

Научная статья
УДК 551.462:551.248.2 (268.45)
doi:10.37614/2949-1185.2025.4.2.010

ВЕРТИКАЛЬНАЯ РАСЧЛЕНЕННОСТЬ РЕЛЬЕФА И ЛИНЕАМЕНТЫ ПОЛУОСТРОВОВ РЫБАЧИЙ И СРЕДНИЙ (КОЛЬСКИЙ ПОЛУОСТРОВ)

Максим Валентинович Митяев

Мурманский морской биологический институт Российской академии наук, г. Мурманск, Россия
mityaev@mmbi.info

Аннотация

В результате морфоструктурного исследования территории на границе Балтийского щита и Кольской микроплиты, на которой расположены полуострова Средний и Рыбачий, было выявлено, что на Среднем энергия рельефа почти в 1.5 раза больше, чем на Рыбачьем. При этом на территории п-ова Рыбачий тектонические напряжения примерно на 20 % превышают аналогичные показатели на п-ове Средний. Установлено, что средняя глубина базиса эрозии на Среднем составляет 69 ± 3 м/км², густота линейных элементов рельефа – 0.96 ± 0.03 км/км², а на Рыбачьем – 49 ± 1 м/км² и 1.23 ± 0.01 км/км² соответственно. Основные напряжения земной коры на обоих полуостровах возникают при сжатии в двух направлениях – с северо-запада (от Срединно-Атлантического хребта) и с северо-востока (от хребта Гаккеля).

Ключевые слова:

вертикальная расчлененность рельефа, глубина базиса эрозии, линеаменты, полуостров Средний, полуостров Рыбачий, морфоструктуры

Original article

VERTICAL DISDICTION OF THE RELIEF AND LINEAMENTS OF THE RYBACHY AND SREDNY PENINSULAS (KOLA PENINSULA)

Maxim V. Mityaev

Murmansk Marine Biological Institute of the Russian Academy of Sciences, Murmansk, Russia
mityaev@mmbi.info

Abstract

As a result of morphostructural study of the territory on the border of the Baltic Shield and the Kola microplate, covering the Sredny and Rybachy peninsulas, it was revealed that on the Sredny Peninsula the relief energy is almost one and a half times greater than on the Rybachy Peninsula. At the same time, on the territory of the Rybachy Peninsula tectonic stresses are almost 20 % higher than similar indicators on the Sredny Peninsula. It was established that the average depth of the erosion base on the Sredny Peninsula is 69 ± 3 m/km², on the Rybachy Peninsula – 49 ± 1 m/km². The density of linear relief elements on the Rybachy Peninsula on average is 1.23 ± 0.01 km/km², on the Sredny Peninsula – 0.96 ± 0.03 km/km². The main stresses of the Earth's crust on both peninsulas arise from compressive forces in two directions – from the northwest (from the Mid-Atlantic Ridge) and from the northeast (from the Gakkel Ridge).

Keywords:

vertical dissection of relief, depth of erosion base, lineaments, Sredny Peninsula, Rybachy Peninsula, morphostructures

Введение

Неотектонический этап структурного развития Земли необычайно важен тем, что иллюстрирует насколько за короткий промежуток времени (с геологической точки зрения) может измениться ее морфологический лик. При этом затрагивается широкий круг актуальных проблем геологии, геоморфологии и других смежных наук – абсолютные скорости движений земной коры по разным векторам, амплитуды движений, формирование различного рода линейных и нелинейных деформаций, сопровождающихся разрывом сплошности литосферы в целом и отдельных ее горизонтов, что связано с вулканической, сейсмической опасностью и другими геоэкологическими катастрофами.

Рассмотрим орографические особенности, вертикальную расчлененность рельефа и линейные элементы рельефа на территории, сформированной в активной тектонической зоне «живых» дизъюнктивных структур на границе Балтийского щита и Баренцевоморской плиты. Большинство

линейных элементов рельефа полуостровов Рыбачий и Средний тектонической природы, они продолжают развиваться в современное время и контролируют блоковые морфоструктуры территории. Большая вертикальная расчлененность рельефа на границах полуостровов свидетельствуют о высокой энергии рельефообразования территории и возможной сейсмической опасности всей зоны сопряжения морфоструктур региона.

Материал и методы

Объект исследования – зона сопряжения территории северо-западной части Балтийского щита и эпибайкальской Кольской микроплиты шельфа Баренцева моря в районе выхода на дневную поверхность земли горных пород позднего протерозойского возраста (Объяснительная ..., 1996). Морфоструктурный анализ выполнен на территории полуостровов Рыбачий и Средний, географически расположенных на Кольском полуострове между Мурманским берегом и открытой акваторией шельфа Баренцева моря (рис. 1). Исследовали вертикальную расчлененность рельефа, густоту линейных элементов рельефа и их простирание.

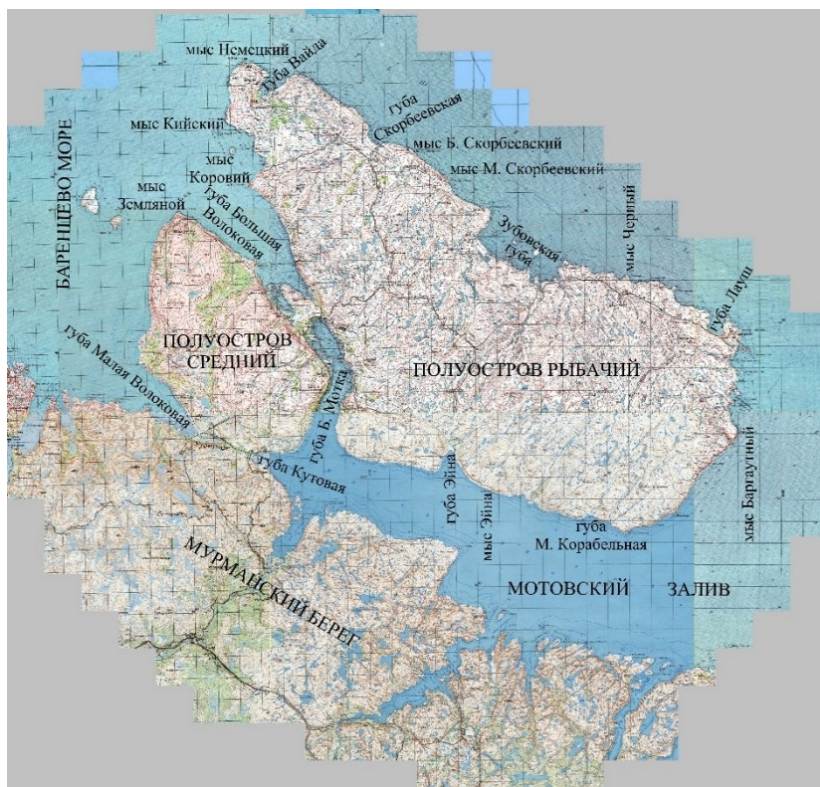


Рис. 1. Схема географического положения района исследований

Fig. 1. Scheme of the geographical location of the research area

Район исследований относится к территории с завершенным геологическим развитием и длительным процессом планации, поэтому ее современный морфоструктурный облик определяют позднекайнозойские тектонические движения (неотектонические) блокового типа (Кошечкин, 1969; Мусатов, 1996; Митяев, 2001, 2014 и др.).

