

## СЕЛЕВЫЕ ПРОЦЕССЫ И ПРОЛЮВИАЛЬНО-СЕЛЕВЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ В РЕЧНЫХ ДОЛИНАХ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ

Сель представляет собой бурный поток на горных реках с большим количеством мелких частиц (грязевый сель) и/или камней (грязекаменный сель). Возникновению селя благоприятствуют интенсивные ливни, обильное снеготаяние, значительные уклоны водных потоков и крутизна склонов, а также наличие больших масс легко смываемого рыхлого грунта. Скорость движения грязекаменных потоков составляет 10–15 км/ч, но при прорыве заторов она увеличивается до 20–35 км/ч. С квадратного километра площади формирования сель может выносить 50–90 тыс. м<sup>3</sup> горных пород. Размыву верхних слоев грунта и образованию селей в горных районах препятствует богатая травяная и древесная растительность [1, 2]. Основные районы проявления селей на востоке России [3] находятся в Забайкалье (периодичность селей 6–12 лет) и в зоне БАМ (один раз в 20 лет).

### Селевые накопления Приморья

**Современные сели.** В Приморье сели отмечаются редко, хотя они имели место в четвертичное время [4, 5]. Непосредственные наблюдения за селевыми потоками в регионе не проводились, но имеются отдельные сведения о прохождении грязе- и водокаменных (наносоводных) селей, спровоцированных ливнями [6]. Летом 1977 г. экспедицией ДВНИГМИ в истоках р. Кемы проводился отбор спилов деревьев для дендрохронологического анализа. В публикации [6] приводятся данные о состоянии древесной растительности на участках прохождения водных паводков и возможных селей. По мнению авторов, в 18 случаях из 39 зафиксированы именно следы воздействия селей. Но т.к. методика определения влияния водных потоков на состояние растительности в публикации не приведена, то эти данные фактически не подлежат интерпретации. В этом же бассейне выделены участок рассредоточенного селеобразования и селевые рытвины. Последние рассматриваются в качестве следов воздействия селевых потоков. На аэрофотоснимках они выделяются как четкие светлые полосы в приводораздельной части водосборов [7], однако в устьях этих рытвин конусов или полей выноса обломочного материала, характерных для селей, не наблюдается. Поэтому можно предположить курумовую природу подобных форм, описанных автором также в краевых частях небольших водосборных воронок, склоны которых покрыты осыпями. В.Н. Овечкин и Р.П. Токмаков, проводившие геологическую съемку в бассейне р. Кемы, трактуют подобные светлые полосы и в самих воронках как курумы.

В публикации [7] как селевые шлейфы рассматриваются конусы выноса малых водотоков, но характеристика отложений свидетельствует в пользу их аллювиальной природы. В осадках преобладают валуны, щебень (66%), дресва и песок (32%). Содержание глинистых частиц, которые, судя по публикациям о селях, являются основным материалом в структуре таких накоплений, составляет здесь лишь 3.2–4.2%. Структура этих отложений типична для аллювия, но не для селей. Следует согласиться с [8], что склоновые и русловые отложения, подобные описанным в бассейне р. Кемы, не являются селевыми выносами, т. к. обладают хорошими фильтрационными свойствами и непластичны.

Исследования, проведенные автором совместно с Р.П. Токмаковым и В.Н. Овечкиным в бассейне этой реки, показали также, что большая часть конусов выноса сформировалась как валунно-щебнистый пролювий с малым количеством глинистого



Рис. 1. Следы современного селя в истоках р. Оуми (бассейн р. Дагды). Фото автора

наполнителя. Упоминаемые водокаменные сели, характерные для паводков на реках Приморья, следует включить скорее в разряд флювиальных явлений. Сходные с селом процессы наблюдались автором в истоках р. Оуми после прохождения серии циклонов в 1981 г. над севером Приморья. Сильное обводнение глинистой коры выветривания на кислых эффузивах привело к заполнению водосборных воронок и истоков р. Оуми отложениями земляных глетчеров. Разрушение последних способствовало насыщению руслового потока глинистым материалом со щебнем и валунами на протяжении 1200 м от истоков. Характерно, что обрушение склонов привело к заполнению русла стволами деревьев (рис. 1), на которых зафиксирована высота подъема глинисто-водной массы на 4 м над тальвегом. Однако уже в 600–700 м ниже места массового разрушения склонов содержание глинистой массы стало сравнимо с насыщением в паводок.

**Селевые накопления в геологических разрезах.** В отложениях средне- и позднечетвертичной эпох в речных долинах горного Приморья зафиксированы селевые проявления [4, 5]. Селеподобные накопления, представленные щебнисто- и валунно-глыбовыми песчанистыми глинами и суглинками, описаны в разрезах террас высотой 15–20, 10–12 и 6–8 м в долинах малых и средних рек Сихотэ-Алиня и Восточно-Маньчжурских гор (рис. 2). Особенность таких отложений – их незначительная фаціальная дифференциация, плохая окатанность валунов и глыб, сильная глинистость наполнителя (фракция <0.01 мм составляет до 50–70%), слабая сортировка и неплотная упаковка обломков. По сравнению с пролювием для разрезов селеподобных отложений характерны крупная горизонтально-волнистая слоистость (мощность слоев – 1.5–2.0 м), субгоризонтальная ориентировка обломков и их “подвешенность” в наполнителе (рис. 3).

Образование селеподобных отложений объясняется сильным изреживанием растительности на склонах долин, покрытых глинисто-щебнистым чехлом. При редких, но сильных ливнях поступление этого материала со склонов в речные долины приводило к образованию структурных потоков. Активному удалению глинистого чехла со склонов, возможно, способствовала и вечная мерзлота, следы которой зафиксированы в верхней части разрезов 15–20-метровой террасы в долинах рек Восточно-Маньчжурских гор и Сихотэ-Алиня. По внешнему облику подобные отложения сходны с

