

МЕТОДИКА НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

УДК 551.4.013:551:435.47

© 1999 г. Д.С. ЗЫКОВ

К МЕТОДИКЕ ДЕТАЛЬНЫХ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ РЕКОНСТРУКЦИЙ
НОВЕЙШЕГО ЭТАПА ПО ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ¹

Введение. Постановка задачи. В исследовании тектонических движений новейшего этапа ведущую роль играют геоморфологические методы. Для платформенных территорий, тектоническая активность которых традиционно считается относительно невысокой, установлены многочисленные проявления вертикальных движений земной коры, включающие в основном блоковые движения по разрывам и сводовые деформации больших радиусов [1–4 и др.]. Сведения о проявлении в ландшафтах и рельефе неотектонических движений, имеющих не только вертикальную, но и горизонтальную компоненту деформации, встречаются значительно реже [5, 6]. Однако предпосылки для выявления подобных движений существуют и, особенно в последнее время, периодически освещаются в печати.

На территории Фенноскандии замеры в рудниках показывают наличие значительных современных напряжений в горных массивах с преобладающей латеральной компонентой [7], а анализ очагов землетрясений указывает на сдвиговый характер деформаций на глубине [8]. По результатам геодезических измерений, сделанных на территории Финляндии, составлена схема современных латеральных деформаций субстрата, отражающая наличие поясов и областей современного сжатия и растяжения земной коры [9].

В пределах Русской платформы, по данным бурения, установлены значительные деформации платформенного чехла, которые часто могут быть увязаны с горизонтальными перемещениями по сдвигам и надвигам в фундаменте [5, 10]. Сделан вывод о значительно большей, чем считалось ранее, роли горизонтальных движений в формировании структуры платформ [11], а также о том, что тектонические движения, имеющие вертикальную и горизонтальную компоненты, обычно связаны единым процессом сложной деформации массивов пород и могут считаться объемными [12].

Опираясь на эти и многие другие данные, можно предположить возможность широкого существования локальных тектонических движений не только с вертикальной, но и с горизонтальной компонентой на новейшем этапе в пределах Восточно-Европейской платформы, и поставить вопрос о поиске дополнительных признаков этих движений в рельефе и ландшафте. Учитывая, что имеющиеся геоморфологические методы ориентированы в основном на выделение вертикальной составляющей неотектонических движений, необходимо прежде всего разработать соответствующие новые методические приемы геоморфологических исследований.

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 96-05-64412).

Объекты исследования. Деформации, связанные с эндогенными неотектоническими процессами наиболее перспективно искать в местах наибольшей близости к поверхности кристаллического основания платформ или в тех местах плит, где проявления подобной неотектонической активности не гасятся чехлом. В связи с этим в статье рассмотрены три примера – два на территории Балтийского щита и один в пределах Русской плиты.

Основные подходы к исследованию. Поставленную задачу, по мнению автора, наиболее рационально решать следующим образом: 1 – обосновать неотектоническую обусловленность конкретных форм рельефа; 2 – показать взаимосвязь их образования с проявлениями новейших движений земной коры, имеющих горизонтальную компоненту.

Выделение основных форм рельефа на исследуемых территориях проводится на основе анализа топографических карт разных масштабов с использованием качественного орографического метода [13–15]. Затем крайне важным этапом является установление происхождения выделенных форм рельефа. Необходимо определить и обосновать вклад в рельефообразование (в условиях преимущественно денудационного рельефа) различных факторов: созидających – неотектонических, прочностных литолого-структурных и разрушающих – экзогенно-денудационных. Для выделения неотектонической компоненты в рельефообразовании совместно рассматриваются результаты орографического анализа, данные о литолого-структурных особенностях пород и направленность денудационных процессов. Особенности территории, являющиеся геоморфологическими аномалиями, могут рассматриваться как свидетельства локальных неотектонических движений.

