

ГЕОГРАФИЯ

УДК 551.8

А.Н. Рудой

О ТАК НАЗЫВАЕМЫХ ФЛЮВИОГЛЯЦИАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ И О МЕСТЕ ДИЛЮВИАЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЛИТОДИНАМИЧЕСКОЙ СУКЦЕССИИ

Томский государственный педагогический университет

Введение

Ледниково-подпрудные озера распространены во всех ледниковых районах мира. К характерным чертам их режима относятся катастрофические сбросы, формирующие дилювиальные потоки-фладстримы. Эти потоки способны совершать огромную геологическую работу в очень короткие промежутки времени. В результате аккумулятивной деятельности фладстримов часто формируется комплекс дилювиальных образований, обладающих оригинальной морфологией и своеобразной структурой [1–3]. Однако, несмотря на большое распространение приледниковых озер разного типа (а их количество исчисляется десятками тысяч), далеко не все современные ледники имеют зарегулированный сток. Вероятно, что и ранее не все они, или, во всяком случае, – не на всех этапах развития, непосредственно контактировали с водоемами. Это означает, что в речных долинах сразу же ниже краев ледников формировались флювиальные отложения, часть из которых названы «флювиогляциальными».

Вопросы практического картографирования рыхлых отложений в горах, в том числе и в целях поисков россыпных полезных ископаемых, требуют прояснения геологической сути так называемых флювиогляциальных отложений. Кроме того, выделение недавнего нового типа континентальных рыхлых отложений – дилювиального (флювио-катастрофического, по В.В. Бутвиловскому [4]), о существовании которого еще двадцать лет назад в нашей стране не подозревали ни геологи, ни географы, требует и определения места последних в известных классификациях генетических типов четвертичных образований.

О проблеме так называемых флювиогляциальных отложений

В настоящее время в геологической практике полевая диагностика «флювиогляциальных» отложений производится по ряду косвенных признаков: морфологической выраженности, близости ледника [5–7]

или ледниковых отложений. Относительно надежно, в частности, диагностируются отложения талых вод, выраженные в рельефе и сформированные в языковой части деградирующих ледников (интрагляциальные отложения некоторых разновидностей озоров, камов, звонцев и т.д.). Установив водно-ледниковый генезис аккумулятивных форм рельефа, исследователь автоматически принимает к сведению то, что эти формы сложены именно водно-ледниковыми, а не какими-то иными осадками. После этого палеогеографическая интерпретация литологической информации, заложенной в рельефе, оказывается однозначной. Плановые контуры отложений талых вод, таким образом, повторяют на карте очертания морфологических элементов водно-ледникового происхождения. Ведущим диагностическим признаком в данном случае выступают не сами отложения, а рельеф, который они слагают [8].

Эти соображения касаются в первую очередь областей древних материковых оледенений. В горных районах камы и озы встречаются редко, в основном – в межгорных впадинах, заполнявшихся ранее льдом. Их выделение и картографирование, как правило, не вызывает особых затруднений.

Гораздо сложнее картируются «отложения талых вод» приледниковой зоны. По существу, в этом случае классификации предлагают исследователю лишь отложения зандров. Налицо вновь морфологический подход, поскольку зандр, зандровое поле – это «пологоволнистая равнина, расположенная перед внешним (почему только внешним? – А.Р.) краем конечных морен... Сложена слоистыми осадками ледниковых вод, являющимися продуктом перемывания морены» [9, с. 253]. Исходя из этого определения, весь горный аллювий в пределах развития четвертичных ледников приходится сегодня картировать как «флювиогляциал», потому что в этих районах водотоки размывают и транспортируют вплоть до предгорий именно моренный материал (не считая отложений склонового ряда, долю которых можно считать фоновой).

Например, при выходе р. Юстыд из гор в Чуйскую котловину (Юго-Восточный Алтай) пойма реки

расширяется от 10–15 до 5 000 м. Река разбивается на множество мелких и узких потоков, каждый год прокладывая себе новые русла среди суглинистого, песчаного, гравийно-галечникового и валунного материала. Выше по течению поток блуждает по конечно-моренному полю, используя исходный рельеф поверхности морены. Здесь ширина поймы зависит от размеров западин в моренном рельефе, а собственно эрозионная деятельность водотока весьма мала, поскольку малы падение и современная водность реки. Еще выше по течению ширина поймы контролируется уже коренными склонами долины. В самых верховьях долины расположены каровые ледники хребта Чихачёва [10]. Итак, ледники и морены имеются, значит, и расширенные пойменные площадки в моренном рельефе и за пределами его, на основании цитированных выше признаков, должно считать зандами, а слагающие их отложения – отложениями талых ледниковых вод, т.е. флювиогляциалом.

