



УДК 551.79:551.435(571.151)

СТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ГОРНОГО АЛТАЯ В ПОЗДНЕМ НЕОПЛЕЙСТОЦЕНЕ И ГОЛОЦЕНЕ

И. Д. Зольников^{1,2,3}, Е. В. Деев^{2,3,4}

¹Институт геологии и минералогии им. В. С. Соболева СО РАН, Новосибирск, Россия; ²Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия; ³Институт географии РАН, Москва, Россия; ⁴Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, Новосибирск, Россия

Показано, что представительные разрезы позднелепесточных аллювиальных отложений встречаются преимущественно в расширениях магистральных долин и межгорных котловин Горного Алтая. Приведены данные оптико-стимулированной люминесценции и радиоуглеродного датирования, характеризующие малояломанский аллювий в стратотипическом Малояломанском разрезе и в одно-возрастных опорных разрезах верхнего, среднего и нижнего течения р. Катунь. Это позволяет сделать вывод о региональном стратиграфическом значении малояломанского аллювия и отнести его к эпохе, разделяющей два позднечетвертичных оледенения Горного Алтая. Поставлен вопрос о необходимости выявления стратиграфической значимости региональных и местных событий, обусловивших не только ледниковое, но и сейсмообвальное подпруживание долин Горного Алтая в позднем неоплейстоцене.

Ключевые слова: аллювий, неоплейстоцен, Горный Алтай, стратиграфия.

STRATIGRAPHICAL SIGNIFICANCE OF THE GORNY ALTAI ALLUVIAL DEPOSITS IN THE LATE PLEISTOCENE AND HOLOCENE

I. D. Zolnikov^{1,2,3}, E. V. Deev^{2,3,4}

¹V.S.Sobolev Institute of Geology and Mineralogy of the SB RAS, Novosibirsk, Russia; ²Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia; ³Institute of Geography of the RAS, Moscow, Russia; ⁴A.A.Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics of the SB RAS, Novosibirsk, Russia

It is shown that representative sections of the Late Pleistocene alluvial deposits are found mainly in planations of main valleys and intermountain basins of the Gorny Altai. The data of optically stimulated luminescence and radiocarbon dating characterizing the Malyi Yaloman alluvium in the stratotypic Malyi Yaloman section and in same-age reference sections in the upper, middle and lower reaches of the Katun River are presented. That implied the regional stratigraphical significance of the Malyi Yaloman alluvium and its attribution to the epoch separating two Late Quaternary glaciations of the Gorny Altai. The question is raised of the need to identify the stratigraphical significance of regional and local events that caused not only glacial, but also seismic damming of the Gorny Altai valleys in the Late Pleistocene.

Keywords: alluvium, Pleistocene, Gorny Altai, stratigraphy.

DOI 10.20403/2078-0575-2021-10с-28-35

Разнообразие отложений, слагающих террасы долин рр. Чуя и Катунь, приводило исследователей к разным вариантам генетической и стратиграфической интерпретации четвертичных отложений и рельефа данной территории. Большинство согласны с разделением этих террас на высокие (300–70 м над урезом реки), средние (70–10 м) и низкие (менее 5 м). По [3] высокие террасы представлены отложениями ининской толщи, а более низкие – сальджарской. Позже было установлено, что эти толщи залегают в цоколях террас, а сами террасы являются преимущественно эрозионными. Аккумулятивные накопления аллювия фактически отсутствуют в пределах высоких террас и редко встречаются в верхней части средних [14]. Низкие террасы высотой около 5 м относятся к аккумулятивным аллювиальным образованиям голоцена. Стоит особо подчеркнуть, что наиболее представительные разрезы аллювия, по поводу фациально-генетической интерпретации которых ни у кого не возникает сомнений, были впервые описаны и датированы новейшими геохронологическими методами относительно недавно [8, 14].

Об условиях формирования ининской и сальджарской толщ высказывались различные мнения.

Дискуссии об их ледниковом, камовом, аллювиальном, гляциально-суперпаводковом происхождении рассмотрены в региональных обобщениях [4, 6, 7, 10, 11]. Однако вне зависимости от представлений о генезисе цоколя высоких и средних террас результаты геохронологического датирования [8, 18] позволили сделать вывод о том, что формирование аллювия началось в долинах рек Чуя и Катунь около 80–90 тыс. лет назад (далее – л. н.), т. е. после завершения формирования сальджарской толщи. После этого возрастного рубежа ведущим экзогенным фактором формирования отложений и рельефа изучаемых долин стала речная деятельность, представленная чередованием этапов эрозии и аккумуляции. Наличием мощной толщи рыхлых отложений, легко доступных для речного размыва и выноса, собственно, и объясняется доминирование эрозионного типа террас над аккумулятивным в расширениях магистральных долин. Исключением являются районы локальной экспансии в долину р. Чуя Чибитского, Маашейского и Куэжтанарского ледников во время последнего глобального похолодания, коррелируемого с морской изотопной стадией (МИС) 2. Изучение геоморфологического

положения [5] и геологических разрезов аллювиальных отложений [8, 14] позволило сформировать представления об этапах речной эрозионно-аккумулятивной деятельности в долинах рек Чуя и Катунь.

