

УДК 551.243.8; 551.442

**Н.И. Косевич<sup>1</sup>, М.А. Романовская<sup>2</sup>**

## ЛИНЕАМЕНТЫ И ТЕКТОНИКА КАНДАЛАКШСКОГО ЗАЛИВА БЕЛОГО МОРЯ

Рассмотрены закономерности развития сети линеаментов и ослабленных зон в пределах Кандалакшского залива (акватория и побережье). Выполнен морфоструктурный анализ территории с построением и сопоставлением роз-диаграмм линеаментов для разных участков исследуемого района. Предпринята попытка увязать структуру сети линеаментов исследуемого района с тектоническим развитием наиболее значимой структуры района — Кандалакшским рифтом.

*Ключевые слова:* линеаменты, тектоника, разломы, рифт, морфоструктурный анализ, Кандалакшский залив.

The article is devoted to specifics of development of the lineament network and weakened zones within the Kandalaksha gulf (water area and coasts). The morphostructure analysis of territory with construction and comparison of the rose-diagrams of lineaments for different sections of the region has been done. An attempt to connect the structure of the network of lineaments of the region with the tectonic development of the most significant structure of region — by Kandalaksha rift investigated has been made.

*Key words:* lineaments, tectonics, faults, rift, morphostructure analysis, Kandalaksha gulf.

**Введение.** Белое море характеризуется разнообразными и значительно отличающимися с геолого-геоморфологической точки зрения побережьями, что давно вызывает интерес у широкого круга геологов и геоморфологов (рис. 1). Основная тектоническая единица исследуемого района, определяющая особенности его тектонического развития и строения от рифея до настоящего времени, — Онежско-Кандалакшская система рифейских грабенов [Балуев и др., 2009а], или Кандалакшко-Двинская [Авенариус, 2004]. В неотектоническое время произошла активизация рифтинга, имеющего унаследованный характер от средне-позднерифейского грабена [Балуев и др., 2009б] (рис. 2). Значительный вклад в формирование современного рельефа района вносит неотектоническое воздымание территории, обусловленное гляциоизостатическим поднятием Балтийского щита в целом после схода последнего ледникового покрова [Svendsen et al., 2004]. В работах М.А. Лавровой [1960], А.А. Никонова [1967], Б.И. Кошечкина [1969] и многих других исследователей показано, что в голоцене регион испытывает общий подъем, достигающий в описываемом районе более 100 м.

Результаты тектонических процессов играют решающую роль при формировании тектонически обусловленного рельефа акватории и побережий Кандалакшского залива. Активизация тектонических движений в пределах ранее заложенных структур и заложение новых структур приводят к изменению рисунка рельефа региона в целом [Земная кора..., 1978; Балуев и др., 2009а] (рис. 2).

**Тектоническая позиция и геологическое строение района исследований.** Белое море отличается сложной геологической историей и большим разнообразием природных процессов. В тектоническом плане Беломорская впадина находится в области сочленения Фенноскандинавского щита и Русской плиты. Кандалакшский залив, расположенный в западной части Белого моря (рис. 1), приурочен к мезоархейскому — палеопротерозойскому Беломорскому подвижному поясу. После карельского тектономагматического цикла весь регион существовал как единая платформенная структура. В олигоцене область Белого моря вступила в неотектонический этап развития [Балуев, 2006; Слабунов, 2008]. Изостатическое поднятие, охватившее после таяния ледника всю территорию Скандинавии, во многом определяет современный этап тектонического развития исследуемого района.

В геологическом строении Кандалакшского залива можно выделить два структурных этажа. Первый этаж представлен кристаллическим фундаментом, сложенным породами беломорского комплекса архея. Этот древний комплекс сложен здесь преимущественно биотитовыми, гранат-биотитовыми, амфибол-биотитовыми гнейсами, амфиболитами, гранитогнейсами, глиноземистыми сланцами и кварцитами, а также прорывающими их многочисленными интрузивными телами разного состава и возраста. Общая мощность этих отложений 8–10 км.

