A17-117072710021-1), with the support of Russian Foundation of Basic Researches (project №. 20-05-00605 A).

REFERENCES

1. Resheniya Vsesoyuznogo stratigraficheskogo soveshchaniya po dokembriyu, paleozoyu i chetvertichnoi sisteme Srednei Sibiri (Novosibirsk, 1979 g.). Chast' III. Chetvertichnaya sistema. Ob'yasnitelnye zapiski k regionalnym stratigraficheskim skhemam chetvertichnykh otlozhenii Srednei Sibiri (Resolutions of the all-Union stratigraphic conference on the Precambrian, Paleozoic and Quaternary system of Central Siberia (Novosibirsk, 1979). part III. The Quaternary system. Explanatory notes to the regional stratigraphic scheme of Central Siberia Quaternary deposits). V.I. Krasnov, V.E. Savickij, Yu.I. Tesakov, V.V. Homentovskij (Eds.). L.: VSEGEI (Publ.), 1983. 84 p.
2. Borisov B.A. *Altai-Sayanskaya gornaya oblast. Stratigrafiya SSSR. Chetvertichnaya sistema* (Altai-Sayan mountain region. Stratigraphy of the USSR Quaternary system). Half volume 2. M.: Nedra (Publ.), 1984. 556 p.
3. *Postanovleniya Mezhdvdomstvennogo stratigraficheskogo komiteta i ego postoyannykh komissii* (Quaternary system. Resolutions of the Interdepartmental Stratigraphic Committee and its standing commissions). Vol. 38. SPb.: VSEGEI (Publ.), 2008. P. 115–127. (in Russ.)
4. Devyatkin E.V. *Kainozoiskie otlozheniya i neotektonika Yugo-Vostochnogo Altaya* (Cenozoic deposits and neotectonics of South-Eastern Altai). M.: Nauka (Publ.), 1965. 244 p.
5. Novikov I.S. *Morfotektonika Altaya*. (Morphotectonics of Altai). Novosibirsk: SO RAN, filial “Geo” (Publ.), 2004. 313 p.
6. *Legenda Altae-Sayanskoi serii listov Gosudarstvennoi geologicheskoi karty Rossiiskoi Federatsii masshtaba 1:1 000 000 (tret'e izdanie). Kniga 1. Ob'yasnitelnaya zapiska* (Altai-Sayan series legend of the of the Russian Federation State geological map sheets on a scale of 1:1000000 (third generation). Book 1. Explanatory note). G.A. Babin, L.L. Seifert, F.A. Shigriv (Eds.). Novokuznetsk: Zapsibgeols'emka (Publ.), 2004. 152 p.
7. Shpanskii A.V. and Malikov D.G. *Novye mestonakhozhdeniya chetvertichnykh mlekopitayushchikh v mezhdurech'e rek Belyi i Chernyi Iyus, Respublika Khakasiya* (The new sites of mammoth fauna in the Chulym River head, the Khakass Republic). *Vestnik TGU*. 2015. No. 396. P. 245–257. (in Russ.)
8. Gorshkov S.P. *Problema sopostavleniya pleistotsenovykh otlozhenii vnelednikovoi zony Prieniseiskoi Sibiri s sobyitiyami v lednikovoi zone* (The problem of comparing Pleistocene deposits of the Yenisei Siberia non-glacial zone with events in the glacial zone). *Chetvertichnye oledeniya Srednei Sibiri. Chetvertichnye oledeniya Srednej Sibiri*. M.: Nauka (Publ.), 1986. P. 95–101. (in Russ.)
9. Zolnikov I.D., Deev E.V., Kotler S.A., Rusanov G.G., and Nazarov D.V. *Novye rezul'taty OSL-datirovaniya chetvertichnykh otlozhenii doliny verkhnei Katuni (Gornyi Altai) i privileyushchei territorii* (New results of OSL dating of Quaternary sediments in the Upper Katun valley (Gorny Altai) and adjacent area). *Geologiya i geofizika (Russian Geology and Geophysics)*. 2016. Vol. 57. No. 6. P. 933–943. (in Russ.)
10. Krivonogov S.K., Sheinkman V.S., and Mistraykov A.A. Stages in the development of the Darhad dammed lake (Northern Mongolia) during the Late Pleistocene and Holocene. *Quaternary International*. 2005. Vol. 136. P. 83–94.