На первом этапе мы проводили анализ топографических карт. Было выполнено разделение территорий на районы с единой морфологией и ориентацией орогидрографических элементов рельефа. В пределах выделенных орогидрографических районов определялась минимальная разница высотных отметок водораздельных пространств, достаточная для отнесения двух сопредельных

участков территории к различным структурно-тектоническим блокам (Морфоструктурные ..., 1968). Для определения этой величины был проведен анализ высотных отметок водораздельных пространств (для каждого полуострова в отдельности). В орогидрографических районах рассчитывалась амплитуда рельефа в блоках площадью 4 км^2 (ячейка $2 \times 2 \text{ км}$) и ее среднеарифметическая величина.

На п-ове Средний высота водораздельных поверхностей в среднем составляет $188 \pm 9 \text{ м}$ над уровнем моря $[(110 \pm 10) - (245 \pm 15) \text{ м}]$. Амплитуда рельефа изменяется от 43 до 137 м, при средней величине $90 \pm 20 \text{ м}$. Следовательно, разделение территории полуострова на морфоструктурные блоки возможно при разности вершинных поверхностей в 30 м. На п-ове Рыбачий средняя высота водоразделов составляет $146 \pm 3 \text{ м}$ над уровнем моря $[(70 \pm 5) - (190 \pm 8) \text{ м}]$. Амплитуда рельефа изменяется от 33 до 95 м, при средней величине $55 \pm 5 \text{ м}$. Следовательно, разделение территории на морфоструктурные блоки возможно при разности вершинных поверхностей в 40 м. Полученные значения меньше, чем для пенепленизированного и активизированного в неотектонический этап сопредельного Мурманского побережья Кольского полуострова (Митяев, 2014).

Было принято, что на обоих полуостровах орогидрографические районы с разницей высоты наддолинного рельефа в 40 м и более следует отнести к разным морфоструктурным блокам. Нами выделено 14 морфоструктурных блоков (9 – на п-ове Рыбачий, 4 – на п-ове Средний и 1 – соединяющий полуострова).

Вертикальная расчлененность рельефа – один из наиболее ярких признаков современной активности неотектонических структур, легко определяемых при анализе картографического материала. При анализе территории топографическая карта масштаба 1:100 000 разбивалась на элементарные ячейки площадью 1 км^2 , в пределах которой определялась амплитуда рельефа (разность максимальных и минимальных гипсометрических высот рельефа – глубина локального базиса эрозии) и относилась к центру квадрата. Далее элементарная ячейка сдвигалась на $1/3$ по горизонтальной, а затем и вертикальной оси, и операция повторялась заново. Затем выделялись области с одинаковой вертикальной расчлененностью (потенциальной энергией) рельефа.

Далее определяли рельефообразующие линеаменты (мегатрещины) – все прямолинейные, дугообразные и кольцевые элементы рельефа и растительного покрова, четко выделяемые в результате дешифрирования топографической основы. Выделение линеаментов проводилось по сгущению горизонталей трассирующих уступы рельефа, спрямленным участкам долин водотоков и берегов озер, коленообразным изгибам русел водотоков, линейно расположенным или вытянутым в одном направлении цепочке озерных котловин, по морским берегам губ и заливов. На топографическую карту наносились только четкие контролирующие особенности рельефа линеаменты. Соблюдалось правило гомогенности, т. е. линеамент, разделяя единую гипсометрическую поверхность на две части (левую и правую), должен сохранять соотношение высотных отметок между этими двумя частями территории на всем своем протяжении. В результате строилась схема рельефообразующих линеаментов, которая подвергалась дальнейшему исследованию. В первую очередь анализировалась густота линеаментов. Для определения этой величины схема рельефообразующих линеаментов разбивалась на ячейки площадью 1 км^2 , в пределах ячейки определялась общая длина линеаментов и относилась к центру ячейки. Далее ячейка сдвигалась на $1/3$ по горизонтальной оси, и операция повторялась заново, потом ячейки сдвигались на $1/3$ по вертикальной оси, и в каждой ячейке вновь замерялась общая длина линеаментов. Полученное в результате измерений поле длин линеаментов усреднялось по круговой палетке с радиусом автокорреляции 4 км (около 0.5 % от исследуемой территории). Затем проводились изолинии равных значений густоты линеаментов.

На втором этапе мы исследовали направление простираения линеаментов. Для этого строились розы-диаграммы (при построении учитывалось как направление линеаментов, так и их протяженность). Осреднение направления простираения линеаментов проводили через 15 град., ввиду зеркальности сводные розы-диаграммы для каждого полуострова и всей территории в целом строились только в северном секторе (от запада до востока). Для каждого морфоструктурного блока строилась своя роза-диаграмма простираения линеаментов.

Результаты и обсуждение

Орогидрографические особенности территории. Площадь п-ова Рыбачий около 900 км², рельеф характеризуется преобладанием линейных элементов (озерно-речных долин и водоразделов) северо-восточного и северо-западного направлений. Водоразделы узкие, с крутыми ступенчатыми склонами. Депрессии рельефа линейно-вытянутые корытообразного поперечного профиля, в депрессиях располагаются озерно-речные (озерно-ручьевые) системы. Большинство понижений рельефа заболочено. Озерные котловины небольшие, площадь водного зеркала S_w менее 1 км², встречаются озера линейно вытянутые и овальной формы. Руслу водотоков прямые, нередко с резкими коленообразными изгибами. Средняя высота наддолинного рельефа 145 ± 3 м ($n = 280$), максимальные высоты водоразделов не превышают 300 м (сопка Эйна – 299.5 м). На Рыбачьем господствует тундровый (гольцовый) ландшафт. Нами выделено 9 орографических районов (блоков, рис. 2).

