

Дискуссии

УДК 551.43(470.1/25+268.4)

© 2017 г. Д.С. ЗЫКОВ¹, А.В. ПОЛЕЩУК¹, А.А. НИКОНОВ²**МОРФОСТРУКТУРА ПОГРАНИЧНОЙ ЗОНЫ МЕЖДУ БАЛТИЙСКИМ
ЩИТОМ И ЗАПАДНО-АРКТИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМОЙ КАК ОТРАЖЕНИЕ
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ**¹Геологический институт РАН, Москва, Россия²Институт физики Земли РАН, Москва, Россия

e-mail: zikov58@yandex.ru; anton302@mail.ru; nikonov@ifz.ru

Линеамент Карпинского и зона Троллфьорд–Канин расположены в области сочленения Восточно-Европейской (ВЕП) и Западно-Арктической платформ. Плановое расположение депрессий и возвышенностей этого региона отражает характер смещений морфоструктур сдвиговыми движениями противоположной направленности в новейшее время. Область сочленения платформ находится под влиянием нескольких геодинамических систем, связанных с гляциоизостазией, раскрытием Атлантики и перемещением крупных блоков земной коры. Анализ следствий проявления этих геосистем хорошо увязывается с данными о разнонаправленном сдвигании вдоль области сочленения, что свидетельствует о закономерности в распределении морфоструктур и позволяет судить о характере взаимодействия геодинамических систем.

Ключевые слова: аккомодация, взаимодействие геодинамических систем, Восточно-Европейская платформа, Западно-Арктическая платформа, зона Троллфьорд–Канин, линеамент Карпинского, морфоструктура, неотектоника, сейсмичность.

Статья посвящена проблеме взаимодействия нескольких геодинамических систем (практически синхронного в течение неотектонического этапа) в результате которого морфоструктуры сформировались за счет тектонических движений не только с вертикальной, но и со значительной горизонтальной составляющей.

Вопросы структуро- и морфоструктурообразования на платформах в условиях взаимодействия разных геоструктурных элементов и источников напряжений широко обсуждались в литературе XIX и XX вв., однако при этом рассматривались, главным образом, результаты наложения сил из разновременных источников (работы А.П. Карпинского, Н.С. Шатского, Ю.А. Мещерякова и др.). Примеры возникновения деформаций и морфоструктур за счет различных, но практически одновременно действовавших источников напряжений были менее изучены.

С начала текущего столетия тема взаимодействия субсинхронных полей напряжений стала целенаправленно рассматриваться в литературе в связи с признанием существования неотектонических движений с горизонтальной компонентой на платформах и их связи с латеральным воздействием окружающих активных поясов.

Наибольшее внимание ей было уделено в работах В.И. Макарова, Н.В. Макаровой, М.Л. Коппа, Ю.К. Шукина и их соавторов [1–3 и др.]. Этими исследователями было показано, что многие платформенные морфоструктуры образованы в условиях

наложения (суперпозиции) тектонических воздействий от разных источников. В последнее время подобные взгляды получили развитие в работах В.М. Макеева, где обобщены результаты многолетних исследований на территории России [4]. В развитие идей Ю.К. Щукина и др. А.А. Никонов разрабатывает концепцию динамического воздействия на Восточно-Европейскую платформу (ВЕП) окружающих ее подвижных поясов в виде центростремительно ориентированных областей (“языков”) [5–7]. Такой подход предусматривает геодинамическую активизацию и, соответственно, развитие новообразованных морфоструктур по периферии ВЕП.

В настоящее время тема взаимодействия субсинхронных полей деформации представляет широкое поле для выявления и систематизации сопряженных деформаций, идентификации источников по новообразованным, в данном случае новейшим, морфоструктурам [8, 9].

Как было показано ранее [10, 11], в области сочленения Балтийского щита ВЕП и Западно-Арктической платформы (ЗАП) по структурным и морфоструктурным данным устанавливаются признаки горизонтальных перемещений новейшего времени по пограничным шовно-разрывным структурам. Вдоль зоны сочленения наблюдаются признаки как правосторонних, так и левосторонних смещений. В настоящей работе предпринята попытка раскрыть характер взаимодействия динамических систем в новейшее время. Под геодинамическими системами (сокращенно – геосистемами) авторы вслед за [1, 3] понимают участки земной коры, объединяющие как области генерирования тектонических напряжений, передаваемых на платформы, так и области, испытывающие влияние этих источников на самих платформах.

Методической основой исследования служит сопоставление структурно-кинематических особенностей области сочленения ВЕП и ЗАП, установленных по морфоструктурным данным с геосистемами, влияние которых можно реконструировать в обрамлении области сочленения. В основе суждений об активности геосистем и характере их взаимодействия лежит анализ совпадений и несоответствий между наблюдаемыми деформациями и вероятными последствиями развития геосистем.

Общие черты геологического строения района

В районе исследований расположены пограничные фрагменты двух крупных мегаблоков земной коры ВЕП: северо-восточной части Балтийского щита и фрагмента Русской плиты (северной части Мезенской синеклизы), а также прилегающие участки ЗАП (рис. 1, 2).