В четвертичное время территория Балтийского щита неоднократно подвергалась оледенениям. Неудивительно, что с воздействием ледниковых покровов и сопутствующих оледенениям процессов связывают основные разрушающие экзогенные факторы, проявившиеся в данном районе. Анализ космических и аэрофотоснимков показывает, что среди всех структурных неоднородностей, имеющихсся в коренных толщах (связанных в основном с трещинно-разрывной сетью и сланцеватостью), наиболее отпрепарированными являются те, которые совпадают с направлением движения ледника. На местности широко распространены ледниковые борозды, бараньи лбы и другие следы экзарации. Однако, степень разрушительных возможностей ледника является дискуссионной. В литературе существует две основных точки зрения: одни исследователи, опираясь на наблюдения за экзарационными формами рельефа, считают экзарацию мощным фактором рельефообразования [16, 17], а другие, на основании анализа результатов работы ледника и физико-математических расчетов, выражают сомнения в возможности движущегося льда производить серьезную разрушительную работу [18, 19]. Наиболее взвешенной является точка зрения о существовании ледниковой экзарации на Балтийском щите в ограниченном размере, в основном в пределах толщи доледниковой коры выветривания [20]. Этот взгляд основан на подсчетах приблизительного объема вынесенного ледником материала, показывающих среднюю глубину денудационного среза на Балтийском щите 35–40 метров [21].

Литолого-структурные особенности пород являются важным фактором устойчивости горных масс к денудации. Акцент на методическое использование этих параметров для обоснования новейшего происхождения возвышенностей на Балтийском щите сделан в целом ряде публикаций [22–24]. В основном используется анализ соотношения литолого-прочностных свойств пород (как правило, слагающих интрузивные массивы) и их гипсометрии в условиях одинакового воздействия денудационных факторов. Сделаны важные выводы о невозможности объяснить высотное положение основных форм рельефа отдельных территорий без привлечения локальных вертикальных неотектонических движений.

Используя результаты работ предшественников и собственные наблюдения, автор полагает, что без дополнительных факторов ледниковая экзарация была неспособна

создавать крупные формы рельефа, но играла важную роль при моделировании сравнительно небольших неровностей, и считает, что при учете литолого-структурных особенностей рельефообразующих комплексов пород и характера экзарационных процессов можно установить неотектоническую предопределенность конкретных форм рельефа.

Принципы выявления новейших движений с горизонтальной компонентой. Формы рельефа, в образовании которых предполагается неотектоническая компонента, имеют определенное пространственное расположение, которое и следует анализировать в совокупности с геологической структурой территории. Поскольку структурные и геоморфологические признаки проявления тектонических движений, имеющих горизонтальную компоненту, хорошо изучены в тектонически относительно активных районах [25–30], то, учитывая возможность деформаций подобного рода и на платформах, необходимо и возможно воспользоваться имеющимся методическим опытом. Кратко основное положение, используемое для анализа, можно сформулировать следующим образом: парагенетически взаимосвязанные горизонтальные и вертикальные тектонические движения субстрата приводят к возникновению компенсирующих друг друга областей сжатия-растяжения, возникновению соответствующих структурных форм и, на новейшем этапе, морфоструктур. В вышеперечисленных и многих других публикациях предложены модели подобных структурных и структурно-геоморфологических парагенетических рядов, которые частично будут рассмотрены далее, при анализе конкретного материала.

Примеры новейших тектонических деформаций на Балтийском щите, имеющих горизонтальную компоненту. Детальные исследования, направленные на выявление признаков подобных неотектонических движений, проведены автором в районах Северной Карелии, в пределах которой были выделены и изучены отдельные морфоструктурные парагенетические ряды. Исследуемые районы отличаются хорошо расчлененным, преимущественно денудационным рельефом, абсолютные отметки которого достигают более трехсот метров. Коренные породы практически повсеместно обнажаются на поверхности или прикрыты маломощным чехлом делювиально-коллювиальных отложений. Рыхлые флювиогляциальные или моренные отложения имеют подчиненное значение. Понижения рельефа заняты озерными и болотными комплексами. Ледниковая экзаркация, судя по многочисленным бараньим лбам, проявлялась широко. Борозды выпаживания показывают, что массы льда двигались субширотно, в сторону Кандалакшского залива Белого моря.

