

УДК 551.242 (470.21/.25)

БАЛТИЙСКО-ЛАДОЖСКО-ОНЕЖСКО-КОЛГУЕВСКАЯ ЗОНА: ПОКАЗАТЕЛЬНЫЙ ПРИМЕР ПОИСКА, ВЫДЕЛЕНИЯ И ОБОСНОВАНИЯ СКРЫТЫХ ТЕКТОНИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ ЗЕМНОЙ КОРЫ

А.И. Полетаев, А.О. Агибалов, Н.А. Гордеев

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Поступила в редакцию 11.10.16

Изучением разномасштабных линейных структур земной коры занимались, занимаются и, надо полагать, будут заниматься еще очень долгие годы исследователи самых разных организаций, «школ» и направлений. Данная работа посвящена поиску, выделению и обоснованию Балтийско-Ладожско-Онежско-Колгуевской линейной зоны (БЛОК) – одной из крупнейших линейных структур северо-запада Восточно-Европейской платформы, долгое время «ускользавшей» от внимания многих исследователей, но, как показано в работе, «играющей» очень важную роль в понимании структуры, сейсмотектоники и геодинамики данного региона. Протягиваясь от Балтийского до Баренцева моря, БЛОК зона отражает скрытое тектоническое нарушение, транзитно связывающее акватории двух океанов – Атлантического и Северного Ледовитого.

Ключевые слова: Восточно-Европейская платформа, Балтийско-Ладожско-Онежско-Колгуевская зона, линейный элемент, сейсмотектоника, геодинамика.

Poletaev A.I., Agibalov A.O., Gordeev N.A. Baltica-Ladoga-Onega-Kolguev zone: revealing example of search, allocation and justification of inferred tectonic dislocations of Earth crust. Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Geological Series. 2016. Volume 91, part 4–5. P. 90–96.

Researchers from different organizations and scientific directions have studied, are studying and will be studying multi-scale linear structures of the Earth crust. In this article we consider the question about the search, allocation and justification of the Baltica-Ladoga-Onega-Kolguev (BLOK) lineament zone, which is one of the largest linear structures located at the north-western part of the East-European platform. Considered zone «escaped» earlier from the attention of many researchers, although it plays a very important role in understanding of the structure, seismotectonics and geodynamics of the region. BLOK zone stretches from the Baltic Sea to the Barents Sea and indicates inferred tectonic dislocations, which links basins of two oceans – Atlantic and Arctic.

Key words: East European platform, Baltica-Ladoga-Onega-Kolguev zone, lineament, seismotectonics, geodynamics.

Комплекс данных, накопленных за многие годы разными исследователями Восточно-Европейской платформы (ВЕП), свидетельствует о высокой степени структурированности этого крупнейшего блока Земли линейными образованиями самых разных – от планетарного до локального – масштабов и самых разных простираний, группирующихся в четыре основные системы: субмеридиональную, субширотную, северо-западную и северо-восточную.

Ранее было показано, что инфраструктура линейного поля ВЕП по латерали характеризуется перекрестным структурным планом (Макаров, Соловьева, 1976), а по вертикали – мультилинеamentностью (Полетаев, 1998), что неизбежно приводит к анизотропности и геодинамической неустойчивости земной коры и выражается в горизонтальной и вертикальной делимости земной коры платформы самого разного масштаба (Полетаев, 1994).

На этом фоне достаточно четко выделяются отдельные линейные элементы и линейные зоны, играющие в структуре земной коры и в современных

геологических процессах ВЕП особую роль. В частности, к ним относится Балтийско-Ладожско-Онежско-Колгуевская зона, проблемам выявления которой в общем структурном плане ВЕП посвящена данная работа.

История выделения БЛОК

На современном этапе развития земной коры «тотально» омоложенными и активизированными являются региональные линейные элементы северо-восточного и северо-западного простираний. Некоторые из них проявляются и в современных геологических процессах. Так, например, Азово-Среднеуральский линейный элемент совпадает с одноименной зоной затухания сейсмических колебаний (Шукин, 1986).

Северо-западным «антиподом» Азово-Среднеуральского линейного элемента может считаться Балтийско-Ладожско-Онежско-Колгуевский линейный элемент, фрагменты которого намечены еще в работах А.П. Карпинского конца XIX в. (Карпинский, 1919), затем распознаны на схеме планетарной делимости

Земли масштаба 1:30 000 000 (рис. 1) и на схеме гравитационного поля ВЕП (масштаб 1:7 500 000) (Полетаев, 1994).

Как «антипод» этот линеамент был выделен при составлении схемы линеаментов ВЕП масштаба 1:3 000 000 в 2014 г. Первоначально предполагалось, что он может отражать глубинную границу Русской плиты и Балтийского щита. Сопоставление этого линеамента с имеющимися данными о сейсмичности региона позволяет рассматривать данную структуру и как региональную сеймотектоническую границу. Подтверждением сеймотектонического значения БЛОК может служить Онежско-Чешская сейсмогенная зона (Юдахин и др., 2003), совпадающая с северо-восточным флангом рассматриваемой БЛОК (рис. 2).