В самых общих чертах рельеф Балтийского щита преимущественно структурно-денудационный, в прибрежной части хорошо расчлененный. Преобладают холмисто-грядовые равнины, которые обрываются к морю высокими уступами или опускаются пологим склоном. Абсолютные высоты большей части территории достигают 100–300 м, и только отдельные возвышенности поднимаются значительно выше [12]. По распределению высот морских межледниковых отложений и позднеледниковых террас территорию относят к области неотектонического, в основном послеледникового поднятия [12–13 и др.]. В пределах северных окраин Русской плиты развит рельеф преимущественно низменных равнин и платообразных возвышенностей с абсолютными высотами несколько меньшими, чем западнее, в пределах щита.

На Балтийском щите обнажаются кристаллические архейские и палеопротерозойские породы – гранито-гнейсы и гранит-зеленокаменные комплексы фундамента, а также вулканогенно-осадочные образования протоплатформенного чехла [14].

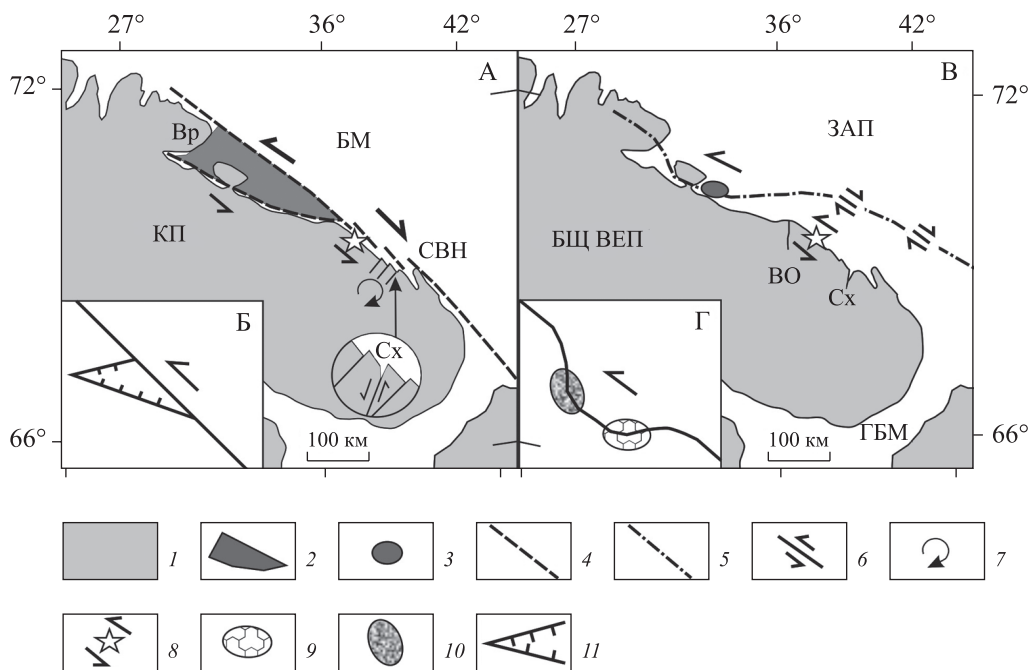


Рис. 1. Признаки разнонаправленных деформаций вдоль линеамента Карпинского и линии Троллфьорд–Рыбачий–Канин в пограничной зоне между Балтийским щитом ВЕСП и Западно-Арктической платформой

А – морфоструктуры линеамента Карпинского; Б – модель образования присдвиговой депрессии (с использованием [22]); В – морфоструктуры линии Троллфьорд–Рыбачий–Канин; Г – модель образования областей сжатия и растяжения у изогнутого сдвига (с использованием [19]).

1 – суша; 2 – треугольная присдвиговая депрессия; 3 – локальная депрессия у п-овов Средний и Рыбачий; 4 – линеамент Карпинского; 5 – линия Троллфьорд–Рыбачий–Канин; 6 – сдвиговые морфоструктуры, ориентированные вдоль раздела платформ, устанавливаемые по деформациям верхнего слоя осадков на морском дне (с использованием [24], с упрощениями); 7 – реконструируемое вращение блоков в присдвиговой зоне (на круглой врезке, с увеличением – характер берега, отражающий блоковую морфоструктуру территории и сдвиг по Савихинскому разлому (губа Савиха), оперяющему линеамент Карпинского); 8 – решение очага землетрясения, показывающее наличие левого сдвига вдоль линеамента Карпинского (с использованием [23]); 9 – зона растяжения на модели, образующаяся при смещениях у искривленного сдвига; 10 – зона сжатия на модели, образующаяся при смещениях у искривленного сдвига; 11 – присдвиговая зона растяжения на модели. БЩ ВЕСП – Балтийский щит Восточно-Европейской платформы; ЗАП – Западно-Арктическая платформа; БМ – Баренцево море; КП – Кольский п-ов; СВН – мыс Св. Нос; ВО – р. Воронья; ГБМ – горло Белого моря; Вр – п-ов Варангер; на круглой врезке: Сх – Савихинский разлом (сдвиг), выходящий в губу Савиха и ступенчатая в плане морфоструктура побережья

В северо-восточной части ВЕСП граничит с Баренцевской и Печорской плитами, входящими в состав ЗАП.

