

ОСОБЕННОСТИ СУБАЭРАЛЬНО-ТУРБИДИТОВОГО И СУБМАРИННО-ГЛЯЦИОТУРБИДИТОВОГО ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ

Ю.А. Лаврушин

Работы Е.В. Шанцера, посвященные учению о генетических типах континентальных отложений, настолько тщательно и убедительно были разработаны, что вызвали определенный шок среди исследователей четвертичного периода в хорошем понимании этого понятия. Создалось впечатление, что учение о генетических типах полностью завершено (хотя насколько я знаю Е.В. Шанцер был далек от этой мысли). Возможно именно этим можно объяснить отсутствие в литературе и на совещаниях новейших разработок и идей в этой области.

Тем не менее, после определенной “паузы” в литературе начинают появляться новые направления и идеи, связанные с дальнейшей разработкой и совершенствованием учения о генетических типах. Настоящая статья в какой-то степени может рассматриваться в качестве одной из попыток стимулирования исследований в этом направлении.

Анализ имеющегося материала показал, что речь в данном случае идет прежде всего об особенностях седиментационных процессов, которым ранее не уделялось должного внимания в пределах различных природных обстановок.

В этом отношении необходимо напомнить о созданной в последние 50–60 лет теории турбидитового осадконакопления. Основой модели этого типа седиментогенеза является перемещение осадочного материала в океанах с высоких гипсометрических отметок на более низкие потоками повышенной плотности, нередко называемыми гравитационными или автокинетическими [Лисицин, 1988; Bouma, 1964; Kupeen, 1950]. При этом в качестве одного из возможных аналогов подобного процесса часто рассматривается движение тяжелой жидкости в водной среде.

Анализ имеющегося материала о процессах седиментогенеза на суше и в пределах гляциальных шельфов, особенно мелководных, позволяет высказать мнение о том, что близкий тип осадконакопления – по крайней мере в квартере – оказывается был достаточно широко распространен в континентальной обстановке и на названном типе шельфа. В связи с этим мы сочли

необходимым подобный тип осадконакопления выделить, с одной стороны, в качестве субэрального, а с другой стороны, шельфового гляциотурбидитового седиментогенеза.

Что касается квартера и более древних гляциальных эпох – существенную роль в появлении подобного типа седиментогенеза имели ледниковые покровы и ледники как на платформах, так и в областях орогенеза. Таким образом, процессы осадконакопления, связанные с гравитационными высокоплотностными потоками, оказываются достаточно широко распространенными на суше, являющейся в широком смысле областью мобилизации вещества, поставляемого в конечные водоемы стока – океаны и моря. Именно поэтому они представляют интерес с позиций дальнейшей разработки общей теории седиментогенеза.

Главнейшей особенностью седиментогенеза рассматриваемых потоков является перенос и аккумуляция материала в ходе пластического, пастообразного или жидкотекучего состояния. Это весьма специфические процессы. Они принципиально отличаются от привычных осадочных процессов и поэтому представляется возможным выделить их в особый тип осадконакопления, который может быть назван субэрально-турбидитовым. При этом часть из них оказывается нацело связанной с этим типом седиментогенеза, а в ряде других континентальных отложений подобные процессы осадконакопления проявляются лишь частично при достижении определенных условий.

Рассмотрение проявлений данного типа седиментогенеза на суше и в пределах гляциальных шельфов влечет за собой переосмысливание многих традиционных седиментологических представлений.

1. Основные факторы, способствующие образованию потоков повышенной плотности

Ниже кратко будут рассмотрены основные факторы, способствующие этим процессам, особенно характерные для квартера.

Первый из них – геоморфологический, отражающий перепад высот и гипсометрические различия разного масштаба. Этот фактор имеет особенно важное значение в орогенных областях, но оказывается достаточно широко распространенным и в пределах платформ, на территории которых гипсометрия рельефа является принципиально иной.¹ В целом геоморфологический фактор благоприятствует гравитационному склоновому перемещению осадочного материала с высоких гипсометрических уровней на более низкие. При этом важно отметить, что интенсивность склоновых процессов (имеются в виду собственно гравитационные образования – оползни, осыпи, обвалы, оплывины, лавины и т.д.) в разных геодинамических, климатических и гидрогеологических обстановках оказывается различна. Так, например, оползни почти нацело отсутствуют в криозоне, хотя здесь широкое распространение получают солифлюкция, оплывины, обвалы, а в пределах выходов скальных пород благодаря морозному выветриванию обильно распространены осыпи.

В орогенных областях гравитационное перемещение материала нередко связано с геодинамическими процессами, в ходе воздействия которых образуются олистолиты и олистостромы. В этих же областях интенсивность склоновых процессов оказывается нередко связана с проявлениями сейсмики, а также с климатическим фактором.

Климатический фактор, как в настоящее время, так и в квартере оказывал и оказывает очень выразительное влияние в целом на экзогенные процессы в субэразальной обстановке. Изменения климата обуславливают возникновение и исчезновение оледенений, являющихся не только характерной особенностью четвертичного периода, но и обуславливающих совершенно особый тип седиментогенеза, который нацело отсутствует в субмаринной обстановке. Главным отличием ледового типа седиментогенеза является наличие специфических типов движения льда, с которыми связано ледниковое осадконакопление. Обычно выделяются три типа движения льда: послонно-пластическое, по плоскостям внутренних сколов и глыбовое скольжение по ледниковому ложу. Все упомянутые три типа движения льда формируют гравитационные потоки, движущиеся на обширной территории в ледовой среде благодаря значительным градиентам давления и физическим свойствам глетчерного льда.

¹ В ледниковое время в зоне материковых оледенений за счет возникших мощных ледниковых покровов гипсометрические различия даже в пределах платформ оказывались значительными.

С первым типом связано формирование различных динамических фаций монолитных морен материковых оледенений, со вторым – перестройка отложенного моренного пласта и неоднократное нагромождение чешуй морены и пород ледникового ложа, которые нередко включаются в виде крупных блоков (гляциошарьяжей) в строение моренного пласта (чешуйчатые и конечные морены). Наконец, третий тип провоцирует глыбовый сход потоков ледовых лавин, с которым нередко бывают связаны экологические катастрофы. В настоящее время подобные процессы характерны для некоторых горных ледников, нередко наблюдаются в Гренландии, а также геологическими критериями устанавливаются в краевой части последнего плейстоценового ледникового покрова Русской равнины.