Ключевые разрезы аллювия в контексте геолого-геоморфологического строения долин рек Чуя и Катунь

При изучении речных террас горных территорий всегда остро стоит вопрос об их стратиграфическом значении. Закономерности формирования аллювия в горах обусловлены интегральным сочетанием двух основных факторов – неотектонического и палеоклиматического [12, 15]. Общеизвестно, что хорошо разработанные горные долины за исключением троговых участков представляют собой четковидное чередование сужений и расширений. При этом неотектоническая история каждого расширения может быть разной, следовательно, разновозрастными могут быть локализованные в них аллювиальные террасы. Специально для выявления геоморфологических особенностей речных долин Юго-Восточного Алтая разработана методика морфометрического анализа на основе количественной оценки ширины террас и степени извилистости русел в пределах магистральных долин [5], которая позволила охарактеризовать основные типы геолого-геоморфологического стро-

ения долин Чуя и Катунь, имеющих значение для перспектив стратиграфического изучения аллювия (рис. 1).

К *первому* типу относятся участки с узкой прямолинейной долиной, заложенной по разломным зонам. Для этих участков характерна инстративная динамическая фаза формирования аллювия. Такие узкие долины, как правило, лишены и цокольных сальджарских, и аллювиальных отложений. Нередко русло протекает не по одному протяженному разлому, а состоит из последовательности прямолинейных отрезков, выработанных по отдельным разломам, что обуславливает его «неотектоническую изломленность». *Второй* тип представлен более широкими участками долины с однорукавным слабо извилистым руслом. Здесь уже встречаются террасы. На них формируются маломощные аллювиальные отложения, вложенные в цоколь. По всей вероятности, для таких участков характерна стабильная неотектоническая обстановка (отсутствие как интенсивных опусканий, так и воздыманий). *Третий* тип характеризует локальные расширения долин, в которых русло меандрирует. Здесь на террасовых цоколях встречаются аллювиальные отложения, которые нередко «прижаты» к тыловому шву средних террас. *Четвертому* типу соответствуют преобразованные палеоледниками долины с извилистым руслом, перлювием по морене и редкими маломощными фрагментами субстративного аллювия. *Пятый* тип включает участки долины, испытавшие в недавнем геологическом прошлом обвальное, моренное или ледниковое подпруживание, в результате которого формировались отложения, представленные параллельно-слоистыми песками и алевритами; при этом образуются широкие долины с интенсивно меандрирующим руслом, старицами и второстепенными протоками. *Шестой* тип объединяет широкие долины внутри межгорных котловин и переходные к ним участки. Русло многорукавное; выделяются главная протока и многочисленные второстепенные. Для этого типа характерен констративный аллювий повышенной мощности. Нередко пятый тип фрагментарно как бы «накладывается» на шестой.

Данная типизация в значительной мере условна и выполняет вспомогательную функцию для стратиграфических исследований. На наш взгляд, наиболее перспективны для изучения речных отложений третий и шестой типы долин, где аллювий представлен не только русловой, но и пойменной фацией, которая, с одной стороны, пригодна для определения радиометрических возрастов отложений методом оптически-стимулированной люминесценции (ОСЛ), а с другой – может включать остатки

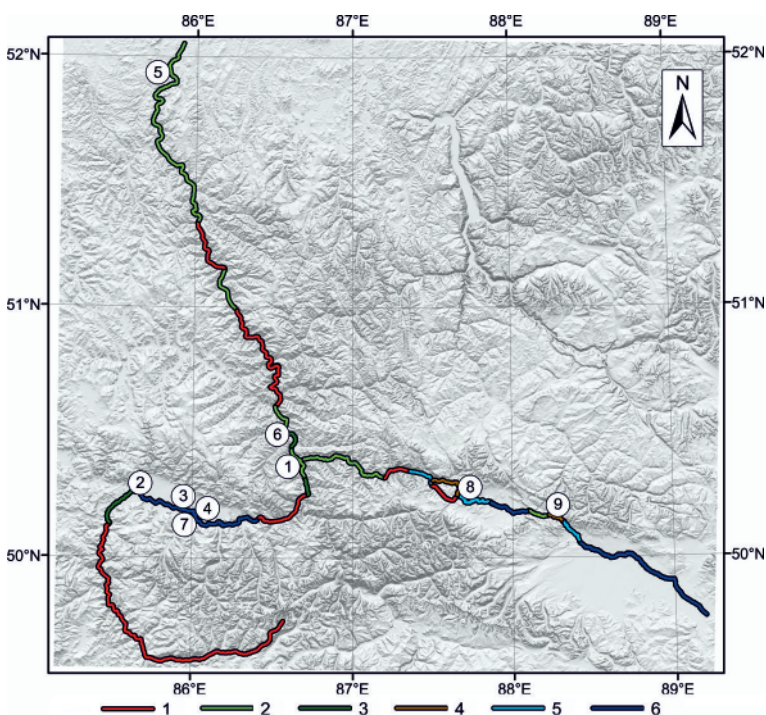


Рис. 1. Схема распространности различных морфологических типов долины в пределах р. Чуя и верхнего – среднего течения р. Катунь

1 – узкие изломанные долины, ущелья; 2 – более широкие участки долин, характеризующиеся аллювиальной аккумуляцией; 3 – локальные межгорные впадины; 4 – участки долины, занятые палеоледником; 5 – участки долин, подпруженные палеоледником; 6 – межгорные котловины; цифры в кружках – номера точек разрезов на рис. 2

палеофауны, перспективные для радиоуглеродного анализа.

