

семигумидного-семиаридного; > 4 – гумидного. Диаграммы $La - (Nd + Sm) - (Y + Dy)$, $La - (Ce + Nd + Sm) - (Y + Dy)$ (на основании лантаноидов в глауконитах и фосфоритах) высоко информативны для определения климата. Диаграмма LREE-MREE-(HREE $\times 10$), где LREE:(La-Pr), MREE:(Nd-Dy), HREE:(Ho-Lu, Y) является надежным критерием глубины (удаленности от области сноса) обстановок осадконакопления [6]. Повышенные значения Eu/Eu^* , где $Eu/Eu^* = Eu_N/(Sm_N+Gd_N)/2$ [5] выступают индикатором зон долгоживущих нарушений с большой глубиной заложения, характеризующихся повышенной проницаемостью коры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мигдисов А.А., Балашов Ю.А., Шарков И.В., Шерстенников О.Г., Ронов А.Б. Распространенность редкоземельных элементов в главных литологических типах пород осадочного чехла Русской платформы // *Геохимия*. – № 6. – 1994. – С. 789-803.
2. Дубинин А.В. *Геохимия редкоземельных элементов в океане*. – М.: Наука, 2006. – 360 с.
3. Минеев Д.А. *Лантаноиды в минералах*. – М.: Недра, 1969. – 182 с.
4. Тейлор С.Р., Мак-Леннан С.М. *Континентальная кора: ее состав и эволюция*. – М.: Мир, 1988. – 384 с.
5. Балашов Ю.А. *Геохимия редкоземельных элементов*. – М.: Наука, 1976. – 268 с.
6. Шатров В.А., Войцеховский Г.В. Применение лантаноидов для реконструкций обстановок осадкообразования в фанерозое и протерозое (на примере разрезов чехла и фундамента Восточно-Европейской платформы) // *Геохимия*. – № 8. – 2009. – С. 805-824.

УДК 551.248.2(571.56+571.65), 551.4(571.56+ 71.65)

СООТНОШЕНИЕ ЭНДОГЕННОГО И ЭКЗОГЕННОГО МОРФОГЕНЕЗА В ЗОНАХ НЕОТЕКТОНИЧЕСКИХ РАЗЛОМОВ СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ И ЕГО ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ НОВЕЙШЕЙ ГЕОДИНАМИКИ

С.Д. Шведов

*Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт ДВО РАН,
г. Магадан, Россия*

Морфология тектонического рельефа в зонах новейших разломов определяется особенностями кинематики (направлением, скоростью, равномерностью и изменчивостью смещений) этих разломов, поэтому анализ тектонического рельефа разломных зон является одним из важных методов изучения новейшей геодинамики. В то же время зоны неотектонических разломов отличаются высокой активностью экзогенных рельефообразующих процессов, что обусловлено повышенной раздробленностью коренных пород, изменениями литологии рыхлых отложений и интенсивной миграцией подземных вод. В результате взаимодействия эндогенных и экзогенных процессов в зонах разломов образуются сложные геоморфологические комплексы, особенности их формирования в значительной степени зависят от физико-географических условий (для Северо-Востока России это, широкое распространение многолетнемерзлых пород, а также очагов плейстоценовых горно-долинных и сетчатых оледенений). Изучение взаимного влияния эндо- и экзогенного морфогенеза в зонах разломов представляет значительный интерес, прежде всего, для достоверной идентификации тектонического микрорельефа.

В зонах неотектонических разломов возможны различные варианты соотношения эндогенного и экзогенного морфогенеза. Экзогенные процессы могут разрушать, погребать, маскировать или же, наоборот, подчеркивать формы тектонического рельефа. Воздействие эндогенных процессов проявляется в деформации элементов морфоскульптуры, а также в

контроле расположения и ориентировки этих элементов. Отдельно следует рассматривать случаи формирования морфологически схожих (конвергентных) форм рельефа эндогенной и экзогенной природы. Ниже рассмотрены некоторые характерные примеры подобных взаимодействий.