ЗАП сформирована на гетерогенном основании, менее жестком чем основание ВЕСП. В рельефе ее фундамента присутствуют крупные депрессии глубиной в несколько км и диаметром в сотни км, заполненные осадочными породами, и поднятия, формирующие основания архипелагов островов (Шпицберген, Земля Франца-Иосифа и др.). В чехольный комплекс входят разновозрастные (палеозойско-кайнозойские) толщи, на отдельных участках значительно деформированные [14]. Большая часть платформы скрыта под водами Баренцева моря и является областью относительно слабых дифференцированных новейших опусканий. Ее меньшая ЮВ часть (фрагмент Печорской плиты) имеет преимущественно низменный рельеф, нарушаемый отдельными протяженными возвышенностями (Тиманский кряж, гряда Чернышова и др.) [15].

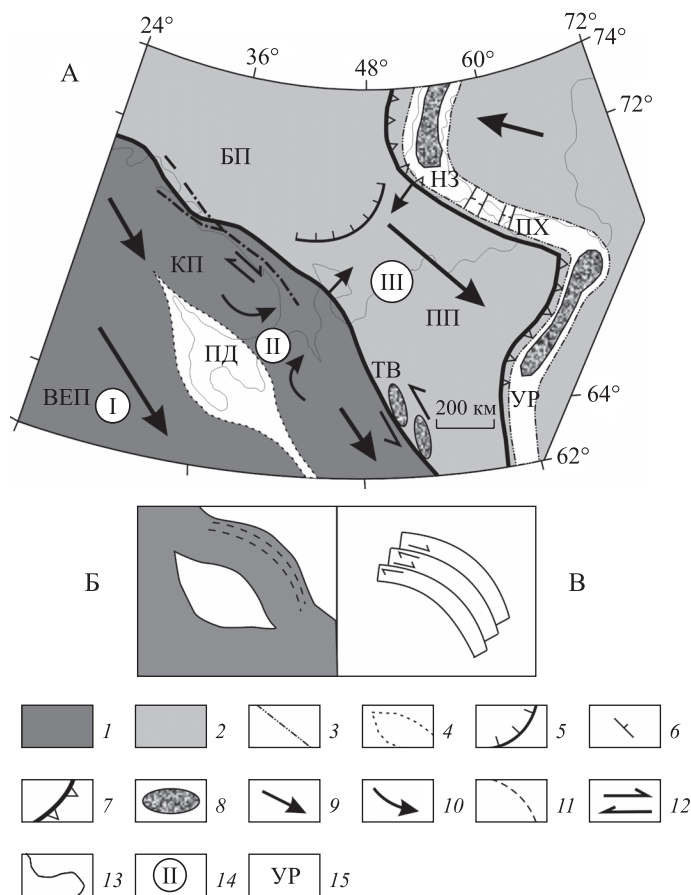


Рис. 2. Взаимодействие морфоструктурно-геодинамических систем в районе сочленения ВЕП и Западно-Арктической платформы

А – основные геодинамические системы и характер их развития; Б – упрощенная модель отгибания края ВЕП; В – модель проскальзывания пластин при их совместном изгибании (с использованием [19]).

1 – Восточно-Европейская платформа (с включением Прибеломорской депрессии); 2 – платформы с более молодым возрастом фундамента, чем у ВЕП; 3 – неотектонически активизированный пояс поднятий; 4 – Прибеломорская депрессия; 5 – юго-восточный край Южно-Баренцевской впадины; 6 – новейшие сбросы; 7 – надвиговые фронты, активизированные в новейшее время; 8 – основные значимые возвышенности; 9 – направления движения крупных блоков земной коры (с использованием [27]); 10 – вращение блоков в месте отгибания края ВЕП; 11 – линеамент Карпинского; 12 – места на побережье Кольского п-ова, где ярко проявлены кулисные ряды трещин с противоположной кинематикой сдвига; 13 – контур побережья; 14 – номера геодинамических систем; 15 – географические и геологические названия; геодинамические системы: 1 – Восточно-Европейская платформа в целом; II – края ВЕП; III – Печорской плиты; ВЕП – Восточно-Европейская платформа; БП – Баренцевская плита; ПП – Печорская плита; ПД – Прибеломорская депрессия; КП – Кольский п-ов; НЗ – возвышенность Новой Земли; ПХ – хребет Пай-Хой; УР – Урал; ТВ – Тиманская возвышенность

Граница Восточно-Европейской и Западно-Арктической платформ

Трансрегиональная граница ЗАП и восточной части щита выражена взбросо-сдвиговой зоной Троллфьорд–Рыбачий–Канин (далее Троллфьорд–Канин) (рис. 1В). Эта зона обнажается на п-ове Варангер, прослеживается между полуостровами Средний и Рыбачий в виде надвигов и взбросов в коренных породах, а в ЮВ направлении, в пределах баренцевоморской акватории, отчетливо проявляется в потенциальных

полях силы тяжести, но в геологической структуре выражена не вполне отчетливо [16]. К ЮВ она продолжается в виде зоны Тиманских взбросов, отделяющих ВЕП от Печорской плиты.