Геологическое строение территории хорошо изучено [31]. Наиболее важной структурой земной коры региона является Северо-Карельская зона концентрированных деформаций, разделяющая крупные мегаблоки земной коры – Беломорский и Карельский, в основе строения которых находятся гранитогнейсы архея. Она сложена метаморфизованными вулканогенно-осадочными толщами нижнепротерозойского возраста. Зона имеет общее субширотное простираие, длину (в пределах своей российской части) более ста и ширину от трех до десяти километров и в плане образует прерывистое линзовидное тело из расположенных цепью отдельных синклинальных структур, дуговидно выгнутое в северном направлении. Синклинали сильно сжатые, асимметричные. Пласты пород в основном круто падают на юг и местами надвинуты к северу. В самой северной части дуги Северо-Карельской зоны расположена Кукасозерская синклиналь, в северном обрамлении которой картируются взбросо-надвиги, имеющие, в целом, южное падение и в плане образующие своеобразный фронт, повторяющий дуговидную форму зоны (рис. 1). На восточном и западном окончаниях этой синклинали протерозойские породы редуцируются и исчезают в шовно-разрывных структурах, которые образуют своеобразные фланги дуги Северо-Карельской зоны. Фланговые шовно-разрывные структуры имеют геологические признаки сдвигов: западная – левого, а восточная – правого. Результаты глубинных геофизических исследований показывают, что под Северо-Карельской зоной расположен раздел, маркирующий границу мегаблоков земной коры, круто падающий в южном направлении

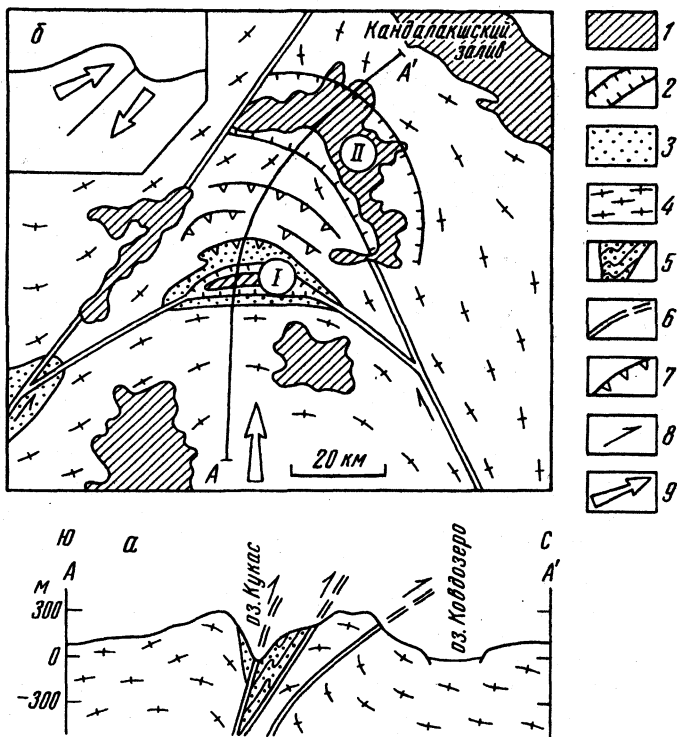


Рис. 1. Образование новейшей преднадвиговой депрессии перед фронтом надвигов Северо-Карельской складчатой зоны:
а – схематический геоморфологический профиль по линии А–А', б – предполагаемая модель образования преднадвиговой депрессии

1 – водные поверхности, 2 – генерализованные контуры основных депрессий, 3 – складчатые толщи протерозойского возраста, 4 – область распространения преимущественно гранитогнейсовых пород архейского возраста, 5 – складчатые структуры в протерозойских толщах, 6 – крупные разрывы, 7 – надвиги, 8 – направление смещения по разрывам, 9 – общее направление движения масс пород, I – Кукасозерская синклинали Северо-Карельской складчатой зоны с озером Кукас в ядре структуры, II – депрессия оз. Ковдозеро

[32]. Учитывая результаты геологического картографирования и геофизических исследований, можно представить себе структуру массива пород, включающего толщи Северо-Карельской зоны и вмещающих гранитогнейсовых комплексов, в виде выступа или козырька Карельского мегаблока земной коры, надвинутого на Беломорский мегаблок.