В решениях Межведомственного рабочего совещания по разработке региональной стратиграфической схемы четвертичных отложений Алтае-Саянской области (22–23 ноября 2018 г.), предложено между сальджарской толщей и мореной второго позднеплейстоценового оледенения выделить маломяломанский аллювий. В качестве стратотипа нами предложен геологический разрез (№ 1 на рис. 2) с координатами: 50,49726° с.ш., 86,59146° в.д., который вскрыт карьером, выработанным в левобережной средней террасе р. Катунь (с высотой площадки около 60 м над урезом реки), близ устья р. Малый Яломан [4, 14]. В стенках карьера обнажены срезающие друг друга серии косослоистого и мульдообразно-слоистого серого гравийно-галечника, галечника, гравийника. Видимая мощность аллювиальных отложений, подошва которых уходит под основание карьера, 15 м. Общая последовательность отложений включает прерывистые слои пойменных песков толщиной 20–30 см, редко до 1 м, которые ориентированы субгоризонтально и разделяют косослоистые гравийно-галечники русловой фации. Таким образом, по особенностям геологического строения описываемые отложения можно отнести к настилаемому (констративному) типу аллювия.

В южной стенке с глубины 13,2 м от бровки карьера выходит слой палево-серого крупнозернистого пойменного песка, из которого получена ОСЛ-дата (RIS0-132543) 89 ± 10 тыс. л. н. [8] (ОСЛ-датирование здесь и далее выполнено в скандинавской лаборатории люминесцентного датирования, Орхусский университет, Дания). Это позволяет отнести маломяломанский аллювий к эпохе, разделяющей два позднечетвертичных оледенения Горного Алтая.

Очевидно, что одной даты крайне недостаточно для того, чтобы обосновать возраст выделяемо-

го стратиграфического подразделения. Кроме того, встает вопрос, есть ли стратиграфические аналоги яломанского аллювия в других расширениях долин Чуи и Катунь, геологическая история которых может существенно отличаться. В этом отношении показателен район Верхней Катунь, где расположены Тюгюрюкская, Абайская, Уймонская, Катандинская и Тюнгурская котловины. Непосредственно в западной части Уймонской котловины на левом берегу в приустьевом участке р. Баштала описан Усть-Башталинский разрез (№ 2 на рис. 2) с координатами 50,26448° с.ш., 85,67481° в.д. [3].

Обрыв высотой 12 м (2–3 м основания скрыто осыпью) вскрывает снизу вверх два руслово-пойменных цикла. Нижний цикл начинается пачкой косослоистого гравийно-галечника (русловая фация) видимой мощностью более 1,4 м и заканчивается пачкой субгоризонтально-параллельно переслаивающихся алевропелита, алеврита и песка (пойменная фация) общей мощностью до 3,9 м. Верхний цикл содержит аналогичные гравийно-галечники с прослоями серого песка (русловая фация) общей мощностью до 2,4 м и параллельно-слоистые алевриты (пойменная фация) с маломощными прослоями гравийника, общей мощностью 1,1 м. Из алевритов нижнего цикла отобраны гастроподы (ниже 6,8 м от бровки обрыва), по которым в Университете Аризоны (Тусон, США) получена AMS¹⁴C древнее 45,7 тыс. лет [13]. Из песков нижнего цикла (6,4 м ниже бровки обрыва) взят образец, для которого определен ОСЛ-возраст 77 ± 5 тыс. лет [8]. Как мы видим, радиоуглеродная и ОСЛ-дата согласуются друг с другом. Более того, ОСЛ-возраст Усть-Башталинского разреза (77 ± 5 тыс. лет) сопоставим с таковым Маломяломанского (89 ± 10 тыс. лет) в пределах перекрытия доверительных интервалов.

Еще одно обнажение – Нижнеуймонское (№ 3 на рис. 2) расположено в долине верхнего течения р. Катунь в Уймонской котловине в 1,1 км к юго-западу от с. Мульта в карьере с координатами

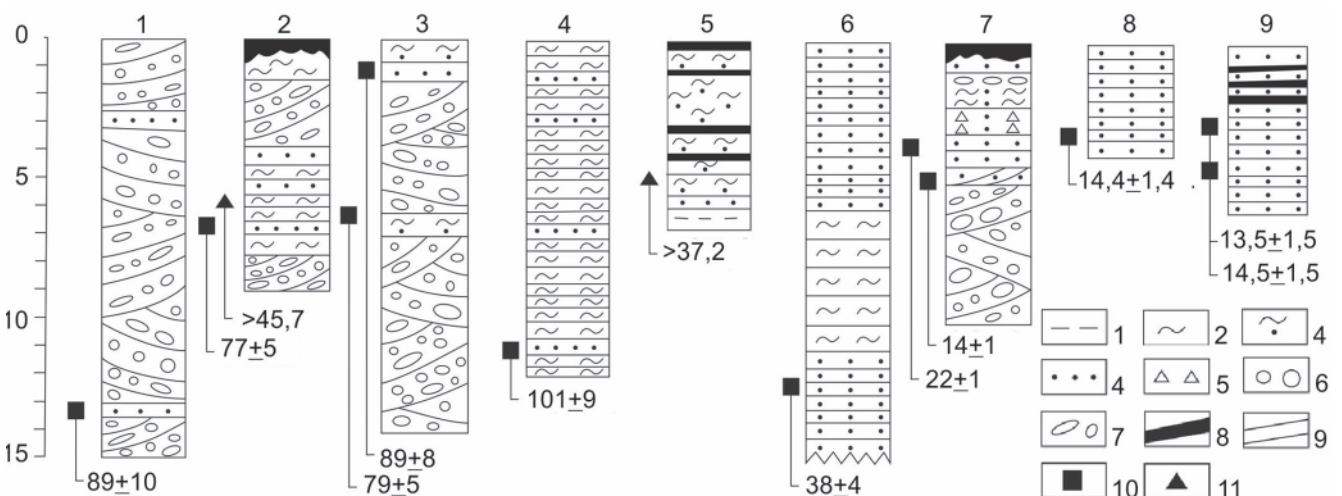


Рис. 2. Сводная схема стратиграфических колонок

1 – глина; 2 – алеврит; 3 – алевропесок; 4 – песок; 5 – дресва; 6 – гравий; 7 – галька; 8 – палеопочвы и современные почвы; 9 – слоистость; 10 – данные ОСЛ-датирования; 11 – данные радиоуглеродного датирования