Другой крупной структурой, которая расположена примерно по границе ВЕП и ЗАП, является “линеament Карпинского” (рис 1А) — фактически зона разломов более 500 км длиной, разделяющая области относительных поднятия и опускания. На местности она проявлена зонами сгущения трещин, разломами и приразломными деформациями, и в рельефе — уступами, долинами и каньонами [17–18 и др.].

На разных участках баренцевоморского побережья Кольского п-ова, в частности, у п-овов Средний и Рыбачий, в районе бухты Савиха, мыса Св. Нос (рис. 1А, В) в зоне влияния линеамента Карпинского и зоны Троллфьорд—Канин на заглаженных ледником пологих поверхностях кристаллических пород развиты многочисленные системы субвертикальных, кулисно расположенных дизъюнктивов [11]. Длина зон трещиноватости составляет дециметры, метры и десятки метров в то время как длина отдельных трещин, входящих в нее, обычно — сантиметры и дециметры. Такие кулисные системы трещин служат надежным геологическим индикатором сдвига в массиве пород [19]. По этим рядам вдоль линеамента Карпинского и под углом к нему по оперяющим направлениям реконструируются как правосторонние, так и левосторонние смещения, происходившие практически в одних и тех же местах. Подобные наблюдения описаны и в [20]. Структурно-кинематическая картина является противоречивой. Можно предположить, что сдвигание было разновозрастным и происходило за счет разных причин, однако датировать время образования трещин не представляется возможным.

Такие же неоднозначные результаты дает и анализ морфоструктур в районах сочленения ВЕП и ЗАП. В основной части, от горла Белого моря до устья р. Воронья, линеament существует как протяженная зона разрывов, к которой приурочен региональный уступ, отделяющий поднятие Кольского п-ова от развивающейся депрессии Баренцева моря. Это указывает на наличие вертикальной компоненты у разрывов. Однако были отмечены и признаки горизонтальных смещений. Таким признаком служит кулисное расположение разрывов вдоль линеамента Карпинского, что иллюстрируется в работе [21], причем расположение кулис соответствует правому смещению (рис. 1А).

Исследования на побережье (в р-не губы Савиха) вдоль субмеридионального Савихинского разрыва, оперяющего линеament Карпинского, позволили выявить вдоль разрыва морфоструктуры типа пулл-апарт, а также зоны растяжения и сжатия (закономерно расположенные по обе стороны от сместителя), выраженные в рельефе [11]. Их ориентировка свидетельствует о левосторонних смещениях вдоль разрыва. Поскольку Савихинский разрыв входит в систему дизъюнктивов, под тупыми углами подходящих к побережью и определяющих его ступенчатость в плане, было высказано предположение о возможности ассоциировать появление такой ступенчатости с поворотом блоков у линеамента Карпинского в направлении по часовой стрелке (рис. 1А). Такое возможно при правосторонних смещениях по линеamentу [11].

Признаки подвижности иной кинематики выявляются у СЗ окончания линеамента. В этих местах, от устья р. Воронья до п-ова Варангер, линеament раздваивается. Одна из ветвей проходит немного мористее северного окончания п-ова Рыбачий и представляет собой продолжение основной вдольбереговой части линеамента. Другая ветвь уходит южнее, в глубь суши, и обрамляет с юга треугольную депрессию, наложенную на край щита. Депрессия асимметрична в плане. Она вытянута вдоль края щита, расширяется к п-ову Варангер и имеет размеры примерно $300 \times 200 \times 50$ км. Ее вершиной служит Варангер-фьорд, и в своей центральной части она осложнена поднятиями п-овов Рыбачий и Средний. По своему положению относительно линеамента Карпинского депрессия является приразрывной, а ее форма за счет асимметрии отвечает левостороннему сдвигу по линеamentу (рис. 1А) [11]. Подобные примеры известны из литературы [22]. Необходимо

отметить также, что к линеamentу Карпинского приурочены эпицентры современных землетрясений. Приведенное решение механизма очага одного из них также показывает наличие сдвиговой левосторонней компоненты деформации (рис. 1, 2) [23].

Морфоструктурные признаки новейших сдвиговых деформаций отмечены и для зоны Троллфьорд–Канин в районе, расположенном между Новой Землей и Кольским п-овом. Наиболее явными свидетельствами этих деформаций, по-видимому, служат выраженные в рельефе дислокации слабо литифицированных позднечетвертичных осадков на поверхности морского дна в районе этой зоны, описанные в [24]. Кинематика разрывов, ориентированных вдоль этой зоны, свидетельствует о локальном правом сдвиге вдоль сочленения ВЕП и ЗАП.