В нескольких километрах ниже конечно-моренного вала с поймой Юстыда соединяется пойма другой реки – Уландрыка, берущего начало с хр. Сайлюгем. Пойма Уландрыка сложена такой же песчано-гравийно-валунной сортированной смесью, что и пойма р. Юстыд. Микрорельеф обеих пойм в целом одинаков. В бассейне Уландрыка такие же участки имеются в устьях ручьев Аксай и Большие Шибеты. Однако ни моренных образований, ни тем более самих ледников в бассейне Уландрыка нет и, как считают [10, 11 и др.], не было¹. Кроме того, в низовьях долины Уландрыка в некоторые годы (например 1978–1980) в летние месяцы нет и самой воды. Таким образом, согласно имеющимся классификациям, нижний участок долины р. Уландрык можно рассматривать как субэзральную дельту, а ее отложения именовать пролювием [6, 12, 13], т.е. относить к генетическому типу, далекому от отложений водно-ледниковой группы Е.В. Шанцера и возникшему в «ходе одной из наблюдаемых в природе своеобразных по динамике развития форм аккумуляции» [7, с. 7]. Спрашивается, в чем же своеобразии водно-ледниковой аккумуляции, если в ее результате возникли однообразные формы рельефа и отложения? Добавим, что по микрорельефу и вещественному составу обе поймы идентичны известной на Алтае пойме долины р. Актру, давно именуемой зандром [14, 15], ничем, впрочем, не отличающимся от «трогового аллювия» А.А. Чистякова [16].

Развитие зандров как форм водно-ледникового перигляциального рельефа в глубоко расчлененных

горах ограничивается рельефом. В узких долинах, днища которых выполнены мореной, зандров, в понимании геологического словаря, может и не быть. Например, на Памире, в Горном Алтае, на Тянь-Шане, в Восточных Альпах расширения высокогорных долин устланы, как правило, дилuviальными отложениями (главным образом их селевой фацией), а также отложениями склонов. Означает ли это, что в таких долинах осадки талых ледниковых вод отсутствуют? Следуя позиции Е.В. Шанцера и Н.И. Николаева, – не означает, потому что есть ледник, несущий определенное количество обломочного материала, есть воды, проистекающие в положенное время с, из и из-под ледника, а значит, должны быть и отложения этих вод, которые должно называть флювиогляциальными, какие бы плановые очертания они ни имели.

Такие отложения действительно есть, но настолько ли они отличны от речных, чтобы присваивать им специальный термин? Так как морфологический признак в данном случае отсутствует, нужно искать другой, «наиболее существенный признак, присущий предмету данного рода («флювиогляциалу». – А.Р.) и отличающий его от предметов других родов (в нашем случае – от аллювия)» [17, с. 274]. Нетрудно убедиться, что других признаков нет.

Наблюдения автора на Памире, Тянь-Шане, в Горном Алтае, Восточных Альпах показали, что уже у края современных ледников обломочный материал подвергается переотложению. Морфология концов ледников Малый Актру и Маашей в массиве Биш-Иирду на Алтае в середине 70-х гг., а также памирского пульсирующего ледника Медвежий в 1983 г. позволила автору изучить характер водно-ледниковой деятельности и под ледниками, в гротах. Можно констатировать, во всяком случае визуально, что никаких отличий в литологии отложений при- и подледниковых потоков краевых частей ледников и аллювия, развитого ниже пояса конечных морен, нет. И в тех, и в других случаях это характерные для горного аллювия сложные полифациальные образования, особенности которых зависят от разных факторов, а в основном – от гидродинамики самого потока. Последняя, в свою очередь, определяется колебаниями климата опосредованно через атмосферные осадки и ледник как один из источников питания рек, причем далеко не в равной степени.