Второй структурный этаж представляет собой чехол платформы и начинается с красноцветных рифейских песчаников, выполняющих авлакогены кри-

<sup>1</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра геоморфологии и палеогеографии, инженер; *e-mail:* nkosevich@gmail.com

<sup>2</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра динамической геологии, доцент, канд. геол.-минерал. н.; *e-mail:* maria\_roman@mail.ru

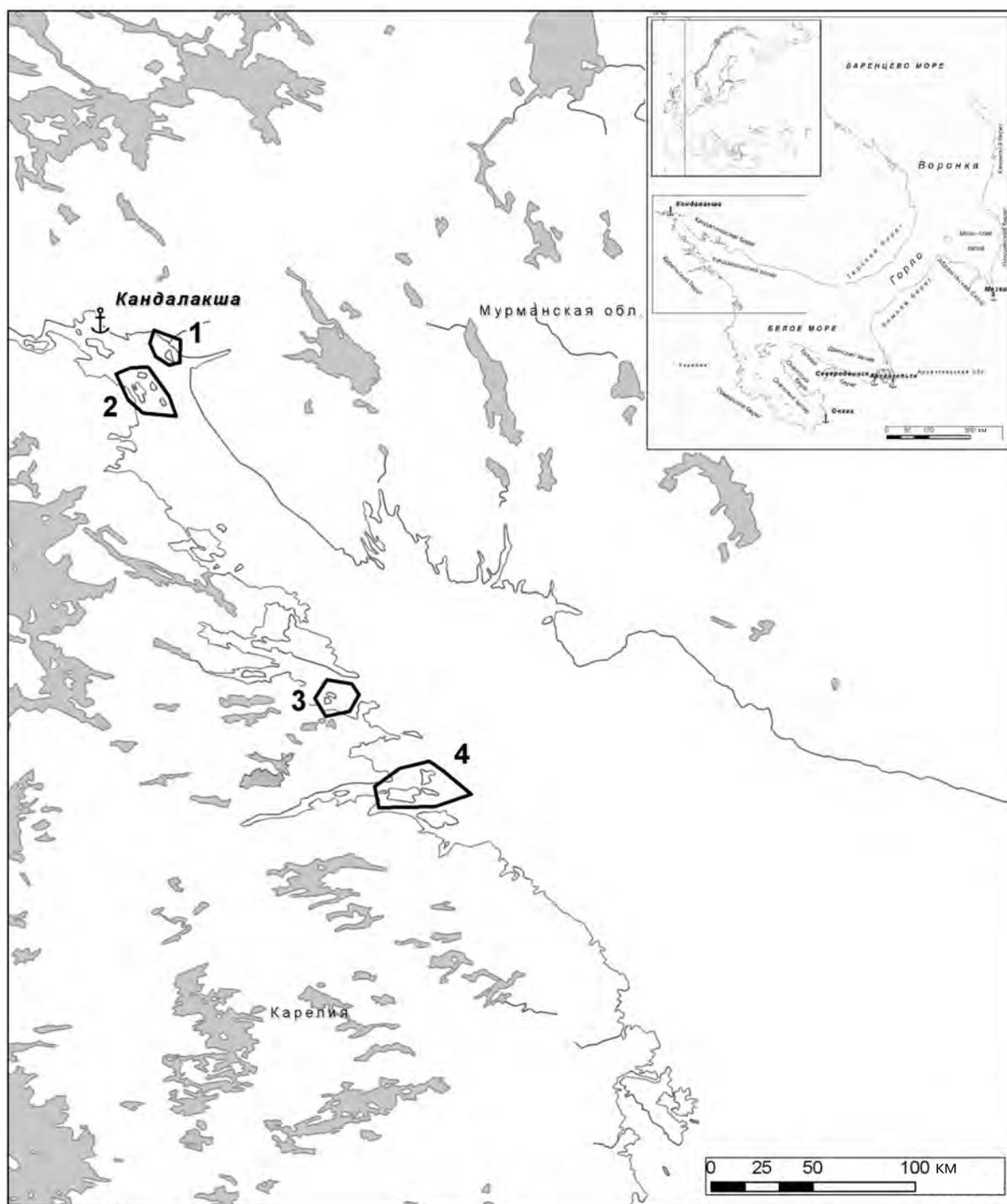


Рис. 1. Схема расположения района исследования и участков исследования: 1 — арх. Лувеньгский, 2 — арх. Северный, 3 — арх. Кузакоцкий, 4 — арх. Керетский