Примерно в тридцати километрах севернее Северо-Карельской зоны, в пределах беломорид, располагается депрессия, заполненная водами озера Ковдозеро. Берега озера изрезанные и неровные, однако в целом депрессия имеет вытянутую изогнутую форму при значительных размерах (примерно пятьдесят на пятнадцать километров) и глубину, достигающую нескольких десятков метров. Геологические материалы показывают относительную литологическую однородность подстилающих и выходящих по берегам толщ, что не позволяет связать образование депрессии с избирательной денудацией. Изогнутая форма озера в целом не отвечает направлению движения ледника, сечет структуры гранитогнейсов, в пределах которых располагается, и с этой точки зрения является геоморфологической аномалией. В то же время форма депрессии оз. Ковдозеро генерализованно повторяет контуры надвигового фронта, ограничивающего Северо-Карельскую зону с севера. Получается, что озерная ванна "реа-

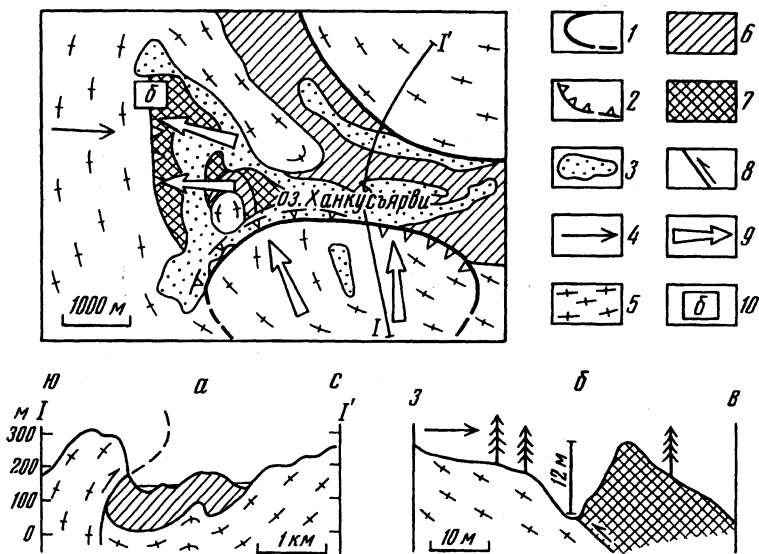


Рис. 2. Новейшее горизонтальное выжимание масс из межкупольного пространства при сближении гранитогнейсовых куполов и развитие преднадвиговой синклинали в районе оз. Ханкусьярви:

а – схематический геоморфологический профиль по линии I-I', б – тектонический контакт прочных гранитогнейсов и выветрелых гипербазитов

1 – генерализованные границы гранитогнейсовых куполов, устанавливаемые по геоморфологическим и дистанционным наблюдениям, 2 – рельефообразующие надвиги, установленные по геологическим данным и маркируемые ступенью в высшем крыле, 3 – депрессии рельефа, занятые озерными ваннами, 4 – направление движения ледника, 5 – архейские гранитогнейсы, 6 – нижнепротерозойские метаморфизованные терригенно-вулканогенные породы, 7 – гипербазиты, 8 – надвиги на профилях, 9 – предполагаемое направление перемещения масс пород, 10 – положение разреза "б" на основной схеме

гирует" на надвиг на расстоянии, опосредованно. Подобное явление наиболее правдоподобно объясняется наличием неотектонических движений.

В районах высокой неотектонической активности широко известны факты образования преднадвиговых депрессий в сравнительно жестких коренных породах. Подобное имеет место, когда подъем геологического субстрата в едином парагенезисе компенсируется прогибанием. Самыми простейшими являются случаи, когда происходит совместное развитие наклонных антиклинальной и синклинальной складок [33]. Образуется срыв и козырьковое надвигание антиклинали на депрессию, маркирующую развивающуюся синклиналь [34].

Глубинное геологическое строение позволяет realizоваться подобной модели развития в районе Северо-Карельской складчатой области (рис. 1а,б). Образование прогиба перед надвиговым фронтом в пределах щита является свидетельством продолжающихся на новейшем этапе процессов надвигания в горных массах.

