

- [31] *Takens F.* Detecting strange attractors in turbulence // *Dynamical Systems and Turbulence*, edited by D. A. Rand and L.-S. Young. Berlin: Springer, 1981. P. 366—381.
- [32] *Grassberger P., Schreiber T., Schaffrath C.* Non-linear time sequence analysis // *Int. J. Bifurcation and Chaos*. 1991. N 1. P. 5—21.
- [33] *Hegger R., Kantz H., Schreiber T.* Practical implementation of nonlinear time series method: The TISEAN package // *CHAOS*. 1999. N 9. P. 4—13.
- [34] *Kantz H., Schreiber T.* *Nonlinear Time Series Analysis*. Cambridge: Cambridge University Press, 1997.
- [35] *Klein Tank, A. M. G. and Coauthors.* 2002. Daily dataset of 20th century surface air temperature and precipitation series for the European Climate Assessment // *Int. J. of Climatol.* 2002. 22. P. 1441—1453.
- [36] *Rosenstein M. T., Collins J. J., Luca C. J. D.* A practical method for calculating largest Lyapunov exponent from small data sets // *Physica*. 1993. D 65. P. 117—134.
- [37] *Schreiber T.* Interdisciplinary application of nonlinear time series methods // *Phys. Report*. 1999. N 308. P. 1.

Санкт-Петербург
geo-igor@mail.ru

Поступило в редакцию
9 сентября 2010 г.

Изв. РГО. 2011. Т. 143. Вып. 1

© Г. Г. РУСАНОВ

РАЗРЕЗ ЧАГАН (ЮГО-ВОСТОЧНЫЙ АЛТАЙ): СТРОЕНИЕ И РЕКОНСТРУКЦИЯ УСЛОВИЙ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ

Введение. Разрез Чаган видимой мощностью более 200 м и протяженностью 5 км находится на юго-западной окраине Чуйской котловины в левом борту долины р. Чаган выше с. Бельтир. Он считается наиболее полным и хорошо изученным опорным обнажением ледниковых отложений Горного Алтая. История его изучения начинается с 1937 г., когда впервые этот разрез очень схематично описал А. В. Аксарин [2] как обнажение четвертичных озерных отложений мощностью 79 м в левом борту р. Кара-Оюк, сформировавшихся в межледниковое (довюрмское) время в огромном озере, занимавшем Чуйскую котловину и низовья речных долин, выходивших в нее. С начала 60-х г. прошлого столетия он привлекает внимание очень многих исследователей [1—15]. Однако, несмотря на сравнительно большое количество опубликованных работ, посвященных изучению этого разреза (в основном озерно-ледниковых отложений), вопросы генезиса, возраста, особенностей строения и условий осадконакопления этих отложений до сих пор не имеют однозначного решения, продолжая оставаться дискуссионными.

«Отметим, что ни в одной из публикаций не приведено детального геологического описания разреза Чаган с прослеживанием границ по горизонтали и с текстурно-фациальной характеристикой выделяемых слоев и пачек. В лучшем случае дается описание одной-двух колонок с локальной последовательностью слоев, при этом общее строение геологического разреза по латерали изображается настолько схематически, что такая геологическая документация вызывает сомнение у самих авторов. ...несмотря на существование уникального естественного обнажения Чаган ... оно до сих пор должным образом не описано, хотя используется как стратотип на протяжении более полувека ...ни одним исследователем фактически не проводилась фациально-генетическая диагностика гляциогенных толщ этого разреза (расчленение на основные и абляционные морены), без которой стратиграфическая диагностика мореноподобных диамиктонов как геологических тел вообще не имеет смысла» ([8], с. 43—44).

При совместном с А. Н. Рудым посещении этого обнажения в 2001 г. у нас сложилось определенное мнение об особенностях строения и условиях образования отложений ледникового комплекса разреза Чаган, которое во многом коренным образом от-

личается от представлений других исследователей. Не изменилось оно пока и после работ на обнажении в 2008 г. Не претендуя на детальность и полноту изложения хорошо известного фактического материала и окончательное решение всех дискуссионных вопросов, мы хотим привести свои соображения и обратить внимание на некоторые аспекты, не затронутые нашими предшественниками.

