

и формируются грубогумусовые оподзоленные буроземы; при больших скоростях движения (медленная солифлюкция) формируются гомогенные бурые почвы — крипоземы.

6. Склоновые движения сказываются на более консервативных почвенных признаках и не отражаются на более динамичных.

7. В описанных склоновых почвах не менее ярко, чем в аллювиальных и вулканических, выступает тесная связь почвообразования и континентального литогенеза.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Герасимов И. П. О движении почвенно-грунтовых масс на склонах.— Почвоведение, 1941, № 7—8, с. 74.
2. Белоусова Н. И., Беркгаут В. В., Цехановская Е. Б. Влияние современных склоновых движений на структуру почвенного покрова.— В кн.: Структура почвенного покрова и организация территории. М.: Наука, 1983, с. 145.
3. Воскресенский С. С. Динамическая геоморфология. М.: Изд-во МГУ, 1971. 228 с.
4. Гравис Г. Ф. Склоновые отложения Якутии. М.: Наука, 1969. 153 с.
5. Жигарев Л. А. Причины и механизм развития солифлюкции. М.: Наука, 1967. 167 с.
6. Каплина Т. Н. Криогенные склоновые процессы. М.: Наука, 1965. 193 с.
7. Рашба И. Н., Салюкова Р. И. Геоморфологические процессы и преобразование рельефа.— В кн.: Геосистемы предгорий Западного Саяна. Новосибирск: Наука, 1975, с. 237.
8. Симонов Ю. Г. Региональный геоморфологический анализ. М.: Изд-во МГУ, 1972. 250 с.
9. Шанцер Е. В. Очерки учения о генетических типах континентальных осадочных образований. М.: Наука, 1966. 239 с.

Почвенный институт ВАСХНИЛ

Поступила в редакцию  
14.VI.1983

### MASS MOVEMENTS ON SLOPES AND SOLL

BERKGAUT A. V., BELOUSOVA N. I.

#### Summary

The paper discusses mass movement influence on morphological and chemical properties of soils. The mass movements: 1) provide homogeneity of parent material under conditions of complicate geological structure; 2) facilitate the mineral mass weathering which accounts for difference in the chemical composition between slope formations and solid rocks; 3) control the vertical differentiation of soil profile (defluction permits the morphological differentiation of soil; slow solifluction determines a homogenous brown soil profile which is given an informal name «creepozem»); 4) mass movements on slopes influence the long-existing (conservative) properties (morphology, general chemical composition) while more dynamic characteristics (humus, pH, absorbed bases) have time to differentiate even under relatively «high» rate of the mass movement.

УДК 551.432 : 551.331.56(235.222)

БУТВИЛОВСКИЙ В. В.

### КАТАСТРОФИЧЕСКИЕ СБРОСЫ ВОД ЛЕДНИКОВО-ПОДПРУДНЫХ ОЗЕР ЮГО-ВОСТОЧНОГО АЛТАЯ И ИХ СЛЕДЫ В РЕЛЬЕФЕ

Гипотеза катастрофических прорывов вод огромных ледниково-подпрудных озер была впервые предложена и обоснована в США Д. Бретцем [1]. Ее дальнейшую разработку проводили Д. Пардэ [2], Р. Дж. Райс [3] и Дж. Ричмонд с соавторами [4]. Р. Дж. Райс [3, с. 415] подчеркивает: «Не приходится сомневаться, что катастрофические потоки, подобные вышеописанным, могли происходить и в других древнеледниковых областях, хотя до сих пор почти никому не удалось распознать их признаки». Факт возникновения ледниково-подпрудных

озер в процессе деградации оледенений Горного Алтая констатируют многие исследователи [5—9 и др.], но проблема исчезновения с «лица Земли» этих водоемов разработана пока слабо. Идеи о каких-то мощных стоках вод и возможности катастрофических прорывов озер были высказаны ранее [8—11], но не подтверждены достаточно убедительно. Поэтому-то эти ценнейшие идеи подверглись справедливой критике, а факты, свидетельствующие в пользу гипотезы катастрофических потоков, переосмысливаются [7, 12, 13]. В последнее время вышли из печати работы Г. Я. Барышникова [14], А. М. Малолетко [15], в которых вновь указывается на возможные следы катастрофических потоков в рельефе северных предгорий Алтая.

Детальные исследования, выполненные автором в ходе крупномасштабной геологической съемки в бассейнах рек Башкаус и Чулышман,

