

Научные сообщения

УДК 551.432→551.24(470.11 + 470.22)

© 2007 г. Д.С. ЗЫКОВ, С.Ю. КОЛОДЯЖНЫЙ

**ПРИЗНАКИ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ
НА ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ОКРАИНЕ БАЛТИЙСКОГО ЩИТА¹****Введение**

Благодаря возможностям геоморфологических методов вертикальные движения на новейшем тектоническом этапе развития территории Балтийского щита и окраины Восточно-Европейской платформы хорошо изучены. Подробно описаны признаки их проявления в рельефе и отложениях, составлены соответствующие карты [1, 2 и др.]. В то же время сведения о локальных горизонтальных новейших перемещениях встречаются достаточно редко [3, 4 и др.]. В последнее время появились обобщения на эту тему для различных участков Восточно-Европейской платформы [5, 6]. В них предложены методические рекомендации по выявлению морфоструктур, связанных с горизонтальными движениями, а также доказывається широкое развитие их в пределах платформы. Однако полученные результаты оставляют широкое поле деятельности для методических разработок и морфоструктурно-кинематических реконструкций, касающихся процессов горизонтального перемещения геомасс. В частности, интересно рассмотреть развитие геологической структуры участков платформы, делая акцент не столько на массовом проявлении разрывов разных типов, сколько на взаимосвязанных движениях и объемных деформациях геологических тел (интрузивных массивов, геоблоков и т. д.). О наличии таких деформаций в земной коре для плитного этапа развития платформ (включая и новейший этап) подробно говорится в работе М.Г. Леонова [7]. В этой публикации для кристаллических комплексов фундамента платформ разобраны примеры перемещений и объемных квазипластических деформаций геологических тел, показывающие, что консолидированное основание платформ не так уж жестко и неподвижно. Сделаем попытку провести подобный анализ для юго-восточной окраины Балтийского щита в районе кряжа Ветреный Пояс (ВП).

Основные особенности района

Рассмотрим основные геоморфологические особенности территории, опираясь на опубликованные работы [1, 2, 8], а также на собственные наблюдения (рис. 1).

В северной части изученного района вдоль южного берега Онежской губы Белого моря развита морская аккумулятивная равнина – обширная заболоченная низина, полого наклоненная в сторону моря. Ее поверхность в приморской части преимущественно ровная, местами незначительно осложнена речными и морскими террасами и береговыми валами. При отдалении от берега и подходе к обрывам кряжа ВП на рав-

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты № 07-05-01158 и 06-05-64848) и научной школы Ю.Г. Леонова (НШ-7559.2006.5).

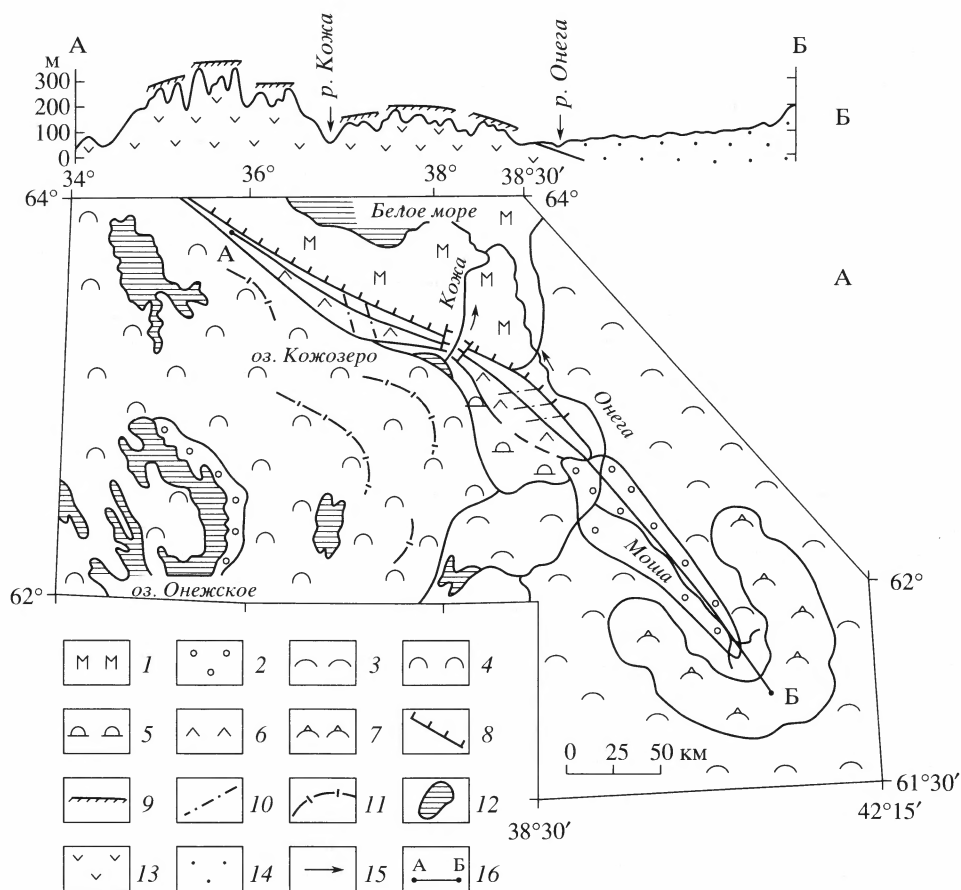


Рис. 1. Геоморфологические особенности юго-восточной части Балтийского щита и его обрамления (А) и геолого-геоморфологический профиль по оси кряжа Ветренный Пояс (Б)

