

7. Лопатин Д.В. Теория и методология геоморфологии. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2013. 95 с.
8. Методика геоморфологического картографирования шельфа и континентального склона РФ (применительно к задачам Геолкарты-1000) / А.Г. Зинченко, А.Н. Ласточкин. М.: Изд. ЗАО "Геоинформмарк", 2001. 38 с.

Поступила в редакцию 05.11.2014

DEVELOPMENT THRUST OF GEOMORPHOLOGY (AN INVITATION TO DISCUSSION)

D.V. LOPATIN

Summary

The author argues that geomorphology should aim 1) to further development of the theory and methodology; 2) to investigate relief by geomorphological and general scientific methods, 3) to compile univocal geomorphologic map and to interpret geomorphological data; 4) to provide data bases for prospecting; 5) to develop engineer-geomorphologic assessments; 6) to investigate contemporary geomorphic processes; 7) to provide relief data bases for their use in GIS-technologies. The author suggests that all the readers of the journal "Geomorphology" should focus their attention on the creation of a geomorphological code just to unify the conceptual language and some other theoretical elements of science.

Keywords: geomorphological map, development vector of geomorphology, geomorphological code, conceptual language.

doi: 10.15356/0435-4281-2015-3-24-74

УДК 551.43(470.1/.25)

© 2015 г. Д.С. ЗЫКОВ

ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ПРОЯВЛЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ КОМПОНЕНТЫ НЕОТЕКТЕНИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ ВДОЛЬ ГРАНИЦЫ БАЛТИЙСКОГО ЩИТА И ЗАПАДНО-АРКТИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ (МУРМАНСКАЯ ОБЛ.)¹

Геологический институт РАН, Москва; d.zykov@gazpromgeotech.ru

Статья посвящена проблеме морфоструктурного выражения новейших тектонических движений платформенных территорий, имеющих не только вертикальную, но и горизонтальную компоненту деформации. Подобные исследования в последнее время активно проводятся [1–3 и др.], однако тема эта еще может считаться достаточно новой и мало раскрытой.

Актуально рассмотреть морфоструктурный рисунок прилегающих областей Восточно-Европейской (ВЕП) и Западно-Арктической платформ на сравнительно детальных участках и попытаться понять, отражает ли он признаки проявления горизонтальной компоненты неотектонических движений. Район исследований включает прибаренцевоморскую часть Мурманской области от окраин Норвегии до Горла Белого моря на побережье Кольского п-ова (рис. 1А).

Методическая основа

В основу методического подхода положен совместный анализ рельефа, прочностных особенностей слагающего его пород (на качественном уровне) и основных структур геологического субстрата [6, 7 и др.].

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке программы ОНЗ РАН № 10 и грантов РФФИ № 13-0500298 и 14-0500149.