Фактический материал и реконструкции. В общем виде разрез Чаган может быть расчленен на две примерно равные толщи: нижнюю — «буроцветную» доледниковую и верхнюю — «сероцветную» ледниковую.

В основании нижней толщи вскрывается кровля среднемиocen—среднеплиоценовых озерных отложений туерыкской свиты, представленных светло-серыми и желтовато-серыми плотными карбонатными алевроитистыми глинами и глинистыми алевроитами, в которых довольно часто встречаются очень тонкие (первые мм) и крепкие лимонитизированные железистые слои темно-бурого местами почти черного цвета, а также тонкие прослойки желтоватых разномерных песков. Видимая мощность свиты в сейсмогенном оползневом блоке не менее 15 м.

Вверх по разрезу туерыкская свита постепенно замещается верхнеплиоцен—нижнеплейстоценовыми озерно-аллювиальными (прибрежно-дельтовыми) желто-бурыми отложениями бекенской свиты мощностью не менее 30 м. В основании свиты идет переслаивание очень плотных желто-бурых грубозернистых гравийных песков мощностью до 0.5 м, глинистых алевроитов мощностью 1.0—1.5 м и тонких (до 0.05 м) прослоев средне- и хорошо окатанных гравия и мелкого галечника. Вверх по разрезу мощность галечниковых прослоев возрастает, а алевроитовых — уменьшается. В этом же направлении увеличивается и размерность галек, среди которых начинают попадаться трещиноватые и затронутые выветриванием.

На бекенской свите с размывом лежит толща аллювиальных и аллювиально-пролювиальных буровато-желтоватых валунных галечников башкаусской свиты раннеплейстоценового возраста мощностью около 80 м, с глинистым разномерным песком в заполнителе и редкими короткими и маломощными линзами глинистых песков, илов, гравийников. Переслаиваются промытые и сильно глинистые пачки. Выделяются слои с вертикально стоящими валунами и гальками. В целом слоистость этих отложений неясно выраженная параллельно-линзовидная. Петрографический состав обломков, многие из которых трещиноваты и выветрелы, отражает преимущественно породы, развитые в бассейнах рек Чаган и Чаган-Узун (Талдура). Однако среди них довольно часто встречаются обломки кварцитов, девонских песчаников и алевролитов, эффузивов среднего и кислого составов, широко развитых к западу в бассейне р. Кускуннур.

Общая мощность доледниковых неоген-нижнеплейстоценовых отложений туерыкской, бекенской и башкаусской свит, слагающих нижнюю видимую часть разреза Чаган, не менее 120 м. В этих свитах слоистость очень полого под углом 3—5° падает на восток по азимуту 80°.

Кровля башкаусской свиты сильно размыта, а в ее толще четко виден глубокий долинообразный эрозионный врез, ориентированный в юго-восточном направлении вдоль подножия Южно-Чуйского хребта (сложенного породами палеозоя). Он расположен субперпендикулярно к современной долине р. Чаган [11, 13]. В этом врезе на башкаусской свите с угловым несогласием, свидетельствующим о длительном размыве и перерыве в осадконакоплении, лежит желтовато-серая слоистая толща мелкогалунно-суглинистой основной морены мощностью не менее 5 м. Эта морена имеет термолюминесцентную (ТЛ) датировку в 476 ± 51 тыс. лет (МГУ-КТЛ-40) [10]. Из этой морены В. С. Шейнкман [14] получил ТЛ-дату в 135 ± 15 тыс. лет. Недавно из этой же морены по одному и тому же образцу в двух разных лабораториях вновь определялся ТЛ-возраст. В Лаборатории МГУ получена дата 480 ± 20 тыс. лет, а в Лаборатории БуГИН СО РАН — 124 ± 15 тыс. лет (БуГИН 501) [1].

Эта основная морена в эрозионном врезе вверх по разрезу постепенно замещается флювиогляциальной толщей. Она представлена серыми галечниками с типично водной черепитчатой укладкой обломков, с протяженными линзами мощностью 0.2—0.5 м

хорошо промытых косослоистых среднезернистых песков и очень рыхлых промытых гравийников. В кровле толщи галечники исчезают и наблюдается переслаивание песков и гравийников с прослоями белесых плотных тонкослоистых алевроитов озерного генезиса. Вверх по разрезу происходит постепенное фациальное замещение флювиогляциальной толщи озерно-ледниковыми образованиями.