В своей СЗ части зона Троллфьорд–Канин выражена более определенно и представлена взбросо-надвигами, которые обнажаются между п-овами Средний и Рыбачий. В этих же местах она образует в плане изгиб в сторону Кольского п-ова протяженностью около 150 км (рис. 1В). Можно отметить, что к одной из сторон изгиба приурочено поднятие п-овов Средний и Рыбачий, а к другой – депрессия на морском дне с амплитудой высот рельефа до 250 м и диаметром около 25–30 км. Такое расположение поднятий и опусканий относительно сместителя разрыва с определенной вероятностью можно считать закономерным. В подобном случае, согласно тектонофизической модели, вдоль зоны реконструируется левое смещение (рис. 1Д).

К ЮВ зона Троллфьорд–Канин надстраивается зоной взбросов Тиманской гряды. Давно замечено, что возвышенности в ее пределах образуют кулисный ряд (рис. 2А). Поэтому в работе [2] было предположено, что такое расположение поднятий (развивающихся в новейшее время) свидетельствует о сдвиговых левосторонних смещениях по границе ВЕП и Печорской плиты в кайнозое.

Таким образом, вдоль границы ВЕП и ЗАП существуют структурные и морфоструктурные признаки как левосторонних, так и правосторонних сдвиговых горизонтальных движений, происходивших в новейшее время.

Геодинамические системы

В районе области сочленения ВЕП и ЗАП находятся несколько основных геодинамических систем (рис. 2А). Самая ярко проявленная из них и общепризнанная, выделенная в конце XIX в. (работы Де-Геера, В. Рамзая и их последователей) геосистема представлена вертикальными гляциоизостатическими движениями щита. Их реализацию связывают с горизонтальным перетоком подкорового субстрата вследствие реакции территории на нагрузку ледника [1; 13 и др.].

Следующая геосистема охватывает северную часть ВЕП и прилегающую с СЗ часть Атлантического бассейна и связана с тектоническими процессами, приводящими к раскрытию северной Атлантики [1; 2 и др.]. Характер процессов остается дискуссионным, скорее всего, речь также идет о подкоровых перемещениях вещества, влияющих и на литосферу. В работах конца прошлого и начала нынешнего века часто встречаются рассуждения о несомненном влиянии процессов, проявляющихся в Срединно-Атлантическом хребте, и их воздействии на северную и центральную части ВЕП. Такие заключения находят свои подтверждения в реконструкциях напряжений, выявленных по структурно-кинематическим наблюдениям [25] и исследованиям керна горных пород в шахтах на щите [26], и свидетельствуют о преобладании на севере ВЕП напряжений сжатия СЗ ориентировки. Направление ориентировано нормально раскрывающемуся Северо-Атлантическому бассейну и на этом основании увязывается с его воздействием на ВЕП. Предполагают, что результатом этого воздействия в кайнозое явились как некоторое “наваливание” Балтийского щита на плитную часть ВЕП [1], так и, возможно, общее движение ВЕП в ЮВ направлении относительно обрамляющих ее участков земной коры [2]. На границе ЗАП и ВЕП такая подвижность, видимо,

должна выразиться в образовании левосторонних сдвигов, отражающих “вдвигание” ВЕП в свое обрамление.

Печорская плита, входящая в состав ЗАП, с СВ примыкает к шиту и плитной части ВЕП, и имеет на своих границах морфоструктурные признаки горизонтальных перемещений [27]. С ЮЗ Печорская плита ограничивается продолжением зоны Троллфьорд–Канин и отчасти линеamentом Карпинского; о признаках новейшей подвижности вдоль них говорилось выше. С ЮВ она по системе надвигов контактирует с Полярным Уралом, горный рельеф которого свидетельствуют о значительной неотектонической активности процесса его надвигания, что можно уверенно связать с пододвиганием Печорской плиты при ее движении к ЮВ. С СВ ее граница связана с грядой Пай-Хоя, имеющей, сравнительно с Полярным Уралом, более низкий рельеф и рассеченной поперечными грабеновидными понижениями, выраженными проливами между Баренцевым и Карским морями. Морфоструктура этого орогенического сооружения отвечает его растяжению вдоль длинной оси, что может свидетельствовать о горизонтальных движениях на границе плиты. С СЗ плита ограничена краем крупной Южно-Баренцевской депрессии поверхности фундамента [28], вероятно, осложненной сбросами. Судя по выраженности в рельефе и изменениям в мощности самых верхних горизонтов осадков депрессия имеет признаки неотектонической активизации [29]. Ее существование подтверждает горизонтальное движение Печорской плиты от Баренцевской в сторону Полярного Урала, при котором в “тылу” плиты развивается область растяжения и соответствующего опускания.