Не меньшим подтверждением сейсмоактивности данной зоны служит и Калининградское землетрясение 2004 г. (Ассиновская, Овсов, 2008), эпицентральная область которого расположена на юго-западном фланге БЛОК.

Не исключено, что данная зона приурочена «к пограничной геодинамической области, в которой происходит, с одной стороны, опускание земной коры (на юге Балтики) со скоростью более 2 мм/год, а с другой – поднятие древнего докембрийского щита Фенноскандии (Швеция, Финляндия, Норвегия) со скоростью 10–20 мм/год» (Орленок, 2006, с. 10).

Необходимо отметить, что поиск, выделение и изучение БЛОК может считаться весьма показательным примером, свидетельствующим о самых разнообразных результатах структурного «прочтения» земной коры, получаемых в современной гео-

логии. Так, например, исследователи, занимавшиеся изучением структуры ВЕП, могут быть разделены на:

а) не «увидевших» данную зону и не выделивших ее. Например, известный отечественный тектонист начала XX в. М.М. Тетяев «не заметил» эту зону, позже классик немецкой геологии Г. Штилле также никак не отразил данную зону на своей схеме «Кардинальные линеаменты Европы», равно как не отразил эту зону и Б.В. Сенин на схеме «Соотношение докембрийских структурно-вещественных комплексов и элементов планетарной структуры I–III рангов», составленную «по геолого-геоморфологическим, гравиметрическим и космосъемочным данным высоких уровней генерализации» (Сенин, 1985, с. 276);

б) выделивших данную зону лишь частично. Л.М. Расцветаев на схеме «Крупнейшие структуры литосферы и их соотношение с зонами глобального скалывания» (1980) четко выделил юго-западный фрагмент этой зоны (к юго-западу от линии Тейсера-Торнквиста (рис. 3). А.В. Синицын с соавторами и В.И. Башилов, напротив, выделили ее северо-восточный фрагмент в виде Архангельской зоны вендской активизации (Башилов, 1987; Синицын и др., 1986). В.А. Буш в 1987 г. также выделил северо-восточный фланг этой зоны на схеме разломов диагональной системы СССР, а позднее – в 2002 г. – Д.В. Лопатин этот фланг БЛОК выделил в виде линеамента на схеме линеаментной тектоники Северной Евразии. Ранее В.П. Мирошниченко с соавторами выделили юго-западный и северо-восточный фланги этой зоны, показав их возможные продолжения вплоть до южного окон-



Рис. 1. Линеаментная матрица континентов Земли (Полетаев, 2004)