Равнины: 1 – морская аккумулятивная, развитая преимущественно по архейским кристаллическим породам, 2 – плоские или плосковолнистые озерно-аллювиальные, маркирующие понижения рельефа, 3 – пологоволнистая или плоская ледниковая и водно-ледниковая, развитая по породам чехла, 4 – пологоволнистая или плоская ледниковая и водно-ледниковая, развитая по кристаллическим породам преимущественно архейского возраста, 5 – пологоволнистая или плоская ледниковая и водно-ледниковая развитая по вулканогенно-осадочным породам Ветреного Пояса, 6 – денудационная грядово-увалистая и увалистая, развитая по вулканогенно-осадочным породам Ветреного Пояса, 7 – наиболее приподнятые участки пологоволнистой ледниковой и водно-ледниковой равнины, развитой по породам чехла, 8 – сравнительно крутые склоны кряжа Ветренный Пояс; 9 – вероятное положение поверхностей выравнивания, реконструируемых по вершинам кряжа Ветренный Пояс (условно показано выше вершин); линеаменты: 10 – рельефообразующие трещинной природы, 11 – подчеркивающие структурные особенности коренных пород; 12 – водные поверхности; породы: 13 – вулканогенно-осадочные Ветреного Пояса, 14 – осадочные чехла; 15 – направление течения рек, 16 – положение геолого-геоморфологического профиля

нине появляются пологие холмы, отражающие неглубоко погребенные выступы коренных пород, и небольшие гряды флювиогляциального происхождения. Этот рельеф создан денудацией, срезавшей докембрийские складчатые структуры, и аккумулятивными процессами, связанными в основном с существованием морского бассейна.

Кряж Ветренный Пояс протягивается более чем на 230 км с СЗ на ЮВ, при макс. ширине в средней части около 20 км. В рельефе он представлен серией вытянутых по простиранию кряжа узких гряд длиной до нескольких километров каждая. В осевой

части последних наблюдаются протяженные (десяtkи и сотни метров) обнажения коренных пород, заглаженные ледником и, местами, разваленные на крупные глыбы. Пространства между грядami широкие, пологие, покрыты озерно-болотными, моренными и флювиогляциальными отложениями при неглубоко залегающем субстрате. Наиболее высокие вершины с абс. высотами около 300 м поднимаются над межгрядовыми понижениями до 100 м. В водораздельной части кряжа берут истоки небольшие реки. В целом эту местность можно назвать денудационной грядово-холмистой и увалистой равниной.

Северный склон кряжа, обращенный к морю, ступенчат и изрезан долинами многочисленных рек. Уклоны поверхности нарастают при приближении к кряжу. Обнажения коренных пород в обрывах ступеней протягиваются на сотни метров при высоте до 10 м. Местами коренные блоки несут следы отсадки от стен и разваливаются на глыбы. Южный склон, начинающийся сразу за подножиями вершинных гряд, представляет собой приподнятое над приморской равниной плато, слабо наклоненное в южном направлении от оси кряжа. На пологоволнистой поверхности плато широко развиты камы и моренные холмы.

Между кряжем и Онежским озером, местами встречаются современные плоские озерные равнины и плосковолнистые равнины ледниковых и послеледниковых озер. Плосковолнистая равнина развита также по обоим берегам р. Моша. Она маркирует депрессию рельефа, расположенную на продолжении кряжа ВП и имеющую размеры примерно 55 на 15 км (рис. 1). В ее пределах наиболее интенсивно развиваются болота. Депрессия окружена подковообразной в плане пологой возвышенностью, пологоволнистая вершина которой не отличается от окружающих территорий. Бурением это поднятие прослежено и по кровле дочетвертичных пород [9].

Специальных работ по неотектонике Ветреного Пояса нет, однако ограниченная информация по этому вопросу присутствует во многих публикациях, посвященных неотектонике севера России [1, 2, 4, 8, 9 и др.]. Практически все исследователи считают кряж неотектоническим поднятием с умеренными амплитудами, а его рельеф, соответственно, денудационно-тектоническим. Считается, что субгоризонтальные поверхности гребней несут на себе остатки палеогенового пенеплена, расчлененного в неогене в процессе новейшего поднятия. По данным повторных нивелировок кряж выделяется на фоне окружающих равнин как область слабых поднятий [10].

В геологическом отношении район исследования упрощенно может быть разделен на юго-восточную окраину Балтийского щита и прилегающую область Восточно-Европейской платформы, перекрытую осадочным чехлом. Рассмотрим в общих чертах геологические особенности территории, опираясь на обобщающие работы [11–13].