Специфичность процесса ледового типа седиментогенеза состоит в том, что захват материала, его транспортировка и отложение происходят почти одновременно. Более того, преобразование мореносодержащего льда в отложенную морену происходит под движущимся льдом, а осадконакопление – при постоянном воздействии значительного стресса. Последний оказывает существенное воздействие как на транспортируемый, так и на откладываемый материал [Лаврушин, 1976]. При этом, как было обнаружено при изучении морен, в процессе их формирования имитируются некоторые явления катаклизического метаморфизма. Это проявляется не только в макростроении, например, донных морен, но и в минеральных преобразованиях. В целом можно констатировать, что основная морена занимает промежуточное положение между чисто осадочными и метаморфическими породами, ее накопление сопровождается конседиментационным гляциокатаклизическим метаморфизмом. В этом процесс формирования основных морен существенно отличается от осадочного процесса, свойственного как водной среде, так и обычным субэразальным обстановкам.

В стадию деградации оледенений в краевой части ледникового массива происходит образование мощных гравитационных потоков разной плотности. В водной среде с ними связано накопление толщ флювиогляциальных отложений, перигляциального аллювия и озерно-ледниковых отложений приледниковых водоемов.

С климатическим фактором связано также изменение интенсивности склоновых процессов на переходе от оледенения (стадиала) к межледниковью (межстадиалу) и наоборот.

Широко распространенными в континентальных четвертичных отложениях фиксируются

проявления вязко-пластического (пластообразного) течения поверхностных отложений. Комплекс отложений, образующихся в ходе вязко-пластического течения материала в своей основе имеет климатогенную и гравитационную природу. С данным типом течения в криолитозоне связано формирование солифлюкционных отложений. Возникновение последних, как известно, обусловлено уменьшением прочности пород на границе деятельного и мерзлотного слоев. В результате при повышении влажности деятельного слоя под воздействием гравитации происходит его отрыв от вечномерзлого слоя, что способствует образованию вязко-пластического течения увлажненного грунта.

Вязко-пластическое течение поверхностных отложений широко распространено также в гумидных и семиаридных областях, где с ним связано формирование делювия.

В горных районах вязко-пластическое пластообразное течение материала в ряде случаев способствует возникновению связных селей.

Следующий фактор, на котором необходимо остановиться – это экструзивно-эксплозивный вулканизм. В районах проявления последнего нередко происходит выпадение раскаленной пирокластики на лед и снег, что способствует образованию катастрофических лахаровых потоков.

Второй момент, связанный с вулканизмом, – это подледные извержения, в ходе которых образуются мощные водные потоки, названные в Исландии ёкудль-хлаупами. По данным исландских ученых расходы воды в некоторых ёкудль-хлаупах в отдельные моменты сравнимы с расходами Амазонки. В ходе прохождения подобных потоков, переносящих громадную массу наносов (известны мощности отложений ёкудль-хлаупов до нескольких сотен метров), происходит очень высокое энергетическое воздействие на ложе. В результате осадочные рыхлые породы ложа приходят в движение и представляют собой высокоплотностной слой отложений, в какой-то степени аналогичных конвейерной транспортерной ленте. Эта “лента” обуславливает и создает благоприятные условия для перемещения громадных глыб базальтов, достигающих размеров со стандартный двухэтажный дом.

Приведенный краткий обзор основных факторов, способствующих образованию гравитационных потоков, позволяет констатировать достаточно широкое их распространение в различных климатических, геоморфологических и геодинамических обстановках. Кроме того специфика этих потоков дает основание существенно уточнить седиментационные процессы формирования многих генетических типов континентальных отложений. Поэто-

му ниже мы в кратком виде рассмотрим особенности седиментогенеза некоторых из них с позиций субазрального турбидитового осадконакопления.

2. Роль гравитационных плотностных потоков в накоплении некоторых генетических типов континентальных отложений

В настоящем разделе излагается лишь несколько примеров, на основе которых рассматривается роль гравитационных высокоплотностных потоков в накоплении некоторых генетических типов континентальных отложений. Это позволяет принципиально по-новому рассмотреть особенности процессов седиментогенеза, характерных для некоторых из этих образований.

Как отмечалось выше, одной из характерных особенностей четвертичного периода является их распространение в высокоширотных и бореальных широтах покровных оледенений. В стадию деградации оледенений происходит образование мощных толщ флювиогляциальных отложений, перигляциального аллювия и своеобразных озерно-ледниковых, а также ледниково-морских отложений на мелководных гляциальных шельфах.

Изучение флювиогляциальных отложений в областях современного оледенения (Гренландия, Исландия, Шпицберген) показало, что в зоне их распространения нередко встречаются гряды, окаймляющие русла водных потоков. Эти гряды обычно сложены крупновалунным материалом. Высота их достигает 1.0–1.5 м при протяженности в несколько десятков метров. Образование этих гряд связано с прохождением по руслу гляциоселей, перегруженного обломочным материалом водо-каменного потока. При этом в латеральной части потока, где скорости течения потока меньше, происходит нагромождение упомянутых гряд. Наоборот, в стрежневой части потока – скорости течения существенно выше и весь даже крупный материал проносится дальше (рис.).