Дополнительные свидетельства в пользу реальности указанного признака новейшей активизации надвигов были собраны в этом же районе в пределах сравнительно небольшой Ханкусьярвской синклинальной структуры, осложняющей Кукасозерскую синклиналь в ее северо-западной части. Ханкусьярвская синклиналь сложена вулканогенно-терригенными породами нижнепротерозойского возраста, имеет размеры примерно три на семь километров и в плане представляет собой своеобразный треугольный клин, вытянутый в субширотном направлении (рис. 2). В разрезе синклиналь асимметрична, оба ее крыла падают в основном на юг (рис. 2а). Протерозойские толщи окружены и подстилаются гранитогнейсами архейского возраста, которые, на основании дешифрирования космоснимков, можно рассматривать как фрагменты гранитогнейсовых куполов, между которыми и располагается синклиналь. В южной части струк-

туры в обнажениях наблюдается взбросо-надвиг, по которому массы гранитогнейсов надвинуты на опрокинутое крыло синклинали с юга на север. В западной, наиболее широкой части синклинали картируется тело гипербазитов, которое надвинуто по другому взбросо-надвику в западном направлении на толщии гранитогнейсов.

Рельеф в целом преимущественно денудационный, характерный для всей Северной Карелии. Главной особенностью является хорошее совпадение в плане контуров озера Ханкусъярви и ядерной части одноименной синклинали. Гранитогнейсовые массивы выражены как сравнительно крупные возвышенности, окружающие озеро. Глубина расчленения рельефа достигает ста пятидесяти метров.

Особенный интерес представляет геоморфологическое выражение тектонического взбросо-надвигового контакта ультраосновных пород и подстилающих гранитогнейсов, расположенного на пологом восточном склоне возвышенности западнее озера Ханкусъярви (рис. 2б). Наиболее хорошо он представлен в своей северной части, где маркируется оврагом субмеридионального простирания длиной около полукилометра и средней глубиной порядка пяти-семи метров. Борта оврага обрывистые, западный склон сложен гранитогнейсами, несущими над бровкой отчетливые следы активной экзарационной обработки. Восточный склон гипербазитами, представляющими собой рыхлую кору выветривания, легко растираемую даже в пальцах, мощностью несколько метров. Важно отметить, что гипербазиты местами образуют неширокие, вытянутые вдоль бровки небольшие возвышенности, на несколько метров превышающие борт, сложенный прочными гранитогнейсами. Учитывая, что гранитогнейсы над оврагом несут следы активной экзарации и что уступ с гипербазитами расположен строго против направления движения ледника, приходится считать, что превышение в рельефе рыхлых гипербазитов над более прочными гранитогнейсами обусловлено активизацией взбросо-надвига и новейшими движениями по нему, явившимися причиной аномального соотношения в рельефе пород разной прочности.

Отмеченное явление указывает на новейшее выжимание относительно пластичных ультраосновных пород из ядерной части синклиналиной структуры на запад. Учитывая основные закономерности сочетания рельефа и геологической структуры, этот процесс можно рассмотреть как следствие новейшего сближения гранитогнейсовых куполов в процессе общего движения Северо-Карельской зоны к северу. При этом происходит поднятие купольных структур, надвигание их в северном направлении на межкупольную синклинали, прогибание межкупольной синклинали перед надвигом и отжимание расположенного в ядре синклинали интрузива из области максимального сжатия в сторону, в западном направлении. Подобные структуры "латерального выжимания" описаны для тектонически относительно активных районов [30].

Пример новейших деформаций, имеющих горизонтальную компоненту, на Русской плите. В пределах Русской плиты, примерно в трехстах километрах севернее Москвы расположена Молого-Шекснинская впадина, большая часть которой покрыта водами Рыбинского водохранилища (рис. 3). Окружающие территории представляют собой слаборасчлененную аккумулятивную равнину с абсолютными отметками около ста пятидесяти метров. Депрессия вытянута в северо-западном направлении и имеет размеры примерно шестьдесят на сто с лишним километров. Ее северо-восточный и юго-западные борта имеют отчетливые в плане, прямолинейные границы северо-западного простирания, на местности выраженные протяженными пологими уступами рельефа, которые на отдельных участках являются берегами Рыбинского водохранилища. Юго-восточный берег водохранилища изрезанный, но достаточно четко выраженный, а северо-западный – пологий и заболоченный. Превышение окружающей равнины над днищем впадины составляет более пятидесяти-шестидесяти метров, но в сравнительно близкой к побережью части не превышает двадцати метров. Депрессия окружена и подстилается сложным комплексом четвертичных, в основном моренных, озерных и аллювиальных отложений. Образование такой крупной впадины трудно объяснить избирательным воздействием любых денудационных (включая экзарационные) процессов без привлечения неотектонических движений.