Печорская плита связана с геосистемой, представляющей собой часть геосистемы всего Баренцево-Карского шельфа, которая подробно описана ранее [27]. Причинами активности этой геосистемы можно опять-таки считать принимаемые многими исследователями подкоровое течение вязкого субстрата [1, 13 и др.] и взаимные перемещения крупных блоков земной коры в процессе их взаимодействия [27]. Кроме того, импульс к движению плиты в ЮВ направлении, вероятно, добавляет горизонтальное “обжимание” ее узкого СЗ окончания между выступом ВЕП в районе горла Белого моря и южным краем Новоземельского орогена, при котором она выжимается наподобие клина в сторону наименьшего давления, в данном случае – в сторону Урала [27]. На границе с ВЕП такая подвижность Печорской плиты относительно своей рамы должна выразиться в образовании правосторонних сдвигов.

В районах Балтийского щита, прилегающих к ЗАП, существует крупная, размерами около 500×250 км линзовидная Прибеломорская депрессия, центральная часть которой занята ванной Белого моря (рис. 2А, Б). В работе [10] приведены обоснования того, что депрессия развивается в новейшее время как очень крупная трещина отрыва (маркируемая областью растяжения и соответствующего опускания), расположенная внутри ВЕП вдоль ее границы с ЗАП. Это подтверждается как ее формой в плане, так и признаками опускания дна Белого моря – значительными глубинами, мощностью осадков и рельефом дна. Активность морфоструктуры также подтверждается ее сейсмичностью [23].

Линзовидная депрессия отделяет от основного массива кристаллических пород Балтийского щита своеобразный “пояс” размером примерно 500×200 км, который, повторяя слабо изогнутую форму края депрессии, вдается в ЗАП, что подчеркивается изгибом зоны Троллфьорд–Канин к СВ. Связь формы пояса с развивающейся в неотектоническое время депрессией свидетельствует о том, что процессы изгибания имеют место в это время.

По структурным данным, на внешнем СВ краю Балтийского щита выделяются несколько параллельных ему (и линеamentу Карпинского) зон повышенной трещиноватости, в пределах которых выявлены кулисные системы трещин. Эти зоны обуславливают своеобразную нарезку массива пород на вытянутые блоки. Согласно тектонофизической модели (рис. 1Д), при изгибании пачки, состоящей из параллельных

пластин, между ними будет происходить проскальзывание и образование сдвигов. В приложении к ситуации окраины Балтийского щита в р-не Кольского п-ова подобные сдвиги должны быть правосторонними.

Выделяемая геосистема, связанная с возникновением отрыва на краю ВЕП, развивается как более низкий ранг геосистемы всей ВЕП и связана, по-видимому, с деформациями фундамента при общем движении платформы под воздействием глубинных процессов со стороны Атлантики.

Результаты взаимодействия геодинамических систем

Таким образом, пограничный район между Балтийским щитом и ЗАП находится под воздействием нескольких (в нашем рассмотрении — четырех) основных геосистем, которые развиваются на неотектоническом этапе и участвуют в создании рельефа. Одна из них связана с гляциоизостатическими поднятиями и опусканиями Балтийского щита и проявляется в основном в вертикальных движениях земной коры и образовании соответствующих морфоструктур. Три другие имеют значительную горизонтальную составляющую подвижности (рис. 2А).

Реконструируемое воздействие геосистем на пограничную между ВЕП и ЗАП область разнонаправленно. Вероятное движение всей ВЕП к ЮВ относительно окружающей “рамы” под воздействием процессов, приводящих к раскрытию Северной Атлантики, должно быть причиной появления левосторонних сдвигов вдоль границы. В то же время движение Печорской плиты, входящей в ЗАП, также происходит в ЮВ направлении относительно ее обрамления и, следовательно, на той же самой границе должны реализовываться уже правосторонние сдвиги.

Параллельно с движением плит на краю ВЕП, видимо, происходит образование отрыва (области растяжения), и ее отодвинутая часть в виде пояса отгибается в сторону ЗАП. В процессе изгибания пояса должны активизироваться структурные неоднородности фундамента, параллельные разделу плит, что может привести к появлению на них следов правостороннего сдвигания в районе Кольского п-ова.

Обобщая, можно констатировать, что особенностью взаимодействия неотектонически активизированных геосистем служит возможность проявления в одних и тех же местах подвижности с противоположной направленностью, теоретические предпосылки для которой можно логически обосновать.

Наблюдения над кулисными рядами трещин однозначно подтверждает происходившие вдоль этой границы разнонаправленные перемещения. Однако датировать время образования трещин невозможно. Морфоструктурные рисунки, выявляемые в плане вдоль раздела ВЕП и ЗАП, с определенной долей вероятности указывают на наличие признаков здесь как левосторонних, так и правосторонних сдвиговых смещений, что свидетельствует о возможном проявлении здесь в течение новейшего этапа разнонаправленных движений.

Совпадение смещений, реконструируемых по анализу последствий проявления геосистем, и смещений, устанавливаемых по структурным и морфоструктурным данным, позволяет говорить о том, что район сочленения ВЕП и ЗАП находится под воздействием данных геосистем, в области их совместного влияния.