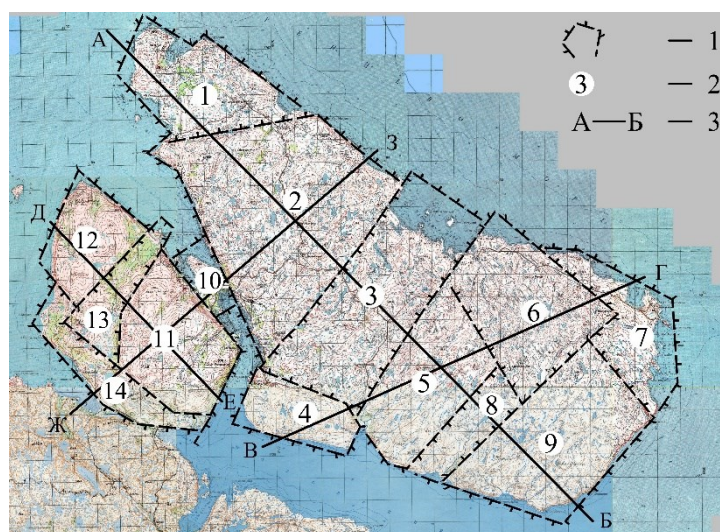


Рис. 2. Схема орографического районирования полуостровов Средний и Рыбачий:

1 – границы районов, 2 – номера районов, 3 – линии профилей рельефа

Fig. 2. Scheme of orographic zoning, Sredny and Rybachy peninsulas:

1 – boundaries of orographic regions, 2 – numbers of orographic regions, 3 – lines for constructing relief profiles

Вайдагубский орографический район – площадь около 80 км², расположен северо-западнее долины ручья Лохи по линии между устьями ручьев Лохи и Скорбеевский. Средняя высота наддолинного рельефа составляет 70 ± 5 м ($n = 24$), максимальная – 120 м, преобладают небольшие озерные котловины ($S_w < 0.2$ км²) овальной формы. Склоны прямые пологие, к морю рельеф обрывается почти отвесным уступом (рисунки 2, 3). Берега озер и ручьев сильно заболочены, в вершине губы Вайда господствует лесотундровый ландшафт, на остальной территории – гольцовый тундровый ландшафт. Глубина базиса эрозии небольшая и в среднем составляет 41 ± 3 м/км² ($n = 110$), что ниже, чем в средний показатель на полуострове.

С юго-востока к Вайдагубскому району примыкает Скорбеевский орографический район площадью около 220 км² (рис. 2). Его юго-восточная граница проведена по линии соединяющей северо-западный борт Зубовской губы и мыс Рокапахта (губа Большая Мотка; рис. 1). Средняя высота наддолинного рельефа составляет 164 ± 7 м ($n = 65$), максимальная – 245 м. Наддолинный рельеф широкий структурный, часто наблюдаются гребневидные вершины, склоны водоразделов прямые ступенчатые от почти отвесных обрывов до пологих структурных поверхностей (рис. 3). Озерные котловины небольшие ($S_w < 0.6$ км²), преобладают линейно вытянутые озера северо-восточной и северо-западной ориентировки. Практически все понижения рельефа заболочены, в районе господствует гольцовый тундровый ландшафт, но в долинах ручьев изредка встречается древесная

растительность. Глубина базиса эрозии небольшая – в среднем 54 ± 2 м/км² ($n = 249$), что больше чем средний показатель на п-ове Рыбачий. Руслу водотоков прямые, с коленообразными изгибами.

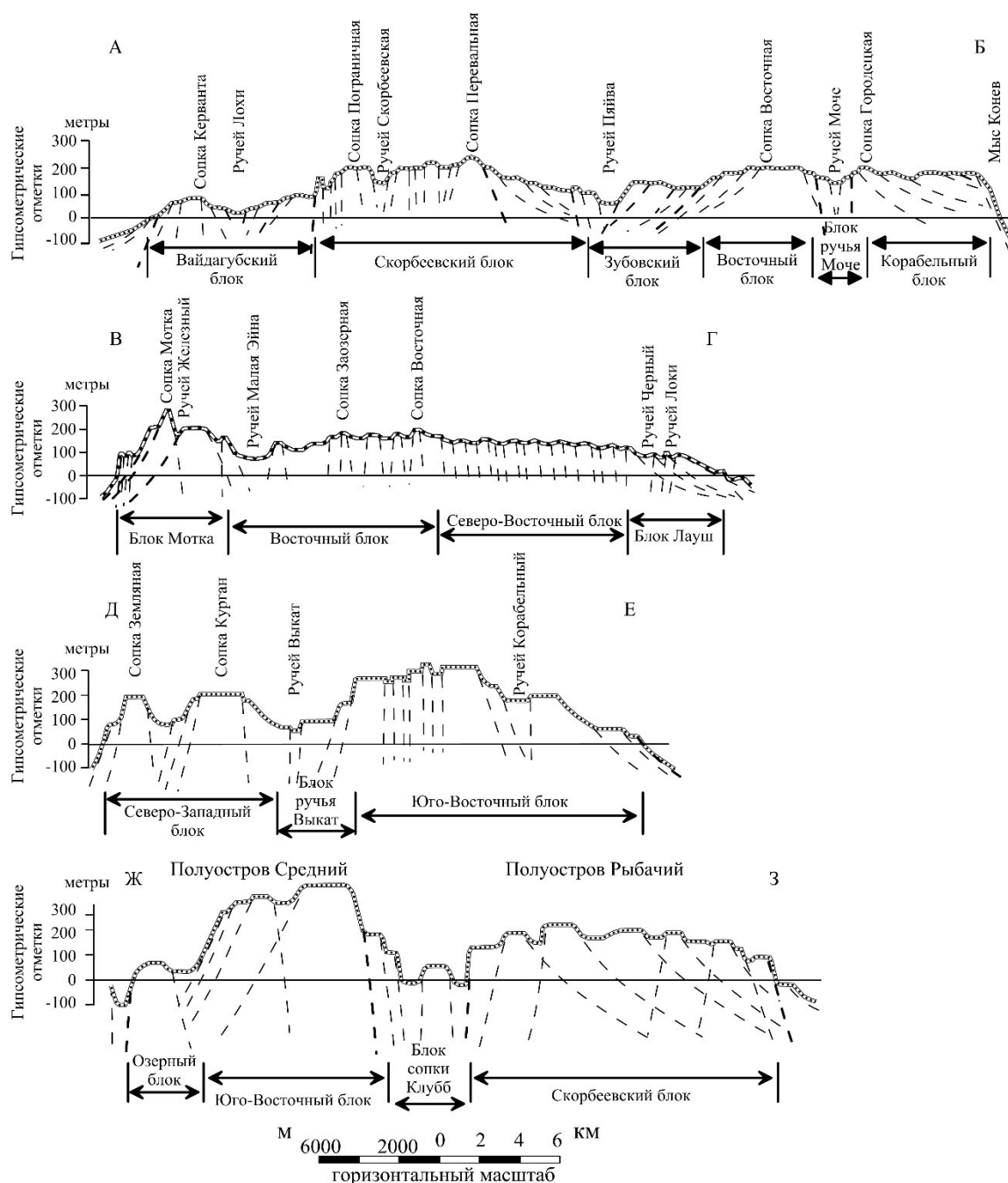


Рис. 3. Профили рельефа полуостровов Рыбачий и Средний. Пунктирные линии – предполагаемые вертикальные проекции линеаментов

Fig. 3. Relief profiles of the Rybachy and Sredny peninsulas. The dotted lines are the assumed vertical projections of the lineaments

С юго-востока к Skorbeevskomu району примыкает Zubovskiy орографический район площадью около 135 км² (рис. 2), юго-восточная граница которого проведена по долине ручьев Средний и Малая Эйна, линия, соединяющая северо-восточный борт Zubovskoy губы и устьевую зону ручья Малая Эйна

(губа Эйна – южный берег п-ова Рыбачий). С юга орографический район упирается в возвышенность с крутыми склонами – от сопки Рокапахта (на западе) до вершины губы Эйна (на востоке; рис. 1). В районе средняя высота наддолинного рельефа 120 ± 5 м ($n = 40$), максимальная – 188 м. Наддолинный рельеф широкий, с плоскими структурными вершинами, склоны водоразделов прямые – от средней крутизны до пологих структурных поверхностей на севере (рисунки 2, 3). В западной части района много крупных озерных котловин ($S_w > 0.8$ км²), резко преобладают линейные озера северо-восточной и северо-западной ориентировки. Отмечается высокая заболоченность района, особенно южной части, на водоразделах повсеместно развит гольцовый тундровый ландшафт. Глубина базиса эрозии небольшая – в среднем 35 ± 1 м/км² ($n = 137$). Руслу водотоков прямые, изредка наблюдаются коленообразные изгибы, ручей Пяйва почти полностью пересекает полуостров.