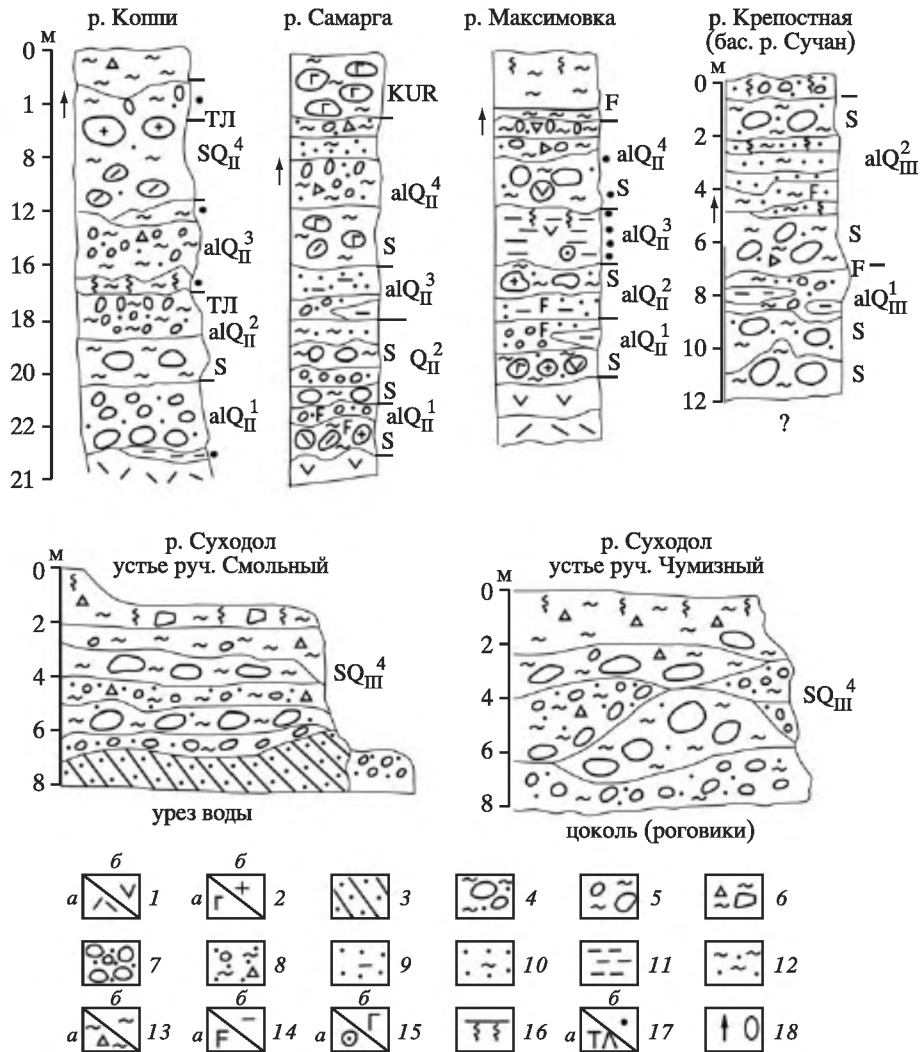


Рис. 2. Селевые и селеподобные отложения в разрезах речных террас горного Приморья  
 Породы: 1-2 – коренные (1а – кислые эффузивы, 1б – порфириды, 2а – базальты, 2б – граниты), 3 – осадочные; глыбы и крупные валуны: 4 – в песчаном суглинке, 5 – в суглинке; 6 – глыбы и щебни в суглинке; 7 – галька и мелкие валуны в песке; песок: 8 – глинистый с галькой и щебнем, 9 – с алевритом, 10 – глинистый; 11 – алеврит; суглинок: 12 – песчаный, 13 – с щебнем (а), без включений (б); 14 – ожелезнение (а – пятнистое и точечное, б – пластовое); 15 – органические остатки (а – древесина, б – травянистые); 16 – почва; 17 – датировки (а – термолуминесцентные, б – спорово-пыльцевые); 18 – следы пучения грунтов. Отложения: al – аллювиальные, S – селеподобные, KUR – курумы

селевыми накоплениями семиаридных и аридных горных областей. Время их образования совпадает со средне- и позднечетвертичными похолоданиями [4, 5]. Спорово-пыльцевые комплексы из этих отложений в разрезе террасы высотой 12–15 м в долине р. Чистоводной (бассейн р. Кривой), подстилаемых аллювием и перекрытых пролювием, содержат в обилии пыльцу мелколиственных (*Betula platyphylla*, *B. Ermanii*, *B. dahurica*, *B. exilis*, *Betula sp.*, *Alnaster* – в сумме до 88%), незначительно – хвойных (*Picea*, *Larix*, *Pinus koraiensis*) и редко – широколиственных пород (*Quercus*, *Ulmus*). Такие спектры характерны для ландшафтов холодных эпох плейстоцена.

**Пролувиально-селевые отложения** детально изучены на междуречье Киевка–Партизанская, где они образуют многочисленные тела в древних водосборных воронках и малых долинах, для которых характерны большие (0.1–0.01 м/м) уклоны днищ. Эти временные водотоки даже при малой площади водосборов выносили в зону аккумуляции грубый материал, в результате чего возникла серия локальных террас, наиболее древние из которых оказались прорезаны эрозионными ложбинами.



Рис. 3. Структура селевых накоплений в долине р. Кривой (бассейн р. Киевки). Фото автора

Значительная часть селевых отложений в бассейнах рек Сихотэ-Алиня и Черногорья обычно приурочена к водотокам 3–4 порядка. По своим структурно-литологическим признакам, пространственному положению и масштабам проявления они близки к типичным селево-пролувиальным отложениям, а в отдельных случаях – к земляным глетчерам [9, 10]. Предполагается, что активное селеобразование в бассейнах рек Сихотэ-Алиня и Черногорья шло частично в теплые, но в основном в холодные эпохи плейстоцена, когда в условиях многолетней мерзлоты и изреживания растительности происходило удаление рыхлого чехла со склонов [11, 12]. Характерным признаком таких разрезов является преобладание в составе отложений глинисто-аркозового материала, в который вмещены отдельные крупные валуны и глыбы коренных пород, выходящих по бортам долин и в вершинном поясе хребтов Сихотэ-Алиня, Туманского и Черных гор.

Предположительно селевыми накоплениями являются валунно-глыбовые осадки 20-метровой террасы в нижнем течении р. Поранчхён (Северная Корея), рассматриваемые [13] как верхнечетвертичная морена. Аналогичные отложения были изучены автором в разрезе 10-метровой террасы в среднем течении р. Мал. Цукановка, где наблюдается 5-метровая толща с редкими глыбами в более тонком матриксе. Спорово-пыльцевые комплексы из отложений этой террасы типичны для холодной эпохи плейстоцена [14].

**Селевые накопления речных террас.** В отдельных случаях наблюдается появление двух пачек предположительно селевых накоплений, как, например, в разрезе парамоновской террасы р. Киевки [5].

