

**GEOMORPHIC ANALYSIS OF MUD-FLOW HAZARD  
ON THE GORGE SHIROKAYA BALKA  
(THE BLACK SEA COAST OF THE CAUCASUS)**

**A.Yu. BARINOV**

Summary

Catastrophic mud-flows on the Black sea coast may be caused by water twisters. The mudflow on the 9<sup>th</sup> of August 2002 was one of the most disruptive from the beginning of land development in the region. The precipitation of the twister reached 42 mm/m<sup>2</sup> that gave the main impulse to the mud-flow formation. Its total solid and liquid runoff consist 268305 m<sup>3</sup> and 73222 m<sup>3</sup> respectively. The total water volume carried by twister was more than 600000 m<sup>3</sup>.

The mud-flow parameters were obtained by special method based on the mud-flow velocity formula. Initial data were obtained during the field studies. Calculations were fulfilled for the alignment with known morphometric parameters near the river mouth.

УДК 551.4(1/9)(471.6)

© 2010 г. В.И. ГОТВАНСКИЙ, Е.В. ЛЕБЕДЕВА

**ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ  
НА НАПРЯЖЕННОСТЬ  
ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ**

Физико-географические и геолого-тектонические особенности южной части Дальнего Востока России обусловили высокую напряженность морфолитогенеза территории, в том числе, катастрофическое проявление ряда геоморфологических процессов. Немалую лепту в преобразование рельефа и природной среды вносит здесь хозяйственная деятельность человека, дополнительно активизирующая многие природные процессы. При этом техногенные или техногенно наведенные катастрофы в последние годы стали приобретать все более масштабный характер.

По данным, опубликованным С.Н. Голубчиковым, за последние 40 лет частота природных катастроф возросла в 5 раз, а ущерб от них в мире в целом – в 9 раз [1]. Хозяйственное освоение уязвимых в природном отношении регионов и усложнение производственных технологий увеличивают риск активизации опасных природных процессов. Если в среднем по России годовое число чрезвычайных ситуаций в 1990–93 гг. в расчете на 1млн. человек городского населения составляло 6.3, то на Дальнем Востоке – в два раза больше. К сожалению, объем информации о природных процессах в труднодоступных горных районах в последние годы существенно сократился из-за свертывания систем мониторинга и регулярных наблюдений.

Применительно к процессам рельефообразования, катастрофа – это нелинейное (по С.М. Александрову [2]), или скачкообразное (по Г.С. Ананьеву [3]) изменение состояния геоморфологической системы, причинами которого могут послужить как резкие, так и постепенные трансформации внешних условий. За счет кумуляции, накопления критической массы вещества и энергии катастрофические проявления могут быть практически у любых процессов, даже у тех, что обычно имеют т.н. “фоновый” характер. Кроме того, существует взаимосвязь процессов и факторов – т.н. “спусковых крючков” (землетрясения, обильные осадки, различные техногенные воздействия и др.), которые приводят в действие и/или активизируют другие процессы, меняющие фоновые значения на катастрофические.

Многое зависит и от устойчивости комплексов рельефа к воздействию как природных, так и, в большей степени, техногенных факторов. Поэтому в регионах нового освоения особое внимание должно уделяться выявлению зон риска, или *повышенной напряженности геоморфологических процессов*, которые часто не опасны по отдельности, но в совокупности могут приводить к катастрофическим последствиям.

Специфика и разнообразие геоморфологических процессов в южной и центральной частях российского Дальнего Востока, характер и напряженность их развития во многом обусловлены тем, что эта окраина евразийского континента, ширина которой достигает сотен километров, является переходной зоной от материка к Тихому океану. А.А. Гаврилов предлагает рассматривать ее, как единую буферную геодинамическую систему [4]. Как любая переходная зона, эта территория характеризуется сочетанием разнородных структур и отличается чрезвычайным разнообразием природных процессов и явлений, в том числе, и катастрофических.

Это хорошо видно на картах “Современной динамики рельефа Северной Евразии” [5] и “Степени эколого-геоморфологической опасности современных рельефообразующих процессов” [6]. Большая часть Дальнего Востока отнесена их составителями к территориям с высокой степенью общей эколого-геоморфологической опасности, где действуют сразу несколько опасных рельефообразующих процессов с высокими показателями интенсивности и возможны катастрофические проявления отдельных из них. Контрастность рельефа, как и его энергия, в целом, нарастает здесь с запада на восток – к океану.

