

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СУПЕРПАВОДКОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ
И АЛЛЮВИЯ ДОЛИН РЕК ЧУЯ И КАТУНЬ (Горный Алтай)**

И.Д. Зольников^{1,3}, Е.В. Деев^{2,3}, Д.В. Назаров^{4,5}, С.А. Котлер^{1,3}

¹Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН,
630090, Новосибирск, просп. Академика Коптюга, 3, Россия

²Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН,
630090, Новосибирск, просп. Академика Коптюга, 3, Россия

³Новосибирский государственный университет, 630090, Новосибирск, ул. Пирогова, 2, Россия

⁴Санкт-Петербургский государственный университет, 119034, Санкт-Петербург, Университетская наб., 7/9, Россия

⁵Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского,
199106, Санкт-Петербург, Средний просп., 74, Россия

В серии обнажений для толщи, слагающей высокие террасы долины р. Чуя, установлено наличие параллельно-слоистых дресвяников, щебенников и валунно-глыбовников, которые являются генетическим индикатором гигантских гляциальных суперпаводков. Проведено сравнение этих отложений с типичным аллювием региона и продемонстрировано их принципиальное различие по основным признакам. Анализ окатанности обломков, гранулометрического состава, текстурных особенностей отложений, слагающих цоколь высоких террас в долинах рек Чуя и Катунь, показал их фациальную однотипность и диллювиальное происхождение, а не аллювиальное, гляциальное или флювиогляциальное генезис цокольных отложений высоких террас Чуи.

Суперпаводковые отложения, аллювий, эрозионные террасы, Чуя, Катунь, Горный Алтай.

**COMPARATIVE ANALYSIS OF MEGAFLOOD DEPOSITS AND ALLUVIUM
OF THE CHUYA AND KATUN' RIVER VALLEYS (Gorny Altai)**

I.D. Zolnikov, E.V. Deev, D.V. Nazarov, and S.A. Kotler

Sedimentary indicators of catastrophic glacial megafloods—plane-bedded angular gravel, cobbles, and boulders—are described in several sections of the high terraces of the Chuya River valley. The principal difference of these sediments from typical alluvium of this area is demonstrated. The clast roundness, grain size of clasts, and sedimentary structures of the high-terrace deposits of the Chuya and Katun' valleys indicate the same facies originated through megaflood deposition. These results are at odds with ideas of alluvial, glacial, or glaciofluvial genesis of the high-terrace deposits of the Chuya River.

Megaflood deposits, alluvium, erosion terraces, Chuya, Katun', Gorny Altai

ВВЕДЕНИЕ

Генезис террасовых комплексов Чуи и Катунь является предметом научной полемики уже около ста лет. Повышенные мощности и специфическое строение отложений, выполняющих долины магистральных рек Юго-Восточного Алтая, нашли свое объяснение в рамках концепции гигантских гляциальных паводков, которую выдвигали и обосновывали А.Н. Рудой, В.В. Бутвиловский, Г.Я. Барышников, П.А. Карлинг, Дж. Хергет и др. Альтернативные представления об аллювиальном, флювиогляциальном и ледниковом генезисе этих отложений отстаивают П.А. Окишев, Б.А. Борисов, А.В. Поздняков, В.С. Зыкин и др. По высоте террасы разделяются на высокие (300—350 м над урезом реки) и средние (60—70 м) [Ефимцев, 1964].

Вопросы теоретического обоснования и геолого-геоморфологического подтверждения катастрофического стока вод из подпрудных озер вследствие разрушения ледниковых плотин в горловинах Чуйской и Курайской межгорных котловин детально изложены в региональных обобщениях разных исследователей [Бутвиловский, 1993; Барышников, Малолетко, 1997; Рудой, 2005; Herget, 2005; Зольников, Мистрюков, 2008; и др.]. Классификация форм рельефа в рамках концепции дилювиального морфолитогенеза детально изложена в монографии А.Н. Рудого [2005], где также освещена история возникновения, развития и обоснования этой идеи. Фациальный состав и фациальная архитектура отложений высоких и средних террас Чуи и Катунь подробно рассмотрена в работах [Парначев, 1999; Зольников, Мистрюков, 2008; Carling et al., 2009]. Таким образом, концепция дилювиального морфолитогенеза, выдвинутая для Горного Алтая А.Н. Рудым, на настоящий момент имеет как теоретическое обоснование, включающее гидрологическое моделирование, так и геолого-геоморфологическое подтверждение.

Вместе с тем появилось новое представление о том, что отложения, слагающие высокие террасы Чуйской долины существенно отличаются по гранулометрическому составу и текстурному облику от отложений, слагающих высокие террасы Катунь, и представляют собой типичный горный аллювий [Зыкин и др., 2011]. Появление этой идеи оказалось возможным потому, что детальные описания сколь угодно мощных разрезов высоких террас опубликованы главным образом для Средней Катунь ниже устья р. Чуя. Именно на этом участке сосредоточены наиболее представительные обнажения, вскрывающие высокие террасы на значительном протяжении [Парначев, 1999; Зольников, 2008; Зольников, Мистрюков, 2008]. Тем не менее единое происхождение отложений высоких террас Чуи и Катунь до сих пор не вызывало сомнения у подавляющего большинства исследователей региона, поскольку высокие террасы легко узнаваемы и не похожи на другие геоморфологические объекты. Однако формально сходство геологического строения высоких террас для Чуи и для Катунь до сих пор не было доказано.

Восполняя вышеуказанный пробел, на протяжении нескольких полевых сезонов авторский коллектив детально исследовал отложения долины р. Чуя. Изучался наиболее доступный с Чуйского тракта правый борт долины, где отложения вскрываются по логам, секущим уступы высоких террас. Описано несколько десятков обнажений. Местоположение наиболее представительных из них показано на рис. 1. Ограниченная площадь этих обнажений явилась причиной того, что ранее они считались не интересными для исследования. В предлагаемой работе представляется фактический материал, позволяющий сравнить отложения высоких террас Чуи с типичными аллювиальными и суперпаводковыми отложениями долин Чуи и Катунь, которые были описаны ранее в опорных разрезах [Зольников, Мистрюков, 2008].

МЕТОДИКА И ФАКТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

В данном исследовании применялись геоморфологический анализ, детальное картографирование геологических разрезов, сопровождаемое структурно-текстурным анализом отложений, включающим гранулометрический и полуколичественный анализ окатанности крупнообломочного материала. В камеральный период изучалась общая геоморфологическая ситуация по цифровым моделям местности (высоты, углы и азимуты падения склонов, теневая модель и др.), которые были составлены на основе SRTM (The Shuttle Radar Topography Mission), а также по детальным топографическим картам и космоснимкам. Определялась принадлежность обнажений к нижнему, среднему или высокому комплексам террас. В экспедиционных работах проводились наблюдения за конкретными формами и элементами рельефа. Точки наблюдения привязаны с помощью GPS. В ряде случаев применялась привязка к населенным пунктам, рекам, ручьям. Наличие такой двойной привязки позволило при дальнейшей работе однозначно позиционировать наблюдения. Для определения абсолютных высотных уровней террас использовался профессиональный альтиметр швейцарской фирмы «Thommen».

При описании стенок обнажений производилась их разбивка на прямоугольные фрагменты. Вдоль вертикальных стыков прямоугольников послойно описывались последовательности геологических тел. После этого производилась прорисовка границ слоев и текстурных особенностей между ними внутри прямоугольников. Дополнительно проводилось панорамное фотографирование обнажений и фотографирование текстур в крупном масштабе. В камеральных условиях осуществлялась сшивка фотопанорам и их совмещение со сканированными и векторизованными полевыми зарисовками разрезов, дальнейшее уточнение элементов разноранговой слоистости. Все это позволило получить геологическую документацию не только в виде литологических колонок, но и в виде детально отрисованных геологических разрезов, достаточно точно отражающих геологическое строение толщ.