С юго-востока к Зубовскому району примыкает Восточный орографический район площадью около 110 км² (рис. 2). Его юго-восточная граница проведена по 200-метровой горизонтали – линии соединяющей сопку Центральную и мыс Эйна (Мотовский залив; рис. 1). На севере он сочленяется с северо-восточным районом (рис. 2), в котором происходит резкая смена ориентировки элементов рельефа. Граница блока проводится от нижнего течения ручья Средний (на западе) до сопки Центральной (на востоке; рис. 1). В районе средняя высота наддолинного рельефа составляет 190 ± 5 м ($n = 40$), максимальная – 299.5 м. Наддолинный рельеф широкий, с плоскими структурными вершинами на юге и гребневидными вершинами на севере (рис. 2), резко преобладает северо-восточная ориентировка водораздельных пространств. Склоны водоразделов прямые ступенчатые, средней крутизны (рис. 3), к морю рельеф срезается крупной дизъюнктивной структурой, образуя отвесный уступ (рис. 2). Озерные котловины небольшие ($S_w < 0.3$ км²), в основном встречаются линейно вытянутые озера северо-восточной ориентировки. Северная часть района сильно заболочена. На водоразделах господствует гольцовый тундровый ландшафт, и только в устье ручья Большая Эйна встречается лесотундра. Глубина базиса эрозии в среднем 40 ± 3 м/км² ($n = 89$), что меньше чем математическое ожидание средней глубины местного базиса эрозии на п-ове Рыбачий. Руслу водотоков прямые с коленообразными изгибами. В районе находятся истоки трех крупных водотоков (ручьи Средний, Восточный и Зубовка), впадающих в Баренцево море.

С юго-востока к Восточному району примыкает орографический район ручья Моче площадью около 35 км² (рис. 2). Район представлен водосборным бассейном ручья. Северо-восточная граница проведена по водоразделу между ручьями Моче и Аникиева. Средняя высота долинного рельефа составляет 155 ± 15 м ($n = 11$), максимальная – 210 м. Долина ручья корытообразная троговидная, на высоте 130 м над уровнем моря выявляется характерное троговое плечо, склоны долины прямые ступенчатые средней крутизны (рис. 3). Ниже 100-метровой горизонтали развиты древние береговые линии (до 8 уровней; Митяев, 2014). Озерные котловины с очень маленькой площадью водного зеркала (всего 2 озера с $S_w > 0.05$ км² – Моче и у подножия сопки Центральной), резко преобладают озера овальной формы. Озеро Моче линейной формы с северо-восточной ориентировкой длинной оси. Отмечается небольшая заболоченность района (наиболее заболочена северная часть), повсеместно развит гольцовый тундровый ландшафт и только в устье ручья встречается древесная растительность. Руслу ручья Моче и всех его притоков прямые, очень редко наблюдаются их резкие изгибы, его базис эрозии в среднем составляет 54 ± 4 м/км² ($n = 52$).

С востока к району ручья Моче примыкает Корабельный орографический район площадью около 130 км² (рис. 2). Северо-восточная и северо-западная граница района проходит по резкой смене ориентировки элементов рельефа (с северо-восточного на северо-западное). Северо-западная граница проведена по долине ручья Аникиева, а северо-восточная по линии соединяющей мыс Башенка (восточный берег п-ова Рыбачий) через сопку Пузырева до долины ручья Аникиева (рис. 2). Средняя высота наддолинного рельефа составляет 185 ± 5 м ($n = 34$), максимальная – 233 м. Наддолинный рельеф широкий, с плоскими структурными вершинами, склоны прямые пологие (рис. 3). К морю рельеф обрывается почти отвесным уступом высотой более 100 м (рисунки 2, 3). Основное количество озерных котловин сосредоточено на западе района, они небольшие – $S_w < 0.2$ км², в основном линейной формы с северо-восточной ориентировкой длинной оси. Заболоченность района небольшая, господствует гольцовый тундровый ландшафт. Глубина базиса эрозии в среднем 44 ± 3 м/км² ($n = 110$),

что сопоставимо с математическим ожиданием среднего значения этого показателя на п-ове Рыбачий. Руслу всех ручьев прямые с резкими коленообразными изгибами.

К северу от Восточного района и района ручья Моче, между Zubовским и Корабельным районами, выделяется Северо-Восточный орографический район площадью 115 км^2 (рис. 2). Он выделен по резкой смене плановой ориентировки орографических элементов рельефа с северо-восточной (за пределами района) на северо-западную (в районе). Северная и северо-восточная граница района проводятся по перегибу рельефа, за которым трансэлювиальный ландшафт средней крутизны сменяется пологой прибрежной низменностью (рисунки 2, 3). Средняя высота наддолинного рельефа $130 \pm 5 \text{ м}$ ($n = 46$), максимальная – 213 м . Наддолинный рельеф узкий, с гребневидными вершинами, склоны прямые пологие (рис. 3). Озерные котловины небольшие – $S_w < 0.3 \text{ км}^2$, резко преобладают озера линейной формы с северо-западной ориентировкой длинной оси. Заболоченность района небольшая, повсеместно развит гольцовый тундровый ландшафт. Глубина базиса эрозии минимальная на п-ове Рыбачий – в среднем $33 \pm 1 \text{ м/км}^2$ ($n = 151$). Руслу ручьев прямые, изредка наблюдаются резкие коленообразные изгибы.

Границы орографического района губы Лауш ($S = 40 \text{ км}^2$) проводятся по вогнутым перегибам рельефа (рисунки 2, 3). Находится он севернее Северо-Восточного района. С южной стороны перегиб рельефа отделяет трансэлювиальный ландшафт от прибрежной низменности, с северной и северо-восточной стороны – береговой склон от субгоризонтальной равнины шельфа. Средняя высота наддолинного рельефа $70 \pm 5 \text{ м}$ ($n = 16$), максимальная – 128 м . Наддолинный рельеф широкий структурный, склоны прямые, пологие (рис. 3). Основное количество озерных котловин сосредоточено в восточной части, озера небольшие ($S_w < 0.1 \text{ км}^2$), есть и линейно вытянутые и овальные котловины. Отмечается небольшая заболоченность района, повсеместно развит гольцовый тундровый ландшафт. Глубина базиса эрозии в среднем $44 \pm 2 \text{ м/км}^2$ ($n = 56$), что сопоставимо с математическим ожиданием средней глубины местного базиса эрозии на п-ове Рыбачий. Руслу ручьев прямые, изредка наблюдаются коленообразные изгибы.