Очевидно, что при анализе строения плейстоценовых флювиогляциальных отложений возможность появления среди них подобного типа образований необходимо иметь в виду. Более того, описанные гряды а в погребенном состоянии представляющие собой нередко скопления крупновалунного материала можно рассматривать как фацию латеральных частей гляциоселя, отложения которого накапливались на сравнительно небольшом удалении от краевых морен. В южной Исландии, например, в поле распространения флювиогляциальных отложений, встречаются озоподобные гряды, которые некоторыми исследователями только исходя из морфологического облика прини-

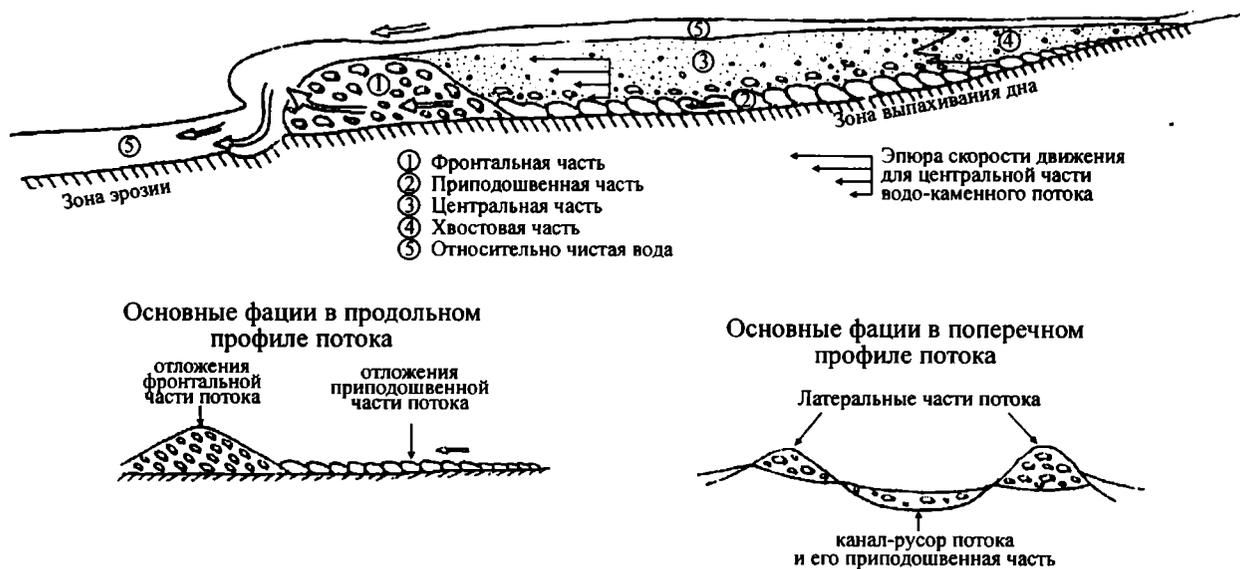


Рис. Строение водо-каменного потока в продольном профиле

маются за типичные озы. В качестве альтернативной точки зрения можно высказать предположение о том, что эти гряды представляют собой латеральные нагромождения материала водо-каменных потоков, возникших вследствие подледных извержений, столь характерных для Исландии. В правомочности подобного представления убеждает нас то, что формы рельефа как бы “утопают” в песчаной йокульдхлаупо-флювиогляциальной равнине, часто не обнаруживая при этом какой-либо видимой связи с моренами.

В невулканических областях плейстоценового материкового оледенения среди широко распространенных флювиогляциальных отложений также намечаются образования, которые можно связать с водными потоками, также имевшими повышенную плотность. В этом отношении мы ограничимся лишь двумя примерами. Первый из них - это зандровые отложения. Детальные исследования текстурных особенностей строения зандров, проведенные в Прибалтике и в Центральных районах Русской равнины, показали, что среди них (помимо гляциоселей) выделяются две толщи. В нижней из них преобладают горизонтально слоистые плохо сортированные пески, отнесенные А.П. Миколаускасом [1976] к так называемой “плоской” фазе седиментации. Для них оказывается свойственно наличие “плавающих” в песке отдельных галек, иногда сконцентрированных в “цепочки”. Разнородность гранулометрического состава, горизонтальная слоистость, позволяют предполагать, что водный поток был перегружен наносами. Плотность потока наносов

была, видимо, достаточной для переноса галек во взвешенном состоянии. Преобладание в толще горизонтальной или слабо наклонной слоистости, по нашему мнению, свидетельствует о том, что главным фактором осадконакопления послужило не турбулентное, а ламинарное течение. Не исключено также, что под воздействием этого типа течения в потоке, несущем взвешенный материал, в ходе его транспортировки происходила дифференциация материала по плотности, что способствовало возникновению в процессе аккумуляции горизонтальной слоистости.

Для нижней части толщи флювиогляциальных отложений иногда оказываются характерны мощные пачки неслоистых песчаных отложений, которые по своему внешнему виду близки к так называемым отложениям зерновых потоков. Подобного типа отложения можно рассматривать как фацию потока перегруженного достаточно однородным в гранулометрическом отношении песчаным материалом, имеющим пастообразную высокоплотностную консистенцию.

Наконец, необходимо обратить внимание на два обстоятельства. Первое из них связано с тем, что иногда в отложениях талых водных потоков оказываются во взвешенном состоянии достаточно крупные валуны. Это явление было описано Г.В. Холмовым [1988] в качестве одной из особенностей нижнегоряинского и новохоперского аллювия Прадона, что позволяет рассматривать его как отложение высокоплотностного потока, связанного с древнейшими оледенениями Русской равнины.

Второе обстоятельство характерно для верхней части толщи флювиогляциальных отложений, которая иногда залегает в виде достаточно протяженного пласта или достаточно крупных линз песчаного материала. Для этой части толщи флювиогляциальных отложений оказывается характерна большая гамма типов косой слоистости, обычно свойственная дюнной форме волочения материала в придонной части водного потока и в конечном итоге отражающая турбулентный тип течения водного потока. Эта толща рассматривается нами как отложения аллювия мелких потоков, перебивающих ранее отложенный водноледниковый материал и текущих по флювиогляциальной равнине в значительном удалении от края ледникового покрова.

Таким образом, признание высокой плотности флювиогляциальных потоков позволяет рассматривать их осадконакопление с принципиально иных позиций [Лаврушин, 1963; Lavrushin, 1995]. В этом отношении седиментогенез флювиогляциальных отложений практически оказывается не связанным с турбулентным течением, свойственным для современного аллювия, например, равнинных рек умеренной зоны (табл. 1). Вероятно, это явилось одной из причин неудач, связанных с созданием принципиальной схемы строения флювиогляциальных отложений и разработкой общей седиментологической концепции их образования. По нашим представлениям, последняя, может быть создана лишь при признании значительной плотности придонных частей потоков, постоянно меняющейся интенсивности абляции и значительной роли в процессах осадконакопления ламинарного течения, водно-песчаных и воднокаменных селей и, наконец, дельтовых отложений. Последние в настоящей статье лишь упоминаются, но не рассматриваются, поскольку они требуют специального подхода.