Для гранулометрического анализа использовалась классификация фракций А.В. Раукаса [1981] и классификация гранулометрических типов отложений Н.Н. Верзилина [1995]. В полевых условиях для выделения дресвяно-гравийной фракции (1 мм—1 см) использовался набор сит, а для щебнегалечной (1—10 см) и валунно-отломовых (10 см—1 м) фракций — штангенциркуль и линейка. Для взвешивания

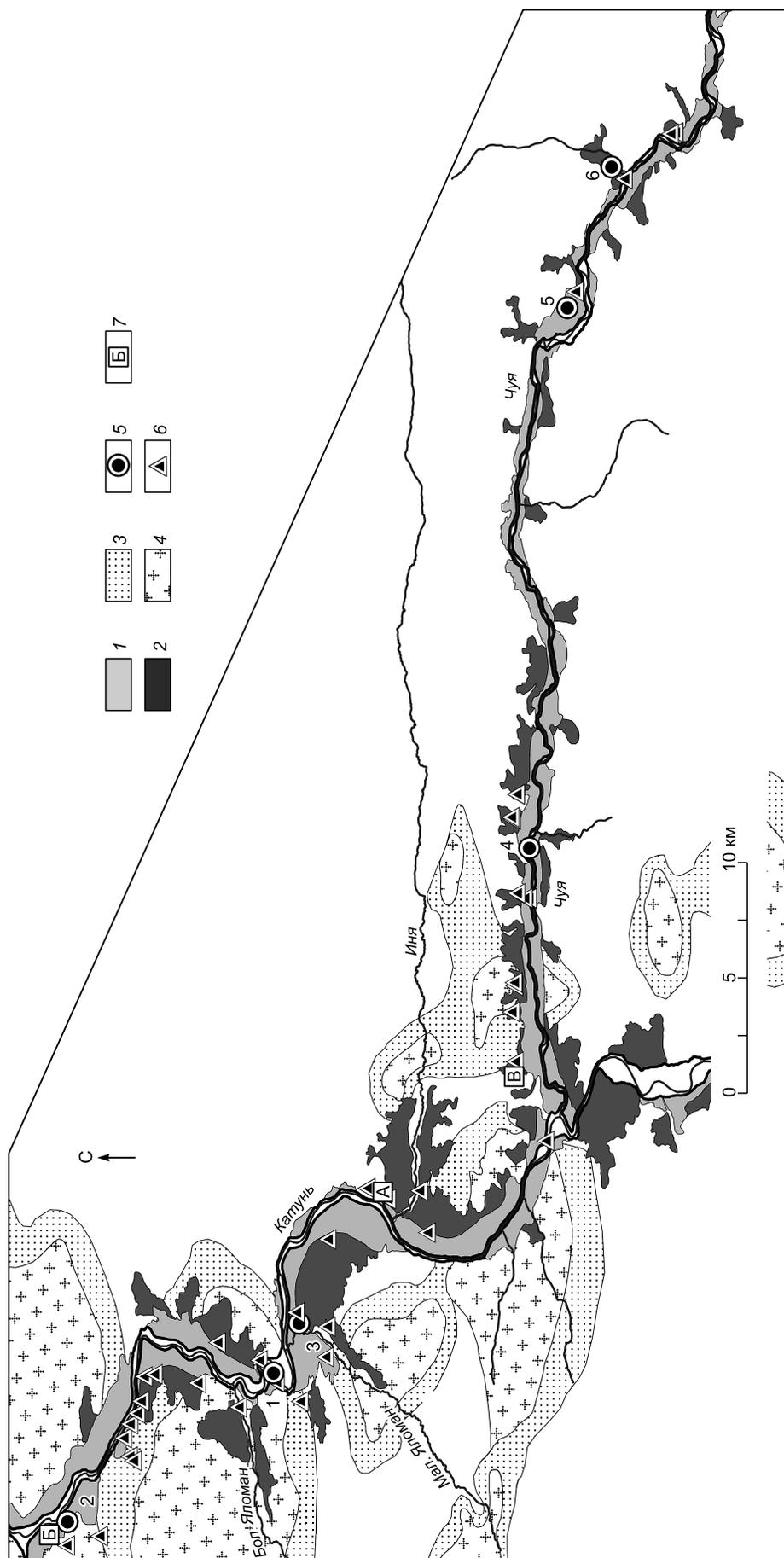


Рис. 1. Схема распространения высоких террас долин Чуи и Средней Катгуни.

1 — средние террасы, 2 — высокие террасы, 3 — контактовые ореолы интрузий, 4 — контактовые ореолы тел гранитоидов, 5 — местоположение опорных разрезов, 6 — местоположение показательных обнажений с дресвяниками, 7 — фотографии (см. рис. 2).

использовались электронные весы (точность до 1 г). Была выбрана навеска в 1000 г, погрешность при взвешивании составила — 0.1 %. Из отделенного мелкозема (фракции менее 1 мм) отбирались образцы для дальнейшего анализа на лазерном гранулометре «MICROTRAC X100». Использовались значения после обработки ультразвуком. Объемные соотношения были переведены в весовые, что позволило объединить результаты анализа грубозема и мелкозема и использовать их при определении гранулометрических типов отложений. Всего изучен гранулометрический состав 94 образцов наиболее характерных литотипов.

Также определялась окатанность обломков более 1 мм. Под термином «окатанность» подразумевается степень стертости острых граней и ребер обломка и шлифовка его поверхности. Использована 5-балльная классификация окатанности частиц по [Хабаков, 1946]. В соответствии с данной шкалой, обломки разделялись на следующие пять групп: неокатанные (0 баллов) — с сохранившейся первоначальной формой обломков, с незакругленными или почти с незакругленными тупыми и (или) острыми ребрами; слабоокатанные (1 балл) — с закругленными гранями и отчетливо выраженной исходной формой обломков; умеренно окатанные (2 балла) — с ясными следами первоначальной угловатости и умеренно выраженными следами исходной формы обломков; хорошо окатанные (3 балла) — с еще сохранившимися следами угловатости и даже первоначальной формы исходных обломков; прекрасно окатанные (4 балла) — лишенные угловатости и вогнутости на отдельных участках поверхности (эллипсоидальные или яйцевидные). В полевых условиях производилась выборка 50 обломков из каждой гранулометрической фракции: валунно-отломовой, щебнегалечной и гравийно-дресвяной. После этого на основе анализа сглаженности ребер и граней определялась окатанность обломков путем визуального сравнения с графической шкалой [Хабаков, 1946]. После присвоения балла окатанности каждому обломку высчитывался средневзвешенный балл окатанности для фракции в образце.

Комплексное геолого-геоморфологическое исследование в сочетании с гранулометрическим анализом и изучением окатанности крупных обломков обеспечило достаточно точную и адекватную характеристику четвертичных отложений, что, в свою очередь, позволило оценить степень достоверности описания фактического материала разными авторами.

ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ОТЛОЖЕНИЙ СУПЕРПАВОДКОВ

Основополагающей публикацией, характеризующей фациально-генетические особенности отложений высоких террас Катгуни, является монография С.В. Парначева [1999], в которой на основе полевых исследований и сравнительного анализа с литературными данными по всему миру сформулировано представление о паводковом циклите, фациальный состав которого был впоследствии дополнен И.Д. Зольниковым [2009]. Базальный слой суперпаводкового циклита представлен «селевой» фацией — грубокослоистыми или массивными глыбовниками и валунниками с щебнем и глыбами с песчано-дресвяным заполнителем. Нарастает циклит параллельно-слоистыми пескодресвяниками «пойменной» фации, которые формируются путем быстрого выпадения из взвешенного наноса. С параллельно-слоистыми пескодресвяниками иногда сопряжены маломощные прослои неслоистых алевропесков, которые являются суспензитами (зерновыми потоками повышенной плотности). Выше залегают кослоистые галечники «руслевой» фации, которые формировались, когда уровень воды спускался до положения, при котором преобладали обстановки влекомого наноса. Отложения вышеуказанных фаций перекрываются микритами оплывневой фации (смесь пылеватых и песчаных частиц с дресвой, гравием, щебнем, галькой, валунами), которые формировались при грязевом стекании переувлажненного обломочного материала по бортам долины после спада паводка. В микритах отмечаются маломощные прослои перлювиальных песчаных галечников. Паводковый циклит завершается субпараллельно-слоистыми алевритами и песками вторично-подпрудных озер. Такие озера образовывались в понижениях днища долины, преобразованного гигантским потоком, и в переуглублениях на площадках террас, в долинах притоков, перегороженных селевыми отложениями. После осушения озер их отложения перекрывались маломощными неслоистыми алевритами субаэральных покровов.