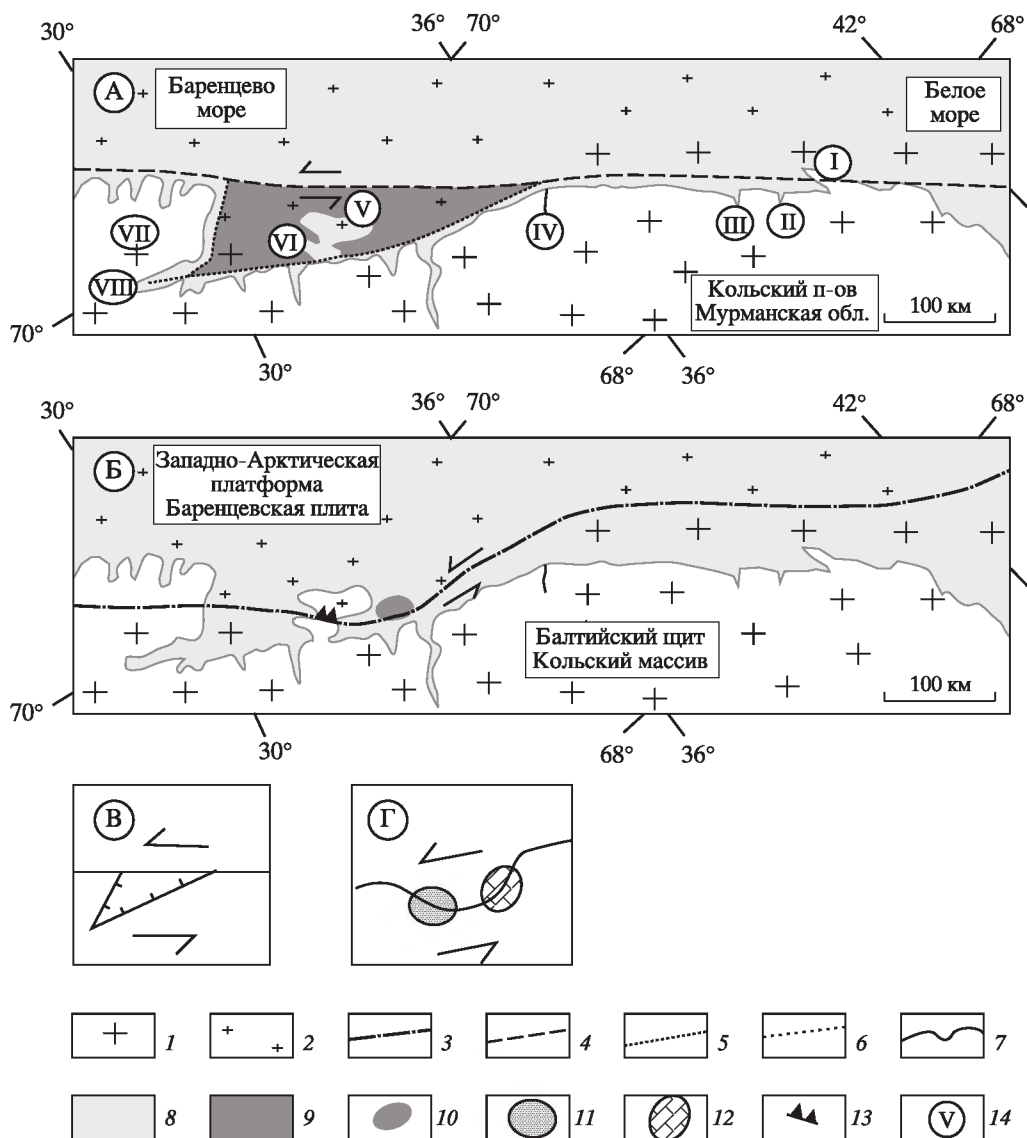


Рис. 1. Расположение района исследования и морфоструктурно-кинематические особенности пограничной зоны между Балтийским щитом и Баренцевской плитой

А – расположение линеамента Карпинского и основные географические привязки; Б – пограничная зона Трольмюрд–Рыбачий–Канин и основные тектонические структуры; В – модель образования присдвиговой депрессии (по [4] с упрощением); Г – модель образования областей растяжения и сжатия у искривленного сдвига (по [5] с упрощением).

1 – Кольский массив Балтийского щита; 2 – Баренцевская плита; 3 – зона Трольмюрд–Рыбачий–Канин; разломы линеамента Карпинского: 4 – “основной”, 5 – “оперяющий”, 6 – “оперяющий”, предполагаемый по геоморфологическим данным; 7 – береговая линия; 8 – акватория; депрессия: 9 – треугольная просдвиговая, 10 – на морском дне; область на модели: 11 – сжатия, 12 – растяжения; 13 – надвиги у п-ова Рыбачий.

Римскими цифрами в кружках обозначены: I – мыс Святой Нос; губы: II – Савиха, III – Иванова; IV – р. Воронья; полуострова: V – Рыбачий, VI – Средний, VII – Варангер; VIII – Варангер-фьорд

Выявляются закономерные сочетания в плане сравнительно крупных форм рельефа, происхождение которых нельзя объяснить препарировкой пород разной прочности или концентрированной активностью различных денудационных процессов, и геологической структуры. Они позволяют говорить об активности последней в рельефообразующее (новейшее) время.

Для выявления горизонтальной компоненты движений производится сравнение морфоструктурного рисунка с общеизвестными структурными моделями, отражающими горизонтальную подвижность [8]. Например, локальные депрессии рельефа, расположенные в характерных по форме ромбовидных зонах разветвления разрывов, могут быть интерпретированы как развивающиеся структуры пулл-апарт и свидетельствовать о сдвигании. На это же указывают закономерно расположенные в изгибах разрывов морфоструктуры сжатия и растяжения и т.п.

Общие сведения о геологии и тектонике района

В районе исследований расположены пограничные фрагменты двух крупных мегаблоков земной коры: Кольского массива кристаллических пород Балтийского щита и Западно-Арктической платформы (рис. 1Б).

Рельеф территории Кольского массива у Баренцева моря преимущественно структурно-денудационный, в прибрежной части сильно расчлененный. Преобладают холмисто-грядовые равнины, которые обрываются к морю высокими клифами или опускаются пологим склоном, осложненным поднятыми на десятки метров фрагментами аккумулятивных морских террас. Абсолютные высоты рельефа в пределах поднятия достигают значений 100–200 м. Четвертичные отложения развиты слабо и представлены в основном ледниковыми и послеледниковыми отложениями. На побережье также известны фрагменты морских террас, которые подняты на десятки метров над современным уровнем моря [9]. В целом территорию относят к области неотектонического поднятия [10, 11].

Сложен блок преимущественно позднеархейскими гранитоидами и гранито-гнейсами, местами интродуцированными гипербазитами или другими магматическими породами [12]. В своей СВ части Кольский массив через окраинную Кольскую моноклиналь граничит с Баренцевской плитой, входящей в состав Западно-Арктической платформы [13].

Баренцевская плита сформирована на гетерогенном основании, более подвижном в фанерозое, чем фундамент Восточно-Европейской платформы. В чехол входят толщи от палеозойского до кайнозойского возрастов, местами значительно деформированные [14]. В рельефе поверхности дна участки Баренцевской плиты, прилегающие к Балтийскому щиту, представляют собой в основном значительные понижения, что говорит об их относительном опускании в новейшее время. Глубины варьируют в прибрежной части в среднем от первых десятков до более двухсот метров в пределах локальных депрессий. Мощности морских четвертичных отложений также увеличиваются в пределах депрессий [13].

Кольский массив граничит с Баренцевской плитой по трансрегиональной границе, выраженной взбросо-сдвиговой зоной Тролльфьорд–Рыбачий–Канин (рис. 1Б). Зона обнажается на п-ове Варангер, затем – на перешейке между п-овами Средний и Рыбачий, а в ЮВ направлении, в пределах Баренцевской акватории, она отчетливо прослеживается в потенциальных полях [13].

Наиболее детально граница изучена в районе п-ова Рыбачий, где, по сейсмостратиграфическим данным, это надвиговый фронт, по которому основание Баренцевской плиты надвинуто на основание ВЕП [13]. В плане шов имеет изогнутую форму: в районе п-ова Рыбачий он прижимается к Мурманскому блоку, а к ЮВ плавно отступает в сторону шельфа на 70–80 км от побережья Кольского п-ова в районе пролива Воронки Белого моря [14]. В этих местах на сейсмостратиграфических профилях шов местам почти не заметен, и граница между ВЕП и Западно-Арктической платформой

прослеживается по изменению степени деформации пород чехла [13]. В рельефе Баренцевского шельфа шов также выражен не повсеместно, что свидетельствует о том, что в новейшее время вертикальные движения вдоль него носили ограниченный характер.