По данным В.С. Ревякина, В.П. Галахова и В.П. Голещихина [18, с. 279], основная масса воды в горно-ледниковых бассейнах формируется за счет тая-

¹ Сегодня авторы первой цитируемой работы изменили свои взгляды на масштабы последнего оледенения бассейна рек Уландрык и Бол. Шибеты. Морена в виде обширного «прозрачного» перлювиального чехла хорошо картируется в долине, в частности, Уландрыка выше урочища Джегитэй. Ее можно обнаружить и вскрышными работами под солифлюкционными образованиями в урочище Сар-Гобо, да и во многих других местах.

ния сезонного снежного покрова. Например, у некоторых алтайских ледников она составляет: Томичка – 55 %, Аккем – 49, Актру – 46. Большую роль в питании рек играют жидкие атмосферные осадки: соответственно 35, 39 и 23 %. Питание же рек за счет многолетних запасов льда и снега (фирна) гораздо меньше, соответственно лишь 10, 12 и 31 %, причем по удалении от края ледника доля ледникового питания быстро уменьшается. В связи с этим уместен вопрос: применим ли сам термин «флювиогляциальные отложения» в перигляциальных обстановках? Ведь «флювиогляциальные отложения», по Е.В. Шанцеру [6, с. 62], – это отложения турбулентных потоков талых ледниковых вод. Приведенные цифры показывают, что дождевые и талые снеговые воды являются более чем полноправными партнерами в питании водотоков. Но отложения последних, например, безоговорочно называют аллювиальными, а не снежно-речными или какими-либо еще. Совершенно понятно и отсутствие литологических различий в строении горного аллювия и приледникового «флювиогляциала» – литология отложений текучих вод, независимо от их источника, является отражением механизма осадконакопления, который, в свою очередь, зависит от расходов воды, морфологии долины, гидрографа стока и интенсивности процессов склоновой денудации – поставщика обломочного материала.

Таким образом, связь приледниковых «флювиогляциальных» отложений с ледниками даже в современных горно-ледниковых бассейнах оказывается далеко не столь существенной, чтобы предлагать ее в качестве основного аргумента для выделения самостоятельного генетического типа. Тем более мало доказуемой она представляется у речных отложений в их погребенном состоянии. Часто единственной возможностью отличия древнеаллювиальных толщ от возможного «флювиогляциала» является анализ палеогляциологической информации, полученной из других источников (геоморфологических, палинологических, наличие древних моренных отложений и т.п.). Другими словами, прежде чем устанавливать принадлежность спорных отложений к аллювию или «флювиогляциалу», предстоит выяснить, занимались ли близлежащие районы в момент осадконакопления льдом или нет. Вместо того, чтобы от генетической диагностики отложений приходиться к палеогеографическим реконструкциям, обычно делается наоборот: из восстановленных (нередко неверно)¹ физико-географических условий исследователь приходит к генетическому определению отложений [8].

Итак, структурно-текстурный облик аллювиальных толщ приледниковой зоны мало зависит от динамики ледника, талые воды которого являются в лучшем случае равноправным партнером в общем питании рек. Таким образом, терминологическая натяжка налицо: аллювиальные отложения приледниковой зоны названы «флювиогляциальными» (водно-ледниковыми). Следуя по этому пути, придется научиться выделять в общем потоке воды воды дождевые, талые снежниковые и др., вслед за чем внести в классификационные таблицы еще целый ряд генетических типов отложений, отражающих связь с породившим их явлением при полной невозможности их полевого выделения. Теоретически это возможно, на деле – нецелесообразно. Именно в этом смысле противопоставление «флювиогляциальных» отложений приледникового типа аллювию представляется автору чисто формальным. Приледниковых «флювиогляциальных» отложений (в традиционном понимании этого выражения) в горах не существует. Существует лишь термин, суть которого не удовлетворяет как ни одному из механизмов седиментации обломочного материала в текучих водах, так и ни генезису самих вод.

Классик отечественной четвертичной геологии А.П. Павлов писал, что каждый из выделенных им четырех генетических типов (элювий, делювий, аллювий и ледниковый) терминологически определяет «способ образования данной группы отложений... Древние и новые отложения рек и озер, а также отложения тех водоемов и потоков, которые хотя и были косвенно связаны с существованием ледникового покрова (обуславливаясь или обилием талых вод, или ледниковыми запрудами), но лежали вне пределов современного ледника» – аллювий [22, с. 5].