На Рыбачьем выделяется еще один орографический район сопки Мотка площадью 35 км^2 , резко отличающийся от остальной территории полуострова. Границы района проводятся по крупным рельефообразующим дизъюнктивным структурам, активированным в неотектонический этап и проявленным в рельефе уступом высотой от 50 до 250 м . Средняя высота наддолинного рельефа $165 \pm 15 \text{ м}$ ($n = 17$), максимальная – 286 м . Водораздел района купольного типа с широкими плоскими структурными вершинами, склоны прямые ступенчатые, иногда S-образные – от пологих до отвесных уступов (рисунки 2, 3). Озерные котловины небольшие ($S_w < 0.3 \text{ км}^2$), встречаются овальные и линейно вытянутые котловины без преобладающей ориентировки длинных осей. Водотоки опоясывающие (на севере) и оперяющие купольную структуру. В южной части района все нижние течения водотоков заключены в узкие открытые тектонические трещины (каньоны). Район слабо заболочен, господствует гольцовый тундровый ландшафт, у подножия сопки Рокапахты и в устье ручья Малая Эйна встречается древесная растительность. Глубина базиса эрозии в среднем $101 \pm 6 \text{ м/км}^2$ ($n = 60$), что сопоставимо с аналогичным показателем в низкогорных странах.

Необходимо отметить, что Zubовский орографический район разделяет п-ов Рыбачий на две части (рис. 2). Западная часть полуострова в плане имеет треугольную форму с вершиной на западе (участок берега между мысами Немецкий и Китский; рис. 1). Средняя высота наддолинного рельефа $140 \pm 7 \text{ м}$ ($n = 89$), с генеральным уклоном на запад, глубина базиса эрозии в среднем $50 \pm 2 \text{ м/км}^2$ ($n = 359$), протяженность водотоков менее 10 км . Береговая линия прямая, предопределена дизъюнктивными структурами, береговой склон крутой, часто наблюдаются отвесные скалы. Восточная часть полуострова в плане имеет почти квадратную форму. Средняя высота наддолинного рельефа $157 \pm 5 \text{ м}$ ($n = 134$), с генеральным уклоном на север. Глубина базиса эрозии в среднем $45 \pm 3 \text{ м/км}^2$ ($n = 817$). Длина водотоков достигает $10\text{--}15 \text{ км}$. На юге и юго-востоке (губа Эйна – мыс Баргаутный; рис. 1) береговая линия прямая, предопределена дизъюнктивными структурами, коренной склон крутой скалистый. На севере и северо-востоке береговая линия сильно изрезана мысами и губами разного масштаба, береговая зона пологая структурная, с широкими мелководными участками в подводной части.

Полуостров Средний (площадь 235 км^2) характеризуется нелинейными элементами наддолинного рельефа (водоразделов). Водоразделы широкие структурные купольного типа, склоны

прямые ступенчатые (рис. 3), от почти отвесных скал до полого наклонных поверхностей. Депрессии рельефа в плане дугообразной формы и с корытообразным поперечным сечением. Южная часть полуострова сильно заболочена, на ней много озер, в основном небольшой овальной формы ($S_w < 0.2 \text{ км}^2$), озера Палви, Питкяярви, Поропеллон, Земляное имеют площадь водного зеркала более 0.7 км^2 . Руслу большинства водотоков прямые оперяющие водоразделы. Долина ручья Выкат опоясывающего типа, отделяет юго-восточный водораздел купольного типа от Северо-Западного района. Долина ручья Корабельный секущего типа – расчленяет юго-восточный водораздел на две части. Средняя высота наддолинного рельефа $190 \pm 10 \text{ м}$ ($n = 75$), максимальная – около 350 м. Средняя глубина базиса эрозии $69 \pm 3 \text{ м/км}^2$ ($n = 215$), что в 1.5 раза больше, чем на п-ове Рыбачий. На водоразделах господствует гольцовый тундровый ландшафт, в депрессиях рельефа – лесотундровый. На Среднем выделяется четыре орографических района (рис. 2), ниже приведено обоснование их выделения.

Северо-Западный орографический район площадью 55 км^2 находится западнее долины ручья Выкат (рис. 2). Границы района проводятся по перегибам рельефа. Северо-восточная, западная и юго-западная граница – это уступ высотой 50–200 м, юго-восточная – перегиб рельефа в подножии склона, отделяющий трансэлювиальный ландшафт от субаквального. Средняя высота наддолинного рельефа $170 \pm 10 \text{ м}$ ($n = 17$), максимальная – 222 м. Наддолинный рельеф широкий структурный. Склоны прямые ступенчатые средней крутизны, к морю рельеф обрывается почти отвесным уступом (рис. 3). Озерных котловин немного, в основном овальной формы и небольшого размера ($S_w < 0.5 \text{ км}^2$). В депрессиях рельефа господствует лесотундровый ландшафт, на водоразделах – гольцовый тундровый ландшафт. Все ручьи в районе оперяющие. Глубина базиса эрозии $66 \pm 4 \text{ м/км}^2$ ($n = 56$), это ниже, чем в среднем на полуострове, хотя отличия недостоверные.

С востока к Северо-Западному району примыкает орографический район ручья Выкат площадью 40 км^2 (рис. 2). Восточная граница района проведена по перегибу рельефа в подножии крутого склона, отделяющего трансэлювиальный ландшафт от субаквального, южная граница – по смене ориентировки линейных элементов рельефа с северо-восточного на северо-западное направление. Средняя высота долинного рельефа $130 \pm 15 \text{ м}$ ($n = 11$), максимальная – 187 м. Долина ручья широкая трогообразная, до 100-метровой горизонтали встречаются выровненные субгоризонтальные структурные и террасовые поверхности (рис. 3; Митяев, 2014). Озерные котловины сосредоточены в южной части района, они овальной формы и небольшого размера ($S_w < 0.3 \text{ км}^2$). В северной части района господствует лесотундровый ландшафт, в южной части – болотно-тундровый, на возвышенностях – гольцовый тундровый ландшафт. Русло ручья Выкат (и его притоков) прямое, только в нижнем течении встречаются резкие изгибы. Долина ручья Выкат опоясывает восточный купольно-блоковый водораздел. Средняя глубина базиса эрозии $71 \pm 5 \text{ м/км}^2$ ($n = 32$), что сопоставимо с математическим ожиданием среднего значения этого показателя на Среднем.