Другой крупной структурой, расположенной примерно по границе Мурманского блока и Западно-Арктической плиты, является линеамент Карпинского (рис. 1А), который местами определяет положение приморского уступа Балтийского щита, местами сечет Западно-Арктическую платформу. Именно по нему кристаллический фундамент ступенчато погружается в сторону моря.

Зона разрывов протягивается на сотни километров и хорошо прослеживается в морфоструктурном плане, т. к. разделяет области относительных поднятия и опускания [15]. В ее пределах находятся участки сгущения трещин, разломы и приразломные деформации, выраженные на поверхности ступенями рельефа, долинами и каньонами [16, 17]. К этой зоне приурочены эпицентры современных землетрясений. Изучение механизма очага одного из них доказывает наличие сдвиговой левосторонней компоненты деформации [18]. Здесь же известны многочисленные сейсмодислокации [19, 20].

Морфоструктурные особенности и их кинематическая интерпретация

В районе между Ивановой губой и мысом Святой Нос (рис. 1А) линеамент Карпинского представлен широкой зоной примерно параллельных побережью разрывов СЗ простирания, выраженных в сухопутной части преимущественно массовым сгущением субвертикальных трещин, иногда несущих зеркала скольжения. Подобные же зоны трещиноватости устанавливаются не только вдоль берега, но и на расстоянии от него в километры и десятки километров. Эти зоны, параллельные побережью, дешифрируются на космических снимках в виде линеаментов и на местности часто представляют собой долины с озерами и уступы рельефа. На заглаженных экзарацией субгоризонтальных поверхностях гранито-гнейсов часты ряды субвертикально падающих кулисных трещин (длиной, обычно, в сантиметры и десятки сантиметров каждая), свидетельствующих о проявлениях рассеянных малоамплитудных сдвиговых движений (рис. 2А). Ряды направлены как по простиранию линеамента Карпинского (СЗ направления), так и под разными углами к нему (С, СВ, субширотные простирания).

По всей видимости, кулисные ряды отвечают сколам Риделя, расположенным в диагонально зарождающейся зоне сдвига. С их помощью по линеаменту Карпинского и по секущим разрывам отчетливо восстанавливаются сдвиговые движения противоположных направлений – как правые, так и левые сдвиги. Естественно думать, что движения отражают разновозрастную динамику линеамента и, вероятно, вызваны разными причинами. Морфоструктурные наблюдения позволяют подтвердить наличие такой подвижности и на менее детальном уровне.

Линия берега Кольского п-ова в районе между Ивановой губой и мысом Святой Нос имеет в плане отчетливый ступенчатый характер, причем почти все ступени совершенно одинаково выступают одним своим углом в сторону акватории (рис. 3). Ширина ступеней от нескольких до десятков километров, степень видимого “выдвигания” – от сотен метров до первых километров. “Выдвинутые” стороны ступеней ограничиваются дешифрируемыми на космических снимках структурными линеаментами, предполагающимися под углами к побережью и разлому Карпинского. Наличие ступеней не может быть объяснено препарировкой пород разной прочности, т. к. “выдвинутые” углы обычно не отличаются от остальной части ступеней по характеру пород. Учитывая это, можно связать появление ступеней с неотектоническими движениями. Самое простое объяснение может быть сделано с позиции синхронного проявления вертикального задираания одних и тех же краев ступеней, однако можно привести наблюдения, позволяющие говорить и о присутствии горизонтальных движений как причине их асимметрии.

В районе губы Савиха на фоне многочисленных линеаментов, дешифрируемых по дистанционным данным, выделяется линейная морфоструктура, простирающаяся от названной губы в общем ЮЮЗ направлении на расстояние многие десятки км (рис. 4). На космических снимках она выражена в целом прямолинейной трещиной, которая осложняется коленчатыми изгибами, появляющимися через каждые несколько километров. В южном направлении она постепенно затухает среди сети других линеаментов, а в северной части входит в губу Савиха, определяя прямолинейность ее восточного побережья.

На местности структура выражается врезанной эрозионной долиной и сгущением субвертикальных трещин, несущих тектонические зеркала с бороздами скольжения, указывающими на движения сбросо- или взбросо-сдвигового характера, что позволяет отнести ее к разрывным нарушениям.

Эта морфоструктура названа Савихинским разломом. Отмечаемые

вдоль его шва коленовидные изгибы имеют форму ромбовидных пулл-апартов. Закономерности их расположения указывают на левосдвиговую природу смещения по разрыву во время структурообразования (рис. 4Б–В).

Высоты местности по сторонам разрыва в условиях однородных по составу кристаллических пород различаются в разных местах до 100 м, что, видимо, отражает тенденцию блоковых субвертикальных новейших движений. Существуют также признаки и горизонтальных перемещений. Структуры пулл-апорт выражены понижениями, заполненными озерами. Это может свидетельствовать о реактивации левосдвиговых подвижек в новейшее время.