Диллювий, таким образом, не относится к этому определению, коль скоро мы опираемся на основополагающие труды соотечественников. Не относится, потому что, как было показано [4, 23, 24 и др.], в отличие от аллювия, **диллювий – это отложения катастрофических и временных водотоков из прорвавшихся ледниково-подпрудных озер.**

В заключение отмечу, что диллювиальный генетический тип рыхлых отложений не укладывается ни в одну из широко известных классификаций. Это можно объяснить тем, что сами классификации, внесшие в свое время несомненный и значительный вклад в понимание многих спорных вопросов четвертичной геологии и литологии, сейчас нуждаются в глубоком пересмотре в свете полученных новых знаний.

¹ Например, в Уймонской котловине на Алтае В.А. Обручев [19] и много позже – П.А. Окишев [20] рассматривали геологически охарактеризованный ими оз как доказательство заполнения котловины льдом. Другие исследователи сделали наоборот: ограничив масштабы древнего оледенения, заключили, что упомянутая форма озом быть не может [21].

Сущность дилювиального морфолитогенеза и место дилювиальных процессов в литодинамической сукцессии

Тепломассообмен между оболочками Земли и ближним и дальним Космосом происходит в рамках кругооборота вещества и энергии в системе Земля по двум направлениям: восходящему – первоначально эндогенных процессов и нисходящему – источнику экзогенных процессов. Рельеф земной поверхности и ближайшие к нему сферы являются ареной взаимодействия этих групп процессов, а в каждом данном (любом выбранном) отрезке времени – и результатом их совместной работы, которую можно выразить количественно. Перенос вещества и энергии составляет литодинамический поток, нисходящая ветвь которого включает все способы перемещения вещества с высоких уровней на низкие, какими бы транспортными средствами это перемещение ни осуществлялось. Теоретически, как полагал Н.А. Флоренсов [25], нисходящий литодинамический поток призван компенсировать энергетическое истощение недр притоком материи, заряженной энергией Космоса. Практически такая компенсация на планетарном уровне в истории Земли происходила редко, а строго говоря, в чистом виде не происходила вообще [26].

Интенсивность нисходящего литодинамического потока в данный момент геологического времени определяется интенсивностью ведущего экзогенного процесса в сумме с другими агентами. При этом ведущий экзогенный процесс может быть разным на разных пространственных уровнях: региональном, локальном и местном. Ведущие экзогенные процессы меняются и во времени: работа предыдущего готовит поле деятельности для последующего. Смена ведущих экзогенных процессов в пространстве-времени подчинена физическим закономерностям – доминирующий экзогенный процесс создает комплекс характерных именно для этого процесса форм рельефа. Такая последовательная смена одного ведущего экзогенного процесса другим может быть названа, вслед за Л.Н. Ивановским и Д.А. Тимофеевым [27, 28], «литодинамической сукцессией».

Формирование (преобразование) рельефа земной поверхности за счет нисходящего литодинамического потока, заключающееся в перемещении вещества, либо удаляемого процессами денудации (деструкции), либо накапливаемого в результате аккумуляции, составляет сущность морфолитогенеза [29] – совместного, взаимосвязанного генетически и в пространстве-времени развития рельефа и сопряженного с ним вещества превратившегося в ходе литогенеза в горную породу. В этом смысле, для несвязанных осадочных пород, понятия «литогенез» и «седиментогенез» тождественны [26].

Систематические прорывы гигантских ледниково-подпрудных озер прошлого приводили к сильной

трансформации исходного рельефа, заключающейся, с одной стороны, в выработывании глубоких ущелий, каналов сброса воды, эвразионных форм, а с другой – в аккумуляции мощных толщ рыхлых отложений в виде террасоподобных образований и дилювиальных берм [3, 30]. В совокупности деструктивные и аккумулятивные формы рельефа, сформированные таким образом, получили название «скэбленд». Сам процесс получил название «дилювиального», а созидательная и деструктивная работа гляциальных паводков составила сущность дилювиального морфолитогенеза [1, 2]. Климатические условия конкретных регионов в известное время (гляциоэры – ледниковые эпохи – ледниковые фазы) обуславливали возникновение и развитие ледников. Ледники подпруживали речной сток, что приводило к образованию озер. При переполнении озерных ванн тальми водами ледниковые плотины прорывались, и происходило катастрофическое освобождение потенциальной энергии озер. Величина последней определялась массой воды, уклоном долины и шероховатостью канала сброса, а также топографией последнего.