50,20446° с. ш., 85,94220° в. д., который вскрывает уступ второй речной террасы по левому борту долины р. Катунь. В стенках высотой до 14 м представлено цикличное чередование слоев серого косослоистого и полого-мульдообразно-слоистого гравийно-галечника русловой фации аллювия (мощность 2,2–5,2 м) и светло-серого тонко-параллельно-субгоризонтально-слоистого пескогравийника и алевропеска пойменной фации (0,3–2,4 м). Для ОСЛ-датирования отобраны образцы из пойменных песков, по которым получены возрасты 89 ± 8 тыс. лет (RIS0-132534) на расстоянии 1,1 м ниже бровки карьера и 79 ± 5 тыс. лет (RIS0-132533) на расстоянии 5,8 м ниже бровки карьера [8]. Разброс 10 тыс. лет укладывается в суммированную погрешность 13 тыс. лет, поэтому даты друг другу не противоречат. Следует также отметить, что даты по Нижнеуймонскому разрезу согласуются с таковыми по Усть-Башталинскому и Малояломанскому.

Аллювиальные отложения Уймонской котловины вложены в лимногляциальные осадки последнего ледниково-подпрудного озера, которые изучены на юго-восточной окраине Уймонской котловины и в перемычке между Уймонской и Катандинской котловинами в техногенных подрезках уступа озерной террасы вдоль автомобильной дороги [8]. Наиболее представительным из них является придорожное обнажение длиной около 100 м на восточной окраине Уймонской котловины (№ 4 на рис. 2). Оно находится в 5,9 км юго-восточнее д. Нижний Уймон на левом берегу р. Катунь и имеет координаты 50,17449° с. ш., 86,02805° в. д. Бровка обнажения постепенно с востока на запад срезает толщу сверху. В этом же направлении появляются стратиграфически более низкие слои и наращивается общая мощность вскрытой толщи. Видимая мощность отложений превышает 12 м. В обнажении вскрыт параллельно-субгоризонтально-слоистый палево-бурый алеврит с редкими прослоями песка и пескодресвяника толщиной 5–10 см, расположенными через 30–60 см. На расстоянии 3,2 м вниз от бровки отобран образец, для которого получен ОСЛ-возраст 101 ± 9 тыс. лет (RIS0-132536) [8]. Это первое непосредственное датирование отложений оз. Рериха, которое хорошо согласуется с оптиколюминесцентными датами Усть-Башталинского, Нижнеуймонского и Малояломанского разрезов, показывая, что формирование аллювия как в верхнем, так и в среднем течении р. Катунь началось фактически сразу после спуска ледниково-подпрудного бассейна, т. е. после завершения первого оледенения верхнего неоплейстоцена Горного Алтая.

В нижнем течении р. Катунь на правом берегу около северо-восточной окраины д. Дубровка в придорожном карьере (№ 5 на рис. 2) с координатами 51,937583° с. ш., 85,840706° в. д. изучены отложения субаэрального покрова, перекрывающего II надпойменную террасу (НПТ) р. Катунь, входящую в комплекс средних террас [4]. Сверху вниз от бровки

карьера вскрыты лессовидный песчаный алеврит, алевропесок общей мощностью 4,7 м с тремя палеопочвами, верхняя из которых имеет малую толщину (несколько см) и эфемерный облик. Под субаэральным покровом залегает бурый солифлюкционно-преобразованный алевропесок с включениями песков и глин общей мощностью 0,9 м. В этом слое на глубине 4,8–4,9 м от бровки обрыва встречены обломки костей благородного оленя (*Cervus elaphus* L.). Еще ниже залегают аллювиальные отложения: хорошо промытый светло-серый песок мощностью 0,4 м крупно- и среднезернистый с редким гравием и коричневая с белесоватыми прослойками глина видимой мощностью 0,7 м. Из костей благородного оленя в Университете Аризоны получена ^{14}C AMS-дата (AA-79789) более 37200 л. н. Следовательно, аллювий II террасы р. Катунь в нижнем течении оказывается древнее 37 тыс. лет и может быть сопоставлен по времени формирования с вышеописанным аллювием долины той же реки в ее верхнем и среднем течении.

Таким образом, четыре датированных геологических разреза свидетельствуют, что в верхнем, среднем и нижнем течении р. Катунь происходило накопление аллювиальных отложений в начале эпохи, разделяющей два позднечетвертичных оледенения Горного Алтая, которая сопоставляется с третьей ступенью верхнего неоплейстоцена (III₃). Следовательно, данный этап речной аккумуляции не являлся локальным для Малояломанского расширения Катунской долины, где находится стратотип малояломанского аллювия, но имеет региональное стратиграфическое значение по крайней мере для всей долины р. Катунь. Отсутствие опорных разрезов аллювия этого возраста в долине р. Чуя объясняется, во-первых, редкой встречаемостью сколько-нибудь представительных разрезов аллювия в магистральных долинах Юго-Восточного Алтая вообще, а во-вторых, тем, что расширения этой долины, как правило, заняты более молодыми отложениями другого генезиса.