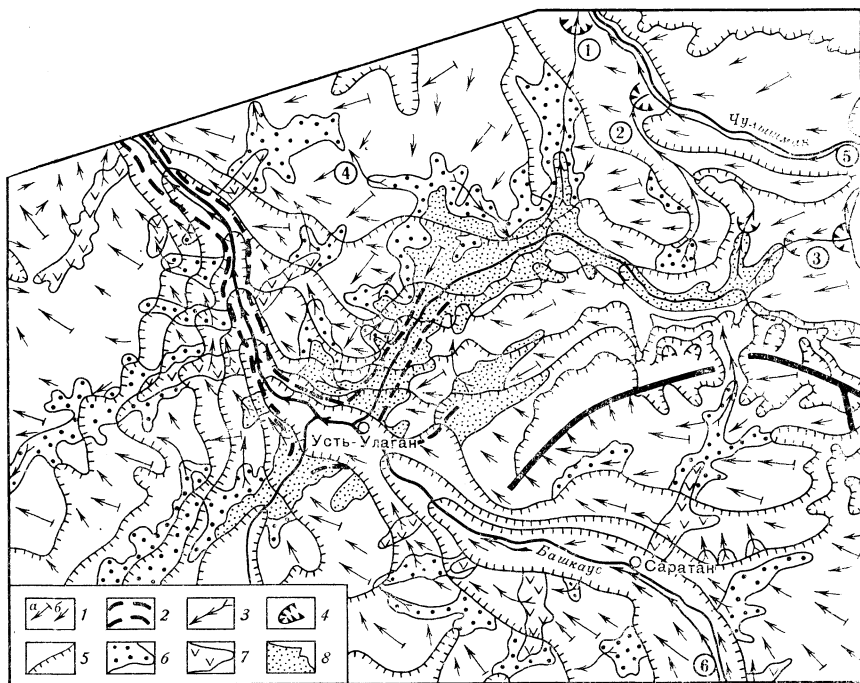


Рис. 1. Схема деградации оледенения и эволюции ледниково-подпрудных озер в средней части бассейна рек Башкаус и Чулышман

1 — направление движения льда: а — в максимум оледенения, б — в фазу деградации; 2 — зона отражения в рельефе катастрофического сброса вод Тужарско-Кубадринской системы озер; 3 — каналы стока излишков вод приледниковых озер. Цифры в кружках — номера каналов стока (1 — Учкель-Карасу, 2 — Татакель-Тайбулга, 3 — Кулукель-Карасу, 4 — Черандукель, 5 — сток вод Тужарского озера по долине Чулышмана, 6 — сток вод Чуйско-Курайского озера по долине Башкауса); 4 — реликтовые водопады; 5 — границы стадий отступления льда; 6 — площади акваторий ранних стадий развития озер, 7 — то же, конечных стадий; 8 — площади акваторий Тужарско-Кубадринской системы озер к моменту катастрофического сброса их вод

наблюдения в долинах Чуи, Катунь, в Курайской котловине позволяют вновь утверждать о наличии в рельефе Горного Алтая следов мощнейших катастрофических потоков [16], принимаемых ранее за формы и отложения иного генезиса [5—7, 9, 13]. Краткая характеристика образования и истории катастрофических потоков и созданных ими весьма специфичных форм рельефа и отложений — цель настоящей работы.

Широкое развитие следов ледниковой деятельности в бассейне рек Башкауса и Чулышмана общеизвестно [5—7, 17]. Нашими геоморфологическими исследованиями, изучением рыхлых отложений района и их радиоуглеродным датированием доказан позднечетвертичный (сартанский) возраст последнего мощного покровного оледенения бассейна этих рек [16]. В фазу деградации оледенения установлено относительно крат-

современное существование по макропонижениям рельефа (долина Башкауса, Шавлы) крупных ледниковых языков, нередко запиравших уже освободившиеся от льда долины боковых притоков. В последних возникали ледниково-подпрудные озера, что подтверждается наличием в днищах этих долин озерно-ледниковых отложений, на бортах — волноприбойных уровней, на водоразделах — радиальных, реже маргинальных, эрозионных ложбин, каналов стока излишков озерных вод. Былое развитие глубоких (до 300 м) приледниковых озер установлено автором во многих притоках р. Башкаус (рис. 1), а в долинах Кубадру, Большой Улаган озерно-ледниковые отложения были известны и ранее [5, 6].

Наиболее грандиозной и долговжившей являлась система приледниковых озер долин Кубадру (оз. Кубадринское) и Большого Улагана с притоками (оз. Тужарское), подпруженных одновременно правым и левым бортом Башкаусской ледниковой лопасти. Возникнув в ранее всего освободившихся от льда частях долин, озера расширяли свою акваторию вслед за деградирующей ледниковой лопастью (рис. 1), а их уровень, зафиксированный волноприбойными террасками, контролировался высоким положением радиальных каналов стока. Сток из оз. Тужарского с северо-западного направления (по ущелью Черандукель) переключился по мере отступления льда на северное и северо-восточное (в долину Чулышмана) по трем самым низким сквозным водораздельным долинам верховьев Большого Улагана (высота водораздела канала стока Учкель-Карасу 1463 м, Татакель-Тайбулга 1490 м, Кулукель-Карасу 1473 м), и не менял направление до исчезновения озера, возобновляясь в почти каждый абляционный период. В конечный момент своего развития оз. Тужарское имело максимальные площадь (120 км<sup>2</sup>), глубину (до 300 м) и объем воды (13—14 км<sup>3</sup>). Радиальный сток оз. Кубадринского из-за особенностей топографии водоразделов мигрировал от более высоких седловин к низким и по мере освобождения долины от льда озеро смещалось к востоку. Его площадь составляла 40 км<sup>2</sup>, глубина 200 м, объем воды 4 км<sup>3</sup>. Одновременно Башкаусская лопасть запирала водоемы в долинах рек Сапсара, Туралу, Мангелу, Малый Улаган. Объем вод всех озер системы превышал 20 км<sup>3</sup>. Огромнейшее приледниковое озеро существовало также в Чуйской и Курайской котловинах [6, 9, 12]. Естественно возникает вопрос — каким образом исчезали с «лица Земли» эти крупные скопления талых вод?