В последние годы в динамической геоморфологии дискутируется вопрос о критериях выделения ведущего экзогенного процесса. Этот вопрос актуален в аспекте концепции о так называемом геоморфологическом, а шире – о природном, риске (The Natural Hazard). Разработанные шкалы балльности опасных и катастрофических явлений учитывают их повторяемость, а для гравитационных процессов имеются качественные и первые количественные оценки риска. Вместе с тем очевидно, что место в литодинамической сукцессии («моментальный ранг») должно определяться исключительно количественными показателями (другое дело, что их трудно или пока невозможно получить), такими как скорость протекания процесса, объем переносимого вещества за один эпизод, а также повторяемость и количество эпизодов. При таком подходе нетрудно убедиться, что геоморфологический риск, ожидаемый от доминирующего сейчас экзогенного процесса (например действия солифлюкционного выравнивания на больших площадях в течение тысяч лет), будет менее впечатляюще, нежели эффект от быстро текущего, редко повторяющегося, но чрезвычайно мощного процесса (например от падения большого метеорита в этот же район, в результате чего за счет геологически мгновенно высвободившейся энергии образовывается астроблема, бесследно скрывающаяся тысячелетиями создававшуюся другими агентами морфоскульптуру).

Вычисления гидравлики прорывных гляциальных паводков из плейстоценовых ледниково-подпрудных озер показали, что при кульминациях йокульлаупов их расходы составляли миллионы кубических метров в секунду. Строение скэбленда так-

же показывает, что катастрофические суперпотоки совершали огромную работу в очень короткие сроки (минуты-часы-дни, максимум – недели). Такие потоки имели огромную мощность. Так, рекордные расходы при кульминации четвертичных йокульлаупов на Алтае на пике гидрографов стока составляли 18 млн м³/с. Глубины суперпаводков превышали 400 м, скорости воды варьировали от 20 до 45 м/с в зависимости от морфометрии канала сброса. Напряжения сдвига ложа составляли до 20 000 Н/м², а мощность потока варьировала от 10⁵ до 10⁶ Вт/м² [31, 32]. Чуть меньше были расходы и мощности суперпотоков из четвертичного приледникового оз. Миссула: около 17 млн м³/с и около 10⁵ Вт/м² [33, 34]. Такие параметры значительно превышают мощность крупнейших современных рек. В лаборатории палеогидрологического и гидроклиматического анализа Аризонского университета было рассчитано, что для формирования главных черт рельефа изрезанных земель Колумбийского плато при указанном выше расходе паводка из оз. Миссула потребовалось не более 3 ч. Для совершения адекватной работы такой реке, как Миссисипи в ее половодном режиме, потребовалось бы по крайней мере 30 тыс. лет [35]. Сравнение энергии четвертичных гляциальных паводков Центральной Азии с потенциальной работой, например, Оби дадут результаты никак не менее впечатляющие. Между тем флювиальный процесс и сейчас традиционно считается ведущим экзогенным процессом внеледниковой зоны речных долин в ледниковое время.

Таким образом, нисходящий литодинамический сукцессионный ряд при нарастании похолодания на глобальном и региональном уровнях в высоких широтах и в горах представляется следующим образом: ледниковый → флювиальный → дилювиальный (ведущие экзогенные) процессы. При этом ледниковый и флювиальный, а в дальнейшем, при озерных трансгрессиях и систематических прорывах озер, ледниковый и дилювиальный процессы будут доминировать на своих геоморфологических уровнях, совершая при

этом неодинаковую работу, но превалируя над остальными экзогенными процессами. Сокращение оледенения, в том числе – и до современного его состояния, изменит соотношение ведущих рельефообразующих процессов в прежнюю сторону.

Выводы

1. В качестве одной из задач четвертичной геологии и палеогеографии плейстоцена видятся не поиски в горах несуществующего «флювиогляциала», а выяснение механизма дилювиального седиментогенеза и разработка литологических критериев выделения **горного аллювия** и **горного дилювия** в погребенном состоянии, т.е. без геоморфологического контроля, хотя и на основании последнего¹.