Озерно-ледниковая толща в виде очень крупной и мощной (46—50 м) линзы vyplняет всю верхнюю часть эрозионного вреза в аллювии башкаусской свиты. В основании этой линзы выделяется прослой мощностью около 1 м, осложненный микротекстурами подводного оползания в виде мелких опрокинутых изоклинальных складок, причиной образования которых, скорее всего, послужило мощное землетрясение. Выше озерная толща сложена ленточно-слоистыми алевроитами и пелитами. Толщина слоев 1—5 мм. Они образуют более мощные ленты толщиной 5—20 см. На контактах этих толстых лент наблюдаются более темные глинистые слои мощностью до 3 мм. В них обычно содержатся включения гравия и мелкой гальки, очень много плоских диагенетических карбонатных конкреций темно-коричневого цвета овальной формы диаметром от 1 до 10—15 см. Эти конкреции на глубине 110 м имеют радиоуглеродный возраст в $20\,290 \pm 250$ лет (СОАН-3116), а в нижней части линзы на глубине 130 м — $19\,250 \pm 145$ лет (СОАН-3115).¹ Детальное описание особенностей этих отложений дано в работах [4, 6, 10, 11].

В толще ленточных осадков довольно часто встречаются хаотично ориентированные мелкие валуны и глыбы (дропстоуны). Слоистость под ними смята, а сверху облекающая. Время формирования этой линзы определяется в 150 [4] и 130 лет [5, 6, 10].

Из средней части этой озерно-ледниковой линзы получена первая ТЛ-датировка в 266 ± 30 тыс. лет (МГУ-КТЛ-3) [10]. Из нижней части линзы В. С. Шейнкман [14] получил ТЛ-дату 121 ± 14 тыс. лет. Для этой линзы получен ряд новых ТЛ-дат: кровля датирована в 260 ± 65 тыс. лет (МГУ); средняя часть — 310 ± 50 тыс. лет (БуГИН 665) и 330 ± 57 тыс. лет (БуГИН 671); подошва — 340 ± 46 тыс. лет (БуГИН 670) и 505 ± 20 тыс. лет (МГУ) по одним и тем же образцам [1]. Авторы этих датировок обращают особое внимание на то, что неоднократно новые ТЛ-даты разреза Чаган, выполненные как в Лаборатории МГУ, так и в Лаборатории БуГИН СО РАН, не совпадали со стратиграфической последовательностью (нижезалегающие отложения оказывались моложе) [1].

По мнению [5, 6], перед ледником существовала система отстойных водоемов, в одном из которых и накапливалась эта озерная толща. В. С. Шейнкман [14] полагает, что это было местное, хоть и довольно крупное, моренно-подпрудное озеро. Если принять эти точки зрения и считать, что рассматриваемая озерно-ледниковая толща накапливалась в локальном моренно-подпрудном водоеме, а ее разрез — продольным, то следовало бы ожидать уменьшения мощности годичных лент и дифференциации обломочного материала по крупности в толще вниз по течению, падения слоистости в направлении течения талых вод [11, 13]. Однако в действительности ничего этого не наблюдается. Эта линза представляет собой поперечный разрез озерно-ледниковых отложений, накапливавшихся в узком заливе огромного Чуйского ледниково-подпрудного озера, ориентированном поперек долин современных рек [11, 13] и простиравшемся с востока на запад вдоль подножия Южно-Чуйского хребта. Этот залив занимал древнюю, ныне погребенную, речную долину.

Кровля озерно-ледниковой линзы, выполняющей эрозионный долинообразный врез в галечниках башкаусской свиты, и кровля самой свиты срезаются и с азимутальным несогласием, свидетельствующим об изменении направления движения ледника и поступавшего обломочного материала, перекрываются мощной (около 100 м) толщей серых ледниковых валунно-галечных отложений с крупными валунами и глыбами, с более алевроитистым или более песчаным заполнителем в разных частях разреза. В ее верхней части иногда отмечаются песчаные гляциодиапиры мощностью до

¹ Бутвиловский В. В. Составление геоморфологической карты Горного Алтая масштаба 1 : 500 000 // Отчет Региональной партии о результатах научно-исследовательских работ, проведенных в 1989—1996 гг. Новокузнецк, 1996.