### Эндогенные факторы

Среди эндогенных предпосылок напряженности современных геоморфологических процессов на первый план в регионе выходит изменение мощности и состава земной коры – переход от коры материкового типа к океанической со значительным сокращением ее мощности, а также активное взаимодействие континентальной и океанической плит. Все это обуславливает сейсмическую и тектоническую активность территории, также возрастающую к востоку. В историческом срезе основной тенденцией развития Дальневосточного региона является наращивание материковой коры в результате трансформации океанических прогибов в шельфовые, а островных дуг – в складчатые поднятия [7].

Геоморфологические процессы фронтальной – сахалино-курильско-камчатской части переходной зоны были охарактеризованы С.М. Александровым [2, 8, 9]. Со стороны материка внутренней (тыловой) границей переходной зоны можно считать протяженную пограничную морфоструктуру – мезо–кайнозойский вулканический пояс, идущий субпараллельно системе глубоководных желобов и островных дуг и состоящий из двух звеньев – Охотско-Чукотского и Сихотэ-Алинского. В вулканическом поясе преобладают горы и плато; в пределах Охотско-Чукотского звена проходит главный водораздел между Тихим и Северным Ледовитым океанами.

При анализе современной геоморфологической ситуации необходимо учитывать, что в ходе неотектонической активизации на исследуемой территории были созданы разнообразные морфоструктуры: от средневысотных нагорий и хребтов до обширных равнин во впадинах, которые формировались на гетерогенном складчатом основании и имели как унаследованный, так и инверсионный характер. Интенсивное горообразование на континенте и формирование впадин окраинных морей по его периферии обусловили высокую контрастность современного рельефа Притихо-океанья.

Для прибрежных горных сооружений переходной зоны типична асимметрия поперечного профиля: водоразделы, как правило, приближены к побережью и горы круто обрываются к морю (океану). Это характерно как для хр. Джугджур (и отчасти Прибрежного), так и для Сихотэ-Алия. Такая особенность рельефа во многом



*Рис. 1.* Сейсмотектоническая трещина на северо-западном отроге массива Властелин в истоках рек Чалбук (приток Май Половинной) и Широкой (система Алдана) (здесь и далее фото В.И. Готванского)



*Рис. 2.* Сейсмообвал, подпрудивший р. Омот-Макит (приток р. Герби). Баджальский хребт

объясняется асимметричным геолого-тектоническим строением этих структур [10, 11] и отражает активное взаимодействие тектонических плит: основные импульсы на нижних этажах литосферы направлены здесь от океана в сторону материка. В результате такого взаимодействия плит большинство активных и катастрофических геоморфологических процессов, их максимальная напряженность также приурочены к восточным окраинам этих морфоструктур [12], что характерно и для молодых островных дуг [2, 9].

Эндогенное рельефообразование в современную эпоху на Дальнем Востоке России является продолжением неоген–плейстоценовой активизации. При этом интенсивность вертикальных движений существенно превосходит горизонтальные перемещения [4]: горы продолжают расти, а впадины прогибаться. Так, скорость воздымания северного Сихотэ-Алиня составляет от 0.1 до 3.5–3.6 мм/год [13], Станового хребта – до 11 мм/год, а погружения Верхнезейской впадины – около 6 мм/год [14]. В то же время, многие крупные структуры характеризуются инверсионными или дифференцированными движениями блоков, а иногда и сменой знака движений даже на протяжении периода наблюдений. Г.И. Худяков обращал внимание на спаянность ряда гетерогенных морфоструктур (хр. Тукурингра и Амуро-Зейская равнина) и втягивание их в общее поднятие восточной окраины континента в начале плейстоцена, что подтверждается нормальными спектрами речных террас Гилюя и Зеи в горах и на равнине [15].

А.А. Коковкин подчеркивает, что тектонические и сейсмические процессы новейшего этапа в значительной мере определили характер современного рельефа территории [16]. Их геоморфологический эффект отражен в горстовых поднятиях систем Сихотэ-Алиня и Станового хребта, приразломных впадинах внутри орогенов, в образовании обширных равнин с аллювиальными ландшафтами в рифтогенах (Амуро-Ханкайский и др.). Морфоструктуры и морфоскульптуры откликаются на новейшие и современные тектонические движения перестройкой долин, активизацией экзогенных процессов. Например, на участках пересечения горстов р. Зея формирует узкую со скалистыми склонами долину. В грабенах, заполненных осадками, долина, напротив, расширяется: здесь развита многорукавная пойма. Аналогичная картина наблюдается в долине Амура. А в верхнем течении Амура эрозионный процесс преобладает над тектоническим. Так называемые кривуны – крутые меандры Амура, сохранив очертания равнинной реки, оказались врезаемыми в коренные породы.