Другой важной задачей представляется разработка литологических критериев выделения **равнинного дилювия**, который, думается, может залегать на огромных площадях, но сильно отличаться от горного, как и от аллювиальных отложений равнинных рек. Эта задача, на мой взгляд, более сложная, чем первая. Решение обеих этих задач позволит, с одной стороны, верно реконструировать историю ландшафта на сколь угодно больших территориях, а с другой – оценить возможность повторения катастрофических явлений в связи с предстоящими (любыми) изменениями климата.

2. При оценке природного риска необходимо учитывать роль кратковременных, но мощных и периодически повторяющихся процессов, которые в геологические мгновения трансформируют то, что создавалось тысячелетиями. Учет этих кратковременных «вспышек» в литодинамической сукцессии особенно актуален при реконструкциях эволюции сложно устроенных компонентов экосистем, не успевающих мигрировать или приспособиться к мгновенно и кардинально изменившимся условиям среды обитания. Речь идет о животных и о человеке.

Работа выполнена при поддержке РФФИ.

Гранты № 97-05-65878, 00-05-65115.

Литература

1. Рудой А.Н. Основы теории дилювиального морфолитогенеза // Изв. РГО. 1997. Т. 129. Вып. 1.
2. Рудой А.Н. О связи гляциальных и дилювиальных процессов рельефообразования // Изв. РГО. 1997. Т. 129. Вып. 2.
3. Rudoy A.N. Glacier-Dammed Lakes and geological work of glacial superfloods in the Late Pleistocene, Southern Siberia, Altai Mountains // J. Quat. Intern. 2002. V. 87/1.
4. Бутвиловский В.В. Палеогеография последнего оледенения и голоцена Алтая: событийно-катастрофическая модель. Томск, 1993.
5. Шанцер Е.В. Генетические типы четвертичных континентальных осадочных образований // Мат-лы по четвертичному периоду СССР. М., 1962. Вып. 2.
6. Шанцер Е.В. Очерки учения о генетических типах континентальных осадочных образований // Тр. ГИН АН СССР. 1966. Вып. 161.

¹ Сегодня имеются некоторые достижения в изучении литологии открытых недавно дилювиальных отложений, находящихся на дневной поверхности и выявленных первоначально морфологически [3, 4, 36–40]. Определенно установленные критерии особенностей строения этих дилювиально-аккумулятивных образований, выраженных в рельефе, можно полагать закономерными и для поиска, диагностики и изучения дилювия в разрезах.