Проблемами фациальной структуры отложений гляциальных суперпаводков занимался также П.А. Карлинг [Carling et al., 2009]. Его интерпретация строения паводкового циклита и механизма формирования отдельных фаций в основном совпадает с приведенными выше. Незначительные различия заключаются в том, что каждый циклит начинается с «паводковой» фации, соответствующей по своему составу «пойменной» фации С.В. Парначева [1999]. Массивные глыбовники и валунники являются ее дополнительным, но необязательным компонентом. Наличие крупных блоков кристаллических пород объясняется, например, активным разрушением коренных бортов долины под действием удара фронта паводковой волны и последующим обрушением раздробленной породы на поверхность отложений «паводковой» фации. Результат подобного процесса можно наблюдать в верхней части разреза высоких

террас напротив устья р. Чуя. Отдельные глыбы и валуны миктитов оплывневой фации объясняются ледовым разносом на этапе спада паводка.

Общая тенденция уменьшения размера обломочного материала вверх по разрезу суперпаводковых отложений, так же как и вверх по течению притоков, объясняется тем, что высокие террасы являются гигантскими прирусловыми валами. Их поверхность закономерно падает по направлению от тальвега долины к ее бортам. А значит, при каждом последующем паводке гребень такого вала могли преодолевать лишь самые верхние части потока с тонким взвешенным материалом [Carling et al., 2009].

Русловая фация гляциального суперпаводка, представленная косослоистыми валунно-галечниками и галечниками, многими исследователями до работ С.В Парначева, да и после них, принималась за типичный горный аллювий, селевая фация и фация оплывневых миктитов — за морены. При этом, если русловая фация суперпаводка по обстановке формирования, а следовательно, и по структурно-текстурным признакам сходна с русловой фацией горного аллювия, то валунно-глыбовники селевой фации и оплывневые миктиты существенно отличаются от горных морен Юго-Восточного Алтая [Зольников, Деев, 2012]. Примером может служить разрез в обрывах на правом берегу Катуня, в 300 м ниже устья Ини, где ранее были описаны стратотипы усть-чуйской, куюсской, ештыккольской морен [Борисов, Чернышева, 1987]. Как видно из рис. 2, *А*, здесь широко распространены глыбы, залегающие согласно параллельной слоистости в хорошо промытых валунно-щебенниках, щебнегалечниках, дресвяниках. Очевидно, что в обнажении здесь вскрыт обломочный материал, отложенный не ледником, а водным потоком, и, судя по крупным размерам глыб, отломов и щебня, — полноводным потоком большой мощности, т.е. гляциальным суперпаводком. Таким образом, результаты детального изучения обнажений не подтверждают представления о наличии морен в береговых разрезах Катуня на выходе из р. Иня [Зыкин и др., 2013].

Генетическим индикатором отложений гигантских гляциальных селей является их пойменная фация, формировавшаяся за счет захвата суперпаводком коллювия с бортов долины и переноса их во

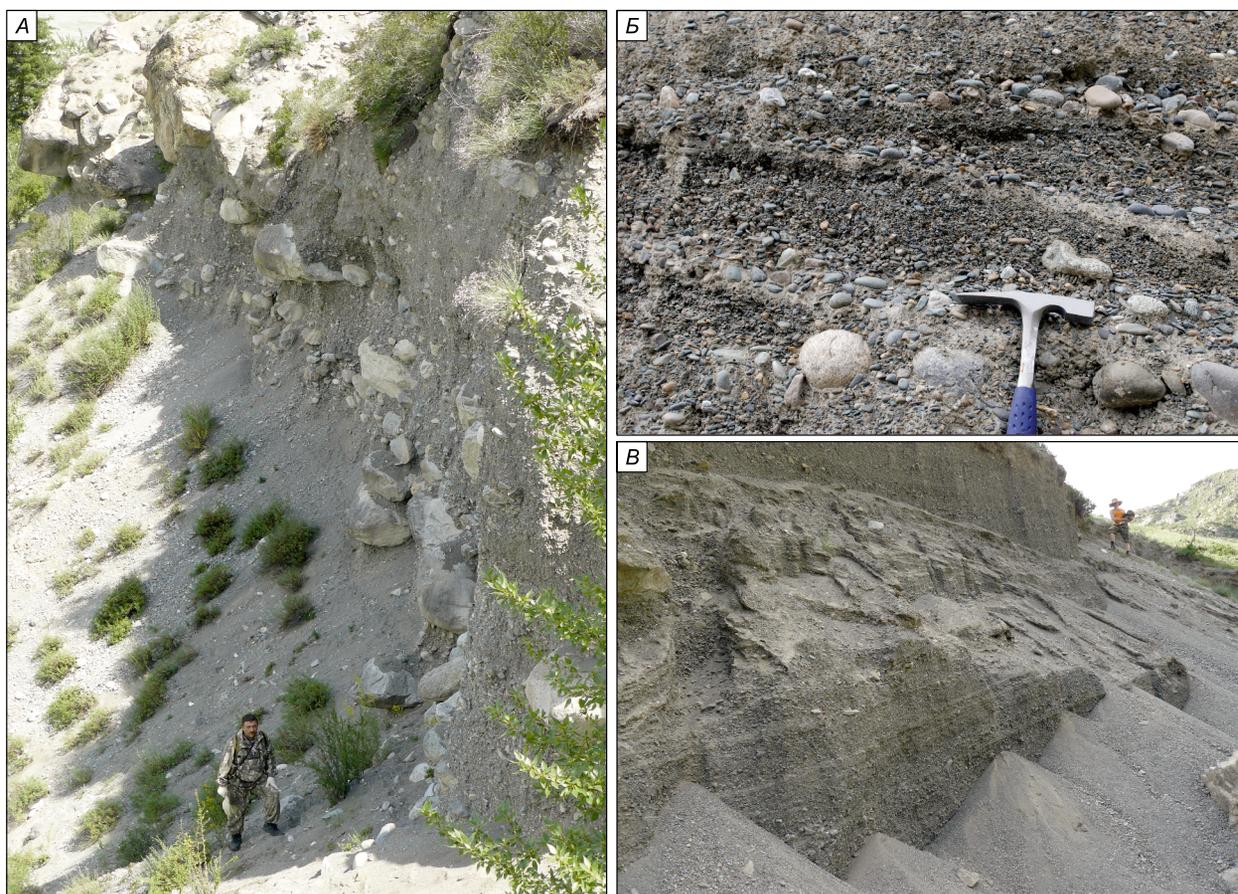


Рис. 2. Фотографии отложений.

А — глыбы в щебнегалечниках и щебнедресвяниках у устья Ини; *Б* — окатанность аллювия в разрезе № 1; *В* — параллельно-слоистые дресвяники у турбазы Чуй-Озы.