Первая пачка, соответствующая максимальному похолоданию в среднем плейстоцене, установлена в кровле этого разреза (слои 4–16) (рис. 4). Это отложения вяземского горизонта, в данном разрезе они представлены пролувием и селеподобными накоплениями с прослоями аллювия магистральной реки. Их мощность составляет около 12 м. Спорово-пыльцевой комплекс с преобладанием древесных (*Betula platyphylla*) и кустарниковых берез (*B. sect. Nanae*, *B. sect. Fruticosae*) соответствует похолоданию в среднем плейстоцене (ТЛ-дата – 220 тыс. л., КИ-1630). В составе диатомей из слоя 12, по данным В.С. Пушкаря, преобладают представители родов *Eunotia*, *Pinnularia*, *Symbella*, комплекс которых сопоставим с таковым для последней ледниковой эпохи в долинах рек Южного Приморья [5].

Спорово-пыльцевые комплексы, полученные из осадков 15–20-метровой террасы в верхнем течении рек Киевка и Суходол, где преобладают селеподобные накопления, отличаются обилием пыльцы кустарниковых форм берез и ольховника. В нижней части разреза обильно представлена пыльца древесных (в основном *Betula platyphylla*, *B. sect. Ermanii*) и кустарниковых берез (*B. sect. Nanae*). В верхних пробах преобла-



Рис. 4. Разрез 15–20-метровой (парамоновской) террасы с двумя пачками селевых накоплений (бассейн р. Киевки). Фото автора

дает пыльца фригидной растительности (*B. sect. Nanae*, *Alnaster*, *Pinus pumila*) и в небольшом количестве *Picea sect. Eupicea*, *P. sect. Omorica* [14]. Для отложений вяземского горизонта установлены криотурбации, возникавшие в условиях многолетней мерзлоты, имевшей мощность до 8–12 м. Наиболее интенсивные смятия фиксируются в погребенных почвах, подстилающих и перекрывающих пролювиально-селевые накопления (рис. 5).

Отложения вяземского горизонта в долине р. Киевки (разрезы парамоновской террасы и 15–20-метровой террасы в устье р. Мисусы) в основании имеют прямую остаточную намагничённость. ТЛ-дата из отложений парамоновской террасы (ТМГМ  $170 \pm 6$  тыс. л. н.), как и пыльца, соответствует риску похолоданию климата [15].

Вторая пачка селевых накоплений в долине р. Киевки, установленная в основании разреза парамоновской террасы, возникла в начале среднего плейстоцена в условиях теплого климата. К ней отнесен горизонт глыб и валунов, представленных гранитами. В среднем течении реки и в долинах ее правых притоков эти обломки после перемыва из древних отложений образуют в современном русле перлювиальную фацию (рис. 6). Перемещение валунов и глыб диаметром до 1.5–2.0 м с хр. Алексеевский (водораздел рек Киевки и Партизанской) обусловлено крутыми уклонами правых притоков р. Киевки. Возможно, что в истоках этих рек грубый материал с водораздела в зону низкого горья подавался обвалами и курумами, а далее вниз – селевыми потоками [5, 16].

В основании разреза парамоновской террасы (рис. 4) вскрываются два пласта, которые в соответствии с описанием в публикации [5] присвоены номера 25 и 26. Они отнесены к ханкайскому горизонту ( $Q_{II}^1$ ). Это валуны и галька хорошей окатанности ( $d = 12$  см,  $K_0 = 68\%$ ), а также глыбы в грубозернистом вишнево-красном плотном песке с линзами и корочками феррикрета и прослоями зеленовато-серого песка. В подошве слоя отмечены плоды *Juglans* и *Trapa* и остатки древесины.

Слой 25 сложен нормальным по крупности аллювием мощностью 4.5 м. В диатомовом комплексе из этого слоя преобладают умеренно теплолюбивые виды (в т.ч. планктонные южно-бореальные *Aulacosira italica*, *A. granulata*). В составе отложений присутствуют древние премелозирры, вымирание которых, по данным В.С. Пушкаря, произошло в конце раннего–начале среднего плейстоцена.

Горизонт крупных валунов ( $d = 52$  см,  $K_0 = 68\%$ ) и редко рассеянных глыб гранитов ( $d = 120$  см,  $K_0 = 45\%$ ) в зеленовато-желтом песке мощностью 2.3 м (слой 26) отнесен к селевым накоплениям, по своим параметрам он не соответствует уклонам и водности



Рис. 5. Криотурбации в селевых накоплениях 15–20-метровой террасы р. Суходол. Фото автора



Рис. 6. Перемытые из селевых накоплений крупные валуны в долине ручья Парамоновский (бассейн р. Киевки). Фото автора

правых притоков р. Киевки. Из этого слоя был выделен спорово-пыльцевой комплекс с преобладанием пыльцы термофильных лиственных пород (*Juglans*, *Quercus*, *Tilia*, *Acer*, *Corylus*, *Carpinus*, *Fagus*, *Carya*) и экзотических сосен. Этот комплекс сходен с таковым для отложений ханкайского горизонта из разреза 15–20-метровой террасы р. Партизанской [14]. Присутствие в слое 26 плодов *Juglans* и *Trapa* – признак термофильной флоры, соответствующей умеренно теплому и влажному климату начала среднего плейстоцена. Об этом же свидетельствуют феррикрестовые образования и состав микроконкреций.

Не противоречит данному предположению и ТЛ-дата из слоя 26 ( $470 \pm 1.5$  тыс. л.н., МГУ-96). По данным Р.И. Ремизовского и А.А. Сокорева, валунно-галечная толща относится к палеомагнитной эпохе Брюнес с прямой намагниченностью. Но для алевритов в кровле ханкайского горизонта установлена обратная остаточная намагниченность, которая, по предположению Р.И. Ремизовского, соответствует одному из эпизодов обратной полярности этой эпохи [5]. Последующее изучение образцов из этой части парамоновской террасы, выполненное Е.И. Вириной (МГУ), подтвердило хорошую выраженность эпизода с обратной намагниченностью.