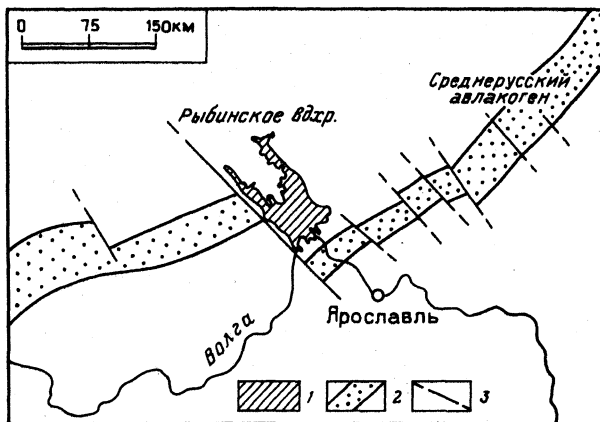


Рис. 3. Образование присдвиговой депрессии при новейшей активизации крупного сдвига
1 – зеркало Рыбинского водохранилища, 2 – тело Среднерусского авлакогена (по [35] с упрощениями),
3 – разрывные нарушения

Необходимые данные для понимания механизма возникновения впадины дает анализ геологического строения подстилающих коренных толщ. Окружающие территории разбурены вплоть до фундамента и покрывались геофизической съемкой. Установлено, что кристаллический фундамент залегает в этих местах на глубинах более двух километров, основной его структурой является Среднерусский авлакоген, имеющий северо-восточное простирание, ширину в несколько десятков километров и разбитый на отдельные фрагменты серией разрывов, ориентированных на северо-запад [35, 36]. Выше субгоризонтально залегают карбонатные и терригенные палеозойские и мезозойские породы чехла. Наиболее важно, что хорошо выраженным границам Молого-Шекснинской депрессии, имеющим северо-западное простирание, соответствуют разрывы такого же простирания в фундаменте платформы, причем юго-западному ограничению впадины соответствует разрыв (называемый Рыбинским) [36], смещающий авлакоген горизонтально с амплитудой около сотни километров и установленный по геологическим данным как правый сдвиг. Этот же разрыв прослеживается и в чехле [35]. Впадина, таким образом, располагается как раз в месте максимального смещения авлакогена и по своему положению может считаться приразрывной.

Известно, что сдвиговые деформации часто сопровождаются возникновением присдвиговых зон растяжения, которые образуют депрессии и бассейны разных типов. Подобное явление неоднократно описано для территорий с относительно высокой тектонической активностью [22, 27, 38]. Появление депрессии в районе крупного разрывного нарушения фундамента Русской плиты скорее всего свидетельствует об активизации сдвиговых (видимо, правых) деформаций по данному разрыву на новейшем этапе.

О методике детальных геодинамических реконструкций для новейшего времени. Весь изложенный материал свидетельствует о том, что в исследуемых районах имеют место новейшие тектонические движения, включающие не только вертикальную, но и горизонтальную составляющие. Эти движения в условиях существования неотектонических полей напряжений тесно связаны с активизацией и развитием имеющейся геологической структуры во всем объеме горных масс, причем идет как унаследованное развитие неоднородностей, так и структурные новообразования. Геоморфологические особенности территорий дают возможность установить характер и направленность этих движений. Последовательность проводимого анализа, вкратце, такова: 1 – изучение особенностей рельефа в целом, 2 – определение прочностных свойств субстрата и характера денудационных процессов, 3 – выявление аномальных, неотектонически обусловленных форм рельефа – морфоструктур, 4 – сопоставление

рисунка морфоструктур (в плане), геологической структуры исследуемых территорий и парагенетических моделей деформаций земной коры, разработанных для тектонически относительно активных районов, 5 – выявление новообразованных и унаследованных морфоструктурных парагенетических рядов, отвечающих деформациям горных масс, включающим как вертикальную, так и горизонтальную составляющую. Составление детальных геодинамических моделей развития территорий.