Наиболее древние в исследуемой части щита – архейские гранит-зеленокаменные комплексы Карельского массива и гранитогнейсовые ассоциации Беломорского пояса слагают мегаблоки земной коры (рис. 2). В пределах этих геоструктур широкие ареалы занимают выходы различных гнейсов, гранитов, мигматит-гранитов и гранодиоритов. В виде обособленных поясов развиты верхнеархейские зеленокаменные толщи метаморфизованных осадочно-вулканогенных пород. Наиболее протяженный пояс такого типа прослеживается вдоль южной периферии кряжа. Архейские комплексы осложнены многочисленными дизъюнктивно-пликативными структурами, различных стадий деформаций. Наиболее поздняя из них, дугообразная в плане, расположена южнее кряжа ВП и подчеркнута плавным изгибом гнейсовидности и складчато-разрывных структур ранних генераций, поверхности которых круто падают к северо-востоку. В целом структура представляет собой горизонтальную мегаскладку с круто погружающимся в том же направлении шарниром. Ее замковая часть отчетливо переживает кряж примерно посредине (рис. 2).

Нижнепротерозойские вулканогенно-осадочные образования слагают расположенную на юго-западе исследуемого района Онежскую мульду и сложно дислоцированную синформу, значительная часть которой пространственно совпадает с Ветреным Поясом. В строении последней участвуют метаморфизованные вулканогенные и оса-

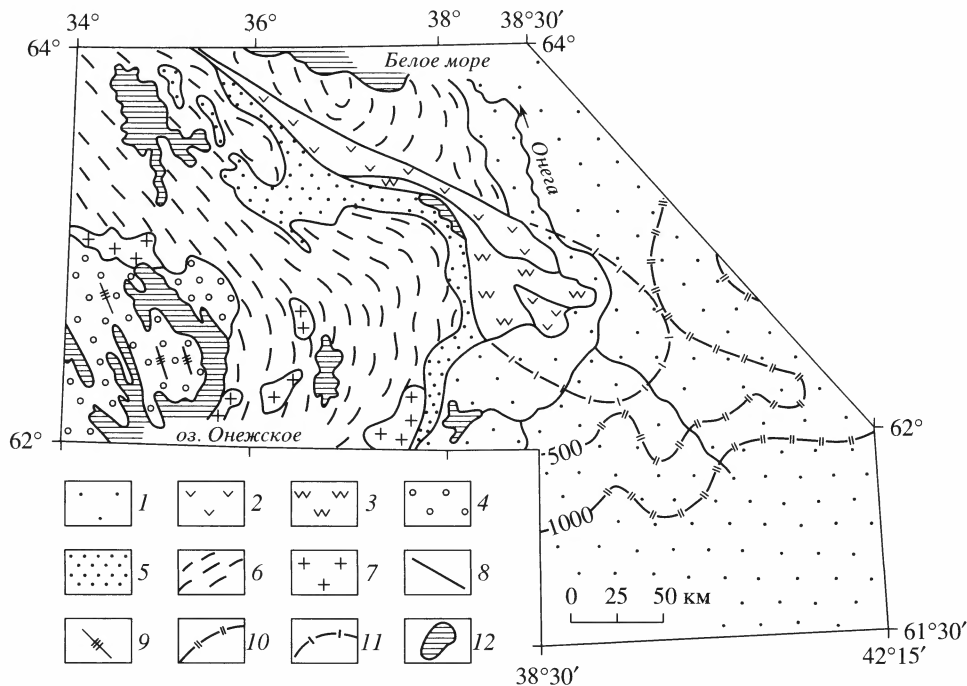


Рис. 2. Геологическая схема юго-восточной части Балтийского щита

1 – палеозойский чехол; породы нижнего протерозоя: 2 – преимущественно вулканогенные свиты Ветреного Пояса, 3 – преимущественно вулканогенные Виленгской свиты, 4 – вулканогенно-осадочные Заонежской свиты; 5 – верхний архей – вулканогенные и осадочные метаморфизованные породы, 6 – архей нерасчлененный – преимущественно гнейсы и амфиболиты, 7 – нижнепротерозойские интрузии кислого и основного состава, 8 – региональный взброс, 9 – оси складок, 10 – изолинии рельефа поверхности фундамента, 11 – контуры массива вулканогенно-осадочных пород под осадками чехла, 12 – водоемы

дочные породы, объединенные в несколько свит, обнажающихся полосами, соответственно северо-западному простиранию крыжа. Из этих свит для нашего исследования наиболее важна свита Ветреного Пояса, сложенная преимущественно базальтами и коматитами, так как она составляет большую часть крыжа и играет важную роль в рельефообразовании. Протерозойские толщи Онежской мульды осложнены гребневидной складчатостью и разрывами северо-западного простирания. В пределах крыжа эти породы образуют чешуйчато-складчатую структуру, плоскостные элементы которой (сланцеватость, разрывы) чаще круто падают к северо-востоку. По северо-восточной окраине ВП развит наиболее крупный на данной территории взбросо-надвиг (главный взброс ВП), по которому архейские породы Беломорского пояса взброшены на протерозойские толщи ВП [13] (рис. 2).