10 м. Местами встречаются горизонтально-слоистые фации флювиогляциального генезиса, накапливавшиеся одновременно с моренной толщей.

В 2008 г. в основании этой толщи мы обнаружили сильно поврежденный фрагмент верхнего зуба лошади *Equus* sp. предположительно позднеплейстоценового возраста (закключение А. В. Шпанского).

В этой толще довольно часто как по вертикали, так и по простиранию обнажения на разных уровнях отмечаются линзовидные, иногда довольно протяженные тела и прослои белесых ленточно-слоистых озерно-ледниковых алевроитов мощностью от 0.3 до 7 м, содержащих плоские карбонатные конкреции. В нижней части толщи на глубине 87 м радиоуглеродный возраст этих конкреций составляет $20\,840 \pm 160$ лет (СОАН-3117).¹ По-видимому, во время формирования ледниковой толщи понижения рельефа на ее поверхности были заняты многочисленными мелкими локальными водоемами, в которых и накапливались эти линзовидные тела озерных алевроитов.

Первая ТЛ-дата из средней части этой толщи 145 ± 13 тыс. лет (МГУ-КТЛ-2) [10]. В. С. Шейнкманом [14] также из средней части получены две ТЛ-даты — более 100 и 80 ± 10 тыс. лет, а из верхней части ледниковой толщи — 61 ± 7 и 58 ± 7 тыс. лет. Недавно ТЛ-возраст одного и того же образца из кровли этой толщи в Лаборатории МГУ был определен в 127 ± 32 тыс. лет (МГУ NS-5), а в Лаборатории БуГИН СО РАН — в 25 ± 4 тыс. лет (БуГИН 498) [1].

Создается впечатление, что вся 100-метровая «сероцветная» толща, срезающая и с азимутальным несогласием перекрывающая башкаусскую свиту и долинообразный эрозионный врез в ней, является единым полифациальным сложно построенным позднеплейстоценовым ледниковым комплексом. В ней нет каких-либо региональных несогласий и перерывов, позволяющих расчленить ее на разновозрастные ледниковые и межледниковые горизонты. Все наблюдаемые размывы и несогласия являются узко-локальными и фациальными внутри единой сложно построенной толщи, формировавшейся длительное время на разных этапах (стадиях, фазах, осцилляциях) от начала до деградации позднеплейстоценового (поздневиурского ?) оледенения в результате неоднократных очень мощных возвратно-поступательных подвижек (пульсаций) ледников. В принципе эти особенности строения рассматриваемой толщи были верно подмечены еще А. А. Свиточем с соавторами [10].

В каком-либо одном вертикальном створе разреза Чаган при большом желании в «сероцветной» толще можно выделить все разновозрастные ледниковые и межледниковые горизонты и толщи, как это делают Е. Н. Щукина [15], О. А. Раковец и Г. А. Шмидт [9], Е. В. Девяткин, [7], Б. А. Борисов [3] и мн. др. Проследить же их по простиранию обнажения совершенно нереально. К такому же выводу пришли ранее коллектив авторов [10], Н. И. Глушанкова и Т. Н. Воскресенская [5, 6].

Из ее разреза исчезают почти все элементы древнее позднего неоплейстоцена, а число и возраст гляциокомплексов (и соответствующих им региональных оледенений) неправомерно завышены ([8], с. 52).

Такое сложное полифациальное строение этой толщи объясняется, по нашему мнению, тем, что это срединная морена, сформированная из боковых морен на контакте двух ледников, выдвигавшихся из долин Чаган и Чаган-Узун (Талдура) и сливавшихся в районе с. Бельтир.

«Чаганско-Талтуринский водораздел на протяжении плейстоцена неоднократно служил ложбиной стока между лопастями Чаганского и Талтуринского ледников, в которой аккумуляровались диамиктоны абляционных морен, флювиогляциальные валунногалечники, лимногляциальные алевроиты и алевропески на стадиях деградации оледенений. На прогрессивных же стадиях оледенений ледники перекрывали водораздел, осложняли его гляциошарьяжами, а также складками напора и волочения, откладывая на нем диамиктоны основных морен и отторженцы нижележащих отложений» ([8], с. 46).

¹ Бутвиловский В. В. Составление геоморфологической карты Горного Алтая масштаба 1 : 500 000 // Отчет Региональной партии о результатах научно-исследовательских работ, проведенных в 1989—1996 гг. Новокузнецк, 1996.