Существенные черты геологического строения территории – протяженные зоны долгоживущих глубинных разломов, с которыми связаны современные землетрясения, многокилометровые сбросовые уступы, протяженные грабенообразные трещины



Рис. 3. Сейсмоброс в устье р. Гиллой



Рис. 4. Сейсмоброс (указан стрелкой) напротив устья р. Широкой (правый приток Гиллой) в зоне выклинивания Зейского водохранилища

(рис. 1), а также зоны милонитизации и дробления, в первую очередь осваиваемые денудацией. Яркими примерами являются Становой и Джугджурский глубинные разломы, обрамляющие с Ю и ЮВ Сибирскую платформу, а также Тукурингра-Джагдинская зона. С этими разломами связана высокая сейсмичность территории: с Тукурингским разломом – 8-балльное Гиллойское землетрясение 1972 г., а с Южно-Тукурингским – 8-балльное Зейское землетрясение 1973 г.

Карта сейсмического районирования СССР отражает общее возрастание сейсмичности рассматриваемой территории с запада на восток: если в континентальной части сила землетрясений составляет преимущественно 5–7 баллов при повторяемости 1 раз в 1000–10000 лет, то на островной 9-балльные землетрясения случаются, по крайней мере, каждые 100 лет [17]. По классификации В.П. Солоненко, в таких сейсмоактивных регионах сейсмогенные процессы играют существенную или даже ведущую роль в формировании рельефа, т.к. горные массы на значительных участках находятся здесь в напряженном состоянии, а сами землетрясения даже при незначительной силе могут провоцировать другие катастрофические процессы: отседание блоков пород, активизацию обвалов и оползней, нередко перегораживающих речные долины (рис. 2), сход селей, а зимой – лавин [18]. Следы подобных явлений зафиксированы практически по всей территории Притихоокеанья: на Баджалском хребте, на Геране, Джугджуре, Прибрежном, Сихотэ-Алине и др. (рис. 3, 4).

После Нефтегорского землетрясения на Сахалине (1995 г.), разрушившего целый город и унесшего более 2000 человеческих жизней, стали обращать больше внимания на распространение специфических форм рельефа, созданных предшествующими землетрясениями, которые описывались в работах В.П. Солоненко, В.И. Готванского, В.М. Бесстрашнова, А.Л. Строма и многих других [18–20]. Учет подобных особенностей рельефа позволяет размещать вновь создаваемые поселки и объекты инфраструктуры в наиболее сейсмически безопасных местах.

## Экзогенные факторы

Напряженность современных экзогенных процессов связана с положением региона на контакте суши и моря. Островные участки (Сахалин, Курилы и юг Камчатки) подвержены круглый год воздействию морского климата, обусловившего значительные количества осадков летом и обильные снегопады зимой, сильные ветры и морское волнение. Все это приводит к интенсивному развитию эрозии и абразии, а в совокупности с современным вулканизмом и активной тектоникой провоцирует катастрофические процессы и явления: обвалы и осыпи, сход лавин и селей, цунами, наводнения, ураганные ветры и др., что в целом делает островную часть Притихоокеанья одним из самых напряженных в геоморфологическом плане регионов мира.

Геоморфологические процессы в центральной и южной частях материкового Дальнего Востока более спокойны: повышенная сейсмичность приурочена к зонам долгоживущих разломов, нет современного вулканизма, активное воздействие моря носит локальный характер (по сравнению с общей площадью суши). Восточная окраина материка обладает специфическим климатом: в теплую часть года она оказывается под господствующим влиянием активных циклонов с Тихого океана, а в холодную – под воздействием малоподвижного сибирского антициклона. Влияние тихоокеанских муссонов, проникающих в глубь материка, к западу постепенно ослабевает. Это способствует формированию здесь наряду с высотной поясностью и широтной зональностью также зональности меридиональной, что в итоге обусловило сложное мозаичное распределение ландшафтов.

В свою очередь, ландшафтная зональность (поясность) выражается не только в смене природных комплексов в пространстве при изменении каких-либо параметров – например, температуры или влажности, но и в смене связанных с этими комплексами и типичных для них экзогенных процессов. Вертикальная (высотная) поясность экзогенных процессов, однако, нередко не совпадает с ландшафтной зональностью. Последней не подчиняются сели, курумообразование и др. В целом же большинство активных и катастрофических экзогенных процессов территории приурочено к более крутым, восточным склонам хребтов региона, подверженных воздействию влагонасыщенных воздушных масс с Тихого океана [21].