Важную информацию о неотектонической активизации разрыва дает рельеф обрамления залива Савиха. Дешифрирование дистанционных материалов показывает, что на западном берегу залива выделяется ряд слабоизогнутых структурных линеаментов, почти параллельных Савихинскому разрыву и слегка расходящихся в сторону морской акватории, образуя своеобразную “структуру метлы” (рис. 4Б). На местности линеаменты отвечают разрывам, выраженным сгущением трещин, круто падающим в

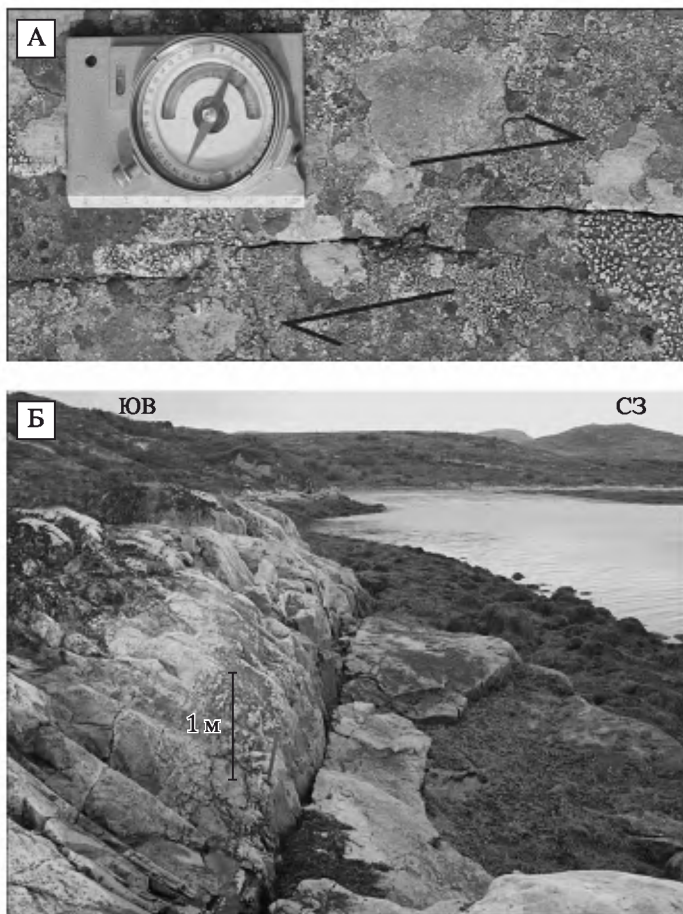


Рис. 2. Примеры морфоструктур и структур, наблюдаемых в исследованном районе

А – кулисные трещины в гранито-гнейсах в районе губы Савиха, Б – сброс в заглаженных ледником гранито-гнейсах берегового склона материка напротив п-ова Средний (СВ простираение, амплитуда около 1 м, опущено СЗ крыло)

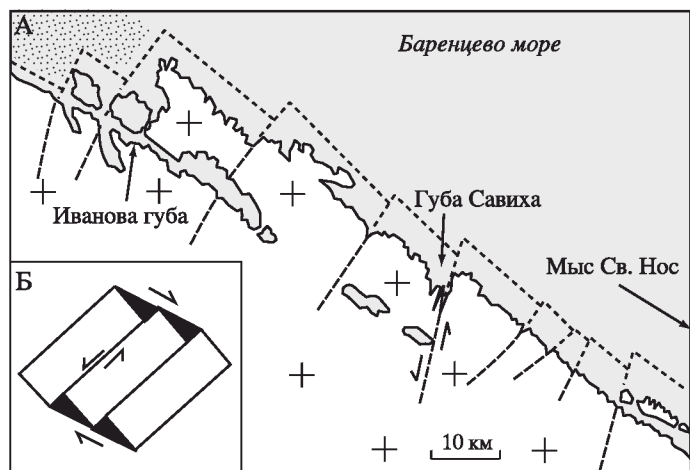


Рис. 3. Характер побережья Кольского п-ова в районе линеамента Карпинского

А – ступенчатая морфоструктура побережья между Ивановой губой и мысом Святой Нос (в плане); Б – модель поворота блоков в зоне сдвига (по [19] с упрощением)

1 – кристаллические породы; 2 – разрывы, выходящие к берегу; 3 – условные линии, подчеркивающие ступенчатость берега; области: 4 – деструкции в природе, 5 – растяжения на модели; 6 – акватория Баренцева моря

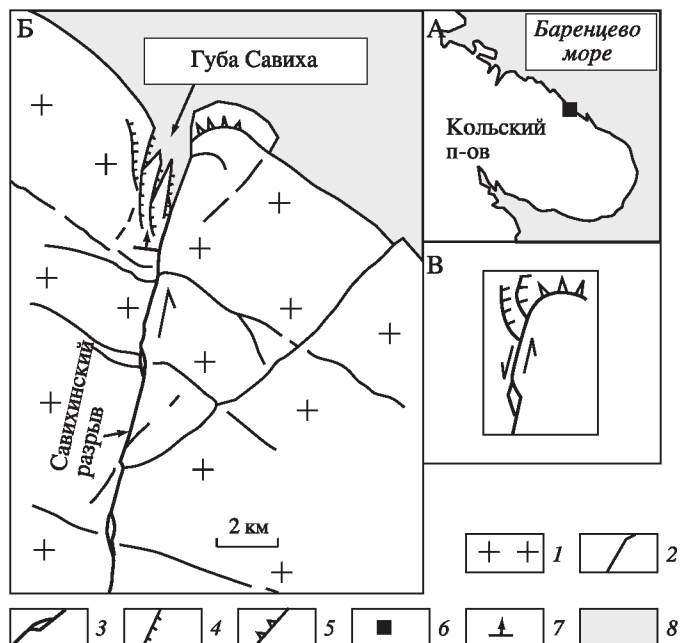


Рис. 4. Савихинский разрыв в районе губы Савиха

А – расположение губы Савиха; Б – морфоструктуры Савихинского разрыва; В – структурно-кинематическая модель

1 – кристаллические породы; 2 – разрывы – по дистанционным данным; 3 – морфоструктуры пилл-апарта у Савихинского разрыва; морфоструктурно проявленные: 4 – сбросы, 5 – надвиги; 6 – расположение губы Савиха; 7 – направление съемки (рис. 5), 8 – акватория Баренцева моря