Для получения реальных представлений о транспортирующей способности флювиогляциальных потоков, можно сослаться на данные, полученные вблизи небольших ледников в Норвегии. Здесь установлено, что максимальное содержание транспортируемых наносов, несколько предшествующее максимальному расходу воды может превышать 20 000 кг/час [Ostrem, 1975].

Что касается упоминавшегося выше перигляциального аллювия, то характерной особенностью его строения является наличие в толще этих образований отложений руслового аллювия, небольших проток, а также старичного аллювия [Лаврушин, 1963]. Отсутствие пойменного аллювия достаточно однозначно свидетельствует о том, что водный поток не выходил за пределы интенсивно

бифуркируемого русла. Следующей особенностью этого типа аллювия является преобладание в нем горизонтальной слоистости и лишь в редких случаях можно наблюдать отдельные маломощные линзы с косой диагональной слоистостью. Горизонтальная слоистость свидетельствует с нашей точки зрения о преобладании в руслах ламинарного типа течения, а Г.И. Горецкий [1958] рассматривал эти образования даже как отложения проточных озер. Судя по редким линзам с косой слоистостью, турбулентное течение при формировании подобного аллювия играло незначительную роль, и возникновение его было кратковременным и происходило может быть лишь в моменты существенного ослабления расходов водных потоков тающего ледника (резкое ослабление абляции) с относительно небольшим количеством переносимых наносов.

Преобладание ламинарного течения свидетельствует, как отмечалось выше, о значительном количестве взвешенных наносов и высокой плотности потока.

Необходимо отметить, что в определенных условиях высокоплотностные потоки в речных долинах могут возникать и вне связи с ледниковой обстановкой. В этом отношении речь идет о суспензионно-мутевых потоках, формирующих аллювиальные толщи низовий рек Яны, Индигирки и Колымы. Во время весенних и летних половодий эти реки за счет боковой эрозии, обогащаются огромным количеством взвешенного материала [Лаврушин, 1963].

В результате значительно обогащенный взвешенными наносами поток движется подобно тяжелой жидкости во вмещающей его воде. Характерной особенностью литологического облика отлагающихся осадков подобных суспензионно-мутевых потоков является четко выраженная горизонтальная наслоенность в толще однородного в гранулометрическом отношении материала. Возникновение подобной наслоенности в седиментационном плане пока еще не до конца выяснено. Поэтому в настоящее время о процессе седиментогенеза можно высказаться лишь в предположительной форме. В этом отношении оригинальность процесса седиментогенеза возможно состоит в постепенном уменьшении скорости перемещения и уплотнении нижних частей потока взвешенных наносов за счет возрастающего трения о дно речного русла. В результате в толще прекративших свое движение наносов (возможно, даже еще замедленно двигавшихся) могли происходить микросрывы, которые фиксируются в разрезах в виде горизонтальной наслоенности, придающей толще очень однородный

Таблица 1. Генетическая классификация высокоплотностных потоковых водно-ледниковых отложений и парагенетически связанные с ними образования иных генетических типов

Группа фаций	Фации и субфации
Отложения плотностных потоков флювиогляциальных равнин	Отложения фации гляциоселей: а – конусообразные нагромождения валунного материала, связанные с неоднократным спуском эфемерно возникающих небольших приледниковых водоемов; б – грядовые крупновалунные отложения, оконтуривающие линейно вытянутые крупные каналы эрозионного выпахивания, образованными катастрофическим спуском вод приледниковых водоемов
	Отложения фации гляциозерновых потоков – плохо сортированные неслоистые толщи песков
	Отложения фации ламинарного течения с начальной формой внутренней плотностной дифференциации – преимущественно толщи плохо сортированных песков с горизонтальной наслоенностью (фация «скольжения» потока наносов по ложу)
	Отложения фации ламинарного течения с четкой внутренней плотностной дифференциацией между подошвенной и вышележащими частями потока. Представлены толщиной горизонтально-слоистых песков с базальным песчано-галечным скоплением (ковер волочения) в основании
Группа фаций перигляциального аллювия	Отложения крупных русел с преобладающей горизонтальной слоистостью Отложения мелких проток Отложения стариц
Группа фаций дельтовых отложений	Отложения фаций наземных и подводных дельт
Группа фаций русловых потоков аллювиального седиментогенеза	Отложения фации русловых потоков аллювиального типа
Группа фаций золowych отложений	Отложения фаций аккумулятивных золowych образований Отложения фаций дефляционных золowych процессов

по механическому составу русловой аллювий оригинального облика. Важной литологической особенностью подобного горизонтально-наслоенного руслового аллювия является примерно одинаковая мощность образующихся слоев (5–10 см) и соответственно четко выраженная монофациальность.

Наконец, в завершении рассмотрения отложений высокоплотностных потоков, формирующихся в приледниковой зоне, необходимо очень кратко остановиться на озерно-ледниковых и ледниково-морских отложениях (последние рассматриваются на примере мелководных гляциальных шельфов – севера Европейской России и Канады). Эти типы отложений формируются благодаря наличию в водоемах, соседствующих с краем ледника, суспензионно-мутевых потоков, выпадающих в первом случае в пресноводный водоем, а во втором – в солоновато-водный. В обоих случаях рассматриваемые отложения представлены так называемыми ленточными глинами.