В среднегорных массивах Дальнего Востока выделяются несколько высотных поясов с господствующими в них экзогенными процессами (сверху вниз): нивально-криогенный, обвально-осыпной и флювиальный. При этом повсеместно действует физическое выветривание. Обнаженность верхнего пояса гор благоприятствует интенсивному морозному выветриванию, широко распространены нивальные процессы, морозная сортировка грунтов, курумообразование, в верховьях рек формируются наледи.

На крутых склонах преобладают обвально-осыпные процессы, в зимнее время нередко сход лавин. К зоне сильной лавинной опасности относятся горные территории Приамурья с густой сетью лавинных очагов (более пяти на один погонный километр) и вертикальным расчленением 1000 м и более, с высотой снежного покрова 70–100 см, повторяемостью схода снежных лавин чаще одного раза в год и объемами смещаемого материала до 100 тыс. м<sup>3</sup>. Главные факторы лавинообразования в этой зоне – сильные снегопады и метелевое перераспределение снега; лавиноопасный период длится с октября по май. На подветренных склонах под гребнями нередко формируются снежники мощностью до 20 м. В Нижнем Приамурье от снежных лавин особенно страдают поселок и рудник Многовершинный. Ряд участков БАМ находится в зоне активных лавин в пределах сильно расчлененного среднегорья от Забайкалья до Сихотэ-Алиня; в островной части Дальнего Востока и на Камчатке лавинная опасность еще выше.

Гравитационные склоновые процессы развиты широко и ставят в долины значительные количества обломочного материала. При накоплении в долинах и у подножий склонов больших объемов щебнисто-глыбового материала и его насыщении водами ливневых осадков возможно развитие селей. Наиболее крупные оползни и

обвалы могут приводить к образованию временных запруд в долинах горных рек и созданию локальных базисов эрозии, меняющих ход процессов выше и ниже плотин. Быстрое разрушение подобных плотин становится причиной катастрофических паводков и селей, которые по своим последствиям сопоставимы с деятельностью фоновых геоморфологических процессов на протяжении нескольких десятков тысяч лет [22].

Флювиальные процессы, прежде всего, эрозия, наиболее активны в средней части гор. Так, по данным А.М. Короткого, для Сихотэ-Алиня врез в средней части магистральных долин составил с конца позднего миоцена 200–250 м, что вдвое превышает таковой в их нижнем течении [22]. Быстрое сбегание воды с крутых глыбовых склонов или в условиях близкого к поверхности залегания коренных пород обеспечивает резкие подъемы уровня ручьев и речек. Существенное значение имеет и муссонный режим выпадения ливневых осадков, большая часть которых приходится на 2–3 летних месяца года. При паводках происходит и сток каменного материала: реки очищают от него свои русла, вынося вниз по долинам глыбы объемом до 30 м<sup>3</sup> (рр. Ярап, Герби на Баджалском хребте).

Согласно статистике, наводнения составляют третью часть всех катастроф в мире [1]. На юге Дальнего Востока они также являются одним из наиболее широко распространенных экстремальных явлений. С особой силой они проявляются при прохождении тайфунов с Тихого океана. Этому способствует положение большей части амурского бассейна в зоне муссонной циркуляции, горный рельеф, широкое распространение многолетней мерзлоты, крутые склоны и тальвеги долин, обеспечивающие быстрое сбегание воды притоков в магистральные реки, уровень которых поднимается на 8–16 м. Подсчитано, что за период 1855–1990 гг. прошло 15 таких наводнений. Наиболее опустошительным было наводнение 1872 г., охватившее весь бассейн Амура (без Шилки); уровень воды в г. Благовещенске достигал 1017 см. Наводнение 1984 г. принесло ущерб Амурской области на 242 млн. руб., Хабаровскому краю – на 75 млн. руб. На Среднеамурской низменности разлив Амура приводит к затоплению поймы в полосе шириной до 30 км.

Наводнения – еще один наглядный пример кумуляции энергии воды, в одночасье приобретающей критическую массу, которая разряжается катастрофическими последствиями для природы и человека. Повторяемость катастрофических наводнений в регионе в среднем через каждые 10–12 лет, сильных – через 5–7 лет, паводков – почти ежегодно. В последнее перед перекрытием плотиной р. Зеи наводнение (1972 г.) уровень воды в реке поднимался до 12–14 м. Был практически смыт весь пос. Ниван, сотни домов и других построек в селах вдоль Зеи. Обрывистые берега реки в отдельных местах отступили за несколько дней высокого стояния воды под действием боковой эрозии на 5–10 м и более (с. Поляковское и др.) На высокой пойме образовались водороины глубиной до 4 м, диаметром более 6 м (с. Нововысокое). Наводнения особенно опасны в горных долинах, т.к. подъем воды здесь идет очень быстро и мощь потоков чрезвычайно высока. В результате нередко происходит практически полное переформирование дна – с уничтожением фрагментов поймы и террас, образованием новых русел и островов.