таллического фундамента, которые в юго-восточном направлении перекрыты терригенными отложениями вендского возраста. Все эти древние породы на дне Кандалакшского залива почти сплошным чехлом перекрыты молодыми плейстоценовыми и голоценовыми отложениями.

**Материалы и методы исследований.** В качестве ключевого участка исследования был выбран Кандалакшский залив Белого моря (рис. 1). Термин «линеа-

мент» был впервые предложен американским геологом У. Хоббсом в 1904 г. [Hobbs, 1904] для обозначения вытянутых в одном направлении линейных элементов рельефа и геологической структуры. Выделение и изучение линеаментов в исследуемом районе проводилось в ходе полевых и камеральных работ.

В полевых условиях по геолого-геоморфологическим признакам выделялись и описывались линейные структурные нарушения в рельефе, выраженные

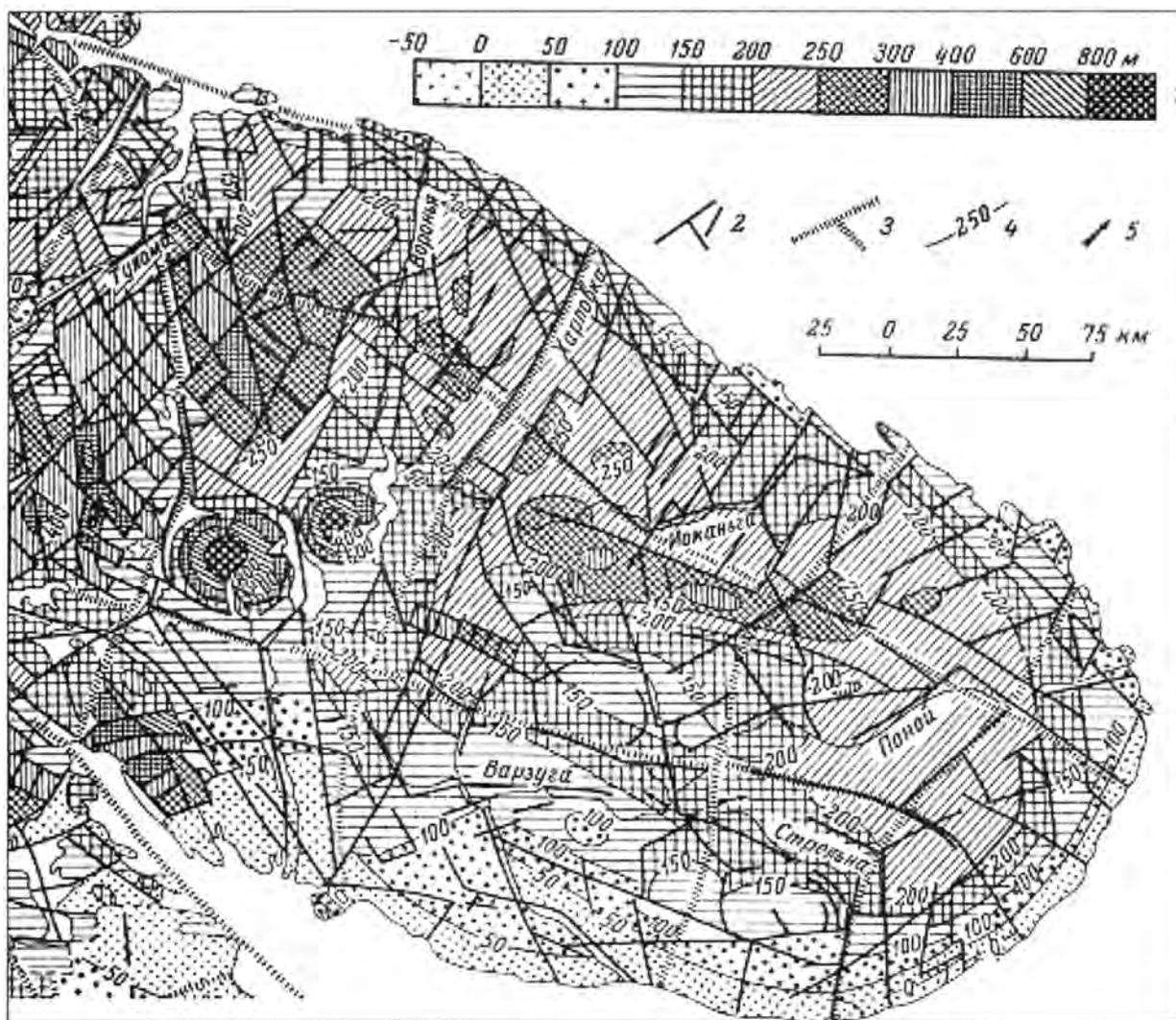


Рис. 2. Карта новейшей тектоники восточной части Балтийского щита, по [Земная кора..., 1978]: 1 — шкала интенсивности движений; 2 — разломы, обновленные или заложенные на неотектоническом этапе; 3 — глубинные разломы; 4 — изобазы поднятия; 5 — направления перекосов блоков

вытянутыми скальными уступами и массивами, линейными участками берега, линейными участками гидрографической сети; выявлены линейные зоны повышенной трещиноватости и системы трещин, а также разрывные нарушения, замерены их простирания.