Особенно подробно охарактеризуем элементы геологического строения, необходимые для исследования. Нижнепротерозойский комплекс вулканогенно-осадочных пород в районе крыжа образует массив, имеющий в плане каплевидную, расширяющуюся к юго-востоку форму. Согласно геофизическим данным, вулканы свиты Ветреного Пояса мощностью около 5 км ограничены разрывами, проникающими в породы архейского основания [13]. Изолинии поверхности фундамента под чехлом окраины платформы в плане образуют выступ (Онежский), расположенный на продолжении массива вулканитов крыжа.

Как показывают наши исследования, в западной и восточной частях ВП вулканогенные толщи не монолитны, а разбиты многочисленными и широкими зонами текто-

нического рассланцевания и дробления. Были выявлены сдвиговые, взбросо-сдвиговые и надвиговые нарушения. На их поверхностях отмечаются борозды скольжения хорошей сохранности, а также многочисленные пологие субслоистые срывы.

Породы чехла начинаются с терригенных толщ венда незначительной мощности, плащ которых наблюдается преимущественно севернее ВП, на приморской равнине. Залегающие выше по разрезу девонские терригенные и каменноугольные терригенно-карбонатные породы, также имеют незначительную мощность на окраине щита. Основная структура осадочного чехла – пологая моноклиналь с падениями к юго-западу, от щита. Местами она отчетливо осложнена разрывами и связанными с ними пологими складками приразломной природы.

Методика исследований

На исследуемой территории совместно рассматривались особенности рельефа и геологическая структура. Морфоструктурный рисунок района анализировался с позиций соответствия известным тектонофизическим моделям деформации геологической среды.

В результате были построены структурно-кинематические модели неотектонического развития региона. Отдельным наиболее интересным узлам уделялось в ходе полевых работ особое внимание. Подобная методика общепринята для изучения горизонтальных движений в тектонически активных районах. Для платформенных территорий она находится в стадии разработки и пока еще не общепризнанна.

В данной работе использовались не только топографические карты и космоснимки, но и цифровые модели рельефа ([http://www. Computamaps.com.edcdaac.usgs.gov/gtopo30](http://www.Computamaps.com.edcdaac.usgs.gov/gtopo30)) с обработкой по программе А.И. Иоффе². Эта программа позволяет подбирать цветовую гамму (в черно-белом варианте), дающую возможность выделять определенные уровни рельефа, притушевывая остальные. В результате выявляются особенности строения рельефа, плохо заметные на обычной топографической карте.

Для лучшего понимания морфоструктуры участков иногда строятся простейшие блокные карты, на которых рельеф генерализуется, границы, проведенные по основным водотокам и уступам, спрямляются. Получившимся блокам присваиваются высотные параметры, статистически наиболее характерные для их поверхности.

Фактический материал

Кряж Ветреный Пояс – наиболее отчетливо выраженная в рельефе положительная морфоструктура в районе исследований, в плане отчетливо делится на области – северо-западную и юго-восточную.

Северо-западная область имеет линзовидную, слабо изогнутую форму и узким хвостом обращена на северо-запад. Ее размеры примерно 90 × 15 км, а максимальные высоты превышают 300 м (г. Оловгора – 345 м). Хорошо выражены в рельефе участки выходов на поверхность вулканогенных пород свиты Ветреного Пояса. Небольшие прямолинейные водотоки подчеркивают субмеридиональные системы трещиноватости, простирающиеся диагонально к оси кряжа. Блоковая карта, построенная для этой области, показывает ее деление на две части (в плане). На крайнем северо-западе гребни кряжа протягиваются ровной полосой, в то время как на юго-востоке, в районе приближенном к сужению всей северо-западной части, в полосе максимальных высот появляется отчетливое раздваивание – гребни резко отклоняются к северо-востоку (рис. 3).

Юго-восточная область также в плане имеет вид линзы, однако значительно более широкой – до 30 км при длине около 70 км. В целом эта часть более низкая, высоты только местами превышают 200 м (г. Сиверка – 271 м). Возвышенности мельче и расстояния между ними больше, чем в северо-западной области кряжа. Прямолинейные

² Авторы выражают большую признательность А.И. Иоффе за помощь в работе с цифровыми картами рельефа.

русла рек и ручьев подчеркивают субширотную систему трещиноватости, диагональную к простиранию кряжа.

Обе области кряжа разделены понижением, занятым порожистой долиной р. Кожа и депрессией оз. Кожозеро. Само озеро имеет вытянутую изогнутую форму и достигает 30 км в длину и 5–6 км в ширину. Долина, его вмещающая, аналогична по форме и примерно в два раза больше по размерам. Треугольная в плане долина р. Кожа расширяется в сторону приморской равнины. По берегам реки многочисленны скальные выходы.

На геоморфологическом профиле, построенном вдоль водораздела кряжа, хорошо заметна высотная разница двух его областей и видно, что по его вершинам можно выделить генерализованные крупные ступени, вероятно, отвечающие или этапам выравнивания, или активности разрывов, разбивших первично единую поверхность выравнивания на блоки в процессе неравномерного поднятия (рис. 1).

Самая крупная в этом районе р. Онега дугой, огибает юго-восточное окончание кряжа. Это северная равнинная река шириной от десятков до первых сотен метров с чередованием участков быстрого и медленного течения. Ширина долины варьирует от сотен метров до первых километров. Водоразделы обычно заняты всхолмленной флювиогляциальной или моренной равниной.