### Техногенные факторы

Экстремальные явления в рельефообразовании возникают нередко при наложении нескольких процессов и явлений, в том числе, и техногенных/антропогенных. Например, подготовка гигантского Малосазанковского (Москвитинского) обвала-оползня в долине р. Зеи происходила вследствие просачивания поверхностных вод в песчаную толщу и постоянной вибрации грунтов под автодорогой, проходившей в 100 м от края 100-метрового уступа Амурско-Зейского плато [23]. Спусковым механизмом этого обвала объемом около 10 млн. м<sup>3</sup>, вероятно, послужил достаточно слабый сейсмолочок в Китае (магнитуда 0.18), зарегистрированный 5 ноября 1985 г. сейсмостанцией в с. Хохлатском, расположенном в 110 км восточнее места обвала. От мощного удара

обрушенной на первую террасу массы породы из-под торфяно-глинистого слоя, слагающего верхнюю часть ее разреза, выплеснулись обводненные пески с линзами глин, образовавшие на урезе Зей холмы высотой 20 м.

Строительство БАМ также повлекло за собой обострение экологической ситуации и активизацию многих фоновых геоморфологических процессов (мерзлотных, эрозийных, обвально-осыпных и др.) на всем протяжении магистрали и на прилегающей территории. Около 170 км этой дороги лежит в зоне 8-балльных землетрясений, 210 км – в зоне 7-балльных. Учитывая то обстоятельство, что эти районы преимущественно горные, с господством многолетней мерзлоты, такое сочетание и в дальнейшем будет чревато возникновением новых экстремальных ситуаций, усугубляемых техногенными процессами, в свою очередь активизирующими гравитационные склоновые процессы, сели, термокарст.

Возрастающие масштабы техногенеза могут вызывать и наведенную сейсмичность – при заполнении чаш водохранилищ, разработке месторождений полезных ископаемых, откачке углеводородного сырья, взрывных работах и др. По данным исследований Ф.Г. Корчагина, водохранилище Зейской ГЭС повлияло на сейсмический режим района [24]. Это влияние, однако, не носит ярко выраженного характера благодаря медленному подъему уровня воды, а его основным ведущим механизмом является повышение порово-трещинного и гидростатического давления воды в зонах разломов. Вода по разломам проникает на 20–30 км от водохранилища, где проявляются слабые землетрясения (группы толчков) с активизацией блоковых подвижек. Высокий уровень естественной напряженности пород, мелкоблоковое строение района и развитие молодых разломов, а также другие факторы позволили исследователю заключить о реальной возможности проявления здесь наведенной сейсмичности.

Зарегулирование стока, сокращение его величины в паводки и, как следствие, снижение скорости потока ниже плотины Зейской ГЭС привели к быстрому заиливанию судоходных прорезей на р. Зее: аккумуляция наносов вызвала здесь подъем отметок ложа реки [25]. Создание Зейского водохранилища площадью 2420 км<sup>2</sup> обусловило повышение базиса денудации в бассейне верхней Зей и вызвало нарушение равновесного хода экзогенных процессов. По берегам Зейского водохранилища активно идут абразия, термоабразия, термокарст; на наветренных участках отступление обрывистых берегов, сложенных рыхлыми породами, достигает 10 и более м/год.

С другой стороны, создание Зейского гидроузла явилось определенным благом для хозяйственного развития региона: от катастрофических наводнений избавлены большие площади сельскохозяйственных земель в долине Зей и Среднего Амура, регион обеспечен электроэнергией. Проектируемые ГЭС и на других реках Дальнего Востока также будут способствовать защите населенных пунктов и земель от наводнений, но, с другой стороны, окажут негативное воздействие на долинные комплексы и внесут изменения в динамику ведущих геоморфологических процессов на прилегающих территориях.

Разработанная в 1986–94 гг. советско (российско)-китайская схема комплексного использования водных ресурсов пограничных участков рек Амура и Аргуни, акцентированная на проектирование гидроузлов на самом Амуре, не выдержала испытания временем. Усилиями ученых и общественности удалось прекратить гидроэнергетические проработки Схемы комплексного использования и охраны бассейна р. Амур и исключить из российско-китайского соглашения, подписанного в январе 2008 г., вопрос гидроэнергетического освоения основного русла р. Амур. Создание только одной ГЭС в Хинганском створе, не говоря уже о каскаде ГЭС на р. Амур, приведет к разрушению многовекового миграционного пути обмена видами живой природы в пространстве от Забайкалья до Тихого океана, а также нарушит баланс жидкого и твердого стоков реки, приведет к дефициту наносов в Средне- и Нижнеамурской депрессиях.