Затем фактический материал был дополнен результатами структурного анализа карт, данными дешифрирования аэро- и космоснимков. Результаты анализа линеamentной сети представлены в виде ГИС-проекта на основе топографических, батиметрических, геологических, тектонических карт и спутниковых изображений разного масштаба. На основе дешифрирования топографической и батиметрической карты, а также данных дистанционного зондирования авторами выделены прямолинейные элементы гидрографической сети на побережьях, прямолинейные участки береговой линии и прямолинейные элементы рельефа дна акватории Кандалакшского залива. Особое внимание уделялось линеamentам, локализованным в областях развития крупных тектонических нарушений

и ослабленных зон. В результате построена карта-схема линеamentной сети исследуемого района (рис. 3). Кроме того, выделенные линеamentы проанализированы по методике С.С. Шульца [Методическое..., 1977] и представлены в виде роз-диаграмм. В основу построения роз-диаграмм положены данные о протяженности и простиранию линеamentов (рис. 4, 5).

**Результаты исследований и их обсуждение.** Анализ линеamentной сети, выполненный с использованием построенной карты-схемы линеamentов (рис. 3), осуществлен для каждого берега Кандалакшского залива — северо-западного (Кандалакшского) и юго-западного (Карельского), его акватории, а также более детально для некоторых участков, выделенных на основе навигационных данных [Лоция..., 2006], — кутовой (вершинной) части залива, Керетского, Кузакоцкого, Лувеньгского и Северного архипелагов (рис. 1).

В ходе анализа построенных роз-диаграмм простирания линеamentов выявлено, что северо-западное направление преобладает в акватории и на побережье-