Событийная история морфолитогеоза в долинах Чуи и Катунь в постсальджарское время

Имеющиеся на 2021 г. геолого-геоморфологические и геохронологические данные позволяют считать реперной границей, после которой началось формирование аллювиальных отложений долин Чуи и Катунь, кровлю сальджарской толщи, время образования которой сопоставляется [8] со второй ступенью верхнего неоплейстоцена (III₂). Первый послесальджарский этап геологической деятельности рек в магистральных долинах Юго-Восточного Алтая ознаменовался врезом в кровлю сальджарских отложений, за которым последовал этап аккумуляции констративного аллювия. В ходе второго этапа сформировались отложения Малояломанского, Усть-Башталинского, Нижнеуймонского и Дубровкинского разрезов с четырьмя ОСЛ-датами от 89 ± 10 до 77 ± 5 тыс. лет назад и двумя за пределами

ными AMS-датами. Тыловой шов аккумулятивной террасы этого этапа всего на 2–3 м ниже поверхности кровли сальджарской толщи, маркированной ининским «садом камней» и грядами «знаков гигантской ряби». Таким образом, почти весь эрозионный врез 1-го этапа, по-видимому, не превышавший 15 м, был заполнен аллювиальными отложениями, сформировавшимися в ходе последовавшего за ним аккумулятивного этапа.

Третьим этапом деятельности реки является эрозионный врез на глубину 25–30 м. В долине средней Катунь площадки следующей террасы расположены на 25–30 м вниз от кровли малояломанского аллювия. Этот врез фиксируется обширной площадкой террасы Среднекатунского разреза (50,50495° с. ш., 86,56578° в. д.), который расположен на левом берегу р. Катунь между устьями ее левобережных притоков – рек Большой и Малый Яломан [8, 17]. В геоморфологическом отношении глубина данного вреза отражена широкими площадками средних террас Малояломанского расширения высотой 25–30 м от уреза реки. Площадки этого гипсометрического уровня фиксируются в нескольких участках, в том числе около устья р. Чуя.

Площадки террас, собственно, отражают следующий, четвертый этап развития речных долин, связанный с расширением долины и формированием маломощного субстративного аллювия – перлювиального базального горизонта. Такой базальный слой значительного простираения задокументирован в Среднекатунском разрезе [8, 14].

Пятый этап также изучен в Среднекатунском разрезе. Общая протяженность стенки обрыва более 580 м. Цокольное основание мощностью 20–24 м представлено наклонным параллельным переслаиванием пачек щебнегалечников, валунов, дресвяников. В крупнообломочных сериях встречаются глыбы, лежащие согласно слоистости и с отдельными глыбами [14]. Поверх сальджарской толщи в восточной части разреза на перлювиальном горизонте размыта залегают аллювиальные мульдобразно-слоистые галечники с гравийными песками мощностью до 8 м. В западной части разреза в цокольных отложениях выработано палеорусло Катунь еще на глубину около 15 м, т. е. до уровня около 10 м над урезом воды. Палеорусло выполнено параллельно-слоистыми песками и алевритами. Эти отложения сформированы после обвала, вероятно сейсмически обусловленного, ниже по течению р. Катунь, который послужил плотиной, запрудившей ее долину [17]. В соответствии с классификацией фаций горного аллювия А. А. Чистякова [15] эти отложения можно отнести к подпрудной фации аллювия. Из нижней части алевропесчаной пачки получен ОСЛ-возраст 38±4 тыс. лет (RISO-142566) [17]. Следовательно, этап очередного аллювиального вреза фиксируется погребенным палеоруслом в данном разрезе на хронологическом уровне около 40 тыс. л. н.

Таким образом, третий, четвертый и пятый этапы отражают последовательную смену глубинной, боковой и опять глубинной эрозии после завершения формирования малояломанского аллювия. Эти этапы не оставили после себя констративных речных накоплений и обосновываются преимущественно геоморфологическими критериями. Здесь же следует отметить, что в районе Среднекатунского разреза врезание прекратилось не из-за палеоклиматических причин, а в результате локального обвального перегораживания долины, которое, судя по значительной мощности подпрудных отложений, кратковременным не было. Следовательно, в других участках магистральных долин эрозия (как глубинная, так и, возможно, боковая) вплоть до полного прорезания рекой сальджарской толщи до скальных пород продолжалась вне зависимости от истории завально-подпрудного проточного озера.

Аллювиальные отложения очередного этапа речной аккумуляции изучены в Маргалинском разрезе [8], который расположен в восточной части Уймонской котловины около устья р. Маргала (50,18821° с. ш., 86,00697° в. д.). В основании берегового обрыва надпойменной аккумулятивной террасы р. Катунь протяженностью более 250 м и высотой до 10 м (№ 7 на рис. 2) залегают аллювиальные косослоистые галечники и мелкие валунники видимой мощностью 5,1–5,5 м, перекрытые косослоистыми среднезернистыми песками мощностью 0,5–0,7 м. Из аллювиальных песков с глубины 4,4 м от бровки получена ОСЛ-дата (RISO-132540) 22±1 тыс. лет [8], которая свидетельствует о том, что эрозионный врез сменился аккумуляцией в начале эпохи, соответствующей четвертой ступени верхнего неоплейстоцена (III₄).