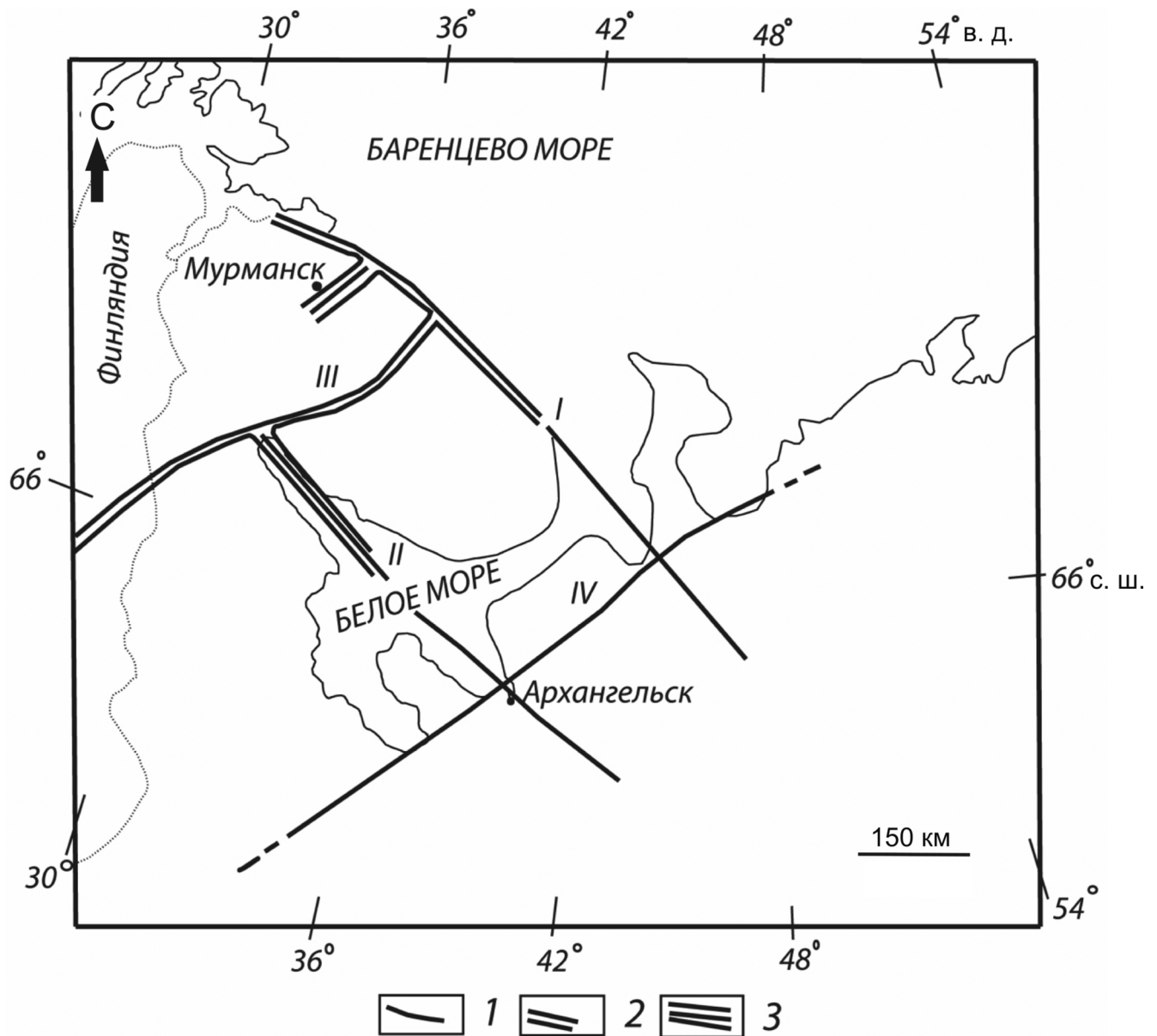


Рис. 2. Оси сейсмогенных зон на севере Европейской части России (Юдахин и др., 2003).

Арабскими цифрами обозначены максимальные магнитуды землетрясений: 1 – до 4; 2 – до 5; 3 – до 6 и более; римскими цифрами обозначены сейсмогенные зоны: I – Кольско-Мезенская; II – Кандалакшско-Архангельская; III – Хибинская; IV – Онежско-Чешская

чания Южной Америки (на юго-западе) и до мыса Челюскина (на северо-востоке) соответственно (Мирошниченко и др., 1984). Фрагментарно данная зона выделена и на карте активных разломов северной части ВЕП (Трифонов, 1999);

в) выделивших зону БЛОК на всем или почти на всем ее протяжении, т.е. примерно от Калининграда (на юго-западе) до острова Колгуев (на северо-востоке): например, Ю.М. Эринчек и Е.Д. Мильштейн (2003, с. 321) выделили данную зону в виде Калининградско-Архангельской зоны «повышенной концентрации разломов малой протяженности».

Не исключено, что данная зона прослеживается еще дальше на юго-запад, вплоть до Гибралтарского пролива (Расцветаев, 1980), а также на северо-восток – до пролива Карские ворота, разделяющего острова Новая Земля и Вайгач (рис. 3, 4).

Судя по приведенным примерам, БЛОК может быть отнесена к так называемым скрытым структурам (Макаров, Шукин, 1979; Полетаев, 2011) или к скрытым тектоническим нарушениям (Кочев, Полетаев, 2010), которые достаточно уверенно выделяются с помощью линейментного анализа земной коры (Полетаев, 2014).

Характеристика БЛОК как активной транзитной (межконтинентальной) структуры

При более детальном геоморфологическом анализе топографических карт и космических снимков были установлены основные закономерности локализации линейных элементов рельефа в пределах БЛОК, что позволило обосновать выделение, по меньшей мере, трех крупных сегментов в ее пре-