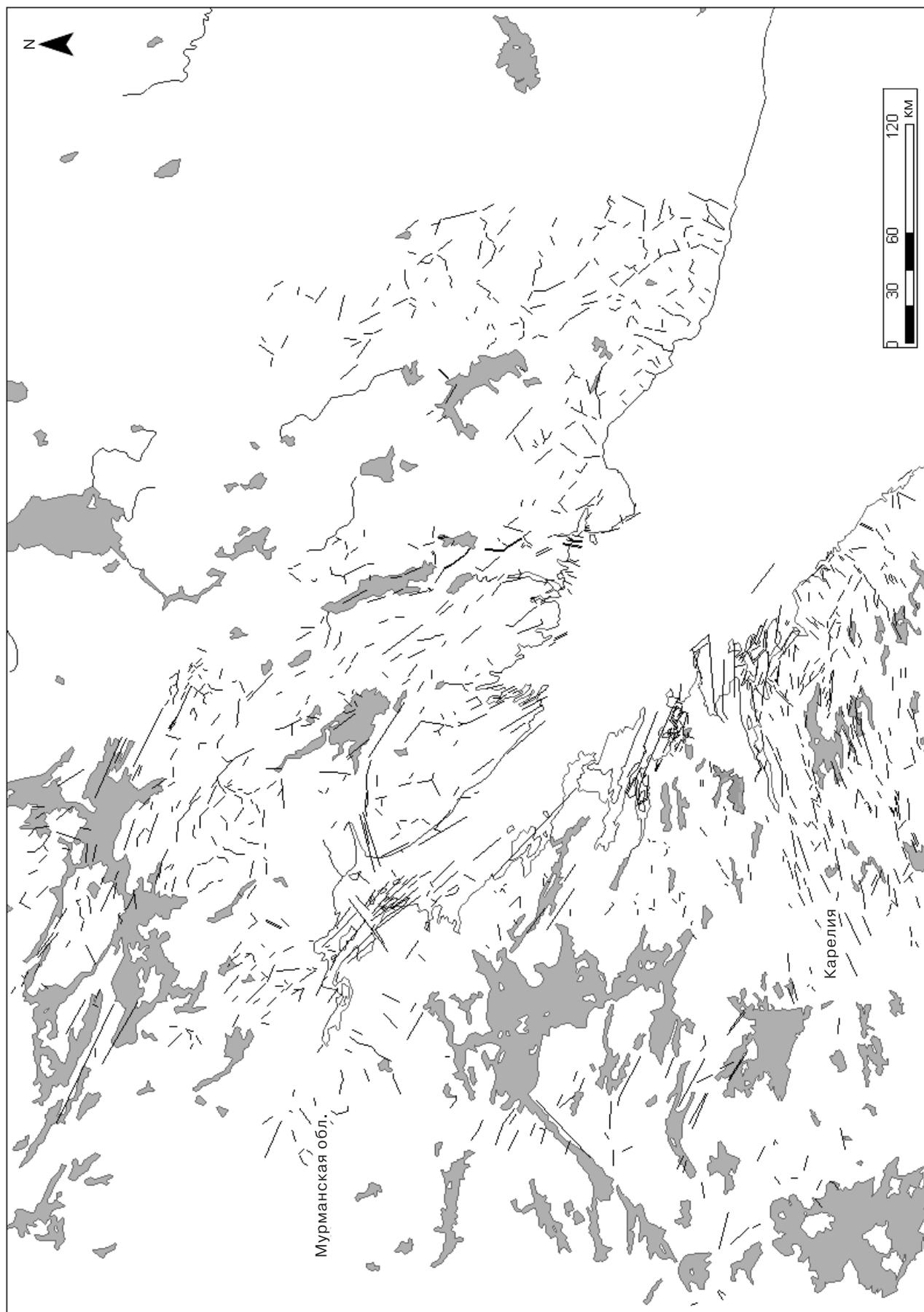


Рис. 3. Карта-схема линсаментов, выделенных на побережье и в акватории Кандалакшского залива по результатам проведенных исследований