взвешенном состоянии без соударения и окатывания. Отложение щебня, дресвы и песка происходило при резком падении скорости и несущей способности потока на поворотах и в сужениях долины, что приводило к быстрому, фактически одномоментному (в режиме «лавиной» седиментации) выпадению обломков не только на пойме, но и в пределах всей затопленной долины, в том числе и на склонах разной крутизны. Параллельная слоистость в данном случае отражает обстановку массового выпадения в осадок взвешенных обломков и их наслаивание по днищу потока. Участками кроме параллельной слоистости наблюдаются косые серии и знаки восходящей ряби, что лишним раз подчеркивает флювиальный (потоковый) генезис этих отложений. Грубообломочные прослои (щебенники, галечники, валуны, отломы, глыбы) в параллельно-слоистых дресвяниках и песках представляют собой «мгновенную фиксацию» дна потока влекомым наносом при быстром осаждении взвешенного наноса.

Параллельно-слоистые дресвяники и пескодресвяники типичны для толщи, слагающей цоколь высоких террас Катуня. Однако некоторыми исследователями их наличие объяснялось не суперпаводковыми процессами, а тем, что дресвяники залегают только в областях распространения сланцев горно-алтайской серии, а там, где распространены другие породы, дресвяники не встречаются. На рис. 1 специально вынесены контуры интрузий гранитоидов с контактовыми ореолами. Отчетливо видно, что многие обнажения с дресвяниками попадают в области выхода на дневную поверхность этих интрузий, а следовательно, к полям распространения сланцев не имеют никакого отношения. Параллельно-слоистые дресвяники залегают в долинах Чуи и Катуня вне зависимости от состава коренных пород, слагающих дно и борта долины. В частности, на Верхней Катуня параллельно-слоистые пескодресвяники достаточно часто встречаются в расширениях долины [Деев и др., 2013].

Недавно было высказано мнение, что история Чуйской и Катунской долин существенно различаются [Зыкин и др., 2011]. В частности, утверждалось, что цоколь высоких террас Чуи не имеет в своем составе параллельно-слоистых дресвяников, но сложен аллювием, сформировавшимся здесь с башкауского (раннечетвертичного) времени. Для проверки этого утверждения проведено сравнительное изучение аллювия и отложений гляциальных суперпаводков в типовых разрезах долин Чуи и Катуня.

СРАВНЕНИЕ АЛЛЮВИЯ И СУПЕРПАВОДКОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Уверенно диагностирующиеся аллювиальные отложения в долинах рек Чуи и Катуня встречаются нечасто. В основном это отложения современных русла и поймы, голоценового низкого комплекса террас, обычно не превышающего высоты 3—5 м. Речные отложения также приурочены к площадкам средних, реже высоких террас, залегая на цоколе из суперпаводковых отложений, строение которых существенно отличается от аллювия как набором фаций, так и закономерностями их сочетания в пространстве.

Характерное взаимоотношение цоколя террас и перекрывающего аллювия можно проиллюстрировать на примере геологического разреза, вскрывающегося по левому берегу р. Катунь напротив пос. Малый Яломан (см. рис. 1, т. 1; рис. 3, А). Это обнажение с координатами N 50.506544°, E 86.568636°, Alt 703 м над уровнем моря интересно тем, что в нем присутствуют три толщи. Нижняя толща представлена наклонным (с углами падения около 30°) параллельным наслаиванием друг на друга пачек дресвяников, щебнегалечников, валунников с отдельными глыбами. Толща представляет собой единую косую серию мощностью до 20 м, которая сформировалась в результате миграции гигантской ряби течения в водном потоке суперпаводка. В нижней части обнажения косая серия перекрывает с угловым несогласием толщу с противоположным падением слоев, вероятно, останец косой серии более древнего суперпаводкового события. Гранулометрический состав, текстурные особенности и большая мощность слоистых серий позволяют сделать вывод, что поток был полноводным, катастрофическим, занимавшим вместо русла фактически всю долину, т.е. поток являлся гигантским водокаменным селом. Средняя толща представлена мультислойно-слоистым и косослоистыми гравийно-галечниками и песками, залегающими на горизонте размыва. Хорошая окатанность обломочного материала, отсутствие валунов и глыб и незначительные мощности (1—2 м) косых серий указывают на аллювиальное происхождение толщи. Особый интерес представляет верхняя толща параллельно-слоистых песков и алевритов, которая заполняет палеорусло Катуня, врезанное в нижнюю толщу. Эти отложения, в соответствии с классификацией фаций горного аллювия [Чистяков, 1978], можно отнести к подпрудной фации, сформировавшейся, по всей вероятности, в результате сейсмогенно обусловленного обвала ниже по течению Катуня. Аналогичные отложения описаны выше Сукорского гигантского оползня-обвала в районе устья р. Куэтанар на правом берегу р. Чуя [Зольников, Мистрюков, 2008]. Приведенный разрез является одним из самых показательных для иллюстрации взаимоотношения в пространстве и различий в геологическом строении суперпаводковых и аллювиальных отложений, поскольку они находятся в одном обнажении.

Обнажение, показывающее особенности аллювиальных отложений района, расположено в придорожном карьере с координатами местоположения N 50.58786° E 86.51386° (см. рис. 1, т. 2). Высота дна

горной выработки над уровнем моря составляет 699 м. Карьер расположен у Чуйского тракта на площадке средней террасы левого борта долины Катунь в 2.3 км выше по течению от устья р. Большой Ильгумень.

Основная стенка карьера высотой до 8 м простирается по азимуту 140° и имеет протяженность около 100 м. Под современной почвой и покровным субэвральным алевритом обнажены светло- и темно-серые гравийно-галечники с многочисленными косыми сериями (см. рис. 3, Б). Мощность косых серий варьирует от нескольких дециметров до 1.0—1.5 м. Поверхности напластования на контакте между сериями хорошо прослеживаются благодаря более грубозернистому составу приподошвенной части отложений и присутствию редких валунов размером до 0.3 м. Косые серии срезают друг друга в различных направлениях под незначительными углами, не превышающими первых градусов. Слойки в пределах каждой серии имеют характерное однонаправленное падение с углами 14—17° по азимуту 330°, совпадающему с направлением современного течения р. Катунь.