Стратиграфически и гипсометрически выше аллювиальных отложений в Маргалинском разрезе залегают подпрудно-аллювиальные параллельно-слоистые мелкозернистые алевритистые пески мощностью 0,5–1,7 м. Из основания этих подпрудных осадков с глубины 2,5 м от бровки получена дата 14±1 тыс. лет (RISO-132541) [8]. В восточном окончании Маргалинского разреза первая НПТ высотой до 5 м со срезающим контактом прилегает ко второй. Таким образом, между накоплением отложений 10- и 5-метровой террас фиксируется эрозионный размыв. Из основания первой НПТ в глинистом слое отобран растительный детрит с калиброванным AMS ¹⁴C возрастом 5890–5810 л. н. (UGAMS-27116) [8]. Эта дата указывает на начало очередного вреза и последовавшего за ним этапа аллювиальной аккумуляции, который приходится в данном участке на середину голоцена.

Отметим, что Маргалинский разрез состоит из аллювия лишь в нижней части. Верхняя часть этого разреза сложена аллювиально-подпрудными алевропесками, которые перекрываются прорывными пескодресвяниками небольшой мощности (до 1,5–2 м). Следовательно, данная терраса явля-



ется результатом аккумуляции в проточном озере, которое сформировалось, по всей вероятности, за счет сейсмообвального подпруживания [9]. Врез в озерно-аллювиальные осадки 10-метровой террасы Маргалинского разреза, вероятнее всего, обусловлен спуском подпрудных вод в результате разрушения плотины; не исключено, впрочем, что и по палеосейсмической причине. Поэтому в хронологическом интервале примерно от 14 до 6 тыс. л. н. реальный характер речных процессов в долине р. Катунь за пределами проточного подпрудного озера мог быть как аккумулятивным, так и эрозионным. Соответственно, формирование низкой (около 5 м) аккумулятивной речной террасы в магистральных долинах Горного Алтая могло начаться не в середине, а, например, в начале голоцена.

Следует особо подчеркнуть, что расширения магистральных долин, наиболее перспективные для накопления и сохранения аллювиальных отложений, являются районами, потенциально перспективными для накопления и сохранения отложений другого генезиса. Так, в долине р. Чуя расширение около урочища Баратал занято параллельно-слоистыми песками и алевритами ледниково-подпрудного озера (№ 8 на рис. 2), возраст которых определяется пока единственной ОСЛ-датой (RISO-142565) $14,4 \pm 1,4$ тыс. л. н. [8]. Осадки этого палеозера продолжают и в Курайскую котловину, занимая ее наиболее низкую часть. Западнее расширение долины р. Чуя выстилается моренными диамиктонами, одновозрастными баратальским подпрудно-озерным алевропескам. Расширение в долине р. Чуя между Курайской и Чуйской котловинами у руч. Куэктанар также выполнено параллельно-слоистыми песками подпрудного озера (№ 9 на рис. 2) возрастом по данным термолюминесцентного анализа $14,5 \pm 1,5$ и $13,5 \pm 1,5$ тыс. лет [16]. Одни исследователи причину возникновения этого проточного озера связывают с Куэктанарским ледником, а другие – с Сукорским оползнем-обвалом. Отложения подпрудного озера продолжают в Чуйской котловине, выстилая наиболее низкий участок ее днища.

Еще одно расширение долины находится ниже по течению р. Чуя от устья р. Бельгебаш. Здесь на значительном расстоянии (более 5 км вдоль реки) отсутствуют представительные береговые обнажения, но русло ветвится на протоки, а еще ниже по течению наблюдаются обширные обвальные образования «свежего» облика. Очевидно, что здесь озерные осадки как завально-подпрудного, так и ледниково-подпрудного происхождения, формировавшиеся в конце неоплейстоцена и в голоцене, перекрыли предшествовавшие аллювиальные отложения. Кроме того, часть расширений долины р. Чуя занята диамиктонами Чибитского, Маашейского, Куэктанарского ледников, которые залегают поверх сальджарской толщи, и, следовательно, по возрасту их можно сопоставить с четвертой ступенью верхнего неоплейстоцена. Значит, в районах распростра-

нения ледниковых образований мы также можем ожидать аллювиальных отложений преимущественно лишь голоценового возраста, вложенных в ледниковые и озерные осадки.

С этой точки зрения показателен Маргалинский разрез Верхней Катуни, где аллювий перекрыт подпрудно-озерными осадками, с врезанными флювиально-прорывными отложениями, а к ним, в свою очередь, прислонен аллювий 5-метровой пойменной террасы, которая начала формироваться в середине голоцена. Не исключено, что финал неоплейстоцена – это время интенсификации регионального проявления палеосейсмических событий, которые наряду с локальными вторжениями ледников привели к этапу формирования подпрудных озер. В таком случае отложения этих озер на каждом участке будут иметь значение для создания местных стратиграфических шкал. Однако, поскольку они достаточно часто встречаются в расширениях магистральных долин Алтая, а также в приустьевых расширениях их притоков, то не исключено их последующее включение в состав четвертой ступени верхнего неоплейстоцена при условии надежного геохронологического обоснования.