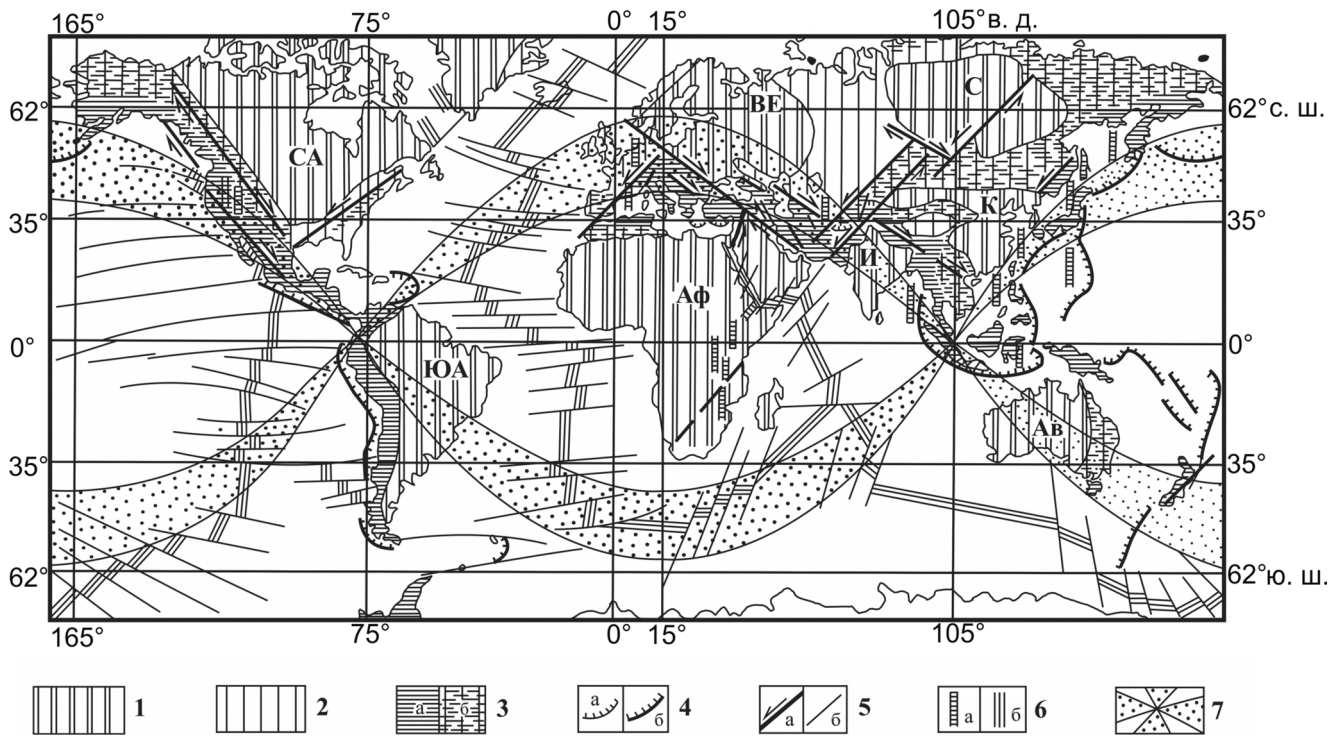


Рис. 3. Крупнейшие структуры литосферы и их соотношения с зонами глобального скальвания (Расцветаев, 1980). Доальпийские ядра стабилизации континентов: 1 – древние платформы (Ав – Австралийская, Аф – Африканская, ВЕ – Восточно-Европейская, И – Индийская, К – Китайская, С – Сибирская, СА – Северо-Американская, ЮА – Южно-Американская); 2 – молодые платформы. Альпийские структуры: 3 – области проявления позднеальпийской складчатости на континентах (орогенные пояса): а – более интенсивной, б – менее интенсивной; 4–6 – главные системы позднеальпийских дислокаций на континентах и в переходных зонах (а) и в океанах (б): 4 – взбросы и надвиги, 5 – сдвиги и зоны сдвиговых деформаций, 6 – раздвиги и сбросо-грабеновые системы; 7 – зоны глобального скальвания (критические диагонали) и узлы их пересечения (главные центры деформации)