Можно предположить и механизмы проявления взаимодействия. Следы деформаций, отражающих разнонаправленные движения, выражены в рельефе независимо друг от друга, что позволяет увязывать их с воздействием конкретных геосистем. Это свидетельствует о том, что системы, развиваясь примерно в одно время, “включались” в работу по очереди, и после релаксации сгенерированных напряжений, оставив следы своей деятельности, уступали друг другу первенство в активности до времени накопления нового потенциала. Таким образом, происходило приспособление (аккомодация) взаимодействующих геосистем.

Заключение

В зоне сочленения ВЕП и Западно-Арктической платформы, вдоль региональных пограничных шовных зон Троллфьорд–Канин и линеамента Карпинского, по структурным и морфоструктурным признакам (по наличию систем кулисных трещин, расположению крупных присдвиговых депрессий, кулискому облику возвышенностей и т.п.) устанавливаются признаки существования как левых, так и правых сдвигов, проявлявших активность в новейшее время (рис. 1, 2).

В районе, окружающем зону сочленения (в широком смысле), можно выделить несколько геодинамических систем. Наиболее известны геосистемы, обусловленные вертикальными изостатическими движениями Балтийского щита, и горизонтальными перемещениями ВЕП, связанными с раскрывающейся Северной Атлантикой. Также значимое влияние на горизонтальные перемещения в зоне сочленения оказывают подвижность Печорской плиты и отодвигание края ВЕП при разрастании Прибеломорской депрессии, которые также представляют собой геодинамические системы, связанные с предыдущими ранговой зависимостью.

Анализ теоретически обоснованных последствий развития каждой геодинамической системы для зоны сочленения Балтийского щита и Западно-Арктической платформы в отдельности показывает, что они, по-видимому, должны выражаться в движениях, имеющих противоположную направленность. Структурные и морфоструктурные особенности в этой зоне увязываются с такой противонаправленной подвижностью, что свидетельствует о закономерности морфоструктурного рисунка. Хорошая выраженность следов деформаций, оставшихся от движений противоположного знака, позволяет предположить, что основным механизмом деформации служит поочередное включение каждой из действующих геодинамических систем при их взаимной аккомодации.

Благодарность. Работа выполнена при поддержке Госзадания № 01201459182, гранта РФФИ № 14-0500149, программы ОНЗ № 10.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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.
2. Копп М.Л. Мобилистическая неотектоника платформ Юго-Восточной Европы. М.: Наука, 2004. 340 с.
3. Макаров В.И., Макарова Н.В., Несмеянов С.А., Макеев В.М., Дорошко А.Л., Зайцев А.В., Зеленчиков Г.В., Серебрякова Л.И., Суханова Т.В. Новейшая тектоника и геодинамика: область сочленения Восточно-Европейской платформы и Скифской плиты. М.: Наука, 2006. 206 с.
4. Макеев В.М. Структурно-геодинамические условия устойчивости особо опасных и технически сложных объектов на древних платформах: Автореф. дис... докт. геол.-мин. наук. М.: ИГЭ РАН, 2015. 50 с.
5. Никонов А.А. Геодинамика и сейсмичность Восточно-Европейской платформы: развитие идей Ю.К. Шукина о воздействии окружающих подвижных поясов // Активные разломы и их значение для оценки сейсмической опасности: современное состояние проблемы / Мат-лы XIX науч.-практ. конф. 07–10.X.2014 г. Воронеж: Науч. книга, 2014. С. 269–274.
6. Никонов А.А., Усольцева О.А., Гамбурцева Н.Г., Гамбурцев А.Г., Кузнецов О.П. Проблемы современной геодинамики Балтийского щита: исследования на основе новых разработок // Тектоника и геодинамика континентальной и океанической литосферы: общие и региональные аспекты / Мат-лы XLVII тектонич. совещ. Т. 2. М.: ГЕОС, 2015. С. 11–15.
7. Никонов А.А. Сейсмичность Восточно-Европейской платформы (ВЕП) как отражение геодинамического воздействия на платформу окружающих подвижных поясов // Тр. Всерос. науч. конф. “Актуальные проблемы динамической геологии при исследовании платформенных областей”. Москва, 24–26 мая 2016. М.: Перо, 2016. С. 107–111.