Полевое изучение русла этой реки в среднем ее течении (от с. Конеево до с. Ярнема) позволило сделать наблюдения, свидетельствующие о новейшей активности территории. Условно, исследованную часть реки можно разбить на три участка: южный – от с. Конеево до точки примерно в 15 км выше впадения р. Моша (длиной примерно 30 км); средний – от этой условной точки до с. Макромусы (примерно 65 км); северный – от с. Макромусы до с. Ярнема (45–50 км).

На протяжении южного и среднего участков река имеет равнинный облик и течет среди широкой долины. В целом, глубина вреза почти не меняется.

В долине наблюдается выдержанная лестница террас с ровными широкими поверхностями и четко выраженными уступами от первых до десятков метров высотой. Террасы повсеместно сложены однообразным песчано-глинистым, реже песчано-галечным аллювием, сравнительно непрочным и легко поддающимся размыванию. Некоторое изменение строения долины происходит только у слияния с р. Моша, где долина расширяется, и наблюдается отступление наиболее высоких террас.

На южном участке наиболее высоким, подмываемым берегом является правый – восточный берег, где расположены редкие сравнительно небольшие обнажения известняков. Их выходы совпадают с появлением порожистых участков в русле. Основные левые притоки в своих верховьях текут не как главная река, с юга на север, а в обратном направлении, несмотря на то, что самые высокие части кряжа находятся далеко и отделены от левобережной равнины субширотным притоком.

Меандры на этом участке реки местами отличаются необычным строением. Их высокий обрывистый берег расположен на внутренней стороне меандры, пологий – на

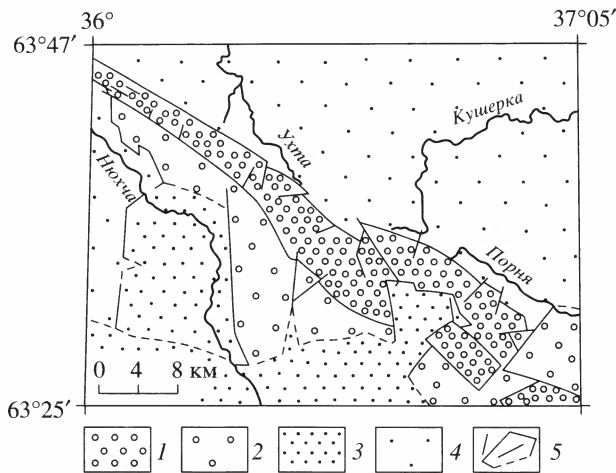


Рис. 3. Блоковая карта северо-западной части кряжа Ветренный Пояс

Преобладающие высоты участков рельефа: 1 – наиболее высокие в основном выше 200 м, 2 – 170–200 м, 3 – примерно 140–170 м, 4 – менее 170 м; 5 – границы блоков и линементы трещинной природы

внешней стороне. Необходимо отметить также, что в целом, ширина пояса меандрирования сравнительно невелика на этом участке р. Онега, несмотря на ее равнинный характер и непрочность аллювиальных пород, слагающих долину практически повсеместно.

Для среднего участка характерно отсутствие постоянной прямой корреляции между появлением коренных обнажений в берегах реки и порожистых ее участков.

К северному отрезку р. Онеги близко подходит кряж ВП, что и сказывается на облике речной долины. Река здесь порожиста и имеет быстрое течение; обрывистые берега достигают высоты 25–35 м и местами образуют настоящие каньоны. В бортах наблюдаются скальные выходы преимущественно известняков, возвышающиеся над осыпью на 5–20 м. Интересной особенностью является появление участков быстрого течения реки в местах, где она на значительном протяжении пропиливает не только коренные породы, но и сравнительно мощные моренные накопления, представленные сравнительно непрочными суглинками с редкими включениями валунов.

Обсуждение результатов

Особенности строения долины р. Онега, на участке расположенном к югу от кряжа ВП, в пределах равнины, свидетельствуют о миграции реки к юго-востоку. Отчасти это можно объяснить воздействием силы Кариолиса, отчасти, видимо, включением окружающий кряж равнины в поднятие, сопровождаемое отжиманием реки от кряжа.

Наличие в пределах широкой долины, сложенной песчано-глинистым, легко размываемым материалом сравнительно узкой полосы меандрирования, а также признаков ее продолжающегося сужения, также свидетельствует в пользу втягивания в поднятия территорий на периферии кряжа.

Об этом же свидетельствует и следующий факт. На левом берегу р. Онега, на широкой равнине, вдалеке от самых высоких частей, основные притоки, текут примерно с севера на юг, против течения основной реки. Создается впечатление, что они “чувствуют” слабые поднятия, распространяющиеся от водораздела кряжа.

Как отмечалось, появление выходов известняков в берегах реки не обязательно коррелируется с ее порожистыми участками. Это свидетельствует о второстепенной роли литологических неоднородностей при образовании порогов и наличии дополнительного фактора, которым, видимо, являются локальные новейшие движения.