11. Krivonogov S.K., Yi S., Kashiwaya K., Kim J.C., Narantsetseg T., Oyunchimeg T., Safonova I.Y., Kazansky A.Y., Sitnikova T., Kim J.Y., and Hasebe N. Solved and unsolved problems of sedimentation, glaciation and paleolakes of the Darhad Basin, Northern Mongolia. *Quaternary Science Reviews*. 2012. Vol. 56. p. 142–165.
12. Zyat'kova L.K. and Rakovets O.A. *Minusinskie vpadiny* (Minusinsk depressions). *Istoriya razvitiya rel'efa Sibiri i Dalnego Vostoka. Altae-Sayanskaya gornaya oblast'*. M.: Nauka (Publ.), 1969. P. 240–275. (in Russ.)
13. Yamskikh A.F. *Ripple landforms in the Ka-Khem and Ulug-Khem river valleys and dammed basin formation*. Field guidebook for the Global continental paleohydrology Meeting, Krasnoyarsk–Khakassia–Tuva Region, Russia. Krasnoyarsk: KrasSU, 2001. p. 195–200.
14. Fedotov A.N., Ladygin S.V., Izmaylova S.A., Sivchikov V.E., Kalinin, Tsareva E.V., Lysogorsky K.V., Kacheev Yu.F. *Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiiskoi Federatsii. Masshtab 1:200 000. Izd. vtoroe. Seriya Minusinskaya. List N-46-XX (Abakan). Ob'yasnitelnaya zapiska* (State geological map of Ro V.A. of the Russian Federation on a scale of 1: 200 000. Second edition. Minusinskaya series. Sheet N-46-XX (Abakan). Explanatory letter). M.: VSEGEI (Publ.), 2019. 78 p.
15. Fedotov A.N., Perfilova O.Yu., Ladygin S.V., Izmaylova S.A., Naumkin A.M., and Soboleva I.N. *Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiiskoi Federatsii. Masshtab 1:200 000. Seriya Minusinskaya. List N-46-XXV (Askiz). Ob'yasnitelnaya zapiska* (State geological map of the Russian Federation. Scale 1:200 000. Minusinskaya Series. Sheet N-46-XXV (Askiz). Explanatory letter). M.: VSEGEI (Publ.), 2013. 240 p.
16. Puminov A.P. *K istorii doliny r. Eniseya na uchastke Minusinskogo progiba v kainozoe* (To the history of the river valley Yenisei on the site of the Minusinsky deflection in Cenozoic). *Chetvertichnyi period Sibiri*. M.: Nauka (Publ.), 1966. P. 91–105. (in Russ.)
17. Arhipov S.A. *Problema korrelyatsii allyuvial'nykh i lednikovyykh otlozhenii: terrasy Eniseya vnelednikovoi zony Zapadno-Sibirskoi nizmennosti* (The problem of correlation of alluvial and glacial deposits: terraces of the Yenisei non-glacial zone of the West Siberian lowland). *Chetvertichnyi period Sibiri*. M.: Nauka (Publ.), 1966. P. 50–71. (in Russ.)
18. Sugorakova A.M., Yarmolyuk V.V., and Lebedev V.I. *Kainozoiskii vulkanizm Tuvy* (Cenozoic volcanism of Tuva). Kyzyl: TuvIKOPR SO RAN (Publ.), 2003. 92 p.
19. Yarmolyuk V.V., Lebedev V.I., Arakelyanc M.M., Lebedev V.A., Prudnikov S.G., Sugorakova A.M., and Kovalenko V.I. Neovolcanism in Eastern Tuva: Chronology of Volcanic Events, based on K–Ar Dating. *Doklady RAN*. 1999. No. 368 (2). P. 244–249. (in Russ.)
20. Yarmolyuk V.V., Lebedev V.I., Arakelyanc M.M., Lebedev V.A., Prudnikov S.G., Sugorakova A.M., and Kovalenko V.I. Neovolcanism in Eastern Tuva: Chronology of Volcanic Events, Based on K–Ar Dating. *Reports of the Russian Academy of Sciences*. 1999. No. 368 (7). P. 907–911.
21. Efimtsev N.A. *Chetvertichnoe oledenenie Zapadnoi Tuvy i vostochnoi chasti Gornogo Altaya* (Quaternary glaciation of Western Tuva and the Eastern part of the Gorny Altai). M.: AN SSSR (Publ.), 1961. 164 p.
22. Drozdov N.I., Chekha V.P., and Hazarts P. *Geomorfologiya i chetvertichnye otlozheniya Kurtakskogo geoarkheologicheskogo raiona (Severo-Minusinskoi vpadiny)*. (Geomorphology and Quaternary deposits of the Kurtak geoarchaeological region (North Minusinsk depression)). Krasnoyarsk: RIO KGPU im. V.P. Astafeva (Publ.), 2005. 112 p.
23. Lauhin S.A., San'ko A.F., and Motuzko A.N. Lower Pleistocene deposits found in the Southwestern Eastern Sayan mountain. *Stratigrafiya. Geologicheskaya korrelyatsiya*. 2005. Vol. 13. No 1. P. 116–123. (in Russ.)