В долине Башкауса на всем ее протяжении до высоты 40—70 м от уреза реки; до высоты 140—170 м от уреза на ее участки ниже по течению области развития Тужарско-Кубадринской системы озер; в долине Чулышмана, а также в трех крупных каналах стока излишков вод оз. Тужарского автором обнаружены необычные формы рельефа и отложения. Они с размывом ложатся на коренные породы и ледниковые отложения, но перекрыты голоценовыми осадками [16]. Это крупные аккумулятивные формы, удивительно сходные с формами мелкой ряби течения; гигантские косы-валы, косы-осередки, аккумулятивные за значительными препятствиями, побочни-валы, глыбовые валы, высокие аккумулятивные террасовидные формы, эрозионно-аккумулятивные террасы со свежим грядово-ложбинным микрорельефом, скопления гигантских глыб, плоские наклонные и субгоризонтальные аккумулятивные покровы, гигантские антидюнные формы. Эти формы сложены слоистыми, хорошо отсортированными галечниками, гравием, песками, валунниками с крупными, закономерно ориентированными глыбами и даже тонкими глинами. Необычны текстуры отложений, их гранулометрический состав (рис. 2). Перечисленные выше формы расположены на бортах и днищах долин среди неровностей коренных выходов и локально размывтого ледниково-аккумулятивного рельефа как на субгоризонтальных площадках, так и на склонах крутизной до 20°. В тесной связи с аккумулятивными формами наблюдаются и необычные эрозионно-деструктивные полуразмытые, «разорванные» конечно-моренные валы, моренные холмы-останцы каплевидной обтекаемой в плане формы; косо расположенные к направлению долин перлювиальные глыбовые гряды, трассирующие в пла-