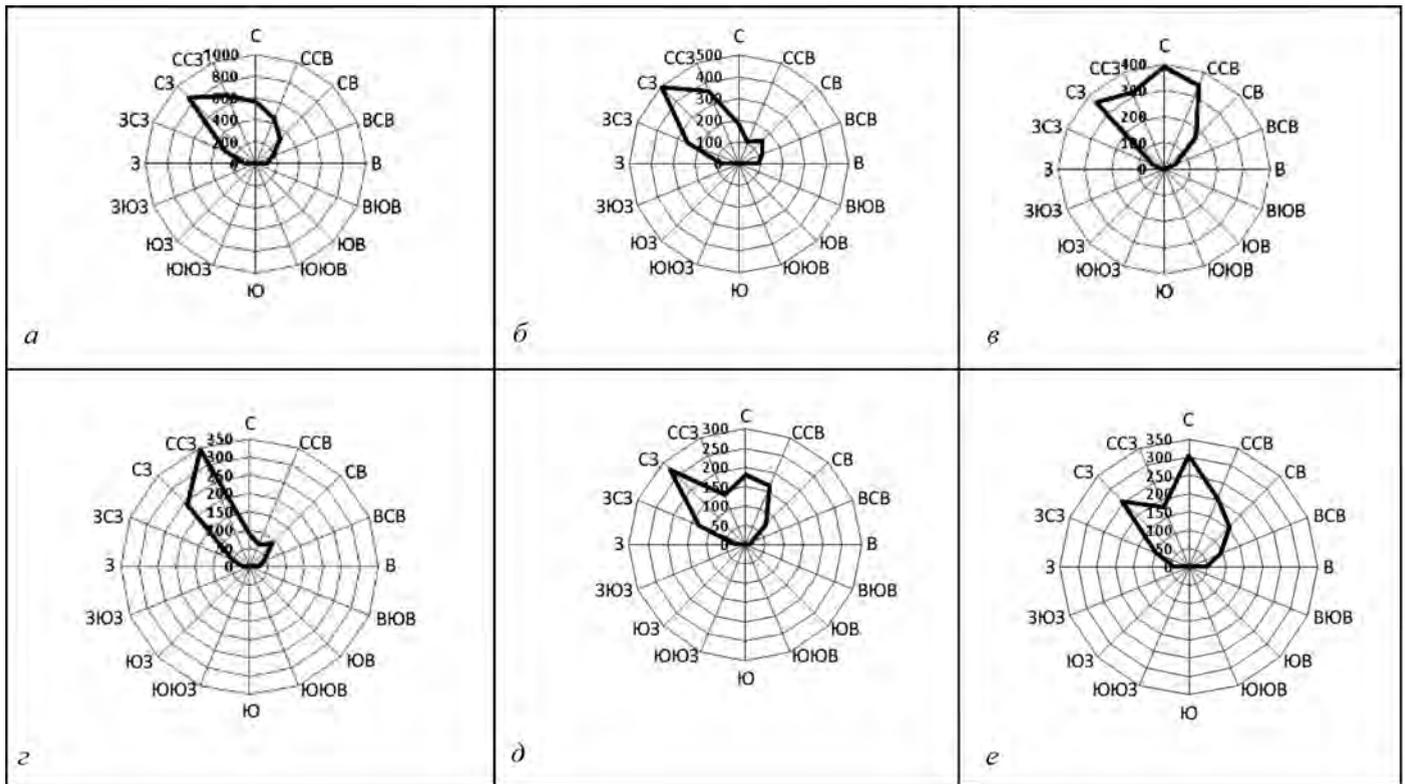


Рис. 4. Розы-диаграммы простираения линейных структур: *a* — акватория Кандалакшского залива и прилегающей территории; *б* — Кандалакшский берег; *в* — Карельский берег; *г* — вершина залива; *д* — центральная часть залива; *е* — устьевая часть залива