Основные особенности строения отложений ледникового комплекса, установленные в разрезе Чаган и кратко изложенные выше, позволяют реконструировать (пока лишь в общих чертах) условия их образования.

По нашему мнению, крупный эрозионный врез в толще башкаусской свиты — средне-позднеплейстоценовая погребенная долина р. Кускуннур, которая при выходе из гор шла вдоль подножия Южно-Чуйского хребта на восток в сторону Монголии, а реки Чаган-Узун и Чаган были в то время ее правыми притоками. Эти же самые неоген-нижнечетвертичные отложения вскрываются и к западу от Чаганского разреза в нижней части правого борта долины р. Чаган-Узун. Если эту погребенную долину продолжить далее в западном направлении, то она выйдет в долину р. Кускуннур (современный левый приток р. Чаган-Узун), в низовьях которой, несмотря на сильную ледниковую экзарацию, также сохранились неогеновые озерные отложения и бурые аллювиальные валунные галечники башкаусской свиты. Выше уже отмечалось, что в разрезе Чаган в составе башкаусской свиты часто встречаются обломки пород из бассейна р. Кускуннур. Как отмечает Е. В. Девяткин [7], башкаусская свита накапливалась в тектоническом понижении вдоль подножия Южно-Чуйского хребта. В среднем и начале позднего плейстоцена к этому же понижению была приурочена и долина, выработанная в башкаусском аллювии. На возможную перестройку этой гидросети в рессурьмское время указывал и А. Н. Рудой [11].

Во время первого позднеплейстоценового (раннеурьмского?) оледенения эта долина была полностью заполнена ледниковыми, флювиогляциальными и озерно-ледниковыми отложениями. Наступившая межледниковая эпоха (среднеурьмская, каргинская) сопровождалась резким усилением неотектонических вертикальных движений, по крайней мере во второй половине. Блок, в котором находится долина р. Чаган, и примыкающее к нему понижение у подножия Южно-Чуйского хребта, был поднят не менее чем на 120 м. Причем долина р. Чаган у верхнего конца рассматриваемого обнажения была осложнена поперечным неотектоническим уступом — тектоногенным ригелем [12], протягивающимся вверх по долине на 10 км. О неотектоническом воздымании этого блока свидетельствует и пологое восточное падение слоистости в отложениях туерьмской, бекенской и башкаусской свит.

Это поднятие привело к перестройке существовавшей гидросети. Выработанная в башкаусских галечниках долина, заполненная отложениями ледникового комплекса, в результате поднятия навсегда осталась в погребенном состоянии. Река Чаган-Узун (Талдура) при выходе из гор изменила направление и потекла на северо-восток, формируя свою современную долину в пределах западной части Чуйской котловины, а основная река Кускуннур стала ее левым притоком. Река Чаган ниже неотектонического уступа (тектоногенного ригеля) повернула на север и по кратчайшему пути проложила новый участок своей долины до слияния с р. Чаган-Узун.

Во время последнего оледенения неотектонический уступ в долине р. Чаган был сильно экзарирован ледником и осложнен многочисленными баранными лбами. В это время ледники, выдвигавшиеся по долинам рек Чаган и Чаган-Узун (Талдура), сливались на выходе из гор. В результате неоднократных и очень мощных подвижек (пульсаций) сформировали из своих боковых морен мощную полифациальную (с участием флювиогляциальных и озерно-ледниковых фаций) сложно построенную толщу средней морены. Она с азимутальным несогласием залегает на башкаусской свите и вскрывается в верхней 100-метровой части разреза Чаган.

Заключение. Крайне противоречивые ТЛ-датировки, приведенные выше, прямо не подтверждают предлагаемой нами схемы реконструкции условий образования отложений ледникового комплекса в этом разрезе, но и не опровергают, однозначно свидетельствуя, по нашему мнению, о позднеплейстоценовом возрасте верхней «сероцветной» ледниковой толщи. Надо признать, что в целом изученность разреза Чаган крайне недостаточна, схематична и противоречива. В настоящее время он не может служить опорным в региональной стратиграфической схеме для ледниковых и межледниковых отложений нижнего и среднего плейстоцена и межледниковых — верхнего.