В настоящее время суммарный объем аккумуляции в русле и стока влекомых наносов для Нижнего Амура оценивается в 12 млн. т/год [26]. По расчетам А.Н. Махинова, только плотина Хинганской ГЭС будет задерживать ежегодно более 5 млн. т твердых осадков [27]. Сокращение поступления твердого стока в бассейн Среднего и Нижнего Амура может привести к необратимому процессу заболачивания расположенных там равнин, потере их хозяйственного и социального значения. Такой результат станет поистине катастрофой для жителей долины Нижнего Амура, в том числе коренных малочисленных народностей: нанайцев, орочей и др., а также для уникальных водно-болотных экосистем амурской поймы.

Другой предвидимой чрезвычайной ситуацией является природно-техногенное переформирование русла р. Амур в районе г. Хабаровска. Искусственное обмеление протоки Казакевича (верхней части Амурской протоки), во многом спровоцированное китайской стороной, в том числе в результате закрепления дамбами правого берега, привело к свалу большей части стока Амура в левую протоку. В итоге произошла активизации размыва левого российского берега, а также сброс воды и льда во время ледохода по протокам Пемзенской и Бешеной вблизи автомобильно-железнодорожного моста Транссиба, что может в обозримом будущем привести к его разрушению. Перекрытие этих проток в 2005–06 гг. до уровня паводков привело к тому, что скорость и интенсивность размыва левого берега на этом участке заметно снизились, а заиливание сооружений хабаровского водозабора почти прекратилось. Но необходимы дополнительные действия: в частности, расчистка и углубление протоки Казакевича для увеличения сброса воды в нее из главного русла и переноса туда судового хода, однако, после передачи Китаю островов Тарабарова и части Большого Усурийского эта протока практически на всем своем протяжении оказалась в пределах КНР [28].

Велико антропогенное влияние и на малые реки Дальнего Востока. За сто с лишним лет активного освоения региона долины тысяч рек были исковерканы в результате добычи золота и превращены в безжизненные дражные полигоны, сочетающие котлованы и холмы отвалов (рис. 5). “Разбуженная” мерзлота вызвала развитие термокарста и солифлюкции, а вырубки и пожары на склонах привели к активному развитию эрозионных и обвально-осыпных процессов.

Настоящим бичом в последние годы стали масштабные рубки горных и долинных лесов (в том числе, и при активном участии китайской стороны), а также поджоги леса местным населением с целью скупки товарной древесины на пожарищах за бесценнок. Лесные пожары и массовая вырубка лесов на склонах активизируют гравитационные процессы, эрозию, термокарст.

Однако, все это преимущественно предсказуемые катастрофы, создаваемые людьми, которых можно было бы избежать. Необходимы тщательные исследования, прогнозные проработки, в том числе анализ динамики морфоструктур и геоморфологических процессов до начала реализации масштабных проектов. Это касается и бурения



Рис. 5. Днище долины притока Гилия после отработки золотоносной россыпи



нефтяных скважин на шельфе о-ва Сахалин, и строительства гигантского нефтепровода “Восточная Сибирь – Тихий океан”, и планируемой добычи нефти на камчатском шельфе, и многих других проектов. Все они требуют тщательной и всесторонней экспертизы не только со стороны экологов, но и геоморфологов – риск разливов нефти и других возможных аварий слишком велик в этом беспокойном и уязвимом к внешним воздействиям регионе.

Результатом исследований должно быть составление карт проявления и прогноза экстремальных природных и техногенно наведенных процессов, организация мониторинга таковых на конкретных полигонах, прогноз катастрофических процессов, а также планирование мероприятий по снижению риска их возникновения и минимизации их негативного воздействия.

## Выводы

1. В исследуемом регионе (переходной зоне от континента к океану) отмечено возрастание общей напряженности геоморфологических процессов с запада на восток, что связано с увеличением силы воздействия как эндо-, так и экзогенных факторов и предпосылок. При этом большинство активных (с катастрофическими проявлениями) геоморфологических процессов и максимальная их напряженность связаны с восточными макросклонами хребтов на окраине континента и молодыми островными дугами, что вызвано характером взаимодействия континентальной и океанической плит, обусловившим общее асимметричное строение этих структур, а также с преобладающим направлением переноса влагонасыщенных воздушных масс и близостью основного базиса денудации – уровня Тихого океана.