В строении ленточных глин участвуют два элементарных литологических слоя. В основании имеется слой мелкого алеврита, а в верхней части – слой пелита. Это послужило основанием многим исследователям рассматривать каждую пару слоев как годичный цикл осадконакопления. При этом алевритовые слои обычно отно-

сились к летним, а пелитовые – к зимним сезонным слоям. Таким образом, важнейшей особенностью строения толщи является четко выраженная градиционная слоистость. Иногда в разрезах можно наблюдать как алевритовые слои срезают нижележащие пелитовые. Установлены также пространственные закономерности в изменении мощности слоев разного материала, что может быть связано с изменениями в расстоянии от источника поступления наносов в бассейн осадконакопления. По представлениям ряда исследователей, образование ленточных гляциоритмов связано с поступлением в озерные приледниковые водоемы суспензионно-мутевых потоков (особенно значительных вследствие усиления абляции в летнее время), которые растекаются в придонной толще воды как тяжелая жидкость. Отмеченное выше, наблюдавшееся иногда срезание глинистых слоев позволяет говорить о достаточно активной эрозионной способности суспензионных потоков в придонной толще воды. Формирование глинистых слоев связывается, как отмечалось, обычно с зимним временем, когда происходит затухание абляции. Необходимо отметить, что в целом механизм накопления ленточных глин сопоставляется с турбидитовыми потоками вещества, т.е. речь идет о формировании отложений под воздействием процессов, свойственных автокине-

тическому осадконакоплению. В ходе перемещения подобного глициосуспензита в силу разных скоростей движения по вертикали можно допустить, что внутри его может происходить расслоение материала по гранулометрии, что способствует возникновению ритмичной слоистости. Это подтверждается также экспериментальными исследованиями суспензионных потоков, в которых обнаруживается четкое гранулометрическая расслоенность, которая и является одной из причин формируемых отложений. При этом соотношение мощностей гранулометрически разных слоев зависит от плотности потока. С высокоплотными потоками мощность зернистых слоев, как правило, больше мощности глинистых [Кюнен, 1969]. С этих позиций объясняется формирование глициотурбидитов суспензионного типа в фьордах Скандинавии и Шпицбергена [Everhoi et al., 1983, 1989], а также на Кольском полуострове [Колька, 2005; Колька, 2004]. Необходимо также добавить, что вблизи ледникового края последнего оледенения в центре Баренцева моря с высокоплотными потоками связано формирование глициотурбидитов иного типа (табл. 2). В этом случае в толще глинистых или мелкоалевритовых отложений имеется скопления глинистых окатышей, иногда сконцентрированных в маломощные прослои, а иногда распределенных без видимой закономерности [Лаврушин, Чистякова, 1988]. При этом возникновение окатышей связывается с размывом мореносодержащего льда, а возраст образующего их глинистого материала является верхнемеловым. Как показано, в данном случае совершенно необязательным является относить каждую пару слоев к годичным. Подобный подход частично подтверждается тем, что в некоторых современных неледниковых озерах ленточного типа слоистость образуется в настоящее время. В этом отношении чрезвычайно важные наблюдения были сделаны над ритмичными осадками в оз. Валлензе в Швейцарии [Романовский, 1988]. Это не ледниковое озеро, хотя современные осадки представляют собой типичные варвы. Образование их связано с прохождением наибольших мутьевых потоков, обусловленных паводками впадающей в озеро р. Линт.

Теперь несколько замечаний о гляциоритмах, накапливающихся в депрессиях дна моря и, возможно, в ледовых заливах в краевой части последнего ледникового покрова на мелководном шельфе в юго-восточной части Баренцева моря, а также на Мурманской банке. В отличие от "пресноводных" гляциоритмов, в подобных образованиях Баренцева моря иногда встречаются маломощные прослои, представленные море-

неподобными суглинками, содержащими кластический материал. Появление их связывается нами с кратковременной осцилляцией края ледника, с которого сплывал абляционный моренный материал.

Наконец, необходимо отметить еще одну важную седиментологическую особенность этапа последнего позднеледникового. Ритмично слоистые ленточные отложения формируются в это время также вне связи с лениковыми щитами. В данном случае речь идет о раннехвалынских отложениях Каспийского моря, развитых на обширной территории Северного Прикаспия. Их формирование также связывается нами с суспензионно-мутьевыми потоками, возникшими в результате деградации вечной мерзлоты, высокой динамичности колебаний уровня моря раннехвалынской трансгрессии, вызвавшей интенсивную абразию берегов, сложенных глинистыми породами. Кроме того, с этим же временем связан активный вынос глинистого материала по овражной сети и склонам в морской бассейн, что также способствовало образованию плотностных потоков. Об интенсивности склоновых процессов в это время можно судить по нашим наблюдениям в бассейне верхнего Дона. В этом районе (пространственно не имеющим какой-либо связи с оледенением) в позднеледниковый материал, сносимый со склонов и выносимый из оврагов и балок, нередко перегораживал русла небольших рек и образовывал эфемерно существовавшие подпруженные водоемы.

Ритмичнослоистые отложения формировались также на склонах [Лаврушин, 1965]. Завершая рассмотрение данных образований можно сделать вывод о том, что в позднеледниковый последний оледенения на обширных равнинных пространствах Европейской России, Польши создались благоприятные условия для накопления полигенетичных ритмичнослоистых отложений, которые характеризуют определенный седиментологический этап в накоплении четвертичных отложений.

"Морские" гляциоритмы, как отмечалось, являются одной из фаций ледниково-морских отложений, не содержат какой-либо инситу морской биоты. На некоторых участках моря мощность этих гляциоритмов достигает 70 м, а время накопления их оценивается в 2–2.5 тыс. лет. Это однозначно свидетельствует о лавинной скорости осадконакопления подобных образований и соответственно седиментологической катастрофе. Более того, огромное количество суспензионно-мутьевого материала в водной массе препятствовало проникновению в образовавшиеся вблизи края

Таблица 2. Генетические типы верхневалдайских гляциоморских отложений (ССК II) в восточной части Баренцева моря [Эпштейн, Лаврушин, 2003]

Генетические типы отложений		Присутствие в разных типах разреза ССК II	
		Южный тип	Северный тип
Гляциотурби-диты	Гляциосуспензиты	Доминируют	Развиты широко.
	Осадки высокоплотных потоков	Встречаются редко	Развиты широко
Отложения гляциальных грязевых оплывин (потоков)		Встречаются часто	Развиты локально
Айсбергово-морские осадки			Встречаются редко
Субмаринные флювиогляциальные отложения приледниковых конусов выноса		Развиты в виде крупных ареалов	

ледникового покрова заливы морской биоты. Подобная ситуация зафиксирована польскими исследователями вблизи ледников Шпицбергена, спускающихся в фиорды.