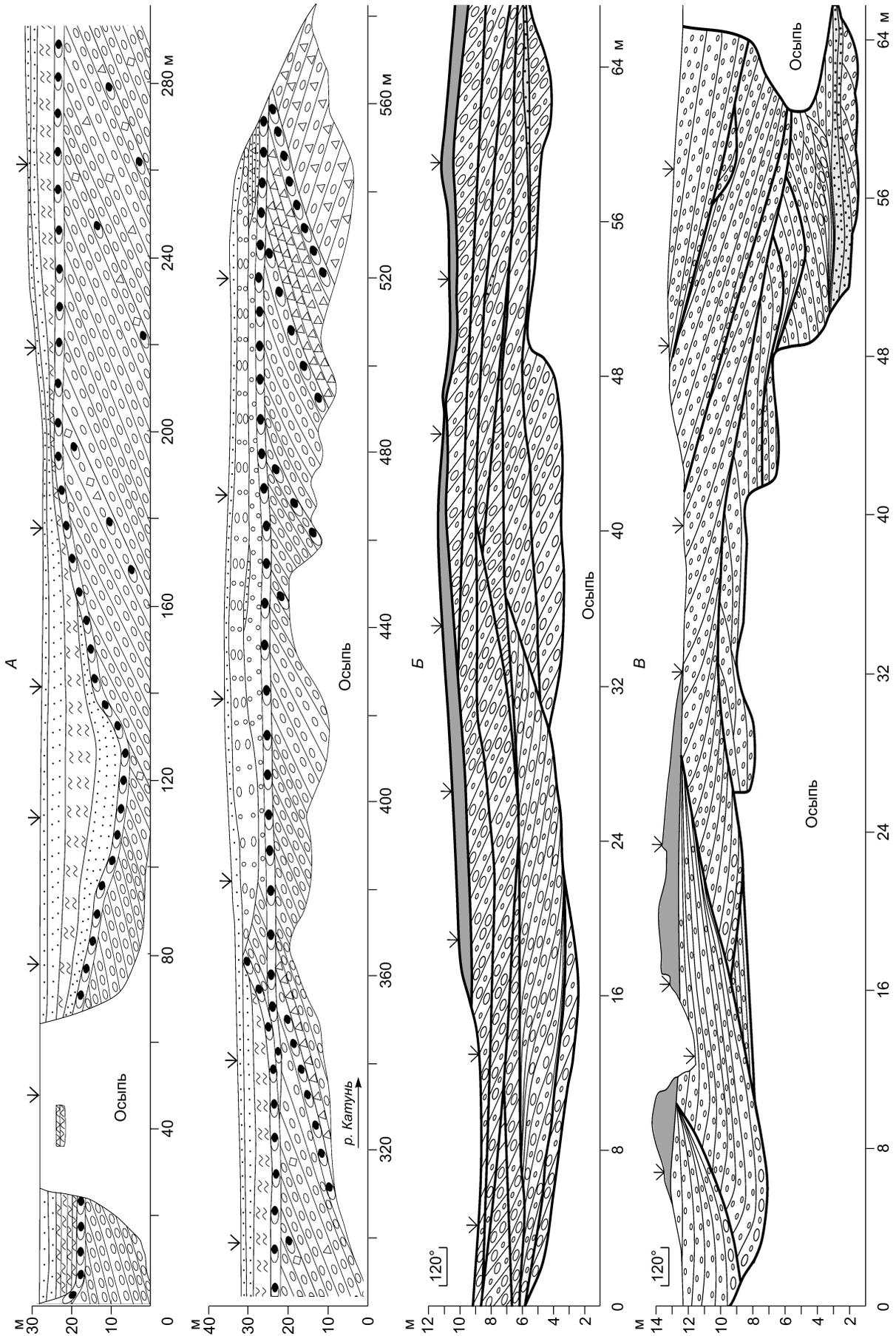
Гравийно-галечный материал косопадающих слоев хорошо окатан и сортирован (см. рис. 2, Б). У большинства галек ярко выражены длинная ось и уплощенная форма. Наиболее крупные из таких уплощенных галек имеют черепитчатое залегание. В большинстве случаев падение их длинных осей направлено против падения слоев в серии, т.е. против направления палеотечения. От нижележащего слоя к вышележащему размер обломочного материала изменяется от гравийно-галечного к галечному с редким гравием, что закономерно для крупной косой слоистости русловых фаций горного аллювия. Изредка на контактах между косыми сериями в разрезе встречаются выклинивающиеся прослои и линзы крупнозернистого песка и мелкого гравия с градиционной слоистостью. Прослои залегают субгоризонтально, их мощность не превышает 0.2—0.3 м, а по простиранию они прослеживаются не более чем на 4—6 м.

Еще одно опорное обнажение аллювиальных отложений (см. рис. 1, т. 3) изучено в стенках карьера с координатами местоположения: N 50.49726° северной широты и E 86.59146° восточной долготы. Абсолютная высота дна карьера составляет Alt 747 м. Карьер выработан на площадке средних террас левого берега Катунь в 0.9 км выше устья р. Малый Яломан и пос. Малый Яломан.

Обнажение находится в восточной стенке карьера протяженностью около 70 м и высотой до 15 м. Верхние слои почвы и охристо-серых покровных алевритов практически полностью срезаны в процессе разработки карьера. Под их остатками залегают темно- и светло-серые гравийно-галечники с редкими прослоями грубозернистого песка. Гравийно-галечники слагают многочисленные косые серии мощностью от 2 до 4 м. Вышележащие серии срезают нижележащие, создавая рисунок ясно читаемых внутриформационных угловых несогласий. Углы падения подошвенных поверхностей напластования отдельных серий достигают 8—10°. Подобные текстуры формируются при поперечном смещении промоин и русел и одновременном их заполнении обломочным материалом в ходе латеральной агградации. Внутри каждой серии наблюдается переслаивание гравийных прослоев с гравийно-галечными, мощность которых составляет от нескольких сантиметров до первых дециметров. При этом галечник тяготеет к центральным частям погребенных русел, а гравийник — к их бортам. Материал в прослоях хорошо сортирован и окатан. Примечательным является выклинивание и слияние прослоев вдоль бортов того или иного желоба. Последнее характерно при переотложении терригенного материала в полностью заполненных водой руслах.

В южной части разреза, на высоте 2—3 м над дном карьера выходит слой крупнозернистого палево-серого песка с прослоями мелкого гравия мощностью первые сантиметры. Мощность песчаного слоя уменьшается от 1 до 0.2 м по простиранию к периферии расчистки. Слой с резким, пологопадающим на север контактом облекает нижележащий гравийно-галечник. Вверх по разрезу пески постепенно переходят в гравийно-галечник за счет увеличения мощности гравийных прослоев и исчезновения песчаных. В песчаном слое многочисленны симметричные и опрокинутые складки высотой первые сантиметры. Это однонаправленные структуры нагрузки, опрокидывание которых характерно для отдельных фаций аллювия, например, тех, что образуются при резком подъеме уровня воды и при высокой перегруженности потока мелкозернистым обломочным материалом.

Еще один разрез (см. рис. 1, т. 4) иллюстрирует типичное взаимоотношение аллювия с цокольными отложениями, слагающими средние террасы. Он представляет собой обнажение на левом берегу р. Чуя, напротив левобережного притока Катунь (N 50.406093°, E 86.776630°, Alt 814 м). Высота обнажения 15 м, протяженность более 100 м (см. рис. 3, Г). Нижняя часть обнажения сложена дресвяно-щегнегалечником с параллельной наклонной макрослоистостью. Внутри толщи наблюдаются две косослоистые серии, перекрывающие с угловым несогласием одна другую, что отражает эрозионный характер внутриформационного контакта. Мощность косых серий достигает 10 м, а отдельные слои внутри серий падают под углом не более 35° вниз по течению реки. Такая крупная слоистость не характерна для речных отложений, но является результатом формирования и перемещения гигантской ряби течения, типичной для гигантских водокаменных селей. Верхняя пачка, с размывом залегающая на ко-