Антецедентный каньоновидный облик долины р. Онега с обилием скальных выходов по берегам, быстрое течение, порожистое русло – указывают на новейшее поднятие кряжа. Особенно показательны в этом плане участки быстрого течения воды в местах развития рыхлых, легко размываемых моренных толщ на окраине поднятия.

Максимальные высоты связаны с выходами свиты Ветреного Пояса. Однако эта закономерность проявляется по-разному. В своей северо-западной части кряж значительно выше, чем в юго-восточной, несмотря на сходное геологическое строение, что указывает на разноамплитудные новейшие тектонические движения вертикальной направленности.

В целом все перечисленные факторы свидетельствуют о продолжающемся росте кряжа и о вероятной проградации поднятия к юго-востоку (речь может идти предварительно только о вертикальных движениях), с включением в область воздымания окружающих кряж районов. Полученные данные подтверждают и немного дополняют уже известную по литературным данным картину.

Однако ряд данных позволяет с осторожностью, учитывая новизну и неразработанность проблемы, ставить также вопрос о наличии признаков и горизонтальных движений. Остановимся сначала на предположении существования подобных движений в целом для Балтийского щита и конкретно для его юго-восточной части.

Установлено, что в разных районах щита решения очагов землетрясений указывают на наличие горизонтальной компоненты деформаций [14]. Замеры напряженного состояния в массивах пород показывают преобладание горизонтальных напряжений

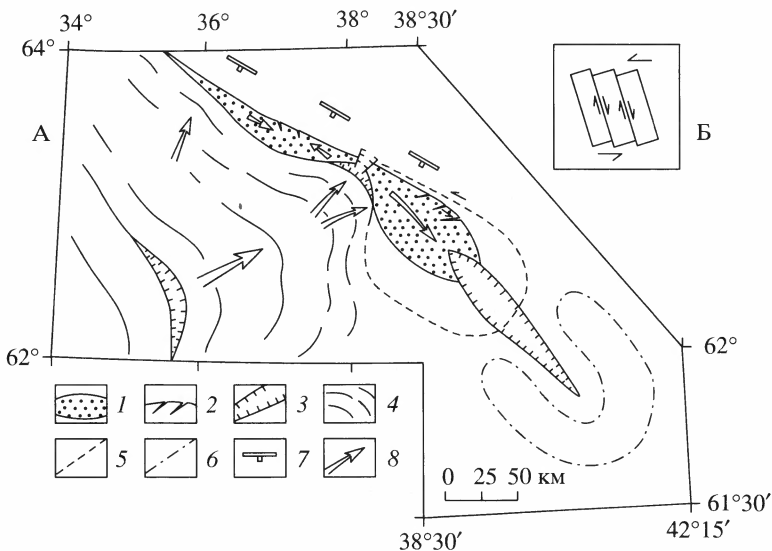


Рис. 4. Неотектоника района края Ветреный Пояс

А – структурно-кинематическая схема неотектонического развития, Б – модель сдвига по принципу структуры “домино”.

1 – приподнятая в рельефе активизированная часть массива вулканогенно-осадочных пород ВП; области: 2 – растрескивания массива ВП, 3 – относительного растяжения и проседания; 4 – сланцеватость кристаллических пород; контуры: 5 – массива ВП, 6 – поднятия; 7 – тектонический упор, 8 – направления перемещений горных масс

над вертикальными [4]. Предпосылками для горизонтальных движений в районе ВП являются развитие морфоструктур, связанных с горизонтальными деформациями, описанными ранее в районе, расположенном юго-западнее края [5], а также наличие сдвиговых и надвиговых структур в массиве пород края.

Как уже отмечалось, архейские породы юго-западнее края образуют в плане крупную горизонтальную мегаскладку. Некоторые признаки свидетельствуют о неотектонической активизации в пределах этой структуры, имеющей не только вертикальную, но и горизонтальную компоненты перемещений (рис. 1, 2, 4).

Повенецкий и Заонежский заливы Онежского озера в плане образуют дугу длиной примерно 100 км при ширине 10–20 км. Анализ геологических материалов показывает, что депрессия, занятая заливами, пространственно не связана с какими-либо комплексами пород и не может быть объяснена избирательной денудационной препарировкой толщ разной прочности. На геологических картах и космических снимках видно, что дуга залива отчетливо сечет структуры протерозойских толщ, в пределах которых она расположена. В то же время дуга конформна изгибу структур архейских пород, подстилающих протерозойские породы, и в целом расположена в ядре рассмотренной выше горизонтальной мегаскладки (рис. 2). Особенности геолого-геоморфологического строения района позволяют говорить о новейшем подновлении деформации изгиба в архейских толщах и связывать образование депрессии в замке мегаскладки с эффектом растяжения в области замкового отслаивания, благодаря которому архейская структура как бы “просвечивает” сквозь протерозойские толщи и отражается в рельефе поверхности.

Рассмотрим вероятные признаки горизонтальных движений в районе края Ветреный Пояс.