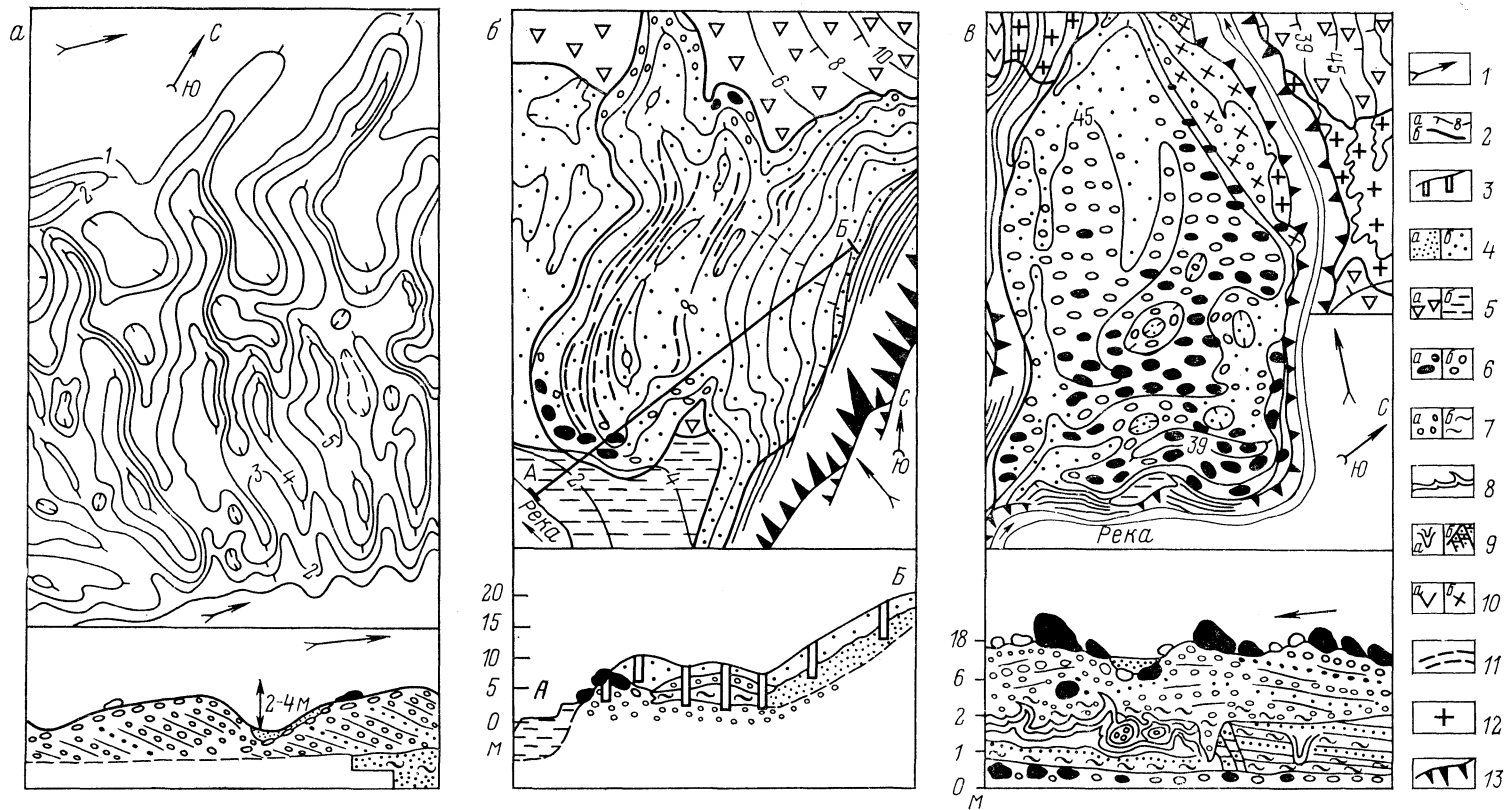


Рис. 2. Планы флювио-катастрофических форм рельефа и их разрезы (а — гигантская рябь, б — коса-вал, в — глыбовый вал) 1 — направление движения потоков вод; 2а — изогипсы, 2б — границы форм рельефа; 3 — линия шурфов, 4 — пески: а — мелкозернистые, б — крупнозернистые; 5а — голоценовый пролоуий, 5б — голоценовый аллювий; 6а — глыбы более 2 м в поперечни-

ке, 6б — глыбы и валуны; 7а — галечники, гравий, 7б — глины, алевроиты; 8 — мелкоскладчатые текстуры; 9а — клинья внедрения; 9б — микросбросы; 10 — ФК-террасы: а — эрозийные, б — эрозийно-аккумулятивные; 11 — волноприбойные уровни; 12 — отмытые и размые выходы коренных пород; 13 — коренные обрывы-уступы

не бывшее положение размытых моренных валов; глубокие (до 25 м), закономерно расположенные в плане водоворотные котловины; грандиознейшие реликтовые водопады и каскады с огромными котлами выбивания под ними; эрозионные террасы, протяженные уровни-подмыва ледниковых отложений; серии мелких волноприбойных уровней на аккумулятивных формах; обширные площади отмытых от рыхлого чехла выходов коренных пород, изолированные останцы коренных пород в днищах долин; резко врезанные в коренные породы эрозионные рвы, уступы, ложбины; серии глубоких (до 60 м) «сухих» каньонов с переуглубленными котловинами и огромными эрозионными нишами, глубокие (до 200 м) эрозионные каньоны-ущелья.

Данные по морфологии и внутреннему строению необычных форм рельефа (подробнее приводимые ниже), четкая взаимосвязь их со специфичными эрозионными формами прямо свидетельствуют о флювиальном генезисе форм и образующих их отложений. Эти единые, взаимосвязанные, «одноактные» комплексы микро-мезорельефа вряд ли могли быть созданы в условиях «обычных» флювиальных или флювиогляциальных процессов; их нет в типичных эрозионно-денудационных горах.

Только очень мощные катастрофические потоки, производящие качественно иную эрозионно-аккумулятивную работу нежели «обычные», связанные, очевидно, с прорывом и свободным сбросом вод огромных ледниково-подпрудных озер или с мощным стоком излишков озерных вод, могли создать эти уникальные комплексы форм рельефа.

Во многом подобные нашим эрозионно-аккумулятивные образования изучены в Северной Америке Д. Пардэ [2], Дж. Ричмондом и др. [4], Р. Райсом [3]. Эти исследователи, отмечая наличие в рельефе гигантской ряби, аккумулятивных галечных шлейфов, высоких аккумулятивных террас, валов, отмытых от рыхлого чехла площадей коренных выходов, серий врезанных каньонов (скебленд, кули) с переуглубленными котловинами, «сухих» водопадов, лёссовых останцов обтекаемой формы и др., находящихся на значительных высотах от урезов современной гидросети, считают их доказательствами катастрофического осушения оз. Миссула.

Формы рельефа и отложения, созданные катастрофическими потоками, названы нами флювио-катастрофическими (ФК). Ниже приводится их краткая характеристика. *Гигантская рябь* — поперечные к течению потоков асимметричные гряды с овальными западинами, извилистые и дугообразные в плане, морфологически являющиеся гигантскими копиями обычной мелкой песчаной ряби течения (рис. 2, а). Их характеристика дается здесь в соответствии с терминологией и классификациями, данными в труде Г. Э. Рейнека, И. Б. Сингха [18]. Наблюдается слабо-волнистая, сильноволнистая, реже лингоидная рябь как в фазе, так и не в фазе, обычно трехпространственная. Гряды сочетаются с водоворотными котловинами. Относительная высота форм варьирует от 1 до 10 м, длина ряби от 12 до 70 м, протяженность отдельных гряд достигает 300 м. Крутизна короткого, дистального к движению потока склона 18—40°, длинного пологого проксимального 2—15°. Внутреннее строение вскрытых канавами гряд соответствует их морфологии и совершенно аналогично строению мелкой песчаной ряби течения (рис. 2, а). Слагают рябь отлично сортированные наклонно-слоистые галечники, валунники, почти не содержащие более мелкого цемента. Характерны наклонные горизонты более крупного или более мелкого материала, подчеркивающие общую косую слоистость толщи. Встречаются глинисто-щербнистые моренные валуны-катуны. Окатанность обломков различная, преобладают изометричные, шаровидные формы гальки и валунов; плоских форм мало. На поверхности проксимальных склонов ряби нередко залегают угловатые глыбы (до 1—1,5 м), ориентированные преимущественно поперек течения. Гигантская рябь обнаружена в долинах Башкауса, Чулышмана, в каналах стока верховьев Большого Улагана, изучена в Курайской котловине, где ее относили к формам иного генезиса [6, 7, 13]. Формы гигантской ряби установлены в районе катастрофического сброса

са вод оз. Миссула [2—4], а рисунок в статье Д. Пардэ [2, рL. 3] убеждает в идентичности морфологии и внутреннего строения их как на Алтае, так и в Северной Америке.