сторону залива к востоку. На этих трещинах иногда наблюдаются зеркала и борозды скольжения. Разрывы разграничивают несколько выраженных в рельефе сравнительно крупных вытянутых вдоль залива блоков, каждый из которых слегка задирается в сторону залива и морской акватории и опускается в своей тыловой части в сторону суши (в западном направлении), где наблюдается цепочка озер, прижатых к приразрывному уступу (рис. 5). В целом вся морфоструктура отвечает серии ластрически перекошенных от залива и от моря ступеней, имеющих несколько километров в длину, менее 1 км в ширину и высоту уступа 5–20 м. Такому повороту блоков соответствуют и имеющиеся сдвиго-сбросовые борозды скольжения, что, возможно, свидетельствует о синхронности образования рельефа и борозд. Анализ геологического строения территории показывает, что существование ступенчатого рельефа не может быть объяснено препарировкой каких-либо неоднородностей субстрата, и, следовательно, такой рельеф является результатом неотектонических движений. Можно констатировать, что вся ступенчатая морфоструктура западного берега залива Савиха, вместе с депрессией самого залива, по своим геоморфологическим и структурно-кинематическим признакам



Рис. 5. Перекошенные блоки на левом берегу губы Савиха, вид со стороны суши (место и направление съемки показано на рис. 4)

Условные линии, подчеркивающие: 1 – приразрывные уступы, 2 – перекошенные поверхности блоков

отвечает зоне растяжения, маркируемой листрическими сбросами и возникшей на крыле Савихинского разлома у его видимого окончания.

Противоположный (восточный) берег залива Савиха имеет иные геоморфологические характеристики. Это сравнительно высокая возвышенность, слаборасчлененная вершинная поверхность которой полого опускается в сторону моря под углами примерно $5-10^\circ$. Непосредственно у места смыкания восточного берега губы и морского побережья находится полуостров, выдающийся в море на расстояние около 1 км. Он сложен разными породами – гранито-гнейсами и прорывающей их пластовой интрузией габбро-долеритов, что не позволяет связывать его появление с денудационной препарировкой более прочных пород. Контакт интрузии и гнейсов наблюдается в районе восточного берега губы. Он явно тектонический и представляет собой обширную, в сотни квадратных метров плоскость зеркала скольжения (к сожалению, выветрелого), круто ныряющую под интрузивное тело в общем северном направлении. Разрыв на космическом снимке прослеживается в виде дуговидного линеймента вдоль всего основания полуострова (рис. 4Б). Интрузия превышает в рельефе вмещающие гнейсы, что может быть объяснено как ее возможной большей прочностью, так и новейшим взбрасыванием по разрыву.

Приподнятая и монолитная морфоструктура восточного берега отвечает зоне сжатия, проявившейся на крыле Савихинского разрыва в новейшее время. Таким образом, в районе губы Савиха имеются признаки существования морфоструктур сжатия и растяжения, разделенных Савихинским разрывом, или расположенных у его окончания. Согласно структурным моделям [6], взаимное сочетание таких структур у конца разрыва свидетельствует о левом сдвигании вдоль него (рис. 4В) и согласуется с направлением сдвига, устанавливаемым по морфоструктурам пулл-апарта.

Выявленные по одному из разрывов, секущих линеймент Карпинского, левосторонние новейшие сдвиговые движения позволяют интерполировать возможность их воздействия и на остальные разрывы с подобной же рельефообразующей ролью. Таким образом, ступенчатость побережья в плане может быть объяснена не только вертикальной подвижностью краев блоков, но и повторяющимися левосдвиговыми движениями по разрывам, секущим линеймент Карпинского.

Ступенчатая “нарезка” территории влияет и на характер рельефа побережья в целом. Так, берег в полосе от Ивановской губы до мыса Святой Нос представляет собой широкий склон, сложенный кристаллическими породами щита, полого

спускающийся на протяжении нескольких км от отметок в 100–200 м к уровню моря. Северо-западнее Ивановой губы облик берега определяют крутые сбросовые уступы в виде скальных обрывов (эскарпов) высотой во многие десятки метров. Соотношение рельефа берега с плановой ступенчатостью побережья очевидное – к ЮВ от устья Ивановой губы дешифрируется одна из самых крупных ступеней, по которой море заходит вглубь суши, до одной из долин, расположенных параллельно берегу (рис. 3А). Обрывы свидетельствуют о разрушении расположенного ЮВ пологого склона и, соответственно, значительной деструкции здесь края Балтийского щита. Масштабы деструкции несопоставимы с возможностями одной только морской абразии, что говорит о неотектонической предопределенности разрушения берега, которую можно связать с локальным растяжением и разуплотнением пород.

Используя тектонофизические модели, представляется возможным объединить в единый парагенезис правосдвиговые кулисные ряды трещин в разрывах зоны Карпинского и левосдвиговые разрывы, секущие зону и ограничивающие ступени рельефа на побережье.

Как известно, при вращении модели, состоящей из параллельных пластин, происходит их проскальзывание относительно друг друга [21]. В условиях правосдвиговых смещений вдоль торцов модели происходит поворот пластин по часовой стрелке и левосдвиговые смещения на границах пластин (рис. 3Б).

В нашем случае ступенчатость побережья в плане, видимо, ассоциируется с моделью поворота блоков в зоне сдвига на основании характерной угловатой формы и наличия соответствующих смещений на границах ступеней (блоков). Учитывая направление поворота, можно констатировать наличие правосторонних сдвиговых смещений вдоль линеамента Карпинского в исследуемом районе.

Для моделей вращения показано, что в районе торцов блоков могут образоваться зоны растяжения и раскрытия [21] (рис. 3Б). Предполагается, что на местности зоны должны выражаться в структурах погружения и деструкции. В нашем случае участки разрушения побережья, маркируемого сменой пологого склона на обрывистый в районе Ивановой губы, пространственно, как раз, отвечают зонам растяжения на модели. Таким образом, морфоструктурные наблюдения дополняют структурные наблюдения за трещинами, полученные в зонах сдвижения.