При благоприятном сочетании факторов разрушение новообразованного рельефа в условиях Северо-Востока происходит весьма интенсивно. Например, на Восточной Чукотке наблюдалось уменьшение ширины техногенных рвов за приблизительно 50-летний период с 80-100 до 20-40 см, т.е. скорость смыкания бортов этих рвов составляет 1-2 см/год, при этом их стенки остаются вертикальными. С такой же скоростью, вероятно, будут смыкаться и стенки тектонических рвов, поэтому рвы шириной 1-1,5 м уже через 100 лет могут быть практически не выражены в рельефе. Следовательно, отсутствие хорошо выраженных тектонических рвов не может рассматриваться как признак современной тектонической стабильности территории.

Однако в некоторых случаях воздействие весьма мощных денудационных процессов, таких как экзарация горно-долинных ледников, не приводит к полному уничтожению форм тектонического микрорельефа. Так, на гранитном массиве Маяк (юго-восточная оконечность хр. Черского) в период максимального (предположительно среднеплейстоценового) оледенения один из языков долинного ледника перетекал через водораздел в соседнюю долину, оставив после себя шлейф эрратических валунов. Один из отрезков расположенного в этой долине неотектонического уступа подвергся воздействию этого языка (рис. 1), в результате чего его высота уменьшилась с 12-15 до 7-8 м, линейная форма уступа сменилась фестончатой, а в пределах верхней 3-4-метровой части уступа произошло резкое уменьшение его крутизны с 35° - 40° до 15° - 20° . Тем не менее, этот участок уступа по-прежнему хорошо выражен в рельефе, а крутизна нижней его части практически не изменилась. Вероятно, сохранности уступа способствовало направление движения ледового языка (от бровки к подошве), кроме того, не исключено, что экзарационное воздействие продолжалось сравнительно короткое время.



Рис 1. Неотектонический уступ в долине р. Негаях (юго-западные отроги хр. Черского), часть которого подверглась воздействию ледникового языка. А – общий вид, граница языка показана пунктирной линией, направление его движения – стрелками. Б – крупный план, точка и направление съемки показаны на рис. А кружком со стрелкой

Территория Северо-Востока России отличается высокой интенсивностью нивальных процессов, этому способствуют длительные периоды перехода суточных температур через

0° С. Тектонический микрорельеф (рвы и уступы) создает благоприятные условия для задержания снега и формирования долго не тающих снежников (в отдельные годы эти снежники могут перелетовывать). Снежниковая эрозия существенно увеличивает высоту уступов, а также ширину и глубину рвов, что облегчает выявление неотектонических разломов, но может привести к ошибкам при определении амплитуд смещения по ним. Кроме того, аналогичные нивальные уступы и рвы могут формироваться вдоль структурных или литологических границ, а также в верхней части склонов вдоль гребней водоразделов (что связано с образованием здесь снежных надувов). Всё это может привести к ошибкам при выявлении неотектонических разломов, в частности, протяженные приводораздельные нивальные ниши имеют значительное сходство с сеймотектоническими рвами. Признаком неотектонической природы подобного рва может служить переход его со склона на водораздел или седловину.

Погребенные под толщей аллювиальных отложений неотектонические рвы и уступы достаточно были выявлены при геологоразведочных работах во многих речных долинах Северо-Востока, некоторые из них были откопаны в результате отработки россыпных месторождений. Также наблюдаются случаи частичного или полного погребения краевых тектонических ступеней неотектонических впадин и грабен-долин под коллювиальными и делювиально-солифлюкционными конусами и шлейфами.

Некоторые формы тектонического рельефа отчетливо проявлены в современном рельефе, но воздействие экзогенных процессов сильно искажает ("маскирует") их облик, в результате чего они могут быть приняты за элементы морфоскульптуры. Примером может служить тектоническая ступень в зоне разлома, ограничивающего с юга Ольское плато. В зоне этого разлома (в том числе и на поверхности тектонической ступени) идет активное формирование коллювиальных конусов и каменных глетчеров. В настоящее время глетчеры имеют небольшую мощность, однако, облекая высокую тектоническую ступень, они производят впечатление единого крупного глетчерного тела. На истинную (тектоническую) природу этой формы рельефа указывают обнажающиеся в верхней части её склонов обширные выходы коренных пород (рис. 2).