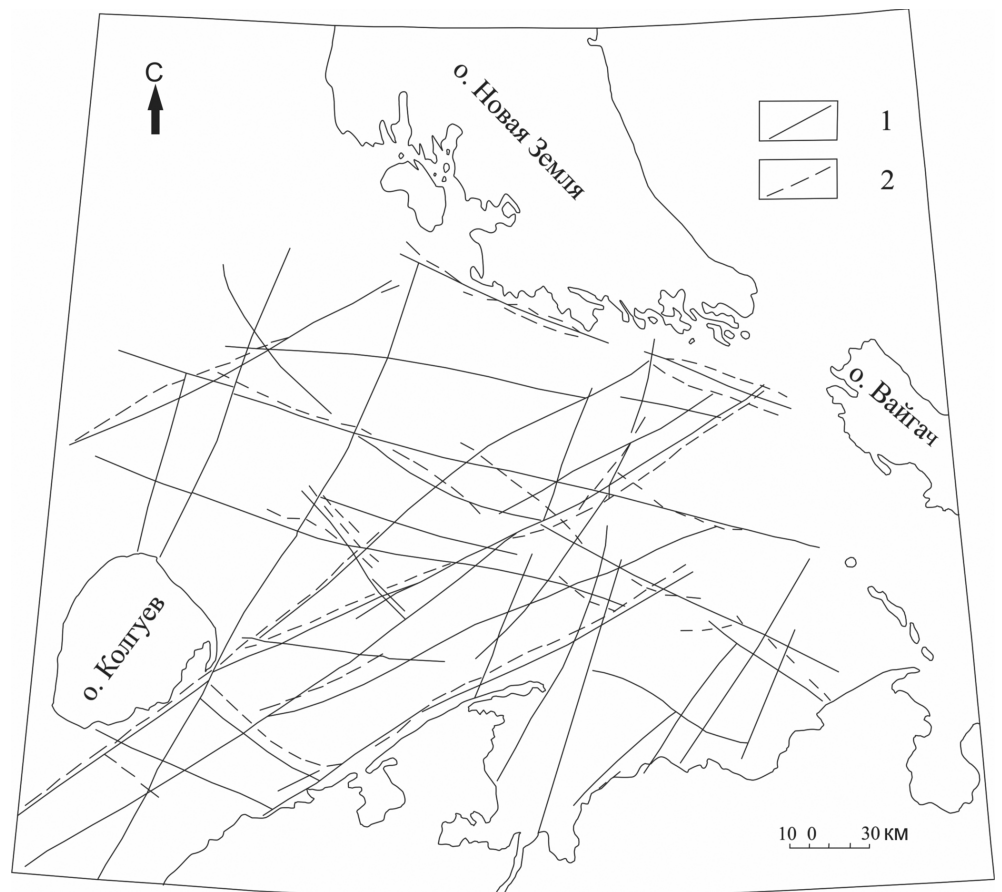


Рис. 4. Схема крупнейших линеаментов акватории Печорского моря, составленная по результатам дешифрирования космических снимков (Аэрокосмические методы..., 2000): 1 – крупнейшие линеаменты; 2 – разломы по геолого-геофизическим данным