Рассмотрим теперь влияние вязко-пластического пластообразного течения на формирование некоторых генетических типов континентальных отложений. Подобный тип гравитационного перемещения поверхностного рыхлого материала достаточно широко распространен в краевых областях материковых оледенений, в современной криолитозоне, в перигляциальных областях, в зонах активного вулканизма, а также в орогенных областях с высокой энергией рельефа. Перечисленное позволяет говорить о том, что комплекс отложений, формирующийся при пастообразном течении материала, имеет в своей основе как климатогенную, так и аклиматогенную природу. С подобным типом течения связаны абляционные морены, солифлюкционные отложения, частично, лессовидные и так называемые покровные отложения, а также делювий, пролювий, горный аллювий, а в пределах платформенных областей – овражно-обломочные накопления и их конуса выноса.

В горных районах пластообразное течение материала свойственно главным образом связным селям, играющим значительную роль в строении пролювия и горного аллювия. Возникновение селей обусловлено наличием продуктов разрушения горных пород, достаточного количества воды и рельефом [Флейшман, 1978]. Основной транспортирующей средой является присутствие воды, способствующей образованию водно-грунтовой суспензии или высоковязкой глинистой пасты. Среди селей по количественному содержанию воды и продуктов разрушения горных пород и их типов выделяют следующие типы: водно-каменные, водно-песчаные, грязевые, грязекаменные, водно-снежно-каменные.

Отложения связных селей представляют собой суглинистую массу, переполненную обломками горных пород; плотность этих образований

может достигать 2.3 кг/м^3 , т.е. оказывается близка к донным моренам материковых оледенений, накопление которых происходило в условиях стресса под движущимся ледником. В днищах горных рек, как известно, сели образуют мощные нагромождения в виде валлообразных гряд, ориентированных чаще всего вдоль русла рек. По выходе из гор на прилежащую к ним равнину или внутригорную депрессию сели участвуют в процессе формирования пролювиальных конусов и шлейфов. В долинах горных рек в строении террас отложения селей играют значительную роль и, по мнению А.В. Кожевникова [1966], заслуживают выделения в качестве особой фации горного аллювия. Подобное представление имело важное значение, поскольку при изучении горного аллювия нередко используется даже значительная часть терминологии, которая свойственна анализу строения аллювия равнинных рек [Кожевников, 1966; Чистяков, 1978]. Вместе с тем формирование горного аллювия имеет ряд своих принципиальных особенностей.

При изучении горного аллювия четко выделяется несколько типов отложений, выявляющих его индивидуальность. Наиболее простой из них – это единичные крупные глыбы или их скопления, представляющие собой обвальные отложения или достаточно широко распространенную в горных долинах фацию отложений обвалов (коллювий). В горных ущельях с крутыми склонами подобного типа образования представляют собой достаточно частое явление.

Далее, среди толщ горного аллювия нередко встречаются отложения связных селей, о которых говорилось выше. В ряде разрезов можно наблюдать черепитчатую укладку валунов и галек, с почти поперечной или диагональной ориентировкой длинных осей обломочного материала по отношению к направлению течения водного потока. Эти отложения в данном случае рассматриваются нами как отложения фации латеральной части водо-каменного селевого потока.

Как известно, в горных реках во время паводков образуется так называемый “активный слой русла”, представляющий собой слой подвижных донных наносов, состоящий из грубого валунно-галечного материала (своеобразный “ковёр волочения”). В перегруженном наносами потоке преобладает так называемое бурно-кипящее беспорядочное течение. При этом продолжающаяся двигаться вышерасположенная часть водного потока оказывает на остановившийся слой двойное воздействие. Во-первых, бурно-кипящее течение водного потока вымывает находящийся под хвостовыми (обращенными вверх по течению) частями крупных валунов более мелкий песчано-галечный материал, что способствует их частичному запрокидыванию и приобретению черепитчатоподобного наклона. Во-вторых, продолжающаяся двигаться вышерасположенная часть потока наносов оказывает сдвиговое воздействие на первично остановившийся русловой аллювий (валунный слой), усугубляя при этом его черепитчатое положение. По мере спада половодья на первично отложенный слой с черепитчатым расположением валунного материала по сути одновременно происходит отложение следующих порций грубого руслового аллювия. Но в связи с тем, что для последующей аккумуляции материала свойственна меньшая скорость течения водного потока – для верхних частей аллювия черепитчатое залегание валунов является не столь уж характерным. Более того, в связи с меньшей скоростью течения водного потока фиксируется утонение гранулометрического состава вверх по разрезу аллювиальной толщи.

Одной из характерных особенностей речных долин горных рек является их резко выраженное четковидное строение, связанное с последовательной сменой участков суживания и расширения долин. Естественно, что подобная морфология речных долин в первую очередь обусловлена особенностями геотектоники.

На участках расширения долин русло рек нередко разбивается на множество рукавов, течение замедляется и соответственно гранулометрический состав аллювия утоняется. Тем не менее отложения фаций пойменного аллювия отсутствуют, поскольку практически весь расход воды в половодье уместается в многочисленные русла и почти не выходит за их пределы. В этой связи можно констатировать, что аллювий горных рек представлен преимущественно русловыми образованиями. При этом в отличие от аллювия равнинных рек значительная роль принадлежит склоновым гравитационным образованиям, а также отложениям селевых потоков различного типа.

Изложенные особенности отложений руслового аллювия горных рек необъяснимы с позиций признания поперечной циркуляции водных струй и могут быть объяснимы только жидкотекучим состоянием потока наносов, приближающегося по своим параметрам к несвязным селям. С этой точки зрения находит более ясное объяснение многорукавный характер русел горных рек в межгорных депрессиях, в которую на выходе из гор в связи с резким изменением уклона продольного профиля происходит сброс несомого материала, нагромождение его в виде валов, отделяющих отдельные протоки друг от друга. Эти валы представляют собой отложения редуцированной фации селевых образований. Но необходимо напомнить, что в отличие от прирусловых валов равнинных рек, образующихся в ходе турбулентного течения водного потока, продольные прирусловые валы горных рек, даже в пределах расширения долин чаще всего генетически связаны с принципиально иным механизмом. Суть последнего, как отмечалось выше, состоит в том, что в латеральных частях селевых потоков меньше скорости и происходит более быстрое нагромождение материала.