*Гигантские косы-валы, аккумулятивные террасы, косы-осередки* созданы потоками в зонах эрозионной тени за различными препятствиями, поворотами бортов долин, в углублениях и долинках притоков, расчлениющих борта главных долин. Условия образования этих форм достаточно близки и охарактеризованы для русел горных рек А. А. Чистяковым [19], но в каждом конкретном случае они определяются морфологическими особенностями препятствий, создающих эрозионную тень, уровнем потока и его изменением во времени. Принципиальное строение этих форм рельефа показано на рис. 2, б: подстилающий горизонт галечно-валунных или глыбовых осадков, накопленный при более высоком уровне потока; облекающе лежащий на него горизонт ленточновидно-слоистых алевроспесков, несущих текстуры мелкой ряби противотечений, тонких глин со сложноскладчатыми текстурами подводного оползания, аккумулярованных в условиях максимального эффекта эрозионной тени, и перекрывающий их горизонт галечников, валунов, глыб, отложенный в условиях более низкого уровня и меньшей общей мощи потока при исчезновении эффекта эрозионной тени. *Косы-валы* (рис. 2, б) характеризуются чаще симметричной формой, со слабовыпуклой вершинной поверхностью, иногда осложненной гигантской рябью, серией волноприбойных уровней. От бортов долины они отделены глубокими замкнутыми понижениями. Высота кос-валов достигает 20 м, ширина 100 м, длина 400 м. *Косы-осередки* в плане имеют изометричные, дельтовидные очертания, от бортов препятствий отделены глубокими эрозионными ложбинами. Высота форм достигает 10 м, длина и ширина 400 м. *Аккумулятивные террасы* выполняют ниши, части боковых логов бортов долин, устья долин притоков. Мощность слагающих террасы галечно-валунных, чаще песчано-гравийных толщ составляет первые десятки метров. Высота террас над урезом рек достигает 100 м (в долине Чуи 300 м). Поверхность их плоская, нередко мелкогрядово-ложбинковая, иногда валообразная. Аналогичные террасы характерны для рельефа, созданного потоками оз. Миссула [2, рL. 7].

*Глыбовые валы* сложены с поверхности почти сплошным глыбовым покровом. От бортов долин глыбовые валы обычно отделены ложбиной, над дном которой они возвышаются на 4—5 м; поверхность их осложнена поперечными валами высотой до 3 м, водоворотными котловинами глубиной до 10 м. Глыбы ориентированы преимущественно поперек течения потока, их поперечник в среднем составляет 1,5—2 м, достигая иногда 10 м. Ширина форм составляет десятки и сотни метров, длина — до километра. Нередко первоначальные формы глыбовых валов искажены эрозией и аккумуляцией в фазу затухания потоков, и они представляют собой как бы гигантские речные косы. Общая схема внутреннего строения глыбовых валов изображена на рис. 2, в: верхний глыбовый горизонт с замытым на спаде потока галечником имеет мощность 1—3 м; нижняя пачка (мощность 4—20 м) представлена переслаивающимися галечниками, валунниками, гравийниками. Наклонная слоистость их полого (3—10°) падает в дистальном направлении, иногда — в проксимальном (1—5°), иногда — перпендикулярно направлению долины (до 30°). Внутри толщи изредка встречаются отдельные крупные глыбы. Вытянутые и плоские обломки часто поставлены на ребро и ориентированы по движению потока. Характерно наличие глинистых оболочек на поверхностях галек, что отличает эти отложения от полностью промытых пустотелых галечников гигантской ряби. Залегают осадки глыбовых валов на коренных породах, отложениях фации природного экрана, образуя интереснейшие контакты с алевроспесками последней (рис. 2, в). На контакте в алевроспесках наблюдаются причудливые складчатые деформации (складки захвата, внедрения и волочения), микросбросы и грабеобразные хрупкие деформации внутри алевроспесчаных толщ, мощные клиновидные внедрения в них галечников глыбового вала. Галечни-

ки в нижней своей части обильно насыщены алевропесчаным материалом, образуют рулетообразные закатыши в подстилающей толще. Есть и ровные, срезающие контакты. Эти текстуры — убедительнейшие свидетели динамического воздействия толщ глыбовых валов на подстилающие осадки. Очевидно, глыбовые валы формируются в результате одновременного массового селеподобного движения всей своей толщи. При этом крупные глыбы выпирались вверх толщи, а внутри ее происходила сортировка отложений по крупности (от валуников до грубых песков, истертых до тонких пластинок). О явлениях подобной сортировки материала в мощных селевых потоках сообщает Г. В. Иванов [20]; выпирание валунов вверх при срыве самоотмокки аллювия описывается А. А. Чистяковым [19]. Глыбовые валы обнаружены в долинах рек Башкауса, Чулышмана, Чуи, Катуня.