Данная схема исследования примерно соответствует предложенной Н.И. Николаевым [15] схеме выделения эндогенно обусловленных особенностей земной поверхности и значительно дополняет ее.

Заключение

Подведем итоги. 1. В фундаменте Восточно-Европейской платформы на новейшем этапе происходили тектонические движения, включающие не только вертикальную, но и горизонтальную компоненты. При этом происходила активизация и развитие имеющейся геологической структуры во всем объеме горных масс.

2. Неотектонические движения, имеющие как вертикальную, так и горизонтальную компоненту, проявились на поверхности и устанавливаются по геоморфологическим признакам. В основе методического подхода к их выявлению лежит сопоставление рисунка (в плане) неотектонически обусловленных форм рельефа, геологической структуры территории и парагенетических моделей деформаций, установленных в областях относительно высокой тектонической активности.

3. Признаком проявления подобных неотектонических движений является закономерное расположение тектонически обусловленных депрессий и водоразделов относительно геологической структуры массива пород, отражающее происходящие процессы деформации и появления морфоструктурных парагенезов.

Выражаю большую благодарность А.А. Никонову за практическую помощь при подготовке статьи и моральную поддержку.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лиуенберг Д.А., Сетунская Л.Е., Благоволит Н.С. и др. Морфоструктурный анализ современных вертикальных движений Европейской части СССР // Геоморфология. 1972. № 3. С. 3–17.
2. Мещеряков Ю.А. Морфоструктура платформ как отображение новых и новейших движений земной коры // Методы геоморфологических исследований. Новосибирск: Наука, 1967. Т. 1. С. 21–28.
3. Лукашов А.Д. Новейшая тектоника Карелии. Л.: Наука, 1976. 109 с.
4. Можаяев Б.Н. Новейшая тектоника Северо-Запада Русской равнины. Л.: Недра, 1973. 231 с.
5. Камалетдинов М.А., Степанов В.П., Жуков И.М. и др. Шарьяжно-надвиговая тектоника Волго-Уральской области. М.: Наука, 1990. 149 с.
6. Николаев В.И. Разломы и геодинамическая напряженность литосферы в Среднем Поволжье по данным дешифрирования космических снимков // Изв. Вузов. Сер. Геология и разведка. 1994. № 3. С. 45–49.
7. Марков Г.А. О происхождении и закономерностях проявления напряжений горизонтального сжатия в массивах горных пород в верхней части земной коры // Геотектоника. 1983. № 3. С. 32–41.
8. Ассиновская Б.И. Механизмы очагов землетрясений северо-восточной части Балтийского щита // Изв. АН СССР. Физ. Земли. 1986. № 1. С. 101–105.
9. Saari J. A review of the seismotectonics of Finland. Report YJT – 92–29. Nuclear Waste Commission of Finnish Power Companies. 1992. 79 p.
10. Розанов Л.Н. Динамика формирования тектонических структур платформенных областей. Л.: Недра, 1981. 140 с.
11. Леонов Ю.Г. Платформенная тектоника в свете представлений о тектонической расслоенности земной коры // Геотектоника. 1991. № 6. С. 3–20.
12. Леонов М.Г. Внутренняя подвижность фундамента и тектогенез активизированных платформ // Геотектоника. 1993. № 5. С. 16–33.
13. Применение геоморфологических методов в структурно-геоморфологических исследованиях. М.: Недра, 1970. 296 с.
14. Былинский Е.Н., Берлянт А.М., Кузнецов Ю.Я. и др. Методические указания по проведению неотектонических исследований при поисках нефти и газа. М.: Нилзарубежгеология, 1968. 142 с.