Список литературы

- [1] *Агатова А. Р., Девяткин Е. В., Высоцкий Е. М., Скобельцын Г. А., Непон Р. К.* Результаты применения ТЛ-метода для датирования ледниковых отложений разреза Чаган (Юго-Восточный Алтай) // Рельефообразующие процессы: теория, практика, методы исследования. Новосибирск: ИГ СО РАН, 2004. С. 9—11.
- [2] *Аксарин А. В.* О четвертичных отложениях Чуйской степи в Юго-Восточном Алтае // Вестн. Зап.-Сиб. геол. треста. 1937. № 5. С. 71—81.
- [3] *Борисов Б. А.* Алтай-Саянская горная область // Стратиграфия СССР. Четвертичная система (получ. 2). М.: Недра, 1984. С. 331—351.
- [4] *Бутвиловский В. В.* Палеогеография последнего оледенения и голоцена Алтая: событийно-катастрофическая модель. Томск: Изд-во ТГУ, 1993. 252 с.
- [5] *Глушанкова Н. И., Воскресенская Т. Н.* Особенности осадконакопления в озерно-ледниковых водоемах Горного Алтая в плейстоцене // Рельеф и природопользование предгорных и низкогорных территорий. Барнаул: Изд-во АГУ, 2005. С. 75—78.
- [6] *Глушанкова Н. И., Воскресенская Т. Н.* Реконструкции палеообстановок плейстоценового седиментогенеза в приледниковых водоемах Горного Алтая // Изв. РГО. 2008. Т. 140. Вып. 2. С. 49—57.
- [7] *Девяткин Е. В.* Кайнозойские отложения и неотектоника Юго-Восточного Алтая. М.: Наука, 1965. 244 с.
- [8] *Зольников И. Д., Мистрюков А. А.* Четвертичные отложения и рельеф долин Чуи и Катунь. Новосибирск: Параллель, 2008. 182 с.
- [9] *Раковец О. А., Шмидт Г. А.* О четвертичных оледенениях Горного Алтая // Стратиграфия четвертичных отложений и новейшая геологическая история Алтая. М.: Изд-во АН СССР, 1963. С. 5—31.
- [10] Разрез новейших отложений Алтая / Под ред. К. К. Маркова. М.: Изд-во МГУ, 1978. 208 с.
- [11] *Рудой А. Н.* Некоторые вопросы палеогеографической интерпретации литологии и особенностей распространения озерно-ледниковых отложений Горного Алтая // Гляциология Сибири. Вып. 1 (16). Томск, 1981. С. 111—134.
- [12] *Рудой А. Н.* Геологическая работа четвертичных гляциальных суперпаводков. Формы дилuviальной эрозии и эвразии // Изв. РГО. 2001. Т. 133. Вып. 4. С. 31—40.
- [13] *Рудой А. Н., Кирьянова М. Р.* Озерно-ледниковая подпрудная формация и четвертичная палеогеография Алтая // Изв. РГО. 1994. Т. 126. Вып. 6. С. 62—71.
- [14] *Шейнман В. С.* Возрастная диагностика ледниковых отложений Горного Алтая и их тестирование на разрезах Мертвого моря // Материалы гляциологических исследований. 2002. Вып. 93. С. 41—54.
- [15] *Щукина Е. Н.* Закономерности размещения четвертичных отложений и стратиграфия их на территории Алтая // Стратиграфия четвертичных (антропогенных) отложений азиатской части СССР и их сопоставление с европейскими. М.: Изд-во АН СССР, 1960. С. 127—164.

Бийск
gapse@mail.biysk.ru

Поступило в редакцию
16 ноября 2009 г.

Изв. РГО. 2011. Т. 143. Вып. 1

© Т. П. КАЛИХМАН, А. Д. КАЛИХМАН

«САЯНСКИЙ ПЕРЕКРЕСТОК» КАК ТРАНСГРАНИЧНЫЙ ОБЪЕКТ ВСЕМИРНОГО ПРИРОДНО-КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

Экспедиции по Восточному Саяну в XIX в. и первой половине прошлого столетия, организованные под эгидой Русского географического общества, а также его Восточно-Сибирского отделения, позволили проследить судьбу четырех родственных малочисленных народов на территории, наиболее возвышенной и разделенной хребтами