Таким образом, накопление пачки русловых ожелезненных псефитов и охристых песков в разрезе III нпт, сформировавшихся за счет выноса глыб и валунов гранитов из верховий руч. Парамоновский, относится к миндель-рисскому межледниковью –  $Q_{II}^1$  [14, 17]. Глыбы и валуны гранитов на участке размыва террасы выстилают днище долины в среднем течении р. Киевки и ее правых притоков (рис. 6). Этот тип разреза с глыбовым горизонтом, характерный для начала среднечетвертичной эпохи в долинах рек Северного Сихотэ-Алиня, установлен также в основании сабуинской и максимовской террас (рис. 2) [18].

**Отложения, принимаемые за селевые накопления.** Специалисты приморской поисково-съёмочной экспедиции на левобережье р. Кривой относят к селям курумы и осыпи на склонах, имеющие выпуклую, бугорчатую, часто лишенную растительности поверхность. Однако в этих отложениях отсутствует мелкоземистая фракция, что делает предположение о развитии в этом районе грязекаменных селей необоснованным. В составе отложений в истоках р. Чистоводной большой объем занимают курумовые и осыпные накопления. Видимая мощность сложно построенных разрезов, растянутых вдоль склона крутизной 25–30°, достигает 5 м, а превышение верхней кромки аккумулятивных тел над нижней составляет 20–25 м. Это свидетельствует о колловиальном происхождении этих отложений, чему хорошо соответствует сходство вещественного состава обломков и коренных пород склонов.

**Воздействие селей на русловые процессы.** Долина р. Киевки ниже слияния с р. Лазовкой имеет продольный профиль с равномерным убыванием уклонов в направлении устья. Исключение составляет участок долины от устья руч. Парамоновский

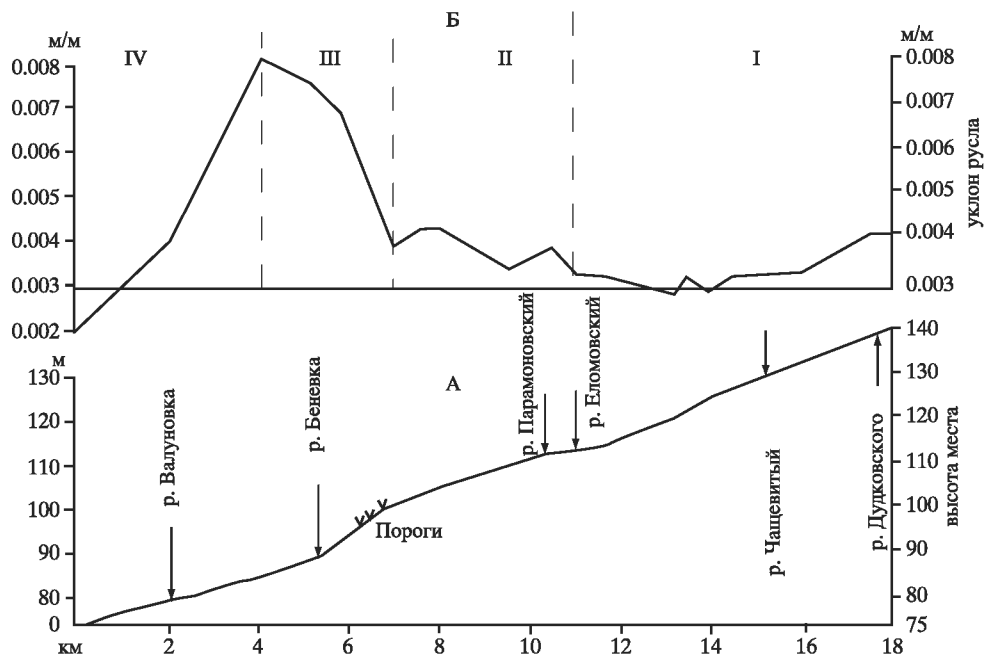


Рис. 7. Продольный профиль (А) и уклоны русла (Б) р. Киевки на участке руч. Дудковского – р. Валуновка. Зоны с разной интенсивностью процессов эрозии и аккумуляции: I – аккумуляция, II – размыв селевых накоплений, III – врезание с выходами коренных пород и порогами, IV – активная аккумуляция ниже устья р. Беневки

и до устья р. Беневки (рис. 7). На этом участке наблюдается возрастание уклонов с 0.0028 м/м до 0.008 м/м. Причем у устья руч. Дудковского мощность аллювия в русле достигает 10–12 м, вниз же по течению наблюдается резкое ее сокращение до 2–3 м ниже устья руч. Еломовский, а от устья руч. Парамоновский и до устья р. Беневки отмечены выходы коренных пород. Аномальное увеличение уклонов на участке Еломовский–Парамоновский–Беневка с выходом в русло коренных пород предположительно связано с размывом крупного селя, отложения которого вскрыты в разрезе среднечетвертичной парамоновской террасы [5].

Русло р. Киевки и ее правых притоков в этой части бассейна выстлано глыбовым и грубовалунным материалом. Его появление связано с размывом селевых отложений в разрезе среднечетвертичной террасы. Накопление подобных осадков обусловлено выходом из долины руч. Парамоновский селя, который полностью перегородил долину р. Киевки. Об этом свидетельствуют селевые накопления мощностью почти 10 м в основании среднечетвертичной террасы как на левом, так и на правом берегах р. Киевки (урочище Красная горка). Ширина долины в этом месте на уровне I нпт составляет 500 м, а ниже по реке – 1.5 км.

Следует отметить, что в этой части долины в разрезах I и II нпт в составе нормального аллювия отмечены перемытые глыбы и валуны. Отсюда возникает предположение, что ниже селевого конуса, сложенного грубым материалом, глубинная эрозия активно себя проявляет вплоть до настоящего времени. Этим определяется прямолинейность русла с повышенными уклонами от 0.0042 м/м на начальном участке врезания и до 0.008 м/м в районе выхода коренных пород в тальвеге. Далее вниз по реке наблюдается резкое падение уклонов (до 0.002 м/м) с образованием ниже устья р. Валуновки внутренней дельты шириной до 2 км и увеличение мощности аллювия до 6–8 м.

Следует отметить, что в малых долинах бассейнов рек Киевка и Партизанская образование водопадов в отдельных случаях связано с крупными обрушениями склонов

и селями. Так, в долине руч. Еломовский выше каскада водопадов установлена толща (мощностью до 30 м) обвально-осыпных и курумovo-селевых накоплений, вплоть до настоящего времени не прорезанных руслом. По предположению Т.К. Кутуб-Заде, видевшего разрез, эти плотно сцементированные отложения с прослоями красноцветов являются весьма древними (нижний или средний плейстоцен). Активизация эрозии и образование водопадов связаны с резким увеличением крутизны продольного профиля в верхнем течении руч. Еломовский. Ряд водопадов в долине руч. Парамоновский возник в зоне регрессивной эрозии на участке разрушения среднеплейстоценовых селевых отложений. Подобные образования установлены автором в долинах руч. Хандагоу и Промежуточный (бассейн р. Киевки), Анучинский и Хоботовский (бассейн р. Лазовки), р. Чистоводной и Синегорной.