Проявление обвального подпруживания в магистральных долинах характерно и для более раннего времени. Об этом, в частности, свидетельствуют подпрудно-озерные осадки возрастом 38 ± 4 тыс. лет, выполняющие палеоруло в Среднекатунском разрезе. Еще более древние озерные осадки, залегающие под сальджарской толщей, зафиксированы, например, в нижней части Усть-Чуйского разреза [4, 17]. Особого внимания заслуживают озерно-подпрудные осадки в притоках р. Катунь, возникновение которых по возрасту не увязывается с сальджарским событием [1, 2, 17]. В связи с этим важное значение как для местной, так и для региональной стратиграфии приобретают палеосейсмологические исследования, ориентированные на выявление этапов интенсификации палеоземлетрясений для территории Горного Алтая [1, 2, 9, 17]. Отметим, что неотектонические события, обычно воспринимаемые как явления, осложняющие стратиграфию, в данном случае изучаются непосредственно в геологических разрезах и интерпретируются в региональном контексте истории четвертичного осадконакопления, что, несомненно, должно учитываться при составлении и местных, и региональной стратиграфических схем.

Выводы

Основная задача статьи – обобщение имеющейся информации для обоснования валидности яломанского горизонта в стратиграфической схеме Горного Алтая [3, 4, 8, 9, 14].

Подводя итог всему сказанному, можно сделать вывод, что малояломанский аллювий сформировался на этапе аккумуляции, который пришелся на время, соответствующее теплым подстадиям



МИС 5. Вслед за этим этапом последовал достаточно долгий этап врезания в сальджарскую толщу, который представлял собой чередование глубокой и боковой эрозии и сменился аккумуляцией уже в конце позднего неоплейстоцена и в голоцене. Возраст малояломанского аллювия определен в Малояломанском, Усть-Башталинском, Нижнеуймонском и Дубровкинском разрезах четырьмя ОСЛ-датами (от 89 ± 10 до 77 ± 5 тыс. л. н.) и двумя за-предельными AMS¹⁴C-датами. Особо подчеркнем, что эти стратотипический и опорные разрезы локализованы в верхнем, среднем и нижнем течении р. Катунь, т.е. на всем ее протяжении, охватывая как палеогляциозону, так и неледниковую, а также перигляциальную палеозоны плейстоцена Горного Алтая, что свидетельствует о региональном значении выделяемого стратона, отнесенного к эпохе, которая разделяет два верхнеплейстоценовых оледенения.

Исследования выполнены при финансовой поддержке проекта РНФ № 19-17-00179.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Деев Е. В., Зольников И. Д., Гуськов С. А. Сейсмичность в четвертичных отложениях Юго-Восточного Алтая // Геология и геофизика. – 2009. – Т. 50, № 6. – С. 703–722.

2. Деев Е. В., Зольников И. Д., Лобова Е. Ю. Позднеплейстоцен-голоценовые сейсмогенные деформации в долине р. Малый Яломан (Горный Алтай) // Геология и геофизика. – 2015. – Т. 56, № 9. – С. 1601–1620.

3. Ефимцев Н. А. О строении и происхождении антропогенных отложений долин рек Чуи и Катунь в Горном Алтае // Бюллетень Комиссии по изучению четвертичного периода. – 1964. – № 29. – С. 115–131.

4. Зольников И. Д., Мистрюков А. А. Четвертичные отложения и рельеф долин Чуи и Катунь. – Новосибирск: Параллель, 2008. – 180 с.

5. Котлер С. А., Зольников И. Д. Выделение геоморфологических типов долины реки Чуя (Горный Алтай) на основе морфометрических показателей // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2018. – № 4. – С. 22–29.

6. Новиков И. С. Морфотектоника Алтая. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2004. – 313 с.

7. Новиков И. С., Парначев С. В. Морфотектоника позднечетвертичных озер в речных долинах и межгорных впадинах Юго-Восточного Алтая // Геология и геофизика. – 2000. – Т. 41, № 2. – С. 227–238.

8. Новые результаты ОСЛ-датирования четвертичных отложений долины верхней Катунь (Горный Алтай) и прилегающей территории / И. Д. Зольников, Е. В. Деев, С. А. Котлер и др. // Геология и геофизика. – 2016. – Т. 57, № 6. – С. 1184–1197.

9. Палеоземлетрясения в Уймонской внутригорной впадине (Горный Алтай) / Е. В. Деев,

И. Д. Зольников, И. В. Турова и др. // Геология и геофизика. – 2018. – Т. 59, № 4. – С. 437–452.

10. Парначев С. В. Геология высоких алтайских террас (Яломано-Катунская зона). – Томск: ИПФ ТПУ, 1999. – 137 с.

11. Рудой А. Н. Гигантская рябь течения (история исследований, диагностика, палеогеографическое значение). – Томск: ТГПУ, 2005. – 224 с.

12. Сладкопевцев С. А. Развитие речных долин и неотектоника. – М.: Недра, 1972. – 184 с.

13. Следы древних землетрясений в четвертичных отложениях межгорных впадин Центральной части Горного Алтая / Е. В. Деев, И. Д. Зольников, С. В. Гольцова и др. // Геология и геофизика. – 2013. – Т. 54, № 3. – С. 410–423.

14. Сравнительный анализ суперпаводковых отложений и аллювия долин рек Чуя и Катунь (Горный Алтай) / И. Д. Зольников, Е. В. Деев, Д. В. Назаров, С. А. Котлер // Геология и геофизика. – 2015. – Т. 56, № 8. – С. 1483–1495.

15. Чистяков А. А. Горный аллювий. – М.: Недра, 1978. – 287 с.

16. Шейнкман В. С. Возрастная диагностика ледниковых отложений Горного Алтая и их тестирование на разрезах Мертвого моря // Материалы гляциологических исследований. Вып. 93. – М.: ИГРАН, 2002. – С. 41–55.