*Эрозионно-аккумулятивные террасы* (рис. 2, в) выработаны потоками на бортах и в днищах долин в моренах, выходах коренных пород, ФК-отложениях. Их поверхность осложнена грядово-ложбинным рельефом с отн. высотой 1—5 м. Четкая гипсометрическая выдержанность террас по долине отсутствует. Мощность их галечно-валунно-глыбовых отложений составляет 1—15 м. Такие террасы обнаружены в долинах рек Чулышмана, Башкауса, Чуи, Катуня [21, 8].

В долине Башкауса наблюдаются интересные аномальные глыбовые скопления, расположенные выше уровня потока и вблизи его максимального уровня. Первые приурочены к обращенным навстречу потоку выступам бортов долины. На них поток набегал, вышвыривая, вероятно, по воздуху крупные глыбы. Шлейфы глыб выброса залегают на 100—150 м выше установленного максимального уровня потока, местами сплошь покрывая склоны долины, а отдельные глыбы заброшены до высоты 300—400 м при дальности пролета до 800 м. Средний размер глыб 1—2 м, а наиболее крупные достигают  $3 \times 4 \times 6$  м и выброшены выше уровня потока на 10—20 м. Крупные глыбы вбивались в моренный грунт, образуя перед собой нагромождения мелких обломков, а сзади — террасовидную площадку. Выброс глыб происходил, вероятно, в начальную, максимальную по мощи фазу развития потока. Во всяком случае выброс глыб по воздуху на расстояние от сотен метров — известное явление в мощных селевых потоках [22]. Иное объяснение генезиса описанных глыбовых скоплений вызывает массу вопросов.

Вблизи максимального уровня потока встречены поля разрозненных, но огромнейших глыб (до  $28 \times 6 \times 12$ ,  $15 \times 20 \times 10$  м) весом в тысячи тонн, вырванных потоком из коренных выходов в днище долины и отложенных за поворотами долины в зонах эрозионной тени, но только на самых верхних (у границы максимального уровня) пологих слабозамытых моренных площадках. В размытых катастрофическим потоком коренных пород наблюдаются ниши эрозионного отторжения размером до  $18 \times 15 \times 6$  м. В моренах этого района таких крупных глыб нет. Глыбы претерпели незначительную транспортировку, не успев раздробиться по трещинам на более мелкие. Особенно крупные «камни» отложены на левом борту суженной части долины Башкауса, у устья р. Паспарты.

С зонами развития стационарных водоворотов связано образование котловин высверливания (рис. 2, а, в), осложняющих ФК-формы рельефа. Их диаметр составляет 10—60 м, а глубина — 3—25 м. Перед сужениями ложа потоков, в зонах гидравлических «прыжков» в коренных породах выработаны эвэрозионные котловины до 500 м в поперечнике, занятые ныне озерами. Обнаружены они в каналах стока оз. Тужарского и в верховьях р. Башкаус. Отвесные борта долины Чулышмана на участках каналов стоков вод оз. Тужарского порождали колоссальные водопады высотой до 400 м, выбившие под собой подводопадные котловины диаметром 100—400 м и глубиной 50—150 м. В менее устойчивых породах отступающие уступы водопадов, сопровождаемые котловинами выбивания, «ушли» вверх по каналам стока на расстояние до 15 км (рис. 1) и имеют высоту 50—60 м, а врез ниже образованных каньонов составляет 80—200 м. В ложах потоков широко развиты площади отмы-

тых от рыхлого, обычно моренного, чехла выходов коренных пород с сохранением первичного облика «бараньих лбов». Еще более обширные площади размытых потоками коренных пород, морфология которых определяется трещиноватостью. Здесь развиты эрозионные рвы, ложбины, ниши отторжения (рис. 2, в). Врез образованных потоками каньонов составляет 50—200 м.

На основе всестороннего анализа общей геоморфологической ситуации собственно ФК-форм и отложений, катастрофические потоки, отраженные в рельефе Восточного Алтая, по генезису и динамике развития подразделяются на две группы: потоки, связанные со сбросом через водоразделы излишков вод приледниковых озер, и потоки, связанные с прорывом и свободным сбросом вод этих озер.

Существование первых устанавливается просто. О мощном движении вод по водораздельным каналам стока свидетельствуют комплекс ФК-форм рельефа в них; положение самых низких осенних волноприбойных урвней во вместилищах озер, равное высоте водораздела низшего канала стока; наличие в толщах озерно-ледниковых осадков, отлагавшихся даже на глубинах до 150 м, текстур асимметричной ряби течения, ориентировка которой однозначно говорит о мощном движении вод озера в верховья долины Большой Улаган, против ее уклона. Следы эрозии потоков в трех каналах стока оз. Тужарского зафиксированы на высоте до 1520 м, а это значит, что одновременно по трем каналам текли потоки глубиной до 57 м (канал Учкель-Карасу), 30 м (Татакель-Тайбулга) и 47 м (Кулукель-Карасу), причем их скорость возростала по направлению к водоразделам. Об этом свидетельствует смена отложений от гравия и песка в начале каналов стока до одних только крупных валунов у водоразделов. Формы рельефа, выработанные на этом («проксимальном») участке ложа потоков, разнообразны, а наличие тех или иных определяется морфологией канала стока, уклоном ложа, глубиной и мощностью потока. Обнаружены гигантская рябь, косы-валы, глыбовые валы, побочни, отмытые и размытые коренные выходы, плёсовые котловины, котловины зон гидравлических прыжков, подмытые борта долин, эрозионно-аккумулятивные террасы. Перевалив водоразделы, потоки устремлялись к Чулышману и далее к Телецкому озеру. Рельфообразующая деятельность их на этих участках разнообразна и также зависит от морфологии каналов стока, их уклона и мощности потока. Сохранились и следы мощной эрозии в узких ущельях с крутым уклоном, и следы аккумуляции в пологих широких днищах, т. е. почти все разнообразные ФК-формы рельефа, описанные в настоящей работе.