Вероятно, помимо водокаменных селей в Приморье имели место и глинисто-водные сели. Так, в разрезе среднечетвертичной террасы р. Пади Широкой (бассейн р. Волчанки) встречены пласты бурых суглинков мощностью до 2–3 м. Первично предполагалось их пойменное происхождение, но присутствие в их составе мелкого выветрелого щебня и глинистых окатышей позволяет допустить селевую природу. Именно в среднем плейстоцене в условиях изреженной растительности, но значительного количества осадков и массового смыва со склонов возникали подобные селевые потоки.

**Сели острова Сахалин.** В зависимости от положения в рельефе селевые потоки острова подразделяются на две категории [19]:

**Долинные грязекаменные сели.** Наиболее крупными и разрушительными являются грязекаменные сели, движущиеся по долинам ручьев. Для формирования долинных селей необходимы три условия: 1) наличие на склонах и в руслах достаточного количества продуктов разрушения горных пород, 2) поступление значительного количества воды для разжижения грунта и сноса его по руслу в виде импульсного потока, 3) большие перепады высот.

Иногда к самостоятельной группе относят заломы селевого типа, которые меняют русла рек [19], что, по нашему мнению, мало обосновано. Крупные заломы способствуют поднятию уровня воды в реке с затоплением поймы и даже I нпт, но существенно не влияют на перемещение руслового аллювия. Эти особенности воздействия заломов на долины рек изучались автором на Западном Сахалине (реки Ильинка, Сергеевка, Лесогорка и др.), в Северном Сихотэ-Алине (бассейны рек Самарга, Коппи, Анюй) и многократно на многих реках Южного Приморья.

**Селевые потоки склонов** формируются на склонах с незадернованными осыпями и скорее попадают в разряд земляных потоков.

При **селевом районировании о-ва Сахалин** выделяется 14 районов с различным характером селепроявления [20]. Сведения о селях на *п-ове Шмидта* отсутствуют в связи со слабой изученностью района. Аналогичная ситуация в *Набильском районе*. Возможно формирование водокаменных селей в горах Даги (600 м), Вагис (500–600 м) и Оксай (до 200 м) – *Северо-Сахалинский район*.

Потенциально селеопасны *Центральный, Камышовый, Сусунайский и Таранайский районы*. При аэровизуальных обследованиях там обнаружены селевые рывины.

Архивные данные и опросные сведения, результаты аэровизуальных и наземных экспедиционных работ в Камышовом районе позволяют предположить, что здесь формируются как грязевые и грязекаменные, так и водокаменные сели с объемом выносов до нескольких десятков тыс. м<sup>3</sup>.

Территория Западно-Сахалинских гор (*Охотоморский район*) резко выделяется по количеству действующих селевых очагов. Большая их часть приурочена к уступам высоких морских террас, поколь которых сложен алевrolитами и супесчаными отложениями. Активная селевая деятельность обычно является следствием уничтожения лесов. Селевые очаги представляют собой врезы длиной от 0.2 до 1.5 км, глубиной –

5–30 м. Формируются грязевые и грязекаменные потоки в самый дождливый период (июль–октябрь). Объем выносов от 2–5 тыс. м<sup>3</sup> до 10–35 тыс. м<sup>3</sup> [20].

На западной и южной окраинах Корсаковского плато (*Корсаковский район*) отмечались небольшие водокаменные потоки [20], селевые накопления установлены также к западу от м. Юнона в разрезе 4 морской террасы [21].

Тонино-Анивский хребет (*Анивский район*) практически лишен леса, однако плотные интрузивные породы, слагающие его, препятствуют развитию селевых процессов. Лишь на юго-восточном побережье района при аэровизуальных обследованиях в октябре 1979 г. было обнаружено несколько селевых очагов.

*Южно-Камышовый район* включает хр. Южно-Камышовый, Шренка, Мицунский и Долинский. В его центральной части отмечались грязевые и грязекаменные селевые потоки с объемом выносов до 1000 м<sup>3</sup>. В районе города Быков обнаружены древние селевые очаги с объемом выносов многие десятки тыс. м<sup>3</sup>.

Самое активное селепроявление на Сахалине (около 100 селевых очагов [20]) приурочено к *Южно-Прибрежному району*. Основным орографическим подразделением здесь является Южно-Прибрежная горная цепь, вытянувшаяся вдоль берега Японского моря. Леса здесь почти полностью вырублены. Селевые очаги представляют собой селевые рытвины, врезанные в толщу алевролитов, слагающих морскую террасу. Глубина рытвин от 3 до 30 м, длина – сотни метров. Грязевые и грязекаменные потоки имеют объем выносов от нескольких сотен до нескольких тысяч м<sup>3</sup> (в среднем 2 тыс. м<sup>3</sup>). Селевые потоки объемом до 1 тыс. м<sup>3</sup> образуются ежегодно, максимальные – 1 раз в 20–30 лет. Период их формирования приходится на время ливневых дождей (май–октябрь), когда грунт еще очень влажный, и для развития селевого процесса достаточно небольшого дождя.

Во внутренних частях лавового плато *Ламанон* возможны сели средней интенсивности, но в малых долинах по его периферии интенсивность процессов резко возрастает. Так, к северу от м. Орлова в устье водотока длиной до 5 км непосредственно на берегу Татарского пролива автором изучен пролювиально-селевой конус выноса высотой в 20 м, перекрывающий среднеголоценовую морскую террасу. Нижняя пачка глыбово-валунных селевых накоплений в интервале 10–16 м имеет среднеголоценовый возраст (<sup>14</sup>C-дата 5670±125 л. н., Ки-3190; 4500±125 л. н., Ки-3190; 3700±125 л. н., Ки-3190), верхняя – мощностью до 3–5 м – была разрушена во время прокладки дороги к маяку на м. Слепиковского (рис. 8). Не исключено, что и другие конусы на участках гористого побережья и развития высоких абразионных уступов, расчлененных ложками, имеют селевую природу.