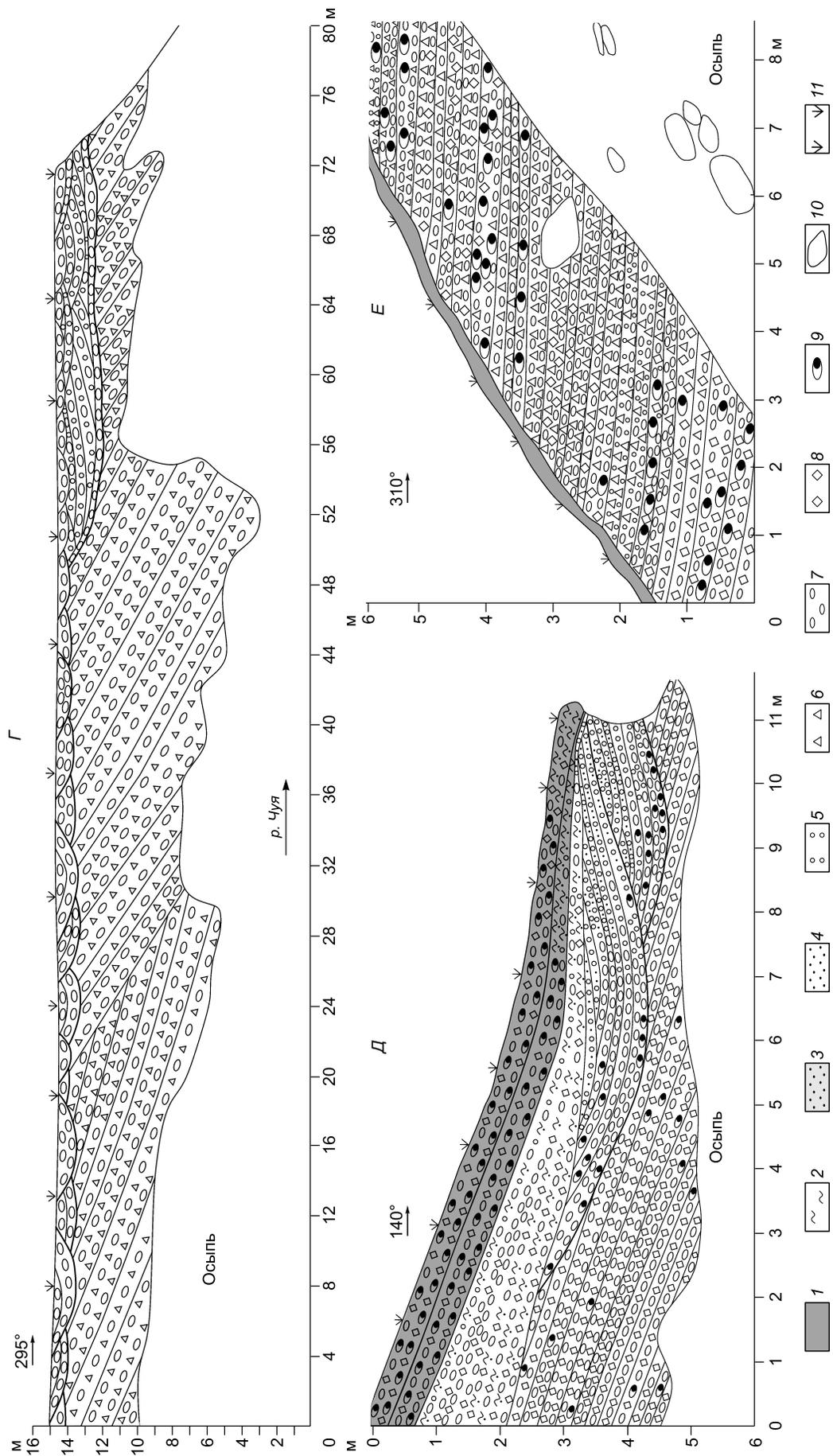


Рис. 3. Геологические разрезы четвертичных отложений.

A — Катунский; *B* — Ильгуменский; *B* — Малояломанский; *Г* — Малокагандинский; *Д* — Йодро; *E* — Белый Бом. 1 — почва, палеопочва, 2 — алевроит, 3 — мелкозернистый песок, 4 — песок, 5 — гравийник, 6 — дресвяник, 7 — галечник, 8 — щебенник, 9 — валунник, 10 — глыбовник, 11 — задернованная дневная поверхность.

сопадающих дресвяно-щебнегалечниках, сложена валунногалечниками и гравийно-галечниками с мульдообразной и косой слоистостью. Мощность отдельных прослоев и косых серий здесь не превышает 2 м. Гранулометрический состав и структурно-текстурный облик верхней пачки соответствует обстановкам русловой фации аллювия. Аллювиальные отложения не превышают по мощности 5 м (см. рис. 3, Г).

Разрез, иллюстрирующий взаимоотношение аллювия с цоколем высоких террас, изучен в карьере у пос. Йондро (см. рис. 1, т. 5), который разрабатывается в уступе высокой террасы Чуи на ее правом берегу (N 50.39076°, E 86.98853°, Alt 906 м). Высота над урезом р. Чуя 78 м. Разрез четко разделяется на три толщи (см. рис. 3, Д). Нижняя толща представлена параллельно-слоистыми щебнегалечниками дресвяными с отдельными валунами и отломами. Слои падают под углом 15—20° в сторону Чуи. В эту толщу с резким угловым несогласием, отражающим размыв, врезаны желобообразные косые серии гравийно-галечников с песками. При этом наблюдается уменьшение размера галек, которые по мере удаления от краевых частей палеорусел (слева направо, см. рис. 3, Д) фациально замещаются гравием и обогащаются песчаными прослоями по направлению к осевой части желобов. Сверху как щебнегалечники цоколя средних террас, так и врезанные в них гравийно-галечники с песками перекрываются облегающим делювиальным покровом, который имеет такой же гранулометрический состав, как и подстилающие его отложения, но отличается значительной примесью алевропесчаного материала и гумусированностью прикровельной части. Данное обнажение в стенке карьера поперечной уступу высоких террас позволяет увидеть типичные закономерности пространственных взаимоотношений аллювия и подстилающих отложений цоколя высоких террас р. Чуя, слабая степень окатанности которых в сочетании с параллельной пологопадающей слоистостью не укладывается в представления о речном генезисе.

Как видно из характеристики приведенных разрезов, аллювий Катунской и Чуйской долин обладает легко узнаваемыми текстурно-структурными особенностями, которые вполне укладываются в традиционные представления о формировании речных отложений горных стран [Чистяков, 1978]. Геоморфологически аллювиальные отложения изученной территории приурочены к субгоризонтальным площадкам средних (см. рис. 1, точки 1, 2, 3, 4) и высоких террас (см. рис. 1, т. 5) и несогласно залегают на цоколе из суперпаводковых отложений. Следует отметить, что высокие террасы по форме разделяются на два типа. Первый тип обладает субгоризонтальными площадками, и именно они накрываются с поверхности маломощными аллювиальными отложениями или перлювием речного размыва. Этот тип высоких террас более характерен для долины Катуня, а в долине Чуи встречается реже (см. рис. 1, т. 4). Второй тип высоких террас, как правило, превышает по высоте сотню метров над уровнем реки, обладает площадками с разнонаправленным падением и многочисленными уступами и не имеет аллювиальной покрывки. Этот тип террасовых форм не связан с речной деятельностью, но формировался непосредственно при суперпаводках.

В долине Чуи наиболее распространены высокие террасы второго типа. На рис. 1 видно, что средние террасы преимущественно занимают долины рек Чуи и Катуня, а высокие проникают далеко в притоки магистральных рек. Именно те высокие террасы, которые проникают в притоки, относятся ко второму типу. Иногда их площадки полого падают в сторону русла магистральной реки; при этом слоистость отложений в уступах этих террас параллельна, а направление и угол падения слоев совпадают с наклоном площадок. Это обусловлено формированием отложений в результате выхода воды из подпруженного притока при сходе суперпаводка. В других случаях площадки высоких террас полого падают в противоположную сторону от магистральной реки вверх против течения притоков. Это обусловлено обстановками заплеска, когда обломочный материал из магистральной долины заносится в притоки. Кроме того, среди высоких террас вдоль бортов Чуи и Катуня встречаются дугообразно изогнутые бровки, что тоже никак не может быть объяснено ни речной седиментацией, ни неотектоникой, но находит понятную трактовку с точки зрения формирования под воздействием многоимпульсного суперселя.

В серии обнажений по логам в уступах высоких террас на правобережье Чуи были установлены параллельно-слоистые дресвяники и щебнедресвяники, залегающие в парагенезе с дресвяно-щебнистыми валунно-галечниками и глыбами. Типичным является обнажение из лога над гостиничным комплексом Чуй-Озы на правом берегу Чуи, в нескольких километрах от ее устья (см. рис. 2, В). Местоположение наиболее представительных разрезов показаны на рис. 1, что иллюстрирует широкое распространение этих образований в уступах высоких террас Чуи.