Структуры горизонтальной мегаскладки от оз. Онежское на северо-восток отчетливо прослеживаются вплоть до края (рис. 1, 2). Ее северное крыло, имеющее не-

большое осложнение в виде слабо выраженного замка как бы прижимает выклинивающуюся северо-западную часть массива к Беломорскому блоку. Южнее, в районе максимального изгиба мегаскладки, выступающая замковая часть пережимает кряж почти пополам (рис. 1, 2). В этом месте расположена депрессия оз. Кожозера, имеющая линзовидно-изогнутую форму, соответствующую изгибу структур в замке складки. Эта новейшая морфоструктура, по аналогии с дугой Повенецкого и Заонежского заливов, также может быть связана с локальным неотектоническим растяжением в области замкового отслаивания. Долина р. Кожа, пересекающая кряж в районе максимального пережима, имеет треугольную форму, с расширением к северо-востоку, борта ее нередко обрывистые. Подобная форма по своему облику и местоположению может быть интерпретирована как “горизонтальный грабен” (по [6]), связанный с новейшим растрескиванием и раздвиганием кряжа ВП в месте подхода к нему активизированной архейской мегаскладки. Воздействие горизонтального давления со стороны последней на массив пород Ветреного Пояса подтверждается и расположением наиболее читаемых в рельефе систем трещин, образующих веер, расходящийся от места пережима.

Анализ последствий взаимодействия кряжа и горизонтальной мегаскладки, позволяет расширить область проявления предполагаемых горизонтальных перемещений в районе исследований. В целом, при прижатии мегаскладкой примерно клиновидного, расширяющегося к юго-востоку массива пород кряжа к Беломорскому блоку, должно происходить общее выжимание массива пород, слагающих ВП в этом направлении. В то же время движение наиболее выраженного, выступающего замка архейской мегаскладки, должно приводить к поджиманию северо-западной части массива и к дополнительному отодвиганию всей юго-восточной части массива ВП к юго-востоку (рис. 4, А). Получившаяся модель подтверждается морфоструктурными наблюдениями. Вспомним, что эта часть кряжа ВП с юго-востока ограничена долиной р. Онега, в облике которой отражены процесс роста и проградации поднятия к юго-востоку. На продолжении кряжа размещается вытянутая вдоль его простирания депрессия, в которой расположена долина р. Моша (рис. 1). Эта депрессия расположена на продолжении выраженной в рельефе части массива и может быть интерпретирована как трещина расклинивания, образовавшаяся перед индентором при горизонтальном перемещении поднятой в новейшее время (активизированной) части массива ВП в юго-восточном направлении. Эту ситуацию подтверждает наличие возвышенного рельефа, окружающего депрессию, и маркирующего поднятие.

Вполне возможно, что процессы горизонтальных перемещений, описанные нами, имеют отношение не только к массиву вулканитов ВП, имеющего мощность около 5 км, но и распространяются значительно глубже. Данные о глубинном строении района наводят на мысль о наличии под массивом вулканитов подстилающего блока, сложенного породами архейского основания и имеющего схожую в плане форму. Вспомним, что на продолжении массива ВП находится погребенный выступ фундамента. Их взаимное расположение – показатель возможной генетической связи. В этом случае предлагаемая кинематическая система оказывается весьма долгоживущей. Этой же модели отвечает и соответствие депрессии р. Моша горизонтальному углублению в окраине Онежского выступа фундамента (рис. 1, 2). Их пространственное соответствие и расположение на продолжении ВП свидетельствует об активизации структур фундамента, и может быть связано с горизонтальным давлением клина пород ВП (и подстилающего его блока) на породы кристаллического фундамента и чехла.

Важное подтверждение движения массива вулканитов к юго-востоку – наличие отчетливых признаков левого сдвига в породах, расположенных в районе главного взброса Ветреного Пояса. После пересечения кряжа р. Онега на некотором протяжении течет практически вдоль зоны этого крупного разрыва. Это проявляется в том, что в состав ее долины входят здесь сравнительно много прямолинейных отрезков северо-западного простирания. На одном из отрезков, примерно в 6 км к востоку от пос.

Ярнема, на обоих берегах появляются протяженные (до 100 м) обнажения тонкослоистых аргиллитов вендского возраста. Аргиллиты моноклинально падают к северо-востоку под углами не менее 20–40°. Слои часто расланцованы и пронизаны субслоистыми левосдвиговыми срывами. В едином парагенезе с последними развиты антитетические правые сдвиги с амплитудой смещения до первых дециметров (иногда – 1–2 м). Эти сдвиги нарезают миниблоки, испытавшие вращение по типу структур “домино” в соответствии с общим левым сдвижением (рис. 4, Б).

Северо-западная часть массива ВП имеет собственные, гораздо менее выраженные, признаки горизонтальных перемещений. Предпосылками для их развития являются: 1) узкая, расширяющаяся к юго-востоку, клиновидная форма массива; 2) зажатость массива между развивающейся горизонтальной мегаскладкой в архейских породах и породами Беломорского пояса. Можно предположить, что клиновидная северо-западная часть массива пород при горизонтальном поджимании северным крылом складки будет выдвигаться в юго-восточном направлении. При этом этот клин будет упираться в пережимающую весь массив пополам замковую часть развивающейся мегаскладки в архейских породах и в результате как бы испытывать поджатие с разных сторон. Эту модель в некоторой мере подтверждают два наблюдения. Первое – аномально высокое (относительно юго-восточной части) поднятие северо-западной части массива ВП, свидетельствующее о значительном его выжимании. Второе – вид осевой части хребта в плане, что отражено на блоковой карте рельефа (рис. 3). Прямолинейный в своей северо-западной части хребет за счет продольных горизонтальных перемещений приобретает морфологический образ скупивания перед препятствием, которым и является пережим кряжа ВП.