Большая освоенность территории *Северо-Прибрежного района* с активными лесоразработками привела к активному развитию водокаменных, грязевых и грязекаменных потоков значительной мощности. Следы селей обнаружены при аэровизуальных обследованиях в июне 1979 г., их образование связано с ливнями и снеготаянием [20].

**Условия образования селей.** Географические особенности рассматриваемой территории способствуют возникновению относительно небольших по объему и максимальному расходу грязевых и грязекаменных потоков. Интенсивные и продолжительные дожди способствуют также частой повторяемости селевых процессов. Наиболее селеопасными являются прибрежные районы с крутым рельефом, испытывающие антропогенное влияние, а лесоразработки способствуют более активному развитию селевых процессов. В неосвоенных горных районах селевые очаги встречаются сравнительно редко. К наиболее селеопасным районам Сахалинской области относятся Южно-Прибрежный и Охотоморский.

**Селевые процессы Курильских о-вов и Камчатки.** Современные сели описаны на многих островах и всей территории Камчатки [3]. Чтобы убедиться в этом, достаточно осмотреть юго-восточное побережье о-ва Кунашир, где на полностью залесенной территории возникают сели. Причина этого в его геологическом строении:

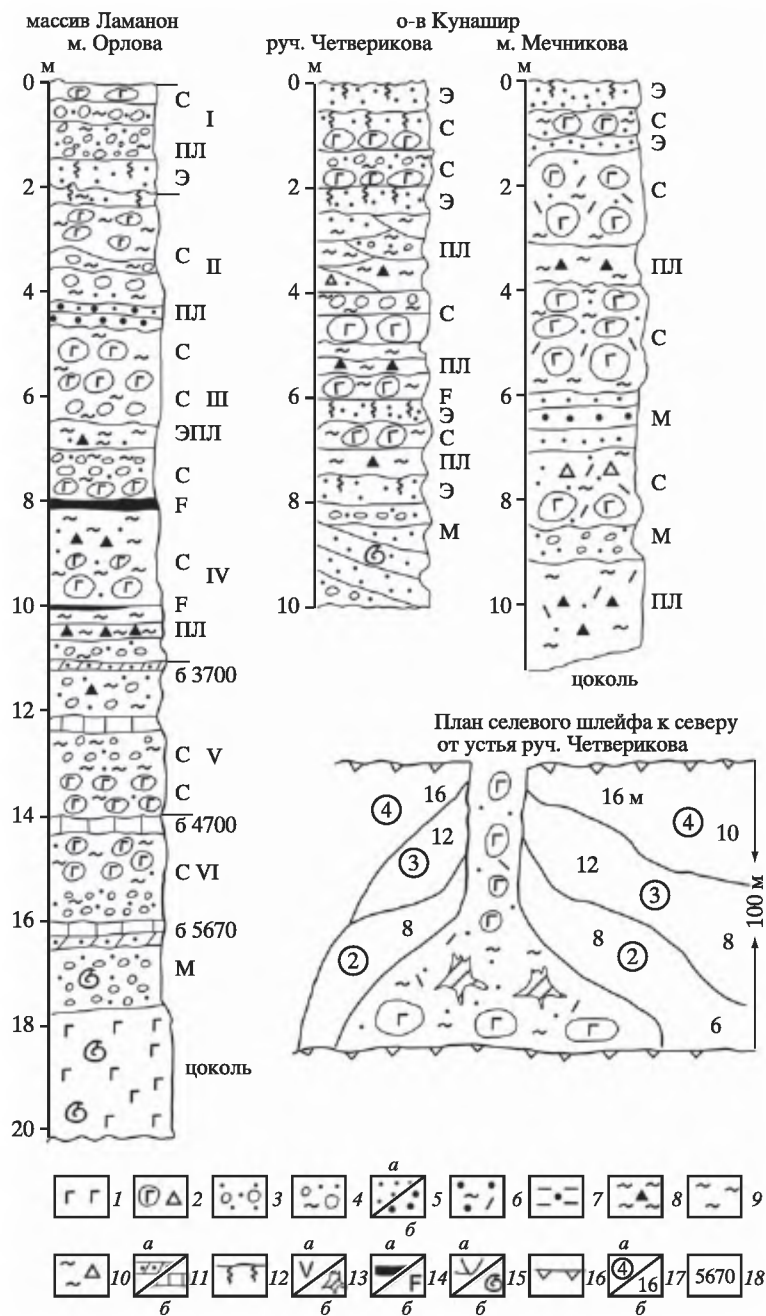


Рис. 8. Проловиально-селевые отложения в четвертичных разрезах Западного Сахалина (массив Ламанон) и Южных Курил (о-в Кунашир)

1 – коренные породы (базальты); 2 – глыбы, крупные щебни и валуны; галька и мелкие валуны; 3 – в песке, 4 – в песке глинистом; песок: 5а – мелкозернистый, 5б – крупнозернистый, 6 – глинистый с мелким щебнем; 7 – алеврит песчаный; 8 – щебни в суглинке; суглинок: 9 – без включений, 10 – с щебнем; 11 – торф (а – с включением песка, б – без включений); 12 – почва; 13 – органические остатки (а – травянистые, б – древесина); 14 – ожелезнение (а – пластовое, б – пятнистое и точечное); 15а – слоистость, 15б – моллюски; 16 – уступ; 17а – номера селевых выделов на плане, 17б – высота над уровнем моря; 18 –  $^{14}\text{C}$ -даты. Прочие обозначения: I–VI – номера осадочных ритмов; генетические комплексы отложений: С – селевые, Э – эоловые, ПЛ – проловиальные, М – морские



Рис. 9. Селевой конус выноса в юго-восточной части о-ва Кунашир (Курильские о-ва). Фото автора

здесь преобладают белые туфы и туфогенно-осадочные породы, быстро набухающие и превращающиеся в вязкотекучую массу. Во время интенсивных дождей это приводит к формированию в малых долинах селей, выносящих к морю разнообразный по крупности материал. Водотоки на участках выходов белых туфов и морских туфогенно-осадочных пород в прибрежной зоне островов потенциально селеопасны. Так, побережье о-ва Кунашир на участке от Горячего пляжа и до Серноводского перешейка расчленено серией глубоких долин длиной от 0.4 до 1.0 км, приуроченных к древнему абразионному уступу высотой до 80–100 м [22]. Селевые конусы здесь имеют высоту до 15–30 м и перекрывают поверхность среднеголоценовой морской террасы (рис. 9). Плотные селевые накопления вскрываются также в основании морских галечников и на подводном береговом склоне на глубине до 5 м.