Еще одним примером типичных отложений высоких террас Чуи является обнажение у пос. Белый Бом в уступе высоких террас (см. рис. 1, т. 6) правого берега р. Чуя на правом борту ее притока р. Сагакулар (N 50.37416°, E 87.04217°, Alt 1119 м). Бровка обнажения находится в 205 м над урезом р. Чуя. В стенке обвально-осыпного цирка, перпендикулярной по отношению к основному склону, выходят параллельно-слоистые щебнегалечники, дресвяно-галечники и пескодресвяники, видимая мощность которых составляет более 10 м. Для толщи характерно параллельное напластование, текстурные особенности которого не зависят от вариаций размера обломочного материала (см. рис. 3, Е). Прослеживаемая по

латерали на десятки метров параллельная слоистость в данном обнажении наклонена под углом 15—10° в сторону реки. Указанные отложения с преобладанием в составе щебня и дресвы вместе с выдержанной на более чем 10 м по разрезу параллельной слоистостью не могут трактоваться как аллювий. Для аллювия Чуи и Катуня характерны мульдо- и желобообразные косые серии, не превышающие по мощности 1—2 м и сложенные гравийно-галечным материалом, что показано на примере вышеописанных обнажений.

Таким образом, проведенное исследование показало, что фациальный состав отложений, слагающих цоколь высоких террас Чуи, однотипен такому отложениям, слагающих цоколь высоких террас Катуня. Тектурно-структурные особенности этих отложений существенно отличаются от аллювия, но соответствуют условиям формирования гляциальных суперпаводков.

ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ОКАТАННОСТЬ ОБЛОМКОВ

Наглядными признаками генезиса исследованных отложений являются средние значения гранулометрических фракций, усредненных баллов окатанности и соотношений обломков с разным баллом окатанности для дресвяно-гравийной и щебнегалечной размерностей (таблица, рис. 4). Значения получены отдельно для трех групп отложений: 1) суперпаводковых отложений в цоколе высоких террас Чуи; 2) аллювиальных отложений Чуи и Катуня; 3) суперпаводковых отложений эталонных разрезов высоких террас Катуня [Зольников, Мистрюков, 2008].

Таблица иллюстрирует, что взвешенный нанос аллювия отличается от всех других отложений доминированием песчаной фракции и примесью пылевой фракции при незначительном содержании крупных обломков. При этом взвешенный нанос высоких террас Чуи, в котором доминирует гравийно-дресвяная размерность с примесью щебнегалечной и песчаной, по гранулометрическому составу фактически не отличим от суперпаводковых отложений Катуня, детально описанных ранее [Зольников, Мистрюков, 2008]. Влекомый нанос высоких террас Чуи и суперпаводковых отложений Катуня сходен преобладанием обломков щебнегалечной размерности и существенным содержанием обломков дресвяно-гравийной размерности. При этом влекомый нанос аллювия отличается существенным содержанием песчаной примеси. По содержанию обломков дресвяно-гравийной и щебнегалечной размерности яркого отличия аллювия от суперпаводковых отложений не наблюдается, так как при гранулометрическом анализе щебнегалечная размерность не разбивалась на подфракции и, кроме того, не проводилось количественное измерение содержания обломков валунно-отломовой размерности и глыб. Однако, согласно полевым определениям, именно повышенным содержанием крупных галек и щебней, а также обломков валунно-отломовой и глыбовой размерности в Катунской долине отложения суперпаводков отличаются от аллювия.

Данные по гранулометрическому составу обломочного материала дополняются данными по окатанности дресвяно-гравийной и щебнегалечной фракций (см. таблицу). В таблице не приведены значения окатанности обломков фации взвешенного наноса аллювия, так как он сложен мелкоземом, а крупные обломки (более 1 мм) в сумме для пойменных отложений аллювия обычно не превышают 10 %. Как и в случае с содержанием фракций, значения окатанности демонстрируют близкие результаты для суперпаводковых отложений Катуня и отложений высоких террас Чуи и отличие от влекомого наноса аллювия Катуня, обломки в образцах которого имеют окатанность в среднем на один балл выше. У аллювия в среднем 1.54 балла в дресвяно-гравийной фракции и 2.21 балла в щебнегалечной, против 0.68 и 1.49 балла у обломков суперпаводковых отложений и 0.61 и 0.93 баллов у обломков из отложений высоких террас Чуи соответственно.

Усредненные гранулометрические и морфологические показатели

Отложения	1	2	3	4	5	6	7
Аллювий, влекомый нанос, разрезы Катуня и Чуи	3.98	3.93	18.52	21.76	51.81	1.54	2.21
Аллювий, взвешенный нанос, разрезы Катуня и Чуи	2.21	16.72	73.64	7.31	0.13	0	0
Суперпаводковые отложения, влекомый нанос, эталонные разрезы Катуня	0.09	0.28	2.50	29.01	67.82	0.68	1.49
Суперпаводковые отложения, взвешенный нанос, эталонные разрезы Катуня	0.68	2.37	17.87	66.44	12.64	0.59	0.98
Отложения высоких террас р. Чуя, влекомый нанос	0.29	0.57	2.74	42.12	54.28	0.61	0.93
Отложения высоких террас р. Чуя, взвешенный нанос	1.24	4.34	12.25	66.42	15.75	0.50	0.67

Примечание. 1 — содержание глинистой фракции (%); 2 — содержание алевритовой фракции (%); 3 — содержание песчаной фракции (%); 4 — содержание дресвяно-гравийной фракции (%); 5 — содержание щебнегалечной фракции (%); 6 — окатанность в баллах для фракции 1—10 мм; 7 — окатанность в баллах для фракции 10—100 мм.

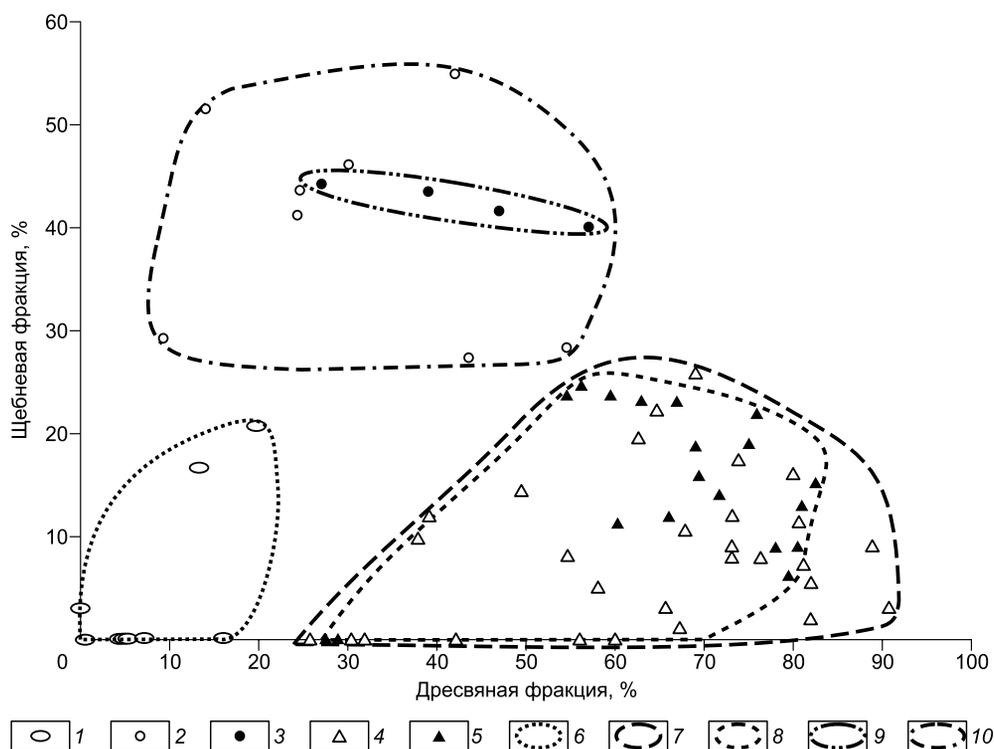


Рис. 4. Гранулометрический состав отложений.