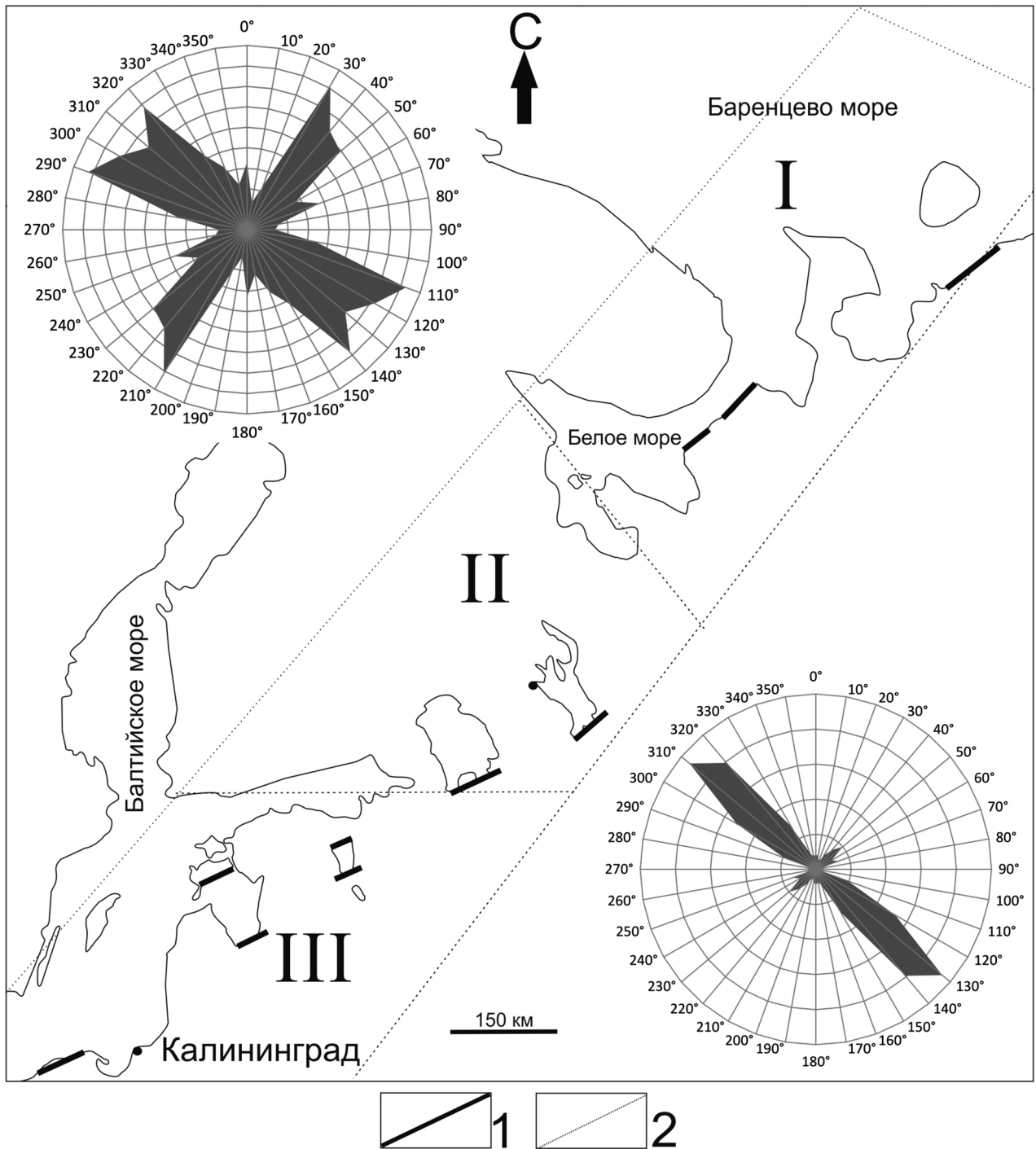


Рис. 5. Сегментация Балтийско-Ладожско-Онежско-Колгуевской зоны: 1 – линейные элементы рельефа северо-восточного простирания; 2 – границы блоков. Римскими цифрами обозначены блоки: I – Северный (Колгуевский); II – Центральный (Онежско-Ладожский); III – Южный (Калининградский). На розах-диаграммах показана ориентировка разрывных нарушений (вверху) и линейных элементов рельефа (внизу) с учетом их протяженности

делах, различающихся по плотности линеаментов, характеру рисунка линеаментного поля, особенностям пространственного распределения дизъюнктивных структур (рис. 5). В северной части рассматриваемой территории статистически значимыми являются линеаменты северо-западного и северо-восточного простираний, прослеживающиеся как на территории полуостровов Кольского и Канин, так и в пределах акваторий Белого и Баренцева

морей. Им соответствуют разрывные нарушения аналогичного направления. Центральная (Онежско-Ладожская) зона отличается от смежных блоков высокими значениями плотности линеаментов, ориентированных преимущественно в северо-западных румбах, и разрывных нарушений. Для южного (Калининградско-Балтийского) блока характерно развитие разрывных нарушений диагональной (северо-западной и северо-восточной) системы и рез-