15. *Николаев Н.И.* Новейшая тектоника и геодинамика литосферы. М.: Недра, 1988. 491 с.
16. *Лаврова М.А.* Четвертичная геология Кольского полуострова. М.-Л.: Изд. АН СССР, 1960. 233 с.
17. *Aario R.* Lapin omaleimaiset moreenimuodostumat, Puljumoreeni ja Sevettimoreeni // Terra. (Finl). 1994. 106. № 3. P. 258–266.
18. *Киселев И.И.* Об экзарационной деятельности плейстоценовых ледников на Кольском полуострове // Геоморфология. 1981. № 1. С. 73–83.
19. *Патерсон У.С.* Физика ледников. М.: Наука, 1972. 311 с.
20. *Никонов А.А.* Коры выветривания Фенноскандии, их возраст и палеогеографическое значение // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1968. Т. XLIII. С. 108–118.
21. *Николаев Н.И., Медянцева А.И.* Интенсивность ледниковой денудации и материковые оледенения // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 1966. № 2. С. 43–47.
22. *Стрелков С.А.* Морфоструктуры северо-восточной части Балтийского щита и основные закономерности их формирования // Палеогеография и морфоструктуры Кольского полуострова. Л.: Наука, 1973. С. 5–80.
23. Геоморфология Карелии и Кольского полуострова/Легкова В.Г., Бонбренков В.Н., Шукин Л.А., и др. Л.: Недра, 1977. 183 с.
24. *Макиевский С.И., Никонов А.А.* О рельефе, геологической структуре и их взаимоотношении в Западной части Кольского полуострова // Четвертичные отложения и грунтовые воды Кольского полуострова. Л.: Наука, 1964. С. 30–42.
25. *Буртман В.С., Лукьянов А.В., Пейве А.В., Руженцев С.В.* Горизонтальные перемещения по разломам и некоторые методы их изучения // Труды ГИН АН СССР, М.: Наука, 1963. Вып. 80. С. 5–33.
26. *Костенко Н.П.* Развитие складчатых и разрывных деформаций в орогенном рельефе. М.: Недра, 1972. 320 с.
27. *Расцветаев Л.М.* Парагенетический метод структурного анализа дизъюнктивных тектонических нарушений // Проблемы структурной геологии и физики тектонических процессов. М.: Наука, 1987. С. 173–232.
28. *Трифонов В.Г., Макаров В.И., Скобелев С.Ф.* Аэрокосмические методы изучения сейсмоактивных зон // Аэрокосмическое изучение современных и новейших тектонических процессов. М.: Наука, 1988. 134 с.
29. *Зыков Д.С.* Геоморфологические и ландшафтные признаки новейших тектонических движений в Керченско-Таманской области // Геоморфология. 1997. № 2. С. 29–34.
30. *Konn M.J.* Поперечные перемещения в складчатых поясах и связанные с ними структурные рисунки (на примере Альпийско-Гималайского пояса) // Геотектоника. 1994. № 4. С. 35–51.
31. *Сыстра Ю.И.* Тектоника карельского региона. Л.: Наука, 1991. 176 с.
32. *Шаров Н.В.* Литосфера Балтийского щита по сейсмическим данным. Апатиты.: Изд-во КНЦ РАН, 1993. 145 с.
33. *Николя А.* Основы деформации горных пород. М.: Мир, 1992. 167 с.
34. *Cassano E., Anelli L., Fichera R.* Geophysical data along the northern Italian sector of the European Geotraverse // Tectonophysics. 1990. № 176. P. 167–182.
35. Геологическое строение СССР и закономерности размещения полезных ископаемых. Русская платформа. Л.: Недра, 1985. Т. 1. 365 с.
36. *Эринчек Ю.М., Мильштейн Е.Д.* Рифейский рифтогенез центральной части Восточно-Европейской платформы. СПб.: Роскомнедра, ВСЕГЕИ, 1995. 48 с.

Геологический ин-т РАН

Поступила в редакцию
26.06.98

THE METHOD OF DETAILED GEODYNAMIC RECONSTRUCTION OF N-Q TECTONISM BY GEOMORPHOLOGICAL INDICATIONS

D.S. ZYKOV

S u m m a r y

Accurate measurements of the neotectonic deformations with horizontal component may be carried out on East-European platform by geomorphological method. The latter is based on comparison of neotectonic landforms and structural-geomorphological paragenetic consequences of tectonically active regions. The conformity of neotectonic landforms and elements of geological structure is the main criterion.