7. Шанцер Е.В. Некоторые общие вопросы учения о генетических типах отложений // Процессы континентального литогенеза: Тр. ГИН АН СССР. 1980. Вып. 350.
8. Рудой А.Н. Отложения талых вод горных ледников: некоторые вопросы классификации и картирования // Вопр. географии Сибири. Томск, 1987. Вып. 17.
9. Геологический словарь. Т. 1. М., 1978.
10. Рудой А.Н., Кирьянова М.Р. Эрозионные террасы и экзогенная геоморфология северо-восточного Сайлюгема, бассейн Чуйской котловины, Алтай // Геоморфология. 1996. Вып. 1.
11. Девяткин Е.В. Кайнозойские отложения и новейшая тектоника Юго-Восточного Алтая // Тр. ГИН АН СССР. 1965. Вып. 126.
12. Елисеев В.И. Закономерности образования пролювия. М., 1978.
13. Николаев Н.И. Генетические типы новейших континентальных отложений // Бюл. МОИП. Отд. геолог. 1946. Т. 21.
14. Душкин М.А. Многолетние колебания ледников Актру и условия развития молодых морен // Гляциология Алтая. Томск, 1965. Вып. 4.
15. Занин Г.В. Ледниковый рельеф и современные геоморфологические процессы долины верховьев р. Актру // Исследования ледников и ледниковых районов. М., 1961. Вып. 1.
16. Чистяков А.А. Горный аллювий. М., 1978.
17. Кондаков Н.И. Логический словарь-справочник. М., 1975.
18. Ревякин В.С. и др. Горно-ледниковые бассейны Алтая. Томск, 1979.
19. Обручев В.А. Алтайские этюды (этюды первый). Заметки о следах древнего оледенения в Русском Алтае // Землеведение. 1914. Кн. 4.
20. Окишев П.А. Следы древнего оледенения в Уймонской котловине // Мат-лы конф. «Пробл. гляциологии Алтая». Томск, 1973.
21. Девяткин Е.В., Ефимцев Н.А., Селиверстов Ю.П., Чумаков И.С. Еще раз о ледоемах Алтая // Тр. комиссии по изучению четвертичного периода. 1963. Т. 22.
22. Павлов А.П. Генетические типы материковых образований ледниковой и постледниковой эпох // Изв. Геол. ком. СПб., 1888. Т. 7. № 7.
23. Рудой А.Н. и др. Реконструкция ледникового стока верхней Чуи и питание ледниково-подпрудных озер в позднем плейстоцене // Изв. Всесоюз. географического общества. 1989. Т. 121. Вып. 3.
24. Гросвальд М.Г., Рудой А.Н. Четвертичные ледниково-подпрудные озера в горах Сибири // Изв. РАН. Сер. геогр. 1996. № 6.
25. Флоренсов Н.А. Некоторые особенности котловин крупных озер Южной Сибири и Монголии // Мезозойские и кайнозойские озера Сибири. М., 1968.
26. Рудой А.Н. Сущность дилuviального морфолитогенеза и место дилuviального процесса в литодинамической сукцессии // Геодинамика Южной Сибири. Томск, 1994.
27. Ивановский Л.Н. Вопросы развития ведущих экзогенных процессов рельефообразования // География и природные ресурсы. 1988. № 1.
28. Тимофеев Д.А. Взаимодействие рельефа земной поверхности с геологическими и географическими средами // Экзогенные процессы и окружающая среда. М., 1990.
29. Ананьев Г.С., Ананьева Э.Г. О морфолитологическом направлении в динамической геоморфологии // Геоморфология. 1992. № 2.
30. Рудой А.Н. Геологическая работа четвертичных гляциальных суперпаводков. Формы дилuviальной эрозии и эвразии // Изв. РГО. 2001. Т. 133. Вып. 5.
31. Рудой А.Н., Бейкер В.Р. Палеогидрология скэбленда Центральной Азии // Мат-лы гляциол. исследований. М., 1996. Вып. 80.
32. Baker V.R. Paleohydraulics and Hydrodynamics of Scabland Floods // Baker V.R., Nummedal D. (Eds). The Channeled Scabland. Washington, 1978.
33. O'Connor J.E., Baker V.R. Magnitudes and Implications of Peak Discharges from glacial Lake Missoula // Geol. Soc. Am. Bull. 1992. V. 104.
34. Benito G. Energy Expenditure and geomorphologic Work of the cataclysmic Missoula Flooding in the Columbia River Gorge, USA // Earth Surface Processes and Landforms. 1997. V. 22.
35. Baker V.R., Greely R., Komar P.D. et al. The Columbia and Snake Rivers Plains // Geomorphic Systems of North America / Geol. Soc. Am. Spec. Pap. 1987. V. 2.
36. Baker V.R. Paleohydrology and Sedimentology of Lake Missoula Flooding in Eastern Washington // Geol. Soc. Am. Spec. Pap. 1973. V. 144.
37. Smith G.A. Missoula Flood Dynamics and Magnitudes inferred from Sedimentology of Slack-Water Deposits on the Columbia Plateau, Washington // Geol. Soc. Fm. Bull. 1993. V. 105. № 1.
38. Рудой А.Н. Геоморфологический эффект и гидравлика позднплейстоценовых йокульлаупов ледниково-подпрудных озер Алтая // Геоморфология. 1995. № 4.
39. Carling P.A. Morphology, Sedimentology and Paleohydraulic significans of larg gravel Dunes, Altay Mountains, Siberia // Sedimentology. 1996. V. 43.
40. Carling P.A. A preliminary palaeohydraulic Model applied to late quaternary gravel Dunes: Altai Mountains, Siberia / J. Branson, A.G. Brown, K.J. Gregory (Eds). Global Continental Changes: the Context of Palaeohydrology // Geol. Soc. London. Spec. Publ. 115. 1996.