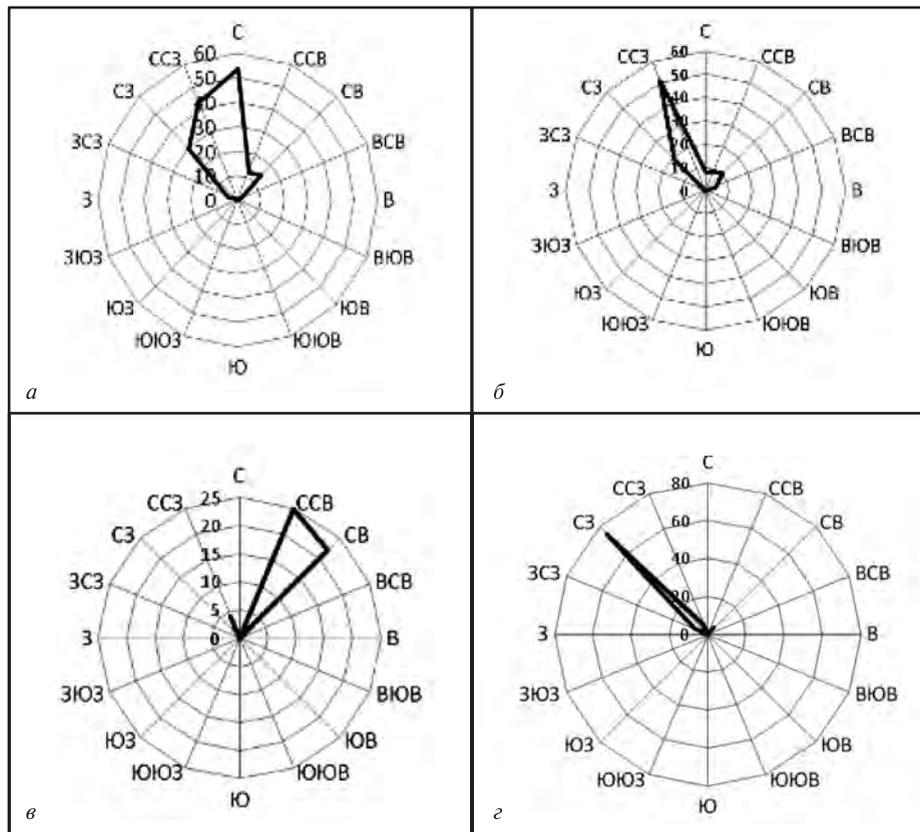


Рис. 5. Розы-диаграммы простираения линейных структур акватории и архипелагов: *a* — Керетский; *б* — Кузакоцкий; *в* — Лувеньский; *г* — Северный



Рис. 6. Зоны главных глубинных разрывных нарушений (просвечивающих), по [Тектоника восточной части..., 1974]

ях Кандалакшского залива (рис. 4, *a—e*). При детальном рассмотрении данных об ориентировке линеаментов, выделенных в пределах каждого берега залива, прослеживается следующее: в пределах Кандалакшского берега ориентировка линеаментов северо-западная (рис. 4, *b*). На этой розе-диаграмме выделяется небольшой пик субширотных линеаментов, которые нередко встречаются в южной части юго-западного берега Кандалакшского залива (рис. 2). Для Кандалакшского берега характерно небольшое число линеаментов субширотного простирания, связанных с рисунком структурно-тектонического рельефа. В пределах Карельского берега (рис. 4, *e*) преобладают линеаменты северного, северо-северо-западного и северо-северо-восточного простирания.

Анализ распределения и ориентировки линеаментов в пределах кутовой части (вершины) Кандалакшского залива выявил преобладание северо-северо-западных и северо-западных линеаментов (рис. 4, *e*). Для берегов в средней части Кандалакшского залива характерно северо-западное простирание линеаментов (рис. 4, *d*), а для территории, примыкающей к устьевой части Кандалакшского залива (рис. 4, *e*), — северное и северо-западное.

Таким образом, подтверждается, что выделенные линеаменты наследуют направление основных текто-

нических структур района и оперяющих их разломов (рис. 2, 4, 5). Различия в простирании линеаментов для разных берегов Кандалакшского залива показывают, что берега наследуют структуры Кандалакшского рифта, который имеет генеральное северо-западное—юго-восточное простирание и к которому тяготеет огромное количество оперяющих его разломов.

Также проанализирована линеаментная сеть в пределах нескольких архипелагов (рис. 5), на формирование которых повлияли развитие древних тектонических структур и неотектонические движения.

В пределах Керетского архипелага выделены линейные структуры с преобладанием северной (субмеридиональной) ориентировки (рис. 5, *a*). По розам-диаграммам для Карельского берега и области выхода из Кандалакшского залива получены схожие характеристики.

Среди линейных структур, выделенных в пределах Кузакоцкого архипелага, преобладает северо-северо-западная ориентировка (рис. 5, *b*), что также наблюдается в пределах всего Карельского берега и центральной части Кандалакшского залива.