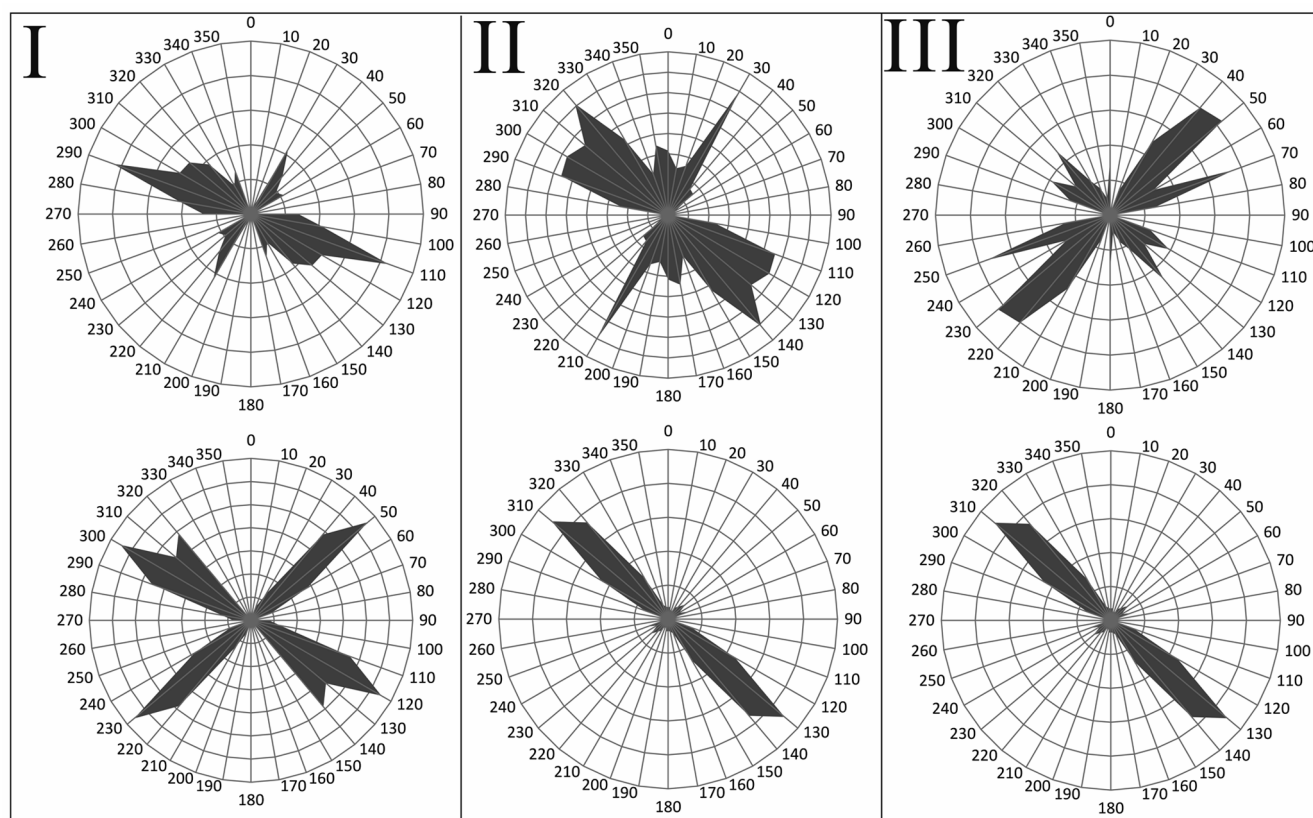


Рис. 6. Розы-диаграммы, характеризующие ориентировку разрывных нарушений (вверху) и линейных элементов рельефа (внизу) с учетом их протяженности в пределах Колгуевского (I), Онежско-Ладожского (II) и Калининградского (III) сегментов БЛОК

кое преобладание линейных элементов рельефа, вытянутых в северо-западном направлении (рис. 6). Данные гелиевой съемки позволяют сделать вывод о том, что центральный и южный сегменты БЛОК относятся к участкам повышенной проницаемости земной коры, с которыми связаны многочисленные разрывные нарушения, фрагментирующие массив пород на отдельные блоки.

Приуроченность значительного количества линейных элементов к разрывным нарушениям, сходство роз-диаграмм, характеризующих закономерности их пространственного распределения, свидетельствуют об унаследованном характере развития рельефа БЛОК. По-видимому, большая суммарная протяженность линейных элементов северо-западного простирания по сравнению с северо-восточными при приблизительно равной протяженности дизъюнктивных структур обеих систем обусловлена перемещением ледниковых масс преимущественно в юго-восточном направлении. На это указывает закономерная ориентировка ледниковых форм рельефа, сформировавшихся в эпоху Вислинского оледенения (Boulton et al., 2001), и ледниковых борозд.

Инструментальные наблюдения и палеосейсмологические исследования показали, что БЛОК на всем протяжении является сейсмически активной зоной (Ассиновская, Овсов, 2008; Евзеров и др., 2014; Никонов, Шварев, 2015). Судя по решению фокальных механизмов очагов землетрясений, ось максимального сжатия простирается в северо-за-

падном направлении (Ассиновская, Овсов, 2008), параллельно наиболее распространенным и протяженным линейным элементам рельефа. Приведенные данные позволяют поставить вопрос о возможной активизации БЛОК в новейшее время, включая современный этап.

Таким образом, зона, протягивающаяся от Баренцева моря, т.е. от Северного Ледовитого океана, до Балтийского моря, т.е. до Атлантического океана, может считаться транзитной межконтинентальной активной тектонической структурой.

Заключение

Значимость проведенной работы заключается в следующем.

Во-первых, результаты локальных структурных исследований, при всей их корректности, не могут столь же «помочь» вычленивать из перекрестного структурного плана земной коры доминирующие структуры: такая операция возможна только на региональном уровне и выше.

Во-вторых, в целях исключения «мерцания» (транзитности) структур исследования объекта следует вести на разных масштабных уровнях: только тогда можно быть уверенным, что пропуск искомой структуры не состоялся.

В-третьих, как было отмечено в начале статьи, к настоящему времени накопился огромный комплекс данных, часто противоречивых, касающихся

как структуры земной коры ВЕП в целом, так и отдельных ее регионов. В связи с этим, как нам представляется, не следует пренебрегать этими данными, поскольку, как считал наш великий предшест-

венник В.И. Вернадский (1981, с. 217), «в истории науки ход ее современного развития заставляет искать и видеть в ее прошлом то, о чем и не догадывались прежние исследователи».