2. Антропогенное воздействие – один из действенных “спусковых механизмов”, приводящих к резкой активизации опасных геоморфологических процессов. Последствия разнообразных техногенных воздействий наиболее опасны в районах интенсивного освоения. На участках максимальной напряженности природных процессов, являющихся территориями повышенного риска, результаты даже незначительного антропогенного вмешательства могут иметь катастрофический характер.

3. Для Дальнего Востока в настоящее время характерна активизация хозяйственной деятельности: здесь идет или планируется реализация широкомасштабных проектов – бурение в шельфовой зоне, прокладка трубопроводов, железнодорожных магистралей и иных линейных сооружений, строительство каскадов ГЭС, повсеместная вырубка лесов и многое другое. Все это может спровоцировать дальнейшее возрастание числа катастроф с тяжелыми последствиями для населения и инфраструктуры. При планировании и осуществлении хозяйственной деятельности для определения и минимизации рисков необходимо расширение системы постоянных наблюдений за геоморфологическими процессами, организация мониторинга и прогноза катастрофических явлений в потенциально опасных районах.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Голубчиков С.Н. Возможен ли мониторинг природных катастроф? // Энергия. 2003. № 3. С. 42–47.
2. Александров С.М. Нелинейность рельефообразующих процессов и экстремальные ситуации. М.: РФФИ, ИГ РАН, 1996. 112 с.
3. Ананьев Г.С. Катастрофические процессы рельефообразования. М.: Изд-во МГУ, 1998. 101 с.
4. Гаврилов А.А. Роль разрывных нарушений в формировании береговых линий Охотского и Японского морей // Геоморфология. 2009. № 3. С. 38–49.
5. Карта современной динамики рельефа Северной Евразии (в пределах России и сопредельных стран). М-б 1:5000000 / В.М. Котляков. М.: ИГ РАН, 2003.

6. Карта “Степень эколого-геоморфологической опасности современных рельефообразующих процессов”. М-б 1:8000000 / В.М. Котляков. М.: ИГ РАН, 2006.
7. Александров С.М., Ионин А.С. Геоморфологическая контрастность подводных окраин Азии // Геоморфология. 1999. № 2. С. 3–11.
8. Александров С.М. Контрастность морфоскульптур подвижных поясов // Геоморфология. 1992. № 4. С. 3–13.
9. Александров С.М. Практические аспекты морфоструктурного анализа в свете новых представлений // Нелинейность рельефообразующих процессов и экстремальные ситуации (регионально-практические аспекты). М.: РФФИ, ИГ РАН, 1996. С. 66–92.
10. Уфимцев Г.Ф. Тектонический анализ рельефа (на примере Востока СССР). Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1984. 184 с.
11. Ufimtsev G.F. The continental rejuvenated mountain belts // Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria. 1994. V. 17. P. 87–101.
12. Лебедева Е.В. Катастрофические геоморфологические процессы в приморских районах Западного Приохотья // Геоморфология. 1995. № 4. С. 35–42.
13. Квашук С.В., Богданов А.И., Даммер А.Э. Прогноз изменения экзодинамических условий при промышленном освоении северного Сихотэ-Алиня // Пробл. организации территории регионов нового освоения / М-лы конф. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 1991. Ч. 2. С. 73–78.
14. Золотарская С.Б., Никитенко Ю.П., Уфимцев Г.Ф. Современные вертикальные движения земной коры. Восточная Сибирь и Дальний Восток // Процессы формирования рельефа Сибири. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1987. С. 116–121.
15. Худяков Г.И. Геоморфоструктура юга Дальнего Востока. М.: Наука, 1977. 255 с.
16. Коковкин А.А. Новейшая геодинамика и сеймотектоника в формировании рельефа востока Азии: нелинейная волновая модель // Отечественная геоморфология: прошлое, настоящее, будущее / М-лы XXX Пленума Геоморф. комис. РАН. СПб: Изд-во СПбГУ, 2008. С. 61–63.
17. Карта сейсмического районирования СССР. М-б 1:5000000. Объяснительная записка. М.: Наука, 1984. 32 с.
18. Солоненко В.П. Землетрясения и рельеф // Геоморфология. 1973. № 4. С. 3–13.
19. Готванский В.И. Следы современных тектонических движений в юго-западной части Джугджура // Регион. и прикл. геоморфология Приамурья: вопр. геогр. Дальнего Востока. Хабаровск: ХабКНИИ, 1977. № 18. С. 49–56.
20. Бесстраинов В.М., Стром А.Л. Палеосейсмогеологические исследования на Сахалине, как основа для оценки сейсмической опасности и сейсмического риска // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. М.: ВНИИТПИ, 2000. № 5. С. 23–24.
21. Короткий А.М., Коробов В.В., Скрыльник Г.П. Обвалы и оползни юга российского Дальнего Востока // Геоморфология. 2009. № 2. С. 50–60.
22. Короткий А.М. Террасовые ряды речных долин Сихотэ-Алиня (условия формирования, возраст и корреляция) // Геоморфология. 2004. № 1. С. 64–78.
23. Гусев М.Н., Помигуев Ю.В. Оползни в долине нижнего течения р. Зеи: условия формирования, особенности развития и механизм смещения // Геоморфология. 2009. № 4. С. 74–84.
24. Корчагин Ф.Г. Геодинамика района Зейского водохранилища. Владивосток: Дальнаука, 1994. 144 с.
25. Гусев М.Н. Особенности строения, динамика днища долины р. Амур и рациональное природопользование в его пределах: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Томск: АмурКНИИ ДВО РАН, 1999. 23 с.
26. Ким В.И., Махинов А.Н. Гидрологические и геоморфологические последствия разработки русловых месторождений Амура // География и природные ресурсы. 1997. № 3. С. 75–82.
27. Махинов А.Н. Некоторые эколого-географические аспекты освоения поймы Амура // Пробл. организации территории регионов нового освоения / М-лы Всес. конф. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 1991. Ч. 2. С. 11–15.
28. Готванский В.И. Бассейн Амура: осваивая – сохранить. Хабаровск: ООО “АрхипелагоФайн Принт”, 2007. Изд. второе. 200 с.