Рис. 2. Тектоническая ступень, перекрываемая коллювиальными конусами и каменными глетчерами. Верховья руч. Булун, Ольское плато. Белым квадратом отмечены скальные выходы среди развалов глыб (на врезке)

В зонах неотектонических разломов повсеместно наблюдаются деформации морфоскульптуры, в том числе и современных активно формирующихся пролювиальных и коллювиальных конусов (рис. 3). Учитывая высокую интенсивность экзогенных процессов и отсутствие за последние 150 лет на этой территории сильных землетрясений можно предположить, что для большинства новейших разломов Северо-Востока России характерны постоянные, но достаточно слабые подвижки.



Рис. 3. Тектоническая трещина на современном ("живом") осыпном конусе (стрелкой указана фигура сидящего человека). Килганские горы, юго-западная часть Колымского нагорья

Неотектонические разломы контролируют расположение многих форм экзогенного рельефа, прежде всего, нивально-криогенного генезиса, поскольку, как было установлено уже при первых гидрогеологических исследованиях Северо-Востока, эти разломы являются зонами интенсивной миграции подземных вод [1]. В зонах неотектонических разломов повсеместно отмечаются бугры пучения и полигональные грунты, к ним приурочены морщинистые склоны и каменные глетчеры (вне районов сплошного распространения этих форм). Неотектонические разломы и трещины могут контролировать расположение и отдельных элементов форм нивального рельефа (рис. 4).



Рис. 4. Прямолинейная граница разновозрастных генераций каменного глетчера, совпадающая с простираем зоны неотектонического разлома. Гора Цирк, восточное побережье бух. Провидения (Чукотка)

В зонах некоторых неотектонических разломов наблюдались протяженные валы, шириной 30-50 и высотой 10-30 м, при этом ширина и высота могут существенно изменяться в пределах одного вала (рис. 5). Эти валы имеют значительное визуальное сходство с озами и

при проведении геологосъемочных работ их, как правило, относят к ледниковым образованиям. Между тем полевое изучение этих валов показало, что они сложены сильнотрещиноватыми коренными породами, не несущими следов ледниковой обработки. Поэтому наиболее вероятным механизмом образования подобных валов является выжимание линейных клиновидных блоков при сдвиговых смещениях по разлому (согласно [2]) с последующей обработкой их процессами денудации.