С востока к району ручья Выкат примыкает Юго-Восточный орографический район площадью 95 км^2 (рис. 2). Северо-восточная и юго-восточная граница района – уступ высотой до 200 м, южная и западная граница – перегиб рельефа, отделяющий трансэлювиальный ландшафт от субаквального. Средняя высота наддолинного рельефа $245 \pm 15 \text{ м}$ ($n = 34$), максимальная – 344 м. Наддолинный рельеф широкий структурный, склоны прямые ступенчатые средней крутизны, к морю рельеф обрывается почти отвесным уступом (рис. 3). Озерные котловины овальной формы небольшого размера ($S_w < 0.1 \text{ км}^2$), заболоченность территории небольшая. В долинах ручьев и на берегу губы Большая Мотка господствует лесотундровый ландшафт, на остальной территории гольцовый. Ручей Корабельный разделяет купольно-блоковый водораздел на западную и восточную части. Восточная часть – это линейный водораздел северо-восточной ориентировки, западная – купольно-блоковый водораздел (рис. 3). Остальные ручьи относятся к оперяющим водотокам. Глубина базиса эрозии в среднем $79 \pm 6 \text{ м/км}^2$ ($n = 87$), это максимальная амплитуда рельефа на полуострове.

В южной части п-ова Средний выделяется Озерный орографический район площадью 45 км^2 (рис. 2). Юго-западная граница района – это уступ высотой до 100 м, северо-восточная – резкий перегиб рельефа в подножии склона, отделяющий трансэлювиальный ландшафт от субаквального. Средняя высота долинного рельефа $110 \pm 10 \text{ м}$ ($n = 13$), максимальная – 191 м. Долинный рельеф

широкий структурный, много локальных депрессий и выровненных поверхностей (выделяется до 9 уровней морских террас; Митяев, 2014), к морю рельеф обрывается почти отвесным уступом (рис. 3). Много озерных котловин овальной формы, но встречаются и линейно-вытянутые озера с ориентировкой длинной оси на северо-запад. Озера в основном небольшие ($S_w < 0.2 \text{ км}^2$), но озера Палви, Питкяярви, Поропеллон крупные ($S_w > 0.7 \text{ км}^2$). На северо-западе района господствует лесотундровый ландшафт, на остальной территории – озерно-тундровый. Ручьи короткие, объединяют озера в озерно-ручьевые системы, русла ручьев прямые, иногда с резкими изгибами. Глубина базиса эрозии $51 \pm 4 \text{ м/км}^2$ ($n = 40$), это минимальная амплитуда рельефа на п-ове Средний.

Между полуостровами Средний и Рыбачий выделяется орографический район сопки Клубб площадью около 15 км^2 (рис. 2). Все границы района проводятся по рельефообразующим дизъюнктивным структурам, активированным в неотектонический этап и выраженные в рельефе крутым уступом высотой до 250 м. Средняя высота наддолинного рельефа $75 \pm 20 \text{ м}$ ($n = 4$), максимальная – 105 м. Водораздел района купольно-блокового типа с широкой структурной поверхностью, наклоненной на север-запад. Склоны прямые крутые, иногда ступенчатые (рис. 3). Озерные котловины маленькие ($S_w < 0.01 \text{ км}^2$), встречаются только озера овальной формы, южная часть района заболочена. На северо-западе района господствует гольцовый тундровый ландшафт, на юго-востоке – лесотундровый. Глубина базиса эрозии в среднем $105 \pm 5 \text{ м/км}^2$ ($n = 33$), это наибольшее значение на территории исследования, сопоставимо с амплитудой рельефа в блоке сопки Мотка и с аналогичными показателями в низкогорных странах.

Вертикальная расчлененность территории. Исследуя рельеф северо-запада Балтийского щита, автор априори принимает следующую концепцию: глубины местных базисов эрозии (вертикальная расчлененность рельефа) находятся в тесной связи с неотектоническим поднятием Фенноскандии (со всеми типами тектонических движений на территории) и мало зависят от географического положения территории.

В среднем вертикальная расчлененность территории полуостровов составляет $55 \pm 1 \text{ м/км}^2$ ($n = 1289$). Глубина базиса эрозии на Рыбачьем ($49 \pm 1 \text{ м/км}^2$, $n = 1050$) в среднем в 1.5 раза меньше, чем на Среднем ($69 \pm 3 \text{ м/км}^2$, $n = 206$). Во всех орографических районах вертикальная расчлененность рельефа закономерно увеличивается от центральных частей к периферии (рис. 4).

Фоновые значения глубины базиса эрозии для п-ова Средний составляют $60\text{--}85 \text{ м/км}^2$, максимальная амплитуда рельефа достигает $250\text{--}270 \text{ м/км}^2$. Повышенные (часто аномальные) значения вертикальной расчлененности рельефа почти полностью опоясывают полуостров (рис. 4) и парагенетически связаны с рельефообразующими дизъюнктивными структурами. Границы выделенных на Среднем орографических районов подчеркиваются повышенными значениями вертикальной расчлененности рельефа. В каждом выделенном орографическом районе значения глубины местного базиса эрозии отличаются от аналогичного показателя в сопредельном районе (таблица).

Северо-Западный и Юго-Восточный орографические районы – это купольно-блоковые морфоструктуры, опоясанные зонами повышенных значений вертикальной расчлененности рельефа. В Юго-Восточном районе глубина базиса эрозии больше ($79 \pm 6 \text{ м/км}^2$), чем среднее значение для полуострова, а в Северо-Западном ($66 \pm 4 \text{ м/км}^2$) сопоставима с математическим ожиданием среднего значения этого показателя для полуострова. Разделяет купольные морфоструктуры грабеновидная морфоструктура ручья Выкат, где средняя вертикальная расчлененность рельефа ($71 \pm 5 \text{ м/км}^2$) сопоставима с математическим ожиданием этого показателя на полуострове, но во внутренней области глубина базиса эрозии небольшая – в среднем $53 \pm 4 \text{ м/км}^2$. Озерный орографический район представляет собой прогиб на стыке двух мегаструктур: Мурманского блока Балтийского щита и Кольской микроплиты. Прогиб сформирован в сбросо-сдвиговой зоне Кольско-Канинского разлома (Сенин, Шипилов, 1993) и представляет собой не до конца раскрытую рифтовую структуру, соединяющую Варангер-фьорд и Мотовский залив. В прогибе средняя глубина базиса эрозии небольшая – $44 \pm 3 \text{ м/км}^2$ (минимум на п-ове Средний; таблица), несмотря на высокие значения на границе морфоструктуры с Мурманским берегом.