8. *Зыков Д.С., Полещук А.В.* О некоторых результатах взаимодействия геодинамических систем на Восточно-Европейской платформе в новейшее время // Бюл. МОИП. Отд. геол. 2016. Т. 91. Вып. 1. С. 3–14.
9. *Зыков Д.С., Полещук А.В.* Результаты взаимодействия некоторых геодинамических систем на Восточно-Европейской платформе в новейшее время // Тр. Всерос. науч. конф. “Актуальные проблемы динамической геологии при исследовании платформенных областей”. Москва, 24–26 мая 2016 г. М.: Перо, 2016. С. 55–59.
10. *Зыков Д.С.* Морфоструктура области сочленения Восточно-Европейской и Западно-Арктической платформ как отражение горизонтальной компоненты подвижности земной коры // Геоморфология. 2014. № 3. С. 62–73.
11. *Зыков Д.С.* Геоморфологические признаки проявления горизонтальной компоненты неотектонических движений вдоль границы Балтийского щита и Западно-Арктической платформы (Мурманская обл.) // Геоморфология. 2015. № 3. С. 27–28.
12. Геоморфология Карелии и Кольского полуострова / В.Г. Легкова и Б.Н. Можаяев. Л.: Недра, 1977. 183 с.
13. *Morner N.-A.* Paleoseismicity of Sweden – A Novel Paradigm. Proceedings of the 16th International INQUA Congress, Reno, 23–30 July 2003. P. 1–320.
14. Строение литосферы российской части Баренц-региона / Н.В. Шаров. Петрозаводск: Изд-во КНЦ РАН, 2005. 318 с.
15. Тектоническая карта Баренцева моря и северной части Европейской России. М-б 1:2500000 (с объяснительной запиской) / Н.А. Богданов, В.Е. Хаин. М.: ПКО “Картография”, 1996. 94 с.
16. *Балуев 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) / Ред. М.Г. Леонов. М.: ГЕОС, 2012. 104 с.
17. *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.
18. *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. Т. 1. М.: ГЕОС, 2010. С. 430–434.
19. *Спенсер Э.У.* Введение в структурную геологию / Ред. Ю.Е. Погребницкий. Л.: Недра, 1981. 367 с.
20. *Морозов Ю.А., Зайцев В.А., Агибалов А.О.* Структурно-кинематическая эволюция в поле напряжений зоны взаимодействия конвергентных плит Восточно-Европейской и Западно-Арктической // Тр. Всесоюзной научн. конф. “Актуальные проблемы динамической геологии при исследованиях платформенных областей”. Москва, 24–26 мая 2016 г. М.: Перо, 2016.
21. *Трифонов В.Г.* Неотектоника Евразии. М.: Науч. мир, 1999. 152 с.
22. *Копп М.Л.* Структуры латерального выжимания в Альпийско-Гималайском коллизийном поясе. М.: Науч. мир, 1997. 313 с.
23. *Ассиновская Б.А.* Механизмы очагов землетрясений северо-восточной части Балтийского щита // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1986. № 1. С. 101–105.
24. *Крапивнер Р.Б.* Признаки неотектонической активности Баренцевоморского шельфа // Геотектоника. 2007. № 2. С. 73–89.
25. *Сим Л.А., Зайцев В.А.* Неотектонические напряжения Восточно-Европейской платформы и Урала // Тектоника и магматизм Восточно-Европейской платформы. М.: Наука России, Гео-инв. экс., 1994. С. 169–175.
26. *Марков Г.А.* О происхождении и закономерностях проявлений напряжений горизонтального сжатия в массивах горных пород в верхней части земной коры // Геотектоника. 1983. № 3. С. 32–41.
27. *Зыков Д.С., Балуев А.С.* Особенности новейшего развития структуры Баренцево-Карского шельфа // Бюл. МОИП. Отд. геол. 2010. Т. 85. Вып. 6. С. 3–13.
28. *Шипилов Э.В., Тарасов Г.А.* Региональная геология нефтегазоносных осадочных бассейнов Западно-Арктического шельфа России. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1998. 306 с.
29. *Мусатов Е.Е.* Статистическая модель верхней части осадочного чехла Баренц-Карского шельфа // Геолого-геофизические характеристики литосферы Арктического региона. 1988. Вып. 2. С. 118–131.

Поступила в редакцию 22.06.2016

MORPHOSTRUCTURE OF THE BORDER ZONE BETWEEN THE BALTIC SHIELD AND THE WESTERN ARCTIC PLATFORM AS THE RESULT OF INTERACTION OF GEODYNAMIC SYSTEMS

D.S. ZYKOV¹, A.V. POLESHCHUK¹, A.A. NIKONOV²

¹*Geological Institute RAS, Moscow, Russia*

²*Institute of Physics of the Earth, Moscow, Russia*

e-mail: zikov58@yandex.ru, anton302@mail.ru; nikonov@ifz.ru

Summary

Karpinski and Trollford–Kanin lineaments are located at the junction of the East European and the Western Arctic platforms. Spatial patterns of depressions and elevations in this region exhibit the deformations of morphostructures by opposite in direction lateral tectonic movements during the neotectonic epoch. The junction zone of the two platforms experienced influence from a number of geodynamic systems related to the post-glacial rebound, the opening of the Atlantic and the movements of large crustal blocks. The revealed evidences of these tectonic patterns correspond well to the conclusion about the oppositely oriented shifts along the junction zone, which may be considered as the evidence of regularity in spatial patterns of morphostructures and gives an indication of the nature of the interaction of geodynamic systems.

Keywords: accommodation, morphostructure, neotectonics, seismicity, East European platform, Western Arctic platform, Trollford–Kanin zone, Karpinski lineament.

DOI: 10.15356/0435-4281-2017-2-79-89