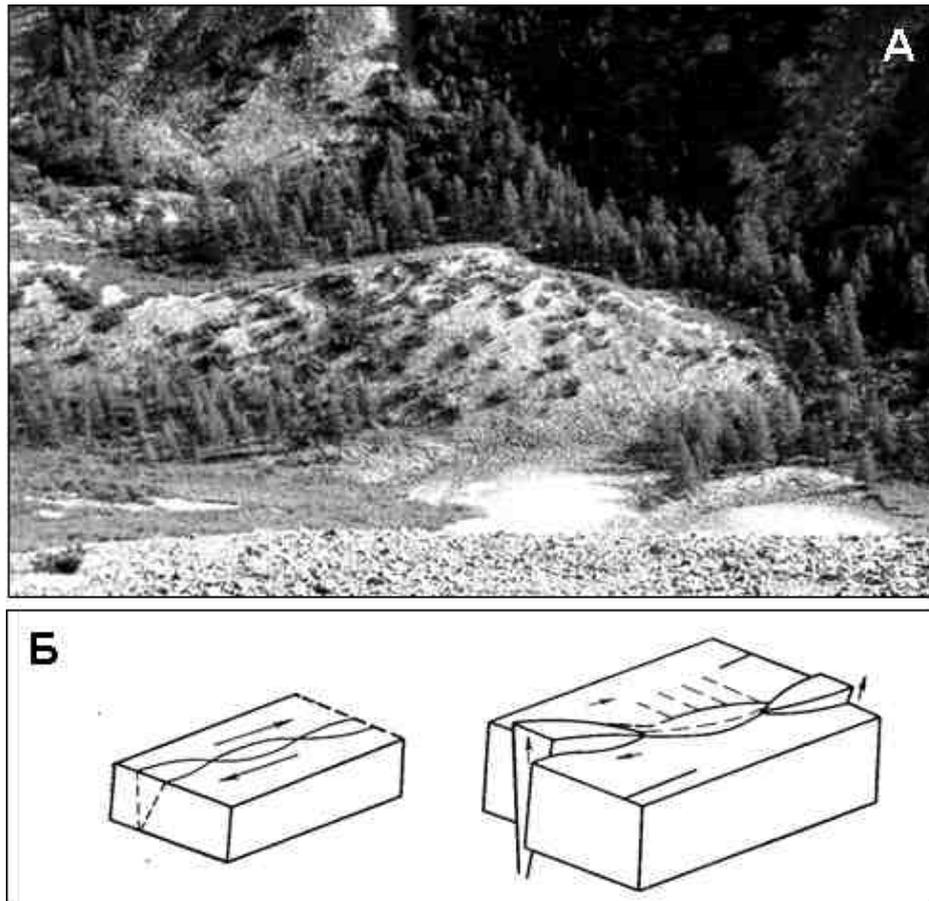


Рис. 5. Озоподобный вал коренных пород – А и возможный механизм его образования (по [2]) – Б

Ещё одним примером конвергенции тектонических и экзогенных форм рельефа являются достаточно широко распространенные в местах пересечения новейших разломов участки бугристо-западинного рельефа, часто картируемые как отложения основной морены. Однако и в данном случае бугры сложены коренными породами, выходы коренных пород отмечены и на дне западин. Кроме того, здесь отмечены короткие прямолинейные рвы и уступы, а также останцы коренных пород, в том числе и необработанные ледником. Подобный микрорельеф ("морфотектонический бедленд" [3]) достаточно широко распространен в зонах новейших разломов, образуется он, по-видимому, в результате малоамплитудных подвижек по сети локальных нетектонических разрывов, возникающей в местах пересечения крупных активных сдвигов (где, согласно результатам моделирования, возникают зоны микродеформаций [4]).

Тектонические ступени в бортах неотектонических впадин (особенно те из них, которые имеют небольшую высоту) могут быть приняты за речные террасы или боковые морены. Основной морфологический признак, по которому можно установить тектонический генезис этих форм – резкие перегибы продольного профиля пересекающих их ручьев в зоне бровки и тылового шва. Бугристо-западинный микрорельеф, низкие тектонические ступени и озоподобные гряды могут быть пространственно совмещены с участками горно-долинного оледенения (рис. 6), что ещё более затрудняет правильную интерпретацию рельефа разломных зон.



Рис. 6. Ледниковый валун гранитов (указан стрелкой) над уступом скального выхода роговиков в пределах участка бугристо-западного микрорельефа. Верховья р. Лев. Палатка, Хасынский хребет

ЛИТЕРАТУРА

1. Симаков А.С. О некоторых особенностях развития тарынов на Северо-Востоке СССР и вероятном строении криолитозоны // *Материалы по общему мерзлотоведению (VII международное совещание по мерзлотоведению)*. – М.: Изд. АН СССР, 1959. – С. 210-214
2. Оллиер К. *Тектоника и рельеф*. – М.: Недра, 1984. – 460 с.
3. Шведов С.Д. Морфолитогенез в зонах неотектонических разломов Северо-Востока России // *География и геоэкология на современном этапе взаимодействия природы и общества: мат. Всерос. науч. конф. "Селиверстовские чтения"*. – СПб: СПб гос. ун-т, ВВМ, 2009. – С. 491-496.
4. Шерман С.И., Борняков С.А., Буддо В.Ю. Области динамического влияния разломов (результаты моделирования). – Новосибирск: Наука, 1983. – 112 с.

550.34:551.79(571.65)

НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ПАЛЕОСЕЙСМИЧНОСТИ СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ

С.Д. Шведов

*Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт ДВО РАН,
г. Магадан, Россия*

Сейсмичность Северо-Востока России (Магаданской области и Чукотки) изучена достаточно слабо, поскольку первая сейсмостанция (г. Магадан) появилась здесь лишь в 1952 году, а период массовых наблюдений продолжался около 20 лет, с конца 60-х до начала 90-х годов, когда практически все сейсмостанции были законсервированы. В связи с недостатком инструментальных наблюдений большое значение для сейсмического районирования этой территории приобретает изучение палеосейсмодислокаций (ПСД).