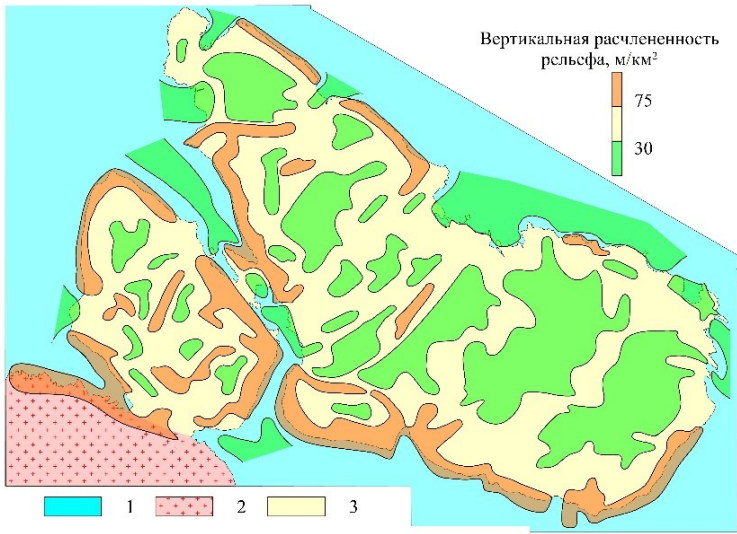


Рис. 4. Вертикальная расчлененность рельефа полуостровов Средний и Рыбачий:
1 – шельф Баренцева моря, 2 – Мурманский берег (архейский гранит-мigmatитовый пояс), 3 – полуострова Рыбачий и Средний (позднепротерозойский комплекс осадочных пород)
Fig. 4. Vertical dissection of the relief, Sredny and Rybachy peninsulas:
1 – Barents Sea shelf, 2 – Murmansk coast (Archean granite-migmatite belt), 3 – Rybachy and Sredny peninsulas (Late Proterozoic sedimentary rock complex)

Вертикальная расчлененность рельефа и густота линейментов на полуостровах Средний и Рыбачий
Vertical dissection of the relief and lineament density, Sredny and Rybachy peninsulas

Орографический район		Расчлененность рельефа, м/км ²	Количество линеаментов	Средняя густота линеаментов, км/км ²
номер	название			
Полуостров Рыбачий				
1	Вайдагубский (<i>n</i> = 110)	41±3	26	0.93±0.06
2	Скорбеевский (<i>n</i> = 249)	54±2	69	1.15±0.03
3	Губы Зубовская (<i>n</i> = 137)	35±1	34	1.05±0.05
4	Сопки Мотка (<i>n</i> = 60)	101±6	18	1.46±0.14
5	Восточный (<i>n</i> = 89)	40±3	34	1.28±0.07
6	Северо-Восточный (<i>n</i> = 151)	33±1	46	1.27±0.04
7	Губы Лауш (<i>n</i> = 56)	44±2	17	1.41±0.10
8	Ручья Моче (<i>n</i> = 52)	54±4	16	1.66±0.08
9	Корабельный (<i>n</i> = 110)	44±3	41	1.25±0.05
10	Сопки Клуб (<i>n</i> = 33)	105±6	15	1.46±0.24
Полуостров Средний				
11	Северо-Западный (<i>n</i> = 47)	66±4	18	0.94±0.05
12	Юго-Восточный (<i>n</i> = 87)	79±6	38	0.91±0.06
13	Ручья Выкат (<i>n</i> = 32)	71±5	15	1.06±0.03
14	Озерный (<i>n</i> = 40)	51±4	15	0.99±0.04

Территория п-ова Рыбачий более неоднородна по наблюдаемым амплитудам рельефа. В целом фоновые значения глубины базиса эрозии составляют 46–52 м/км², максимально наблюдаемая амплитуда рельефа превышает 300 м/км². В Вайдагубском и Скорбеевском орографических районах фоновые значения глубины базиса эрозии 47–57 м/км², амплитуда рельефа не превышает 150 м/км². В орографических районах Восточном, Северо-Восточном, Корабельном, ручья Моче и губы Лауш, несмотря на большое количество ураганно высоких показателей амплитуд рельефа, фоновые значения глубины базиса эрозии небольшие – 39–51 м/км².

Для западной части п-ова Рыбачий характерны повышенные значения вертикальной расчлененности рельефа (кроме северо-западного берега; рис. 4), парагенетически связанные с дизъюнктивными структурами.

В восточной части п-ова Рыбачий повышенные значения вертикальной расчлененности рельефа приурочены к южному и юго-восточному берегу, где амплитуда рельефа достигает 300 м и подчеркивается отвесными уступами. На северном и северо-восточном берегу Рыбачьего амплитуда рельефа редко превышает 100 м, вертикальная расчлененность рельефа постепенно снижается в направлении моря с 40–60 на полуострове до 10–20 м/км² на шельфе, что, вероятно, свидетельствует об отсутствии активных дизъюнктивных структур в этой зоне сочленения суши и моря.

Исходя из поля вертикальной расчлененности рельефа и орогидрографических особенностей п-ова Рыбачий, можно сделать предположение, что западная часть территории (включая Зубовский район) в новейшее время представляет собой ассиметричную блок-антиклинальную структуру северо-западного простираения. Западное крыло формирует Вайдагубский морфоструктурный блок с высотой наддолинного рельефа 70 ± 5 м ($n = 24$), наклоненного на северо-запад под углом 15–20 м/км. Восточное крыло формирует Зубовская морфоструктурная зона с высотой наддолинного рельефа 120 ± 5 м ($n = 40$), наклоненного на юго-восток под углом 10–12 м/км. Замок структуры располагается в Скорбеевском морфоструктурном блоке с уклоном поверхности наддолинного рельефа на северо-запад и юго-восток (под углом 5–6 и 3–5 м/км соответственно). Следовательно, блок-антиклинальная структура ассиметрична, имеет более короткое и пологое восточное крыло. Это активный тектонический блок Кольской микроплиты, где амплитуда поднятия фундамента превышает 3 км (Сенин, Шипилов, 1993), границы блока прослеживаются по рельефообразующим дизъюнктивным структурам.

Восточная часть п-ова Рыбачий в новейшее время, вероятно, представляет собой морфоструктурный блок северо-восточного простираения, который с южной стороны срезан рельефообразующей дизъюнктивной структурой. Возможно, это либо замок блок-антиклинали, либо верхнее крыло флексуры, кровля которой срезана денудационными процессами на 150–175 м. Может быть, что эта полого наклонная часть Кольской микроплиты является остатком древнего надвига, который на границе с Балтийским щитом срезан разломом Карпинского.

С аномальной (в регионе) вертикальной расчлененностью рельефа на исследуемой территории выделяются еще морфоструктурные блоки сопки Клубб и Мотка (таблица). Они блокового поднятия. Блок сопки Клубб – относительно поднятая морфоструктура внутри грабена, формирующего губу Большая Волоковая и бухту Озерко (губа Большая Мотка). Блоково-купольное поднятие сопки Мотка, возможно, было отчленено от п-ова Средний и присоединено к п-ову Рыбачий в результате раздвигания земной коры при формировании грабена губы Большая Мотка. При этом в результате бокового давления со стороны рифтовой структуры Мотовского залива произошло вдавливание блока в структуры п-ова Рыбачий и формирование на границе блока дугового поднятия (от вершины губы Эйна до сопки Рокапахта), сложенного брекчиями и конгломератами (Геология ..., 1958; Геологическая ..., 2001).