Мощный сток излишков озерных вод и созданные ими ФК-формы рельефа установлены автором на всем протяжении долины Башкауса. Сток связан с крупнейшей Чуйско-Курайской системой приледниковых озер. Следы катастрофических стоков обнаружены на водоразделе верховьев Башкауса и Кокури до высоты 2350 м (высота водораздела 2380 м) и в долине Башкауса, где глубина канала стока достигала 40—70 м. Ниже Большого Улагана этот канал стока четко отделен уровнями подмыва от следов более древнего потока. Приледниковое озеро долины р. Каракудюр также давало мощный сток в долину Кадрина.

Функционирование потоков первой группы зависело от количества поступающей в озера талой воды, возобновлялось неоднократно, отличалось постепенным увеличением мощи потоков и таким же спадом. Чем крупнее было озеро, тем более мощным мог быть сток из него; в малых бассейнах сток излишков вод не создавал катастрофических потоков.

В долине Башкауса ниже впадения р. Малый Улаган обнаружены следы катастрофического потока гипсометрически гораздо выше уровня стока Чуйско-Курайского озера. При этом следы эрозии, чаще просто смыва рыхлого чехла, «уходят» из долины Башкауса в пределы акваторий Тужарского, Малоулаганского, Кубадринского озер. Ясно, что образование этого катастрофического потока было связано с исчезновением вышенеречисленных водоемов в результате прорыва ледяной подпруды и быстрого свободного сброса озерных вод по общему уклону местности.

По нашему мнению, катастрофическое осушение приледниковых озер частую могло быть связано с сейсмическими явлениями [16]. Так или иначе подпруда была прорвана, и огромный поток озерных вод гигантским селевым валом устремился вниз по долине, производя невероятные разрушения, вышвыривая на сотни метров крупные глыбы, отторгая от выходов коренных пород гигантские блоки. После прохождения селевого вала устанавливался в принципе «обычный» русловой гидродинамический режим потока, постоянно понижающего свой уровень. Глубина его достигала 150 м, расчетная скорость составляла 20—150 м/с, расход — более 1 000 000 м<sup>3</sup>/с, длительность функционирования — первые часы (ранее приводимые данные [16] были рассчитаны для более низкого уровня потока). Были образованы различные ФК-формы: гигантская рябь, косы-валы, глыбовые валы, скопления глыб, эрозионные формы в рыхлом моренном чехле и коренных выходах. «Мгновенность» работы потока сказалась в преобладании эрозионных форм над аккумулятивными, в слабой окатанности обломочного материала.

Наблюдения автора и литературные данные [7, 8, 10, 11, 13, 21, 23] позволяют вновь говорить о катастрофическом сбросе вод Чуйско-Курайской системы озер и широком развитии в долинах Чуи и Катуня ФК-форм и отложений, хотя этот район еще слабо изучен.

Описанные выше следы катастрофических потоков в Горном Алтае связаны с деградацией мощного оледенения Алтая в позднем вюрме. Около 15 тыс. лет назад, судя по датировке ленточных глин (СОАН-2100), происходили катастрофические стоки вод Тужарского озера. Через 400—500 лет (время существования этого озера по подсчету годичных лент) оно прорвало ледяную подпруду; образовался поток, следы деятельности которого сохранились в верхних уровнях долины Башкауса. Позже по Башкаусу осуществляется мощный сток Чуйско-Курайского озера, продолжавшийся до его прорыва, случившегося, по данным А. М. Малолетко [15], около 13 тыс. лет назад. Следы более древних потоков на Алтае автору пока неизвестны.

В геологическом масштабе времени действие этих потоков мгновенно, но их рельефообразующая роль колоссальна. Катастрофические потоки не были «чистыми» селями, а являлись гигантскими реками, вырабатывавшими подводно-русловые формы рельефа в соответствии с гидродинамическими закономерностями «обычных» русел горных рек. ФК-отложения — отличные строительные материалы. Нами установлено также обогащение определенных их фаций рудными минералами.