Морфоструктурные особенности линеамента Карпинского и зоны Тролльфьорд–Рыбачий–Канин в районе п-овов Рыбачий и Средний также позволяют выявить признаки горизонтальных неотектонических движений вдоль СВ окраины восточной части Балтийского щита в целом (рис. 1А–Б).

Линеамент Карпинского трассируют в этих местах по-разному [17, 22 и др.]. Не вызывает сомнения существование разлома вдоль побережья Кольского п-ова, от устья р. Воронья до Горла Белого моря, где он играет рельефообразующую роль. Именно в здесь он выражен в кристаллических породах широкими зонами сгущения субпараллельных трещин и сбросовыми уступами СЗ простирания. Наблюдения, сделанные в этих местах, описаны выше. Далее к СЗ разлом проводят обычно также вдоль побережья через перемычку между материком и п-овом Средний до Варангер-фьорда [22]. Полевые наблюдения показали, что в районе перемычки линеамент Карпинского выражен совсем иначе. Зоны трещин, параллельной общему простиранию линеамента, здесь не наблюдается, и он представляет собой своеобразную “пилу” из секущих систем трещин. По некоторым из этих систем, нарушающим “бараньи лбы” на значительном расстоянии в десятки и сотни метров, наблюдаются протяженные ступени от десятков сантиметров до нескольких метров высотой, которые могут быть интерпретированы как новейшие сбросы (рис. 2Б).

Разница в морфологии разломной зоны дает возможность предположить, что описанные выше фрагменты разрывов линии Карпинского представляют собой разрывы

разного типа. В одном случае структура разрыва позволяет свободно реализовываться как вертикальным, так и горизонтальным сдвиговым движениям, в другом – свободно реализуются только вертикальные, видимо, сбросовые движения, горизонтальные же возможны только в ограниченных масштабах по трещинам, кулисно расположенным к зоне сдвига.

Простирание ступеней поверхности морского дна и расположение гравитационных и магнитных аномалий делает возможным протянуть разрыв первого типа, подходящий к устью р. Воронья с ЮВ, дальше к СЗ, под акваторию. Он проходит вдоль хорошо выраженного уступа дна немного мористее п-ова Рыбачий и далее вдоль побережья Норвегии (рис. 1А). Видимо, его существование в этих местах подтверждается обширными приразломными складчатыми дислокациями, выявленными на северном окончании п-ова Рыбачий [17]. Второй тип разрыва по пространственным соотношениям оказывается опережающим, отделяющим от основного обширную область опускания, в плане имеющую форму вытянутого разностороннего треугольника (рис. 1А). Треугольная депрессия асимметрична: ее наиболее длинная сторона (~300 км) ограничена вдольбереговой ветвью линеамента Карпинского, СВ сторона прижата к “основному” разрыву линеамента, выраженному уступом морского дна (длина более 200 км). Короткая сторона связана с морфоструктурной ступенью побережья п-ова Варангер и также, возможно, имеет разрывную природу (ее длина менее 100 км). Вершина треугольника, отстоящая от главного разрыва линии Карпинского, образована депрессией Варангер-фьорда.

Пространственная связь главного разрыва линеамента Карпинского и треугольной депрессии позволяет считать депрессию присдвиговой трещиной отрыва, возникающей при горизонтальных движениях по разрыву. Диагональное положение оси депрессии относительно разрыва показывает, что последняя образовалась при левосдвиговых движениях по главному разрыву линеамента Карпинского (рис. 1В). Подобные присдвиговые депрессии соответствующих масштабов известны из литературы [4].

Характер трещиноватости, наблюдаемой вдоль обоих типов разрывов, соответствует кинематическим характеристикам, вытекающим из их расположения. Главный разрыв линеамента Карпинского представлен параллельными общему простиранию разрыва системами трещин, позволяющими реализовываться значительным сдвиговым деформациям. Треугольную депрессию ограничивают опережающие разрывы сбросового типа, по которым возможны в основном вертикальные сбросовые движения. Левосторонние кулисные ряды трещин, установленные нами вдоль линеамента Карпинского в районе между Ивановой губой и мысом Св. Нос, видимо, связаны с левым сдвигом, выраженным в морфоструктуре.

В выделенном морфоструктурном парагенезе разрыва и депрессии существует геоморфологическая аномалия – глубоко выдающиеся в сторону моря п-ова Рыбачий и Средний, образующие поднятие. Это поднятие разделяет треугольную депрессию посередине. Возможное объяснение его существования – при главном разрыве существуют две треугольные области опускания, расположенные одна за другой, а поднятие – останец между ними. Однако можно предложить и другую интерпретацию.

Рассматривая зону Тролльфьорд–Рыбачий–Канин в плане с СЗ на ЮВ, можно заметить, что она после сравнительно прямолинейного участка в районе п-овов Средний и Рыбачий образует изгиб в сторону Балтийского щита (рис. 1Б). К ЮВ от него зона отступает в сторону Баренцевской плиты и уходит в ЮВ направлении почти параллельно побережью Кольского п-ова. Выступающая часть зоны дугой охватывает две основные морфоструктуры: поднятие, маркируемое п-овом Рыбачий и сложно построенную депрессию морского дна (имеющую размах рельефа до 250 м) к востоку от полуострова. Морфоструктуры образуют своеобразную пару. При этом поднятие прижато к З ограничению выступа, а депрессия – к ЮВ.