Минрегионразвития,  
Ин-т географии РАН

Поступила в редакцию  
27.01.2009

# THE IMPACT OF NATURAL AND ANTHROPOGENIC FACTORS ON THE INTENSITY OF GEOMORPHIC PROCESSES IN THE FAR EAST

V.I. GOTVANSKY, E.V. LEBEDEVA

## Summary

Recent geomorphologic processes in the Russian Far East are very intensive ones. Several endogenous and exogenous factors lead to the growth of their intensity toward the Pacific Ocean. Human activity in the areas of active land invasion results in the heavy intensification of hazardous and catastrophic processes. For prevention or minimization the risk of disasters the monitoring of the natural processes should be provided at the larger scale and its results should be taken into account while planning the economic activity and during its realization.

УДК 551.435.11→551.311.21

© 2010 г. А.В. ГУСАРОВ

## ОЦЕНКА ПРИРОДНОЙ И АНТРОПОГЕННОЙ СОСТАВЛЯЮЩИХ В СОВРЕМЕННЫХ ТЕНДЕНЦИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ ЭРОЗИИ И СТОКА ВЗВЕШЕННЫХ НАНОСОВ В РЕЧНЫХ БАССЕЙНАХ

### Введение

Среди методов оценки современной пространственной дифференциации интенсивности эрозии анализ речного стока взвешенных наносов (СВН) выступает как один из наиболее объективных и точных, а его результаты на глобальном уровне изучения – наиболее представительными [1–7 и др.]. Вместе с тем известно, что сток наносов реки не служит абсолютной мерой результатов эрозионного процесса в ее бассейне, поскольку значительная часть продуктов эрозии не выносится водотоком за его пределы, а аккумулируется на путях выноса – в русле, на пойме и склонах, формируя новые генерации аллювия, делювия и пролювия. Доля этих отложенных наносов неодинакова в зависимости от геолого-геоморфологических и ландшафтно-климатических условий и пока не поддается надежному количественному определению даже в границах малых водосборов, поэтому анализ стока наносов представляет собой метод относительной оценки интенсивности эрозии (шире – механической денудации) в бассейнах рек.

Сток наносов, наряду с оценкой пространственной неоднородности, используется для характеристики временной изменчивости эрозии, т.к. изменения величин СВН за конкретный интервал времени в каком-либо речном бассейне в целом адекватны изменениям в нем интенсивности данного геоморфологического процесса в те же сроки. Одним из направлений изучения временной изменчивости эрозии по стоку наносов является выявление и анализ в ней современных многолетних тенденций. Ключевой проблемой при этом выступает расчленение последних на природную и антропогенную составляющие. Учет антропогенной компоненты важен при выработке и оценке эффективности комплексных мероприятий, нацеленных на ослабление хозяйственно обусловленной эрозии и сокращение стока наносов в речных бассейнах, поддержание нормального функционирования речных систем и гидротехнических сооружений в них. Работы, известные в мировой практике по этому направлению, единичны и имеют региональный характер [8, 9 и др.].