Типы отложений, из которых взяты пробы: 1 — аллювий, влекомый нанос; 2 — суперпаводковые отложения Катунь, влекомый нанос; 3 — отложения высоких террас р. Чуя, влекомый нанос; 4 — суперпаводковые отложения Катунь, взвешенный нанос; 5 — отложения высоких террас р. Чуя, взвешенный нанос. Поля групп образцов для разных типов отложений: 6 — аллювий, влекомый нанос; 7 — суперпаводковые отложения Катунь, взвешенный нанос; 8 — отложения высоких террас р. Чуя, взвешенный нанос; 9 — отложения высоких террас р. Чуя, влекомый нанос; 10 — суперпаводковые отложения Катунь, влекомый нанос.

Если рассматривать соотношение обломков с разной степенью окатанности, то для древесно-гравийной размерности (1 мм—1 см): неокатанные (0 баллов) в аллювии Катунь составляют около 5—10 %, а в суперпаводковых отложениях и отложениях высоких террас Чуя в среднем 50—55 %; слабоокатанные (1 балл) составляют около 40 % во всех типах отложений; умеренно окатанные (2 балла) 40—45 % в аллювии и около 10 % в суперпаводковых отложениях Катунь и в отложениях высоких террас Чуя; хорошо окатанные (3 балла) 10 % в аллювии Катунь и единичные обломки в других типах отложений; прекрасно окатанные почти не встречаются в изученных типах отложений данного района.

Для щебнегалечной размерности (1—10 см): неокатанные (0 баллов) в аллювии Катунь практически отсутствуют, а в суперпаводковых отложениях Катунь и в отложениях высоких террас Чуя составляют в среднем 20—45 %; слабоокатанные (1 балл) составляют 10 % в аллювии Катунь и 45—50 % в остальных типах отложений; умеренно окатанные (2 балла) 60 % в аллювии Катунь и 10—20 % в суперпаводковых Катунь и в отложениях высоких террас Чуя; хорошо окатанные (3 балла) 30 % в аллювии Катунь и единичные обломки в других типах отложений; прекрасно окатанные почти не встречаются в изученных типах отложений данного района.

Таким образом, гранулометрический анализ и определение окатанности крупных фракций показали, что в аллювиальных отложениях Катунь доминируют гравий и галька, а в суперпаводковых отложениях и отложениях высоких террас Чуя дресва и щебень. Исключение составляют некоторые фации влекомого наноса суперпаводков в осевых частях магистральных долин, где в придонных участках суперпаводкового потока происходит достаточно быстрое и интенсивное окатывание щебневых обломков. В большинстве же случаев отчетливо фиксируется разница в окатанности обломков на 1—1.5 балла в аллювии и отложениях суперпаводков, что иллюстрируется фотографиями (см. рис. 2). Отложения высоких террас Чуя по гранулометрическому составу и окатанности отличаются от аллювиальных отложений и однотипны отложениям гляциальных суперпаводков, описанным в эталонных разрезах района.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наши исследования толщи, слагающей цоколь высоких террас в долине Чуя, показали следующее. Геоморфологическая позиция высоких террас, притоков рек Чуя и Катунь, так же как и закономерности

их геологического строения, одинаковы. Отложения, слагающие цоколь высоких террас, как Чуи, так и Катунь, имеют сходные текстурно-структурные признаки, в частности, широко распространены параллельно-слоистые дресвяники и щебнедресвяники. Обращает на себя внимание отсутствие в изученных обнажениях на высоте более 100 м над уровнем рек отложений, типичных для русловой и пойменной фаций горного аллювия. Гранулометрический анализ показал, что отложения цоколя высоких террас Чуи существенно отличаются от аллювия по окатанности и крупности обломочного материала и сходны с отложениями гигантских гляциальных паводков, изученных в опорных разрезах Чуи и Катунь. Это позволяет сделать вывод о том, что отложения, слагающие цоколь высоких террас Чуи, обладают тем же генезисом и возрастом, что и отложения, слагающие цоколь высоких террас Катунь, и представляют собой образования гляциальных суперпаводков. Результаты проведенной работы не подтверждают предположения об аллювиальном генезисе отложений, слагающих цоколь высоких террас Чуи.

Авторы признательны к.г.-м.н. С.А. Гуськову и С.С. Парначеву за рекомендацию по улучшению рукописи.

ЛИТЕРАТУРА

Барышников Г.Я., Малолетко А.М. Археологические памятники Алтая глазами геологов. Томск, Изд-во Томск. ун-та, 1997, ч. 1, 191 с.

Борисов Б.А., Чернышева М.Б. Стратиграфия и палеогеография четвертичных отложений Яломанской впадины // Кайнозойский седиментогенез и структурная геоморфология СССР. Л., ВСЕГЕИ, 1987, с. 57—62.

Бутвиловский В.В. Палеогеография последнего оледенения и голоцена Алтая: событийно-катастрофическая модель. Томск, Изд-во Томск. ун-та, 1993, 252 с.

Верзилин Н.Н. О классификации осадочных пород при литолого-палеогеографических исследованиях // Геология и геофизика, 1995, т. 36 (11), с. 131—141.

Деев Е.В., Зольников И.Д., Гольцова С.В., Русанов Г.Г., Еманов А.А. Следы древних землетрясений в четвертичных отложениях межгорных впадин центральной части Горного Алтая // Геология и геофизика, 2013, т. 54 (3), с. 410—423.

Ефимцев Н.А. О строении и происхождении антропогенных отложений долин рек Чуи и Катунь в Горном Алтае // Бюл. Комиссии по изучению четвертичного периода, 1964, № 29, с. 115—131.

Зольников И.Д. Стратотипы четвертичных отложений Яломано-Катунской зоны Горного Алтая // Геология и геофизика, 2008, т. 49 (9), с. 906—918.

Зольников И.Д. Гляциоогенно обусловленные суперпаводки неоплейстоцена Горного Алтая и их связь с историей формирования отложений и рельефа Западно-Сибирской равнины // Бюл. Комиссии по изучению четвертичного периода. М., ГЕОС, 2009, № 69, с. 59—70.

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

Зольников И.Д., Деев Е.В. Проблемы диагностики отложений гляциальных суперпаводков неоплейстоцена в Горном Алтае // Лед и снег, 2012, т. 119, № 3, с. 79—86.

Зыкин В.С., Зыкина В.С., Орлова Л.А., Савельева П.Ю., Сизикова А.О., Смолянинова Л.Г. Верхний кайнозой юга Западной Сибири: современное состояние стратиграфии и палеогеографии // Новости палеонтологии и стратиграфии. Вып. 16—17: Приложение к журналу «Геология и геофизика», 2011, т. 52, с. 137—152.

Зыкин В.С., Зыкина В.С., Смолянинова Л.Г. Современное состояние и основные проблемы стратиграфии и палеогеографии квартера Западной Сибири // VII Всероссийское совещание по изучению четвертичного периода: «Фундаментальные проблемы квартера, итоги изучения и основные направления дальнейших исследований». Ростов-на-Дону, Изд-во ЮНЦ РАН, 2013, с. 229—231.

Парначев С.В. Геология высоких алтайских террас (Яломанско-Катунская зона). Томск, Изд-во ИПФ ТПУ, 1999, 137 с.

Раукас А.В. Классификация обломочных пород и отложений по гранулометрическому составу. Таллин, ИГ АН ЭССР, 1981, 14 с.

Рудой А.Н. Гигантская рябь течения (история исследований, диагностика, палеогеографическое значение). Томск, Изд-во ТГПУ, 2005, 224 с.

Хабаков Е.В. Об индексах окатанности галечников // Советская геология, 1946, № 10, с. 17.

Чистяков А.А. Горный аллювий. М., Недра, 1978, 287 с.

Herget J. Reconstruction of Pleistocene ice-dammed lake outburst floods in the Altai Mountains, Siberia Geol. Soc. America. Spec. Pap. № 386, 2005, 118 p.

Carling P.A., Martini I.P., Herget J., Borodavko P., Parnachov S. Megaflood sedimentary valley fill: Altai Mountains, Siberia // Megaflooding on Earth and Mars. Cambridge University Press, 2009, p. 243—264.