Следует также дать некоторые пояснения о межнем состоянии водного потока. В связи с малым содержанием в потоке переносимых наносов значительную роль начинает играть зачаточное турбулентное течение, характерной особенностью которого является поперечная циркуляция водных струй, и в это время формируется аллювий близкий по гидродинамическим законам русловых потоков, описанных для равнинных рек [Шанцер, 1951]. Таким образом, горный аллювий в генетическом плане представляет собой сложное образование, состоящее как из отложений разной плотности автокинетических потоков, так и собственно аллювиальных образований в узком понимании этого термина. При этом, основная часть аккумулируемого материала в руслах горных рек связана с его сгуживанием из латеральных частей селевых потоков и частичным его перераспределением в межень.

Более того, обстановки осадконакопления во внутридолинных депрессиях, с нашей точки зрения, заслуживает выделения в комплекс особых фаций отложений горного аллювия, который условно можно назвать комплексом лавинного сброса несомого водным потоком обломочного материала.

Наконец, необходимо отметить еще одну особенность седиментогенеза, характерную для долин горных рек. Речь идет о возникающих в долинах озерных водоемах и последующем их

спуске. Сам процесс спуска подпруженных водоемов в западной литературе иногда называется седиментологией потоков.

Возникновение подпруженных озерных водоемов может быть обусловлено тремя причинами.

Первая из них может быть связана с громадными осыпями, обвалами и оползнями, возникновение которых было спровоцировано главным образом сейсмическими процессами. Вторая причина может быть обусловлена прохождением ледовых лавин, подпруживающих притоки, выпадающие в основную долину, являющуюся ложем упомянутых лавин. Подобные явления были зафиксированы гляциологами на ледниках Медвежьем и Колка.

Третья причина – это образование так называемых дилювиально-подпружных озер, возникновение которых было обусловлено прохождением фладстримов. В данном случае речь идет о катастрофических половодьях, происходивших в конце оледенений. Эти водные потоки переносили огромное количество наносов и, пользуясь терминологией, принятой в нашей стране, представляли собой мощные водо-каменные сели. Эти сели нередко откладывали в устьях притоков мощные толщи отложений, блокировали сток притоков и способствовали возникновению подпружных озер. В ходе переполнения этих озер, нередко сочетающегося с сейсмическими процессами, происходил катастрофический спуск подпружных водоемов, обладавший огромной эрозионной способностью, приводивший к частичному уничтожению ранее сформированных террас и созданию более молодых примерно одновысотных террасовых поверхностей. Это существенно усложняет реконструкцию геолого-геоморфологической истории долин горных рек, что не всегда учитывается исследователями. В этой связи важно еще раз подчеркнуть, чтохождение катастрофических фладстримов нередко приводило к уничтожению ранее сформированных террас и образованию новых, более молодых элементов эрозионно-аккумулятивного рельефа, гипсометрически почти не отличающихся от ранее существовавших.

Учитывая все изложенное, можно заключить, что в целом принципиальная схема строения горного аллювия должна быть принципиально иной, чем представлялось ранее. Основными ее отложениями должны быть следующие многофациальные образования: разного типа селевые отложения, гравитационные образования, аллювий, долинские флювиогляциальные отложения, лавинные образования, отложения подпружных озер и вновь созданные эрозионно-аккумулятивные эле-

менты долинного микрорельефа, близкие по своей гипсометрии благодаря катастрофическим суперполоводьям к ранее существовавшим.

Рассмотренный выше материал позволяет сделать некоторые обобщения, имеющие важное значение для дальнейшей разработки теории континентального и частично шельфового седиментогенеза и его экологического эффекта. Прежде всего устанавливается значительная роль субаэрального турбидитового (и гляциотурбидитового, в частности) осадконакопления при формировании континентальных и шельфовых (в пределах гляциальных шельфов) отложений, наиболее выразительные формы которого представлены в виде пластического, различной плотности пастообразного, разжиженного и суспензионного перемещения осадочного материала, которое сопровождается зарождением и формированием нового вещества. Вместе с тем, роль субаэрального турбидитового осадконакопления в формировании различных генетических типов оказывается неодинаковой. Как было показано, ряд генетических типов оказывается практически нацело связан с процессами пластического течения. В особенности, это относится к донным моренам и к склоновым отложениям. С вязкопластическим течением материала пастообразных грязевых потоков связано накопление абляционных морен, солифлюкционных отложений, связанных селей, частично пролювия и делювия, некоторых типов оползней. Возникновение всех указанных образований обусловлено в своей основе высокоплотными потоками вещества. С низкоплотными потоками связано перемещение вещества в виде жидкостно-текучего состояния. Это активно движущийся материал в руслах горных рек, зерновые потоки, возникающие при формировании флювиогляциальных отложений, суспензионные потоки, движущиеся подобно тяжелой жидкости в воде и характерные как для перигляциального аллювия, так и для озерно-ледниковых отложений.

Как ясно из изложенного, по пространственному распространению рассмотренный тип осадконакопления может быть ареальным, линейным или локальным. Одновременно встает вопрос о длительности проявления процессов субаэрального турбидитового осадконакопления. Она оказывается достаточно разнородной. Известно, что, например, продолжительность последнего оледенения оценивается примерно в 10000 лет. Это значит, что накопление ледниковых отложений на достаточно значительных пространствах суши, которые формировались, главным образом, в ходе пластического и вязкопластического течения,

продолжалось значительное время. Как ясно из изложенного, имеются осадочные образования, распространенные ареально, продолжительность накопления которых составляет всего 2–2.5 тыс. лет, но имеющих лавинные скорости осадконакопления. С другой стороны, накопление некоторых образований с геологической точки зрения происходит практически мгновенно. В данном случае, речь может идти о потоковых оползнях и селях. Наконец, можно говорить о сезонных проявлениях субаэрального турбидитового осадконакопления, с которыми связано накопление пролювия, горного аллювия, перигляциального аллювия, солифлюкционных отложений и некоторых других типов отложений. Таким образом, в таксономическо-временном плане выделяется три группы образований: длительно и относительно кратковременно формирующиеся, сезонные и мгновенно-катастрофические. Вместе с тем, приведенный материал показывает, что в истории позднего плейстоцена прослеживается определенная ритмичность интенсивности проявления субаэрального турбидитового осадконакопления, выражающаяся в том, что в холодные ледниковые, межстадиальные этапы и переходные фазы, например от холодных к теплым, рассматриваемые процессы проявлялись наиболее интенсивно. В какой-то степени условно эти этапы можно именовать этапами преобладающего субаэрального турбидитового (в том числе гляциотурбидитового) осадконакопления, хотя этот процесс ограниченно оказывается свойственен для ряда генетических типов континентальных отложений и в современных климатических обстановках. Наконец, необходимо обратить внимание еще на один момент. В частности, речь идет о внутренней ритмичности процесса рассматриваемого типа осад-

конакопления. В особенности это может быть четко выражено, например, в строении горного аллювия, в котором наряду с собственными аллювиальными отложениями нередко встречаются образования различных типов селей, фладстримов, ледовых лавин и даже озерных отложений. Подобное сложное строение горного аллювия отражает полный цикл осадконакопления, который далеко не всегда оказывается выраженным столь идеально.