Наиболее крупный селевой конус выноса (высотой свыше 30 м) наблюдается в устье руч. Серединки к северу от м. Мечникова. Как и положено конусам выноса, древний селевой шлейф имеет наибольшую высоту на траверсе русла и понижается от центра долины к ее краям (с 35 до 10–12 м). В разрезе этого конуса зафиксирован по крайней мере трехкратный выход к берегу моря селевых потоков. Присутствие в его составе эоловых накоплений и почв свидетельствует о длительных перерывах в прохождении наиболее мощных потоков. В настоящее время ниже древнего селевого конуса непосредственно в береговой полосе сформировался молодой шлейф (высотой до 15 м), перекрывающий среднеголоценовые морские галечники.

Селевые накопления описаны в крупных ложковых системах в районе м. Столбчатый и по северному обрамлению оз. Лагунное. В этих случаях их образование также связано с толщиной белых туфов и морских туфогенно-осадочных пород плиоцена. Можно предположить, что на всех участках выходов подобных отложений в прибрежной зоне островов проявляются селевые процессы. Соответственно, эти бассейны являются потенциально селеопасными.

Помимо этого мощные селевые шлейфы, перекрывающие весь комплекс аллювиальных террас, описаны в среднем течении рек Куйбышевки и Курилки, где разрушению подвергаются толща зеленых туфов и пропилитизированные вулканиты в обрамлении хребта Грозный. Этот шлейф перекрыт маломощной современной почвой, что свидетельствует о его образовании в позднем голоцене [22].

К селевым накоплениям отнесены и лахары, связанные с вулканической деятельностью, о которых упоминается в работах многих исследователей Курильских о-вов и Камчатки [23, 24, и др.]. Однако генетические признаки, отличающие лахаровые накопления от пролювиальных, моренно-ледниковых, селевых, обвально-осыпных отложений, обычно не рассматриваются. Мы предлагаем использовать в качестве признаков этих отложений: 1) грубую горизонтальную слоистость, 2) обилие глыб и крупных валунов, рассеянных в более мелком матриксе, 3) аккумулятивные поверхности с холмисто-грядовым рельефом и следами эрозионной деятельности.

Формы рельефа, связанные с обвалами и лахарами, иногда принимаются за ледниковые образования [23, 25 и др.], но критерии разделения этих отложений для островов не разработаны. Наиболее значительные по площади и мощности (до 10–20 м) селевые накопления установлены в долине р. Тятиной, где они перекрывают цокольную речную террасу высотой 10–15 м. Поверхность этой “террасы” высотой до 30 м, имеет грядово-холмистый рельеф, сложенный валунно-глыбовым материалом. Гряды высотой до 2–4 м располагаются перпендикулярно руслу реки. Зона подобного осадконакопления протягивается вверх по долине реки на 5–7 км до подножия влк. Тятя.

Аналогичная поверхность высотой до 40 м наблюдается в долине р. Северянки к северо-западу от влк. Эбеко на о-ве Парамушир. Эти образования рассматриваются как моренные отложения [23]. Однако отсутствие в верховьях этой реки гляциальных форм рельефа и достаточно крутой наклон аккумулятивной поверхности скорее свидетельствует об ее обвально-селевом (лахаровом) происхождении.

При изучении отложений и форм рельефа, связанных с активной эрозионной деятельностью, основное внимание на Камчатке уделялось лахарам и сухим рекам [23, 26], а процессы, относимые к селевым, практически не рассматривались. Можно предположить, что условия крутосклонного рельефа, обилие рыхлого материала в бассейнах рек, значительные осадки в виде снега и дождя, наличие современных и обширных древних ледников должны были приводить к селеобразованию за пределами зон активного вулканизма. Автору удалось обследовать гигантский селевый поток в верховьях р. Паратунки, сошедший с западного склона Вилючинской сопки (абс. выс. 2173 м) в конце июня 1973 г. Он зародился в крупной водосборной воронке, в которой ежегодно образуется снежник. В 1973 г. мощность снежного покрова на склоне Вилючинской сопки составляла 8–10 м. В конце июня в условиях теплой погоды началось массовое таяние снега. Образовавшаяся снеговая смесь пропитала покров нижележащего рыхлого шлаково-пеплового материала, который пришел в движение. Ширина полосы смещения, хорошо сохранившаяся на склоне вулкана, составляла около 200 м. По мере движения потока происходило его насыщение водой и превращение в селя. Скорость движения потока грубообломочного материала была такой, что из трех двигавшихся по дороге из Петропавловска-Камчатского к подножию влк. Мутновского грузовых автомобилей прошел только один. Два других были перекрыты полужидким каменно-водным селем. Осмотр разреза селевых отложений, залегающих на почве (с остатками корней кустарников и травы) и нормальном русловом аллювии, показал, что мощность движущегося потока превышала 5 м, о чем свидетельствует грубая параллельная слоистость. Время прохождения селя установлено со слов местных жителей, а осмотр разреза и рельефа правобережья р. Паратунки выполнен автором.

### **Заключение**

Образование селей в исследуемых регионах в плейстоцене часто объясняется сильным изреживанием растительности на крутых склонах речных долин, покрытых глинисто-щебнистым чехлом, когда при редких, но сильных ливнях значительное поступление щебнисто-глинистого материала в речные долины приводит к образованию структурных потоков. Интенсивному сползанию глинистого чехла со склонов, возможно, способствовала и многолетняя мерзлота.

Нам представляется, что в истоках горных рек Сихотэ-Алиня и Юго-Западного Приморья грубый материал с водоразделов в зону низкогогорья смещался преимущественно курумами, а далее вниз – селевыми (?) потоками. Последние особенно характерны для низкопорядковой речной сети, о чем свидетельствует строение 15–20 и 10–12-метровых террас, во многих случаях сложенных селеподобными обложениями [5]. Такой тип разрезов средне- и позднечетвертичных террас характерен прежде всего для областей мелко- и низкогорного рельефа Приморья.

Современные селевые явления в Приморье выражены слабо, хотя они имели место в четвертичное время. Есть лишь отдельные сведения о прохождении грязе- и водокаменных потоков ливневого происхождения (скорее земляных глетчеров и дождевых паводков). Большая часть конусов выноса, иногда рассматриваемых как селевые, сформировалась как валунно-щебнистый пролювий с малым количеством глинистого наполнителя. Упомянутые водокаменные сели, типичные для паводков на реках Приморья, возможно, следует включить в разряд флювиальных процессов.