Из тектонофизических исследований известно, что при сдвиговых деформациях вдоль непрямого разрыва в местах изгибов закономерно образуются зоны сжатия и растяжения (рис. 1В), которые в рельефе могут выражаться поднятиями и депрессиями [5]. Тесная пространственная связь зоны Тролльфьорд–Рыбачий–Канин и выделенных морфоструктур позволяет предположить их парагенетические взаимоотношения, а закономерное сочетание областей поднятия и прогибания в местах изгибания разрыва восстановить левосдвиговые смещения по зоне в соответствии с тектонофизической моделью.

Наличие зоны сжатия в районе 3 и ЮЗ обрамления п-ова Рыбачий структурно подтверждается существованием в этих местах в рифейском чехле многочисленных надвигов. Надвиги значительной амплитуды (в километры) выделяются по геофизическим данным. Их сместители падают под полуостров в общем СВ направлении [13]. Морфоструктурную роль этих дизъюнктивов и, соответственно, новейшую активность установить сложнее. Возможно, некоторым признаком их рельефообразующего развития является общий наклон поверхности п-ова Рыбачий в СВ направлении, в отличие от п-ова Средний.

Разрывы (надвиги) зоны Тролльфьорд–Рыбачий–Канин на поверхность выходят в районе перемычки между п-овами Средний и Рыбачий. Как в обнажениях, так и по результатам бурения, в рифейских терригенных и интрузивных породах здесь установлены широкие, в сотни метров, зоны дислокаций, тектонического дробления и милонитизации, а также сгущения малоамплитудных взбросо-надвигов. Таким образом, морфоструктурные наблюдения позволяют автору собрать данные, свидетельствующие в пользу наличия горизонтальных движений вдоль линеамента Карпинского и границы Тролльфьорд–Рыбачий–Канин между Балтийским щитом и прилегающей Баренцевской плитой.

Причину левосторонних движений можно понять, в частности, исходя из концепции общего движения Восточно-Европейской платформы в ЮВ направлении относительно своего обрамления, признаки которого в предположительном ключе обосновывал М.Л. Копп [2]. Однако в природе, вдоль линеамента Карпинского, наблюдаются признаки и правосторонних смещений, выраженные как кулисными рядами трещин, так и морфоструктурным парагенезом поворачивающихся блоков. Такие проявления деформаций противоположной направленности свидетельствуют о том, что процесс взаимодействия платформ носил сложный характер, и в исследуемом районе проявлялись тектонические движения, имеющие другой характер. Решение вопроса нуждается в дополнительных исследованиях.

Обобщение результатов

Морфоструктурные исследования проводились в районе сочленения Восточно-Европейской и Западно-Арктической платформ у сближенных в пространстве линейных тектонических зон – Тролльфьорд–Рыбачий–Канин и линеамента Карпинского.

Структурные наблюдения показали наличие в кристаллических породах у линеамента Карпинского рядов кулисных трещин, отвечающих как правосторонним, так и левосторонним сдвиговым движениям. В юго-восточной части исследуемого района, примерно от Ивановской губы и до мыса Св. Нос, в частности в районе губы Савиха наблюдаются левосторонние смещения по оперяющим, по отношению к вдольбереговому (входящим в линеамент Карпинского) разрывам. Такие смещения отвечают повороту блоков земной коры в этих местах по часовой стрелке. Существующие морфоструктурно-кинематические особенности побережья (поворот блоков по часовой стрелке) отвечают правосторонним смещениям по расположенному вдоль побережья линеаменту Карпинского.

В СЗ части исследованной территории, в районе п-овов Рыбачий и Средний вдоль линеамента Карпинского, расположена крупная область опускания треугольной

формы, которая вдаётся в область суши (Балтийский щит). Морфоструктура может быть ассоциирована с присдвиговой депрессией, её асимметричная форма (длинная ось расположена под острым углом к линеamentу) свидетельствует о левосторонних движениях вдоль него.

Раздел между фундаментом Восточно-Европейской и Западно-Арктической платформами (зона Тролльфьорд–Рыбачий–Канин) имеет изогнутую в плане форму. Он протягивается примерно вдоль побережья Кольского п-ова, но в районе п-овов Средний и Рыбачий образует хорошо выраженный изгиб, приближаясь к материковой суше. Полуострова оказываются прижатыми к одной стороне изгиба, а депрессия, наблюдаемая вблизи полуостровов в рельефе морского дна, – к другой. Ассоциация природной ситуации с тектонофизической моделью, описывающей появление областей сжатия и растяжения у изогнутого сдвига, позволяет реконструировать левосторонние горизонтальные перемещения вдоль линии раздела фундаментов.

Левосторонние движения находят свое объяснение с позиций взглядов об общем движении Восточно-Европейской платформы в ЮВ направлении относительно своей рамы [2]. Причины правосторонних нуждаются в дополнительных исследованиях. Существование следов обоих типов движений (левосторонних и правосторонних) свидетельствует о сложной картине развития тектонических режимов во времени в одних и тех же местах. Таким образом, морфоструктурные наблюдения для разных масштабных уровней подтверждают наличие горизонтальной составляющей неотектонических движений в районе сочленения Восточно-Европейской и Западно-Арктической платформ².