Из всего вышеизложенного следует, что катастрофические сбросы вод приледниковых озер являются важным рельефообразующим фактором в древнеледниковых горных областях. Насущная задача геоморфологии — установление и изучение следов их деятельности как в горах, так и на прилежащих равнинах.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Bretz J. H. Glacial drainage on the Columbia Plateau.—Bul. of the Geol. Society of America, 1923, p. 573.
2. Pardee J. T. Unusual currents in glacial Lake Missoula, Montana.—Bul. of the Geol. Society of America, 1942, p. 1569.
3. Райс Р. Дж. Основы геоморфологии. М.: Прогресс, 1980. 574 с.
4. Ричмонд Дж., Фриксел Р., Нефф Дж., Уэйс П. Кордильерский ледниковый покров Северных Скалистых гор и четвертичная история Колумбийского плато.—В кн.: Четвертичный период в США. Т. I. М.: Мир, 1968, с. 286.
5. Ефимцев Н. А. Четвертичное оледенение Западной Тувы и восточной части Горного Алтая.—Тр. ГИН, вып. 61. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 163 с.
6. Девяткин Е. В. Кайнозойские отложения и неотектоника Юго-Восточного Алтая.—Тр. ГИН, вып. 126. М.: Наука, 1965. 243 с.
7. Окишев П. А. Динамика оледенения Алтая в позднем плейстоцене и голоцене. Томск: Изд-во ТГУ, 1982. 210 с.
8. Ивановский Л. Н. Формы ледникового рельефа и их палеогеографическое значение на Алтае. Л.: Наука, 1967. 263 с.
9. Лунгерсгаузен Г. Ф., Раковец О. А. О границе третичной и четвертичной систем на Горном Алтае.—В кн.: Материалы Всесоюзного совещания по изучению четвертичного периода. Т. 3. М.: Изд-во АН СССР, 1961, с. 58.

10. *Ивановский Л. Н.* Гляциальная геоморфология гор. Новосибирск: Наука, 1981. 214 с.
11. *Ефимцев Н. А.* О строении и происхождении антропогенных отложений, долин рек Чуи и Катунь в Горном Алтае.— Бюл. КИЧП, № 29, 1964, с. 115.
12. *Окишев П. А.* Древние приледниковые озера Чуйской и Курайской котловин.— В кн.: Гляциология Алтая. Вып. 11. Томск: Изд-во ТГУ, 1976, с. 3.
13. *Борисов Б. А., Минина Е. А.* Ребристые и сетчато-ячеистые основные морены Восточного Памира и Горного Алтая.— Геоморфология, 1979, № 2, с. 69.
14. *Барышников Г. Я.* К вопросу о формировании крупновалунного аллювия р. Бии.— В кн.: Геология и полезные ископаемые Алтайского края (тез. докл.). Барнаул, 1979, с. 112.
15. *Малолетко А. М.* О происхождении мейминского вала (Алтай).— В кн.: Вопросы географии Сибири. Вып. 13. Томск: Изд-во ТГУ, 1980, с. 92.
16. *Бутвиловский В. В.* О следах катастрофических сбросов ледниково-подпрудных озер Восточного Алтая.— В кн.: Эволюция речных систем Алтайского края и вопросы практики. Барнаул, 1982, с. 12.
17. *Раковец О. А., Шмидт Г. А.* О четвертичных оледенениях Горного Алтая.— В кн.: Стратиграфия четвертичных отложений и новейшая геологическая история Алтая. Тр. КИЧП, 1963, т. 22, с. 5.
18. *Рейнек Г. Э., Сингх И. Б.* Обстановки терригенного осадконакопления. М.: Недра, 1981. 429 с.
19. *Чистяков А. А.* Горный аллювий. М.: Недра, 1978. 286 с.
20. *Иванов Г. В.* Некоторые данные о динамических структурах селевых потоков и опасности «защиты» от них разжижением.— Геология и геофизика, 1963, № 12, с. 74.
21. *Рагозин Л. А.* Материалы к четвертичной истории Центрального Алтая.— В кн.: Вопросы геологии Сибири. Т. I. М.: Изд-во АН СССР, 1945, с. 146.
22. *Виноградов Ю. Б.* Этюды о селевых потоках. Л.: Гидрометеониздат, 1980, с. 143.
23. *Богачкин Б. М.* История тектонического развития Горного Алтая в кайнозое. М.: Наука, 1981. 131 с.

Курайская ГРП ПГО «Запсибгеология»

Поступила в редакцию  
23.VIII.1983

## CATASTROPHIC FLOODS OF ICE-DAMMED LAKES AT SE ALTAI AND THEIR TRACES IN TOPOGRAPHY

BUTVILOVSKY V. V.

### Summary

Morphological and geological traces of catastrophic floods are identified in valleys and watersheds morphology at the SE Altai, the floods are believed due to both catastrophic break through glacial lakes dams and to flow over watersheds. Landforms and sediments resulted from the floods are described, such as giant ripples, point-bars, boulder bars, terraces, eversion holes, canyons etc.; the features named by the author «Catastrophic-fluvial». The author once more suggests the catastrophic discharge of proglacial lakes from Chuyskaya and Kuraiskaya basins, the floods had been traced into the Bashkaus valley. The catastrophic floods under consideration were not typical mudflows. Judging from the landforms and deposits, the streams resembled giant «rivers» which transported and deposited their load according to usual laws of mountain rivers channel dynamics. The catastrophic floods due to ice-dammed lakes discharge are emphasized to be not unique events, but an important relief-forming factor in glaciated mountains in the past.

УДК 551.4 : 551.342(470.21)

ВАЩАЛОВА Т. В., МЯГКОВ С. М.

## УГЛУБЛЕНИЕ ДЕНУДАЦИОННЫХ ВОРОНОК В ХИБИНАХ ЗА ГОЛОЦЕН

Наличие детальных топографических карт и датировок поздневалдайских морен в Хибинах позволило оценить темп денудации горных склонов за послеледниковое время. По картометрическим данным авторами были определены площади 45 денудационных воронок и объем накопленных ниже этих воронок конусов обломочного материала. Для измере-