В пределах Лувеньгского архипелага выделено 6 линеаментов, которые ограничивают его, тем самым обособляя его острова в единый блок. На розе-диаграмме (рис. 5, *b*) видно, что здесь преобладают

линейные структуры северо-северо-восточного и северо-восточного направления. Лувеньгский архипелаг лежит вдоль Кандалакшского берега, а линеаменты в его пределах — вкрест простирания линеаментов Кандалакшского берега.

Для арх. Северный (рис. 5, з) характерно преобладание линейных структур северо-западной ориентировки. Такая ориентировка структур выделена при построении роз-диаграмм для Карельского и Кандалакшского берегов и для вершины Кандалакшского залива. Полученные результаты позволяют говорить о том, что линейные структуры меньшего порядка наследуют ориентировку более крупных линейных структур.

При сопоставлении полученных результатов с данными предыдущих исследований (рис. 6) наблюдается четко выраженный поворот простирания линеаментов

с субширотного на субмеридиональный при движении по часовой стрелке.

**Заключение.** Таким образом, для большинства выделенных линеаментов характерно простирание с северо-запада на юго-восток, что соответствует активным в настоящее время разломам бортов Кандалакшского рифта. Архипелаги, протягивающиеся вдоль Карельского берега, ограничены северо-западными и северо-северо-западными линеаментами. Это доказывает, что линеаменты, выделенные на суше, продолжают в акваторию залива. А линейные структуры, ограничивающие острова Лувеньгского архипелага, простираются вкрест линеаментов, выделенных в пределах Кандалакшского берега, что позволяет говорить о положении этого участка на пересечении линеаментных систем, т.е. на площади так называемой узловой структуры.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Авенариус И.Г.* Морфоструктура Беломорского региона // Геоморфология. 2004. № 3. С. 48–56.

*Балуев А.С.* Геодинамика рифейского этапа эволюции северной пассивной окраины Восточно-Европейского кратона // Геотектоника. 2006. № 3. С. 23–38.

*Балуев А.С., Журавлев В.А., Пржиялговский Е.С.* Новые данные о строении центральной части палеорифтовой системы Белого моря // Докл. РАН. 2009а. Т. 427, № 3. С. 348–353.

*Балуев А.С., Пржиялговский Е.С., Терехов Е.Н.* Новые данные по тектонике Онежско-Кандалакшского палеорифта (Белое море) // Докл. РАН. 2009б. Т. 425, № 2. С. 249–252.

Земная кора восточной части Балтийского щита. Л.: Наука, 1978. 310 с.

*Кошечкин Б.И.* Неоструктурный план северо-восточной части Балтийского кристаллического щита // Природа и хозяйство Севера. Вып. 1. Апатиты, 1969. С. 9–18.

*Лаврова М.А.* Четвертичная геология Кольского полуострова. Л.: Наука, 1960. 233 с.

Лоция Белого моря. Главное управление навигации и океанографии Министерства обороны Российской Федерации. СПб., 2006.

Методическое руководство по изучению планетарной трещиноватости и линеаментов. Л.: Изд-во ЛГУ, 1977. С. 34–40.

*Никонов А.А.* Проблемы неотектоники северо-восточной части Балтийского щита // Тектонические движения и новейшие структуры земной коры. М.: Наука, 1967. С. 191–198.

*Слабунов А.И.* Геология и геодинамика Архейских подвижных поясов (на примере Беломорской провинции Фенноскандинавского щита). Петрозаводск: КНЦ РАН, 2008. 296 с.

Тектоника восточной части Балтийского щита. Л.: Недра, 1974.

*Hobbs W.N.* Lineaments of the Atlantic border region // Bull. Geol. Soc. Amer. 1904. Vol. 15. P. 483–506.

*Svendsen J.I., Alexanderson H., Astakhov V.I. et al.* Late Quaternary ice sheet history of Northern Eurasia // Quarter. Sci. Rev. 2004. Vol. 23. P. 1229–1271.

Поступила в редакцию  
13.03.2014