17. Large earthquakes in the Katun Fault zone (Gorny Altai): Paleoseismological and archaeoseismological evidence / E. Deev, I. Turova, A. Borodovskiy, et al. // Quaternary Science Reviews. – 2019. – Vol. 203. – P. 68–89.

18. Russian Altai in the Late Pleistocene and the Holocene: Geomorphological catastrophes and landscape rebound / G. Baryshnikov, A. Agatova, P. Carling, et al. – Barnaul: Publishing house of Altai State University, 2015. – 137 p.

REFERENCES

1. Deev E.V., Zolnikov I.D., Guskov S.A. [Seismites in Quaternary sediments of southeastern Altai]. *Russian Geology and Geophysics*, 2009, vol. 50, no. 6, pp. 546–561.

2. Deev E.V., Zolnikov I.D., Lobova E. Yu. [Late Pleistocene – Holocene coseismic deformations in the Malyy Yaloman River valley (Gorny Altai)]. *Russian Geology and Geophysics*, 2015, vol. 56, no. 9, pp. 1256–1272.

3. Efimtsev N.A. [On the structure and origin of anthropogenic deposits of the Chuya and Katun rivers valleys in the Gorny Altai]. *Bulleten Komissii po izucheniyu chetvertichnogo perioda – Bulletin of the Commission for Study of the Quaternary*, 1964, no. 29, pp. 115–131. (In Russ.).

4. Zolnikov I.D., Mistryukov A.A. *Chetvertichnyye otlozheniya i relief dolin Chui i Katuni* [Quaternary deposits and the relief of the Chuya and Katun valleys]. Novosibirsk, Parallel Publ., 2008. 180 p. (In Russ.).

5. Kotler S.A., Zolnikov I.D. [Distinguishing the River Chuya Valley geomorphological types (Gorny



Altai) based on morphometric indices]. *Geologiya i mineralno-syryevyye resursy Sibiri – Geology and Mineral Resources of Siberia*, 2018, no. 4, pp. 22–29. (In Russ.).

6. Novikov I.S. *Morfotektonika Altaya* [Morphotectonics of Altai]. Novosibirsk, SB RAS Publ., Geo Br., 2004. 313 p. (In Russ.).

7. Novikov I.S., Parnachev S.V. [Morphotectonics of Late Quaternary lakes in river valleys and intermountain depressions of the south-eastern Altai]. *Geologiya i geofizika – Russian Geology and Geophysics*, 2000, vol. 41, no. 2, p. 227–238. (In Russ.).

8. Zolnikov I.D., Deev E.V., Kotler S.A., et al. [New results of OSL dating of Quaternary sediments in the Upper Katun' Valley (Gorny Altai) and adjacent area]. *Russian Geology and Geophysics*, 2016, vol. 57, no. 6, pp. 933–943.

9. Deev E.V., Zolnikov I.D., Turova I.V., et al. [Paleoearthquakes in the Uimon Basin (Gorny Altai)]. *Russian Geology and Geophysics*, 2018, vol. 59, no. 4, pp. 351–362.

10. Parnachev S.V. *Geologiya vysokikh altayskikh terras (Yalomano-Katun'skaya zona)* [Geology of the high Altai terraces (Yaloman-Katun zone)]. Tomsk, IPF Publ. TPU, 1999. 137 p. (In Russ.).

11. Rudoy A.N. *Gigantskaya ryab techeniya (istoriya issledovaniy, diagnostika, paleogeograficheskoye znachenie)* [Giant ripples of the current (research history, diagnostics, paleogeographic significance)]. Tomsk, TGPU Publ., 2005. 224 p. (In Russ.).

12. Sladkopevtsev S.A. *Razvitiye rechnykh dolin i neotektonika* [River valley development and neotectonics]. Moscow, Nedra Publ., 1972. 184 p. (In Russ.).

13. Deev E.V., Zolnikov I.D., Goltsova S.V., et al. [Traces of paleoearthquakes in the Quaternary deposits of intermontane basins in the central Gorny Altai]. *Russian Geology and Geophysics*, 2013, vol. 54, no. 3, pp. 312–323.

14. Zolnikov I.D., Deev E.V., Nazarov D.V., Kotler S.A. [Comparative analysis of megaflood deposits and alluvium of the Chuya and Katun' River valleys (Gorny Altai)]. *Russian Geology and Geophysics*, 2015, vol. 56, no. 8, pp. 1162–1172.

15. Chustyakov A.A. *Gornyy allyuviiy* [Rock alluvium]. Moscow, Nedra Publ., 1978. 287 p. (In Russ.).

16. Sheinkman V.S. [Age-related diagnostics of glacial deposits of the Gorny Altai and their testing on sections of the Dead Sea]. *Materialy glyatsiologicheskikh issledovaniy – Materials of glaciological researches*, Moscow, IGRAN Publ., 2002, vol. 93, pp. 41–55. (In Russ.).

17. Deev E., Turova I., Borodovskiy A., et al. Large earthquakes in the Katun. Fault zone (Gorny Altai): Paleoseismological and archaeoseismological evidence. *Quaternary Science Reviews*, 2019, vol. 203, pp. 68–89.

18. Baryshnikov G., Agatova A., Carling P., et al. Russian Altai in the Late Pleistocene and the Holocene: Geomorphological catastrophes and landscape rebound. Barnaul, Publishing house of Altai State University, 2015. 137 p.

© И. Д. Зольников, Е. В. Деев, 2021