Характерным типом отложений, отражающих внутреннюю ритмичность субаэрального турбидитового осадконакопления, являются гляциоритмиты приледниковых водоемов. Вместе с тем, отложения связанных селей не обнаруживают какой-либо внутренней цикличности. Таким образом, отложения, связанные с субаэральным турбидитовым осадконакоплением на суше, могут быть совершенно разнородными – от гомогенных до четко выраженных ритмичных.

Приведенный анализ материала позволяет многие вопросы седиментогенеза континентальных отложений рассматривать не традиционно, а с позиций субаэрального турбидитового осадконакопления, которые дают возможность более полно интерпретировать природные события. Это имеет важное значение для более полной реконструкции палеогеографических обстановок и созданию целостной концепции континентального седиментогенеза. Одновременно, признание значительной роли субаэрального турбидитового осадконакопления имеет существенное значение для понимания многих геоэкологических проблем, в частности, это имеет прямое отношение к пониманию возникновения многих катастрофических природных событий.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты 05-05-65084 и 05-05-64790).

Литература

- Горецкий Г.И.* О перигляциальной формации // Бюллетень комиссии по изучению четвертичного периода. 1958. № 22. С. 38–53.
- Колька В.В.* Геология и условия формирования позднеледниковых глин Кольского полуострова. Автореферат канд. диссертации. 1966. 22 с.
- Колька В.В.* Геология и генезис ледниково-морских ленточных глин. Сыктывкар, 2005. С. 187–188.
- Кожевников А.В.* Аллювий горных рек (фации, типы разрезов, условия формирования) // Четвертичный период Сибири. М.: Наука, 1966. С. 251–262.
- Кюнел Ф.* Экспериментальные исследования суспензионных потоков и глинистых суспензий // Геология и геофизика морского дна. М.: Мир, 1969. С. 59–87.
- Лаврушин Ю.А.* Строение и формирование основных морен материковых оледенений // Тр. ГИН АН СССР. М.: Наука, 1976. 237 с.
- Лаврушин Ю.А.* Аллювий равнинных рек субарктического пояса и перигляциальных областей материковых оледенений // Тр. ГИН АН СССР, вып. 87. М.: Наука, 1963. 265 с.
- Лаврушин Ю.А.* Некоторые особенности механизма накопления ритмично-слоистых отложений склонов // Четвертичный период и его история. М.: Наука, 1965. С. 91–103.
- Лаврушин Ю.А.* Строение и формирование основных морен материковых оледенений. (Тр. ГИН АН СССР, Вып. 288). М.: Наука, 1976. 234 с.
- Лаврушин Ю.А., Чистякова И.А.* Гляциотурбидитовые отложения гляциального шельфа // Докл. АН СССР. 1988. Т. 303. № 1. С. 173–177.
- Лаврушин Ю.А., Прасолов Н.Д., Спиридонова Е.А. и др.* Эволюция процессов осадконакопления на склонах в связи с изменением климата // Лито-

- логия и полезные ископаемые. 1989. № 1. С. 35–51.
- Лисицын А.П.* Лавинная седиментация и перерывы в осадконакоплении в морях и океанах // М.: Наука, 1988. 308 с.
- Миколаускас А.П.* Флювиогляциальная седиментация и ее роль для расчленения слоистых текстур вводно-ледниковых образований // Геоморфология и геология четвертичного периода севера Европейской части СССР. Петрозаводск, 1976. С. 47–57.
- Романовский С.И.* Седиментология // Л.: Недра, 1988. 201 с.
- Флейшман Г.М.* Сели // Л.: Гидрометеиздат, 1978. 198 с.
- Холмовой Г.В.* О влиянии на строение аллювия различных стадий перигляциального режима // Бюлл. Комиссии по изучению четвертичного периода. 1988. № 57. С. 77–83.
- Чистяков А.А.* Горный аллювий. // М.: Недра, 1978. 257 с.
- Шанцер Е.В.* Аллювий равнинных рек умеренного пояса и его значение для познания закономерностей строения и формирования аллювиальных свит // Тр. Ин-та геол. наук АН СССР. 1951. Вып. 55. 301 с.
- Эшштейн О.Г., Лаврушин Ю.А.* Гляциоморская седиментация как особая стадия шельфового осадконакопления // Докл. РАН. 2003. Т. 393. № 4. С. 521–523.
- Bouma A.H.* Ancient and recent turbidites // Geol. Mijnbouw. E. 1964. No 43. P. 375–379.
- Elverhoi A., Lonne O., Seland R.* Glaciomarine Sedimentation in modern fjord environment, Spitsbergen // Polar Research. 1983. No 1. P. 127–149.
- Elverhoi A., Pfirman S.L., Solheim A., Larssen B.B.* Glaciomarine sedimentation in epicontinental seas exemplified by the northern Barents sea // Marine Geology. 1989. V. 85. No 2–4. P. 225–250.
- Kuenen Ph.H.* Turbidity currents of high density // 18-th Intern. Geol. Congr. L., 1950. Pt. 8. P. 44–52.
- Lavrushin Yu.A.* A genetic classification of deposits of the Glaciofluvial flows // Questiones Geographical. 1995. Sp. issue 4. P. 205–208.
- Ostrem G.* Sediment transport in glacial meltwater streams // Glaciofluvial and Glaciolacustrine Sedimentation, 1975. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, special Publication no 23. Tulsa, Oklahoma, USA.