В этой части массива в районе главного взброса ВП наблюдаются геоморфологические признаки сдвижения. Плоскости рельефообразующих трещин, ограничивающих уступы крутого северо-восточного склона, подчиняются кулисной системе склонов Риделя, свидетельствующих о левом смещении по разрыву.

Заключение

Сравнение геоморфологических данных и геологического строения района кряжа Ветреный Пояс указывает на его вертикальные новейшие поднятия. В то же время существуют признаки, позволяющие предположить наличие горизонтальной новейшей подвижности. Это, прежде всего, закономерное взаимное расположение поднятий и депрессий, которое создает морфоструктурный рисунок, аналогичный модельным структурным рисункам, получающимся при горизонтальных деформациях. С этих позиций можно предложить следующую модель новейшего развития юго-восточной части Балтийского щита (рис. 4, А).

На неотектоническом этапе происходит “оживление” крупной горизонтальной мегаскладки, развитой в архейских кристаллических породах. В структурах замкового отслаивания этой складки формируются новейшие морфоструктуры – озерные депрессии. В результате воздействия мегаскладки клиновидный массив протерозойских вулканитов ВП испытывает общее поднятие и выжимание в юго-восточном направлении. На этот процесс накладывается воздействие замковой части мегаскладки, поджимающей массив ВП в средней его части. В результате, северо-западная часть массива при своем движении упирается в пережим и воздымается. Юго-восточная, в основном под воздействием восточного крыла мегаскладки, отодвигается к юго-востоку. При этом перед фронтом массива развивается поднятие, которое рассекается вдоль направления движения крупной трещиной расклинивания и просадки, маркируемой депрессией (рис. 4, А).

1. Лукашов А.Д. Новейшая тектоника Карелии. Л.: Наука, 1976. 109 с.
2. Карта геоморфолого-неотектонического районирования Нечерноземной зоны РСФСР (за исключением горной части Урала, Зауралья и Калининградской области). М-б 1 : 1500000 / В.И. Бабак. М.: Изд-во МГУ, 1980.
3. Войтович В.С. Надвиги и блоковые структуры Северо-Восточной Карелии // Геотектоника. 1975. № 2. С. 47–53.
4. Юдахин Ф.Н., Шукин Ю.К., Макаров В.И. Глубинное строение и современные геодинамические процессы в литосфере Восточно-Европейской платформы. Екатеринбург: УрО РАН, 2003. 299 с.
5. Зыков Д.С. Новейшая геодинамика Северо-Карельской зоны (Балтийский щит) // Тр. ГИН РАН. М.: ГЕОС, 2001. Вып. 543. 146 с.
6. Копп М.Л. Мобилистическая неотектоника платформ Юго-Восточной Европы // Тр. ГИН РАН. М.: Наука, 2004. Вып. 552. 340 с.
7. Леонов М.Г. Внутренняя подвижность фундамента и тектогенез активизированных платформ // Геотектоника. 1993. № 5. С. 16–33.
8. Геоморфология Карелии и Кольского полуострова / В.Г. Легкова, Б.Н. Можжев. Л.: Недра, 1977. 183 с.
9. Рыжов И.Н. Неотектоника Европейского севера. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1988. 92 с.
10. Лилиенберг Д.А., Сетунская Л.Е., Благоволит Н.С. и др. Морфоструктурный анализ современных вертикальных движений европейской части СССР // Геоморфология. 1972. № 1. С. 3–18.
11. Государственная геологическая карта Российской Федерации (новая серия). М-б 1:1000000. Карта дочетвертичных образований Р (35)–37 (Петрозаводск). Л.: ВСЕГЕИ, 2000.
12. Международная тектоническая карта Европы и смежных областей. М-б 1 : 2500000 / А.А. Богданов, В.Е. Хаин. М.: ГУГК, 1981.
13. Земная кора Восточной части Балтийского щита. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1978. 232 с.
14. Ассиновская Б.А. Механизмы очагов землетрясений северо-восточной части Балтийского щита // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1986. № 1. С. 101–105.

Геологический институт РАН

Поступила в редакцию
27.06.2006

INDICATIONS OF LATERAL MOVEMENTS IN THE SOUTH-EAST MARGIN OF THE BALTIC SHIELD

D.S. ZYKOV, S.Yu. KOLOD'AZHNY

Summary

The edge Vetreny Poyas in the south-east margin of the Baltic Shield corresponds mainly to the drop-shaped in plan massive of proterozoic volcanic and sedimentary rocks. The comparison of geologic and geomorphologic structure leads to the supposition of lateral neotectonic movements of massive alongside with the vertical ones. The megabend of archean rocks, having character of neotectonic activation, pushes the massive from the left side. In front of the massive there are the depression, which possibly marks the wedging crack; on the north of the massive there are indicators of left strike-slip. The valley of Onega River crossing the edge shows the signs of its uplift.