Современные сели являются скорее аномальным процессом для горных территорий в северной части бассейна р. Амур и в районах с активным четвертичным и современным вулканизмом. К разряду селеопасных районов относятся Камчатка и многие острова Курильской гряды. Образованию селей здесь способствуют обилие осадков, крутосклонный рельеф морских побережий с глубоко врезынными долинами и обилие туфов и туфогенно-осадочных пород, быстро набухающих и превращающихся в вязкотекучую массу. К селевым накоплениям отнесены и лахары, связанные с вулканической деятельностью на Камчатке и Курильских островах.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Флейшман С.М. Сели. Л.: Гидрометеиздат, 1970. 312 с.
2. Гинко С.С. Катастрофы на берегах рек. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 128 с.
3. Карта селеопасных районов СССР. М.: ГУГК, 1975. 24 л.
4. Короткий А.М. Оледенения и псевдогляциальные образования юга Дальнего Востока СССР // Плейстоценовые оледенения Востока Азии. Магадан: СВКНИИ ДВНЦ АН СССР, 1984. С. 174–185.
5. Короткий А.М. Террасовые ряды речных долин Сихотэ-Алиня (условия формирования, возраст и корреляция) // Геоморфология. 2004. № 1. С. 64–78.
6. Глубоков В.Н., Матвеева Ф.И., Павлов И.Н., Фомин М.Г. Предварительный анализ синоптико-климатических особенностей Приморья, способствующих возникновению селей // Тр. ДВНИГМИ. 1979. Вып. 81. С. 31–39.
7. Матвеева Ф.И., Иванченко М.Д. Селевые явления в бассейне р. Кема // Тр. ДВНИГМИ. 1979. Вып. 81. С. 25–30.
8. Хонин Р.В. Селевые очаги северного склона Заилийского Алатау // Тр. КазНИГМИ. 1969. Вып. 33. С. 93–105.
9. Короткий А.М., Никольская В.В., Скрьльник Г.П. Пространственно-временные закономерности осыпного и курумового морфолитогенеза в условиях муссонного и континентального климата Дальнего Востока // Локальные контрасты в геосистемах. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1977. С. 122–134.
10. Короткий А.М. Анализ рельефа и осадков горных стран (на примере Дальнего Востока). М.: Наука, 1983. 246 с.
11. Короткий А.М. Анализ коррелятивных отложений и реконструкции рельефа горных стран. М.: Наука, 1985. 190 с.
12. Короткий А.М., Скрьльник Г.П. Катастрофические, экстремальные и типичные явления и процессы и их роль в развитии экзогенного рельефа Дальнего Востока // Экзогенное рельефообразование на Дальнем Востоке. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1985. С. 5–15.
13. Денисов Е.П. Новейшая тектоника и позднекайнозойский вулканизм Южного Приморья и прилегающих областей. Владивосток: Дальневост. кн. изд-во, 1965. 82 с.
14. Короткий А.М., Караулова Л.П., Троицкая Т.С. Четвертичные отложения Приморья: Стратиграфия и палеогеография. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1980. 234 с.

15. *Короткий А.М., Ремизовский Р.И., Караулова Л.П., Минюк П.С.* Палеомагнитная характеристика опорного разреза четвертичных отложений Юго-Восточного Приморья // Морфоструктура и палеогеография Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1979. С. 123–130.
16. *Короткий А.М., Макарова Т.Р.* Палеогеографические и геоморфологические аспекты устойчивости геосистем в бассейнах горных рек. Владивосток: Дальнаука, 2005. 293 с.
17. Решения Межведомственного стратиграфического совещания по четвертичной системе Востока СССР (Магадан, 1982). Магадан: МСК СССР, 1987. 242 с.
18. *Короткий А.М., Гвоздева И.Г., Неволлина Т.В. и др.* Стратиграфия континентального плейстоцена Среднего и Северного Сихотэ-Алиня // Совр. осадконакопление и четвертич. морфолитогенез Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1982. С. 114–126.
19. *Полунин Г.В.* Экзогенные геодинамические процессы гумидной зоны умеренного климата. М.: Наука, 1983. 285 с.
20. *Казаков Н.А., Жукова З.И.* Районирование острова Сахалин по степени проявления селевой деятельности // Природ. катастрофы и стихийные бедствия в дальневосточном регионе. Владивосток: ДВО АН СССР, 1990. С. 394–400.
21. *Короткий А.М., Пушкарь В.С., Гребенникова Т.А. и др.* Морские террасы и четвертичная история шельфа Сахалина. Владивосток: Дальнаука, 1997. 195 с.
22. *Короткий А.М., Макарова Т.Р.* Основные особенности рельефа и экзогенных геоморфологических процессов Курильских островов (проблемные аспекты) // Геоморфология. 2006. № 2. С. 82–92.
23. Камчатка, Курильские и Командорские острова. М.: Наука, 1974. 440 с.
24. Булгаков Р.Ф. История развития южных островов Большой Курильской гряды в плейстоцене: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М.: МГУ, 1994. 193 с.
25. *Федорченко В.И., Шилов В.Н.* Проблема древних оледенений о-ва Парамушир и связанные с ней вопросы стратиграфии четвертичных отложений // Тр. СахКНИИ. 1966. Вып. 16. С. 3–26.
26. *Краевая Т.С.* Генетические типы грубообломочных отложений стратовулканов. М.: Недра, 1977. 136 с.

ТИГ ДВО РАН, Владивосток

Поступила в редакцию  
14.12.2010

## MUDFLOWS AND PROLUVIUM-MUDFLOW DEPOSITS IN RIVER VALLEYS ON THE FAR EAST

A.M. KOROTKY

### Summary

The distribution of the contemporary mudflows and ancient proluvium-mudflow deposits on the Far East was examined. Mudflows have limited occurrence in the region with the exception of volcanic and ancient glaciation areas. While climate and relief are homogeneous the conditions and character of geologic substratum play the main role in mudflows activation. In the volcanic areas of the Kuril-Kamchatka zone with high relief, abundance of unconsolidated sediments on poorly grassed surfaces, and overmoistening the lahars and mudflows are widespread. The epochs of mudflows activation on the continent happened also during the Middle and Late Pleistocene, especially at the periods of strong climatic changes.