ЛИТЕРАТУРА

- Ассиновская Б.А., Овсов М.К.* Сейсмотектоническая позиция Калининградского землетрясения 21 сентября 2004 года // *Физика Земли*. 2008. № 9. С. 32–43.
- Аэрокосмические методы геологических исследований / Под ред. А.В. Перцова. СПб.: Изд-во СПб. фабрики ВСЕГЕИ, 2000. 316 с.
- Башилов В.И.* Линейные структуры // *Космогеология СССР*. М.: Недра, 1987. С. 123–127.
- Буш В.А.* Линейные структуры (разломы и системы разломов) // *Космогеология СССР*. М.: Недра, 1987. С. 45–68.
- Вернадский В.И.* Избранные труды по истории науки. М.: Наука, 1981. 359 с.
- Евзеров В.Я., Виноградов А.Н., Николаева С.Б.* Геодинамика Беломорской котловины в голоцене // *Вестн. Кольского НЦ РАН*. 2014. № 2. С. 51–58.
- Карпинский А.П.* Очерки геологического прошлого Европейской России (Статьи 1883–1894 гг. с дополнительными примечаниями). М.; Пг.: Изд. «Природа», 1919. 123 с.
- Кочев Д.З., Полетаев А.И.* Скрытые тектонические нарушения земной коры: природные факторы – опасные для устойчивого функционирования техногенных сооружений // XII Горшковские чтения. Мат-лы конф., посвященной 101-ой годовщине со дня рождения Г.П. Горшкова (1909–1984). МГУ, 26 апреля 2010 г. М., 2010. С. 10–16.
- Лопатин Д.В.* Линеаментная тектоника и месторождения-гиганты Северной Евразии // *Исслед. Земли из космоса*. 2002. № 2. С. 77–91.
- Макаров В.И., Соловьева Л.И.* Перекрестный структурный план земной коры и проблема проявления ее глубинных элементов на поверхности (на примере Тянь-Шаня и Туранской плиты) // *Исслед. природной среды космическими средствами. Геология и геоморфология*. Т. 5. М.: ВИНТИ, 1976. С. 18–42.
- Макаров В.И., Щукин Ю.К.* Оценка активности скрытых разломов // *Геотектоника*. 1979. № 1. С. 96–109.
- Мирошниченко В.П., Березкина Л.И., Леонтьев Е.В.* Планетарная трещиноватость осадочного чехла литосферы (по материалам аэрокосмических съемок). Л.: Недра, 1984. 216 с.
- Никонов А.А., Шварев С.В.* Сейсмолинеаменты и разрушительные землетрясения в российской части Балтийского щита: новые решения для последних 13 тысяч лет // Мат-лы Междунар. конф. «Геолого-геофизическая среда и разнообразные проявления сейсмичности». Нью-Йорк: Изд-во Технического института СВФУ, 2015. С. 243–251.
- Орленок В.В.* Калининградское землетрясение 21 сентября 2004 года // *Вестн. РГУ им. И. Канта*. 2006. Вып. 1. Естественные науки. С. 6–11.
- Полетаев А.И.* Линеаментная делимость земной коры. М.: Геоинформмарк, 1994. 48 с.
- Полетаев А.И.* Мультилинеаментная структура Русской платформы // *Нетрадиционные вопросы геологии*. VI науч. семинар: Тез. докл. М., 1998. С. 9.
- Полетаев А.И.* Скрытые структуры земной коры – генераторы природных и техногенных катастроф // *Экологический вестн.* 2011. № 11. С. 41–48.
- Полетаев А.И.* Технологические возможности линеаментного анализа при выявлении скрытых тектонических нарушений // *Междунар. журнал «Геотехника»*. 2014. № 3. С. 16–22.
- Расцветаев Л.М.* Закономерный структурный рисунок земной поверхности и его динамическая интерпретация // *Проблемы глобальной корреляции геологических явлений*. М.: Наука, 1980. С. 145–195.
- Сенин Б.В.* Планетарные линейные объекты и их иерархия по геолого-геоморфологическим, гравиметрическим и космосъемочным данным высоких уровней генерализации // *Космическая информация в геологии*. М.: Наука, 1985. С. 276–287.
- Синицын А.В., Ермолаева Л.А., Станковский А.Ф.* и др. О мезозойской тектонической и магматической активизации северной части Русской плиты // *Докл. АН СССР*. 1986. Т. 287, № 6. С. 1458–1461.
- Трифонов В.Г.* Неотектоника Евразии // *Тр. Геол. ин-та РАН*. Вып. 514. М.: Научный мир, 1999. 252 с.
- Щукин Ю.К.* Геофизические исследования в сейсмоопасных зонах СССР // *Основные проблемы сейсмо-тектоники*. М.: Наука, 1986. С. 10–24.
- Эринчек Ю.М., Мильштейн Е.Д.* Системы разломов Восточно-Европейской платформы // *Тектоника и геодинамика континентальной литосферы*. Мат-лы XXXVI Тектонического совещ. Т. 2. М.: ГЕОС, 2003. С. 318–322.
- Юдахин Ф.Н., Щукин Ю.К., Макаров В.И.* Глубинное строение и современные геодинамические процессы в литосфере Восточно-Европейской платформы. Екатеринбург: УрО РАН, 2003. 300 с.
- Boulton G.S., Dongelmans P., Punkari M., Broadgate M.* Palaeoglaciology of an ice sheet through a glacial cycle: the European ice sheet through the Weichselian // *Quaternary Sci. Rev.* 2001. Vol. 20. P. 591–625.

Сведения об авторах: *Полетаев Анатолий Иванович* – канд. геол.-минерал. наук, ст. науч. сотр. каф. динамической геологии геологического ф-та МГУ имени М.В. Ломоносова, *e-mail:* aipoletaev@mail.ru; *Агибалов Алексей Олегович* – аспирант каф. динамической геологии геологического ф-та МГУ имени М.В. Ломоносова, *e-mail:* agibalo@yandex.ru; *Гордеев Никита Александрович* – магистрант каф. динамической геологии геологического ф-та МГУ имени М.В. Ломоносова, *e-mail:* turistmsu@gmail.com