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Леонов М.Г.* Внутренняя подвижность фундамента и тектогенез активизированных платформ // *Геотектоника*. 1993. № 5. С. 16–33.
2. *Котт М.Л.* Мобилистическая неотектоника платформ Юго-Восточной Европы // *Тр. ГИН РАН*. Вып. 552. М.: Наука, 2004. 340 с.
3. *Зыков Д.С.* Новейшая геодинамика Северо-Карельской зоны (Балтийский щит) // *Тр. ГИН РАН*. Вып. 534. М.: ГЕОС, 2001. 146 с.
4. *Котт М.Л.* Структуры латерального выжимания в Альпийско-Гималайском коллизийном поясе // *Тр. ГИН РАН*. Вып. 506. М.: Науч. мир, 1997. 313 с.
5. *Reading H.G.* Characteristics and recognition of strike-slip fault systems // *Spec. Publ. Int. Ass. Sediment*. 1980. № 4. Р. 7–26.
6. *Костенко Н.П., Макарова Н.В., Корчуганова Н.И.* Выражение в рельефе складчатых и разрывных деформаций. Структурно-геоморфологическое дешифрирование аэрофотоснимков, космических снимков и топографических карт. М.: Изд-во МГУ, 1999. 120 с.
7. *Зыков Д.С.* К методике детальных геодинамических реконструкций новейшего этапа по геоморфологическим признакам // *Геоморфология*. 1999. № 2. С. 34–42.
8. *Расцветаев Л.М.* Парагенетический метод структурного анализа дизъюнктивных тектонических нарушений // *Пробл. структурной геологии и физики тектонич. процессов*. Ч. II. М.: ГИН РАН, 1987. С. 173–235.
9. *Геоморфология Карелии и Кольского полуострова* / В.Г. Легков, Б.Н. Можаяев. Л.: Недра, 1977. 183 с.
10. Карта новейшей тектоники СССР и сопредельных территорий. М-б 1:5000000 / Н.И. Николаев. Л.: ВСЕГЕИ, 1980.
11. Карта новейшей тектоники Северной Евразии. М-б 1:5000000 / А.Ф. Грачев. МПР РФ, РАН, 1997.

² Выражаю благодарность А.А. Никонову и А.А. Лукашову за ценные замечания, способствовавшие улучшению работы.

12. Строение литосферы российской части Баренц-региона / Н.В. Шаров. Петрозаводск: Изд-во КНЦ РАН, 2005. 318 с.
13. Балувев А.С., Журавлев В.А., Терехов Е.Н., Пржиялговский Е.С. Тектоника Белого моря и прилегающих территорий (объяснительная записка к "Тектонической карте Белого моря и прилегающих территорий м-ба 1:1500000") / М.Г. Леонов. М.: ГЕОС, 2012. 104 с.
14. Тектоническая карта Баренцева моря и северной части Европейской России. М-б 1:2500000 (с объясн. зап.) / Н.А. Богданов, В.Е. Хаин. М.: ПК "Картография", 1996. 94 с.
15. Авенариус И.Г. Морфоструктурный анализ при изучении культурного и природного наследия Западно-Арктического региона России. М.: Paulsen, 2008. 187 с.
16. Митяев М.В. Морфотектоника и позднечетвертичная история формирования Мурманского побережья и прилегающего шельфа Баренцева моря: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. М.: МГГА, 2001. 22 с.
17. Лукашов А.А., Романенко Ф.А. Характер и морфодинамика дизъюнктивного северо-восточного ограничения Балтийского щита ("линии Карпинского") // Тектоника и геодинамика складчатых поясов и платформ фанерозоя / Мат-лы XLIII тектонич. совещ. М.: ГЕОС, 2010. Т. 1. С. 430–434.
18. Ассиновская Б.А. Механизмы очагов землетрясений северо-восточной части Балтийского щита // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1986. № 1. С. 101–105.
19. Никонов А.А., Николаева С.Б. Линеамент Карпинского на границе Фенноскандинавского кристаллического щита и Баренцевой плиты как активная тектоническая и сейсмическая зона // Активные разломы и их значение для оценки сейсмической опасности: современное состояние проблемы / Мат-лы XIX науч.-практич. конф. с междунар. участием. Москва 7–10 апреля 2014. С. 232–237.
20. Никонов А.А. Сильнейшее на Мурманском побережье историческое землетрясение (по преданиям двинских поморов) // Геодинамика и экология Баренц-региона в XXI веке / Мат-лы Всерос. совещ. памяти Ф.Н. Юдахина. Архангельск. 14–16 сентября 2014. С. 189–192.
21. Freund R. Rotation of strike-slip faults in Sistan, southeast Iran // Journ. Geology. 1970. V. 78. P. 188–200.
22. Международная тектоническая карта Европы и смежных областей. М-б 1:2500000 / А.А. Богданов, В.Е. Хаин. М.: ГУГК, 1981.

Поступила в редакцию 09.07.2014

THE GEOMORPHOLOGICAL INDICATIONS OF HORIZONTAL NEOTECTONIC MOVEMENTS ALONG THE BOUNDARY BETWEEN BALTIC SHIELD AND WEST-ARCTIC PLATFORM (MURMANSK REGION)

D.S. ZYKOV

Summary

Horizontal component of neotectonic movements in platform conditions can be identified by comparing the morphostructural pattern of the region with the known structural models of horizontal deformations. Through the juncture of the Baltic shield and Barents plate, which is the part of the Western Arctic platform the two sutures pass: Karpinsky lineament – latitudinal zone of discontinuities, by which crystalline basement is dipping step by step seaward and thrust-shear structure Trollfjord–Rybachiy–Kanin. Characteristic features for this area are as follows: concentration of cracks, bearing tectonic mirrors and furrows slip, faults and near-fault deformations, manifested by the valleys and canyons, and the steps of relief, the formation of which cannot be explained by selective denudation of the substrate. The epicenters of earthquakes are numerous here. By the geological data the morphostructures were distinguished here with the indications of rotations of blocks, leading to the subsidences in the areas of stretching and shears along an echelon faults and also movements in mutually antithetic directions – right and left strike-slips of unknown age. Antithetic movements along the plate boundaries can be explained by the complex nature of the interaction of the East European platform with its frame.

Keywords: neotectonics, morphostructures, horizontal motions, Karpinsky lineament, Trollfjord–Rybachiy–Kanin zone.

doi:10.15356/0435-4281-2015-3-27-38