Линейные элементы рельефа. Известно, что чем интенсивнее тектонические движения литосферы, тем больше образуется дизъюнктивных структур различного масштаба. Особенно интенсивно разрывы сплошности земной коры формируются на границах структур с разнонаправленными движениями (либо однонаправленными, но с различными скоростями). Поэтому в поле густоты линеаментов выделяются структуры с различной новейшей тектонической активностью земной коры (Морфоструктурные ..., 1968). При этом главное направление линеаментов (в конкретной структуре) перпендикулярно основным напряжениям в земной коре (Пермяков, 1954), что неоднократно отмечалось для севера Кольского полуострова (Рихтер, 1936; Никонов, 1967; Кошечкин, 1969; Кошечкин, Кудлаева, 1969; Орлова, 1975; Mitiaev, Gierasimova, 1994; Митяев, 2001, 2014).

В выделенных морфоструктурных блоках на полуостровах Рыбачий и Средний (рис. 2) анализировалась густота линеаментов (рис. 5) выделенных на топокарте и их пространственная ориентировка.

Густота линеаментов в среднем для исследуемой территории составляет 1.17 ± 0.02 км/км² ($n = 392$). На Рыбачьем этот показатель равен 1.23 ± 0.01 км/км² ($n = 301$), на Среднем – 0.96 ± 0.03 км/км² ($n = 86$). Значения густоты линеаментов изменяются от 0.3 до 3.0 км/км². Максимальные значения густоты линеаментов наблюдаются в морфоструктурной зоне ручья Моче и по периферии Корабельного морфоструктурного блока (рис. 6), где средняя густота линеаментов составляет 2.16 ± 0.04 км/км² (максимум – 2.88 км/км², $n = 8$).

Границы всех морфоструктур приурочены к зонам повышенных/пониженных значений густоты линеаментов (рис. 6; границы блоков по зонам низких значений густоты линеаментов прослеживаются только на северо-востоке п-ова Рыбачий). Внутренние области 12 морфоструктур характеризуются низкими значениями густоты линеаментов, что свидетельствует о жесткости блоков земной коры и разрядке напряжения на границах структур, что подчеркивает блоковую тектонику региона (Кошечкин, 1969; Орлова, 1975; Митяев, 2001, 2014). В двух морфоструктурах поле густоты линеаментов имеет иной характер. В морфоструктурной зоне ручья Моче густота линеаментов распределена равномерно при высоких значениях, что подчеркивает ее тектоническую природу, но часть линейных элементов рельефа, возможно, экзогенного происхождения. В морфоструктурном блоке губы Лауш густота линеаментов увеличивается к внешней границе, расположенной на шельфе. Вероятно, количество линеаментов увеличивается на внешней границе блока в результате сочетания линейных эндогенных и экзогенных элементов рельефа (за счет разрушения сланцев, выходящих на дневную поверхность только в этой части полуострова; Геологическая ..., 2001; рис 7).



Рис. 5. Схема линеаментов (мегатрещин) полуостровов Рыбачий и Средний
Fig. 5. Scheme of lineaments (megacracks), Rybachy and Sredny peninsulas

По густоте линейных элементов рельефа сильно различаются западная и восточная части п-ова Рыбачий. В восточной части этот показатель в среднем составляет 1.32 ± 0.03 км/км² ($n = 129$), в западной – 1.08 ± 0.03 км/км² ($n = 154$).

В губе Зубовская на Рыбачьем и ручье Выкат на Среднем, которые разделяют полуострова на части, значения густоты линеаментов аналогичны (таблица). Но в первой зоне этот показатель достоверно меньше, а во второй – достоверно больше, чем в сопредельных блоках. Повышенные значения густоты линеаментов (помимо блоков ручья Моче и губы Лауш) выявляются в морфоструктурных блоках (сопок Мотка и Клубб; таблица), расположенных в зоне рельефообразующей дизъюнктивной структуры.

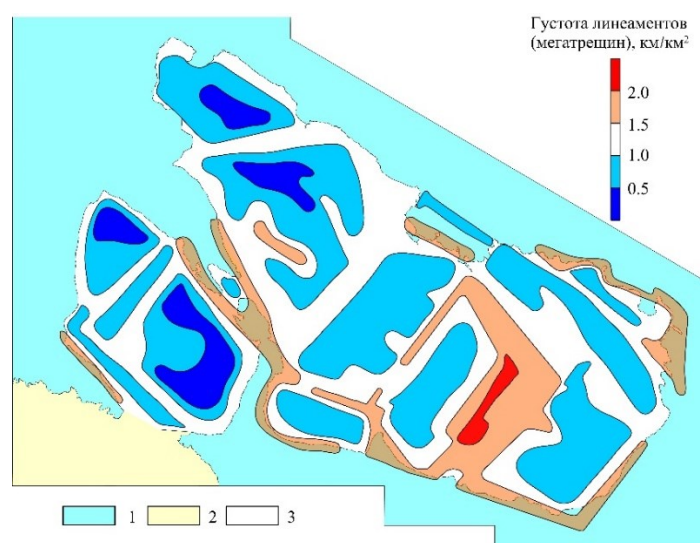


Рис. 6. Схема густоты линеаментов полуостровов Рыбачий и Средний:

1 – шельф Баренцева моря, 2 – Мурманский берег (архейский гранит-мigmatитовый пояс), 3 – полуострова Рыбачий и Средний (позднепротерозойский комплекс осадочных пород)

Fig. 6. Lineament density diagram, Rybachy and Sredny peninsulas:

1 – Barents Sea shelf, 2 – Murmansk coast (Archean granite-migmatite belt), 3 – Rybachy and Sredny peninsulas (Late Proterozoic sedimentary rock complex)

На всей исследуемой территории резко преобладают линеаменты диагональной системы, особенно северо-восточного направления (рис. 8). Менее широко развиты линеаменты северо-западного и субмеридионального направления (в 9 морфоструктурах; рис. 9), а линейные элементы рельефа субширотного простирания встречаются редко. При переходе от одной морфоструктуры к сопредельной генеральное направление линеаментов меняется (рис. 9). Однолучевые розы-диаграммы ориентировки линеаментов выявлены в морфоструктурах сопки Клубб, губы Лауш, ручьев Выкат и Озерной. Многолучевые розы-диаграммы (более 4 лучей) наблюдаются в юго-восточной части п-ова Рыбачий (зона ручья Моче, Восточный и Карабельный блоки), где, вероятно, происходили (или происходят?) разнонаправленные вертикальные и горизонтальные движения. В других морфоструктурах розы-диаграммы имеют 2–3 луча, но с одним главным направлением (рис. 9).

Таким образом, в поле густоты линеаментов четко выделяются морфоструктуры (рис. 6), границы которых во многом совпадают с таковыми орографических районов. На полуострове Средний хорошо выражена линейная грабеновидная зона ручья Выкат. Зона разделяет купольные морфоструктурные блоки полуострова (Северо-Западный и Юго-Восточный) с разной скоростью поднятия. Если последняя активизация поднятия блоков гляциоизостатическая (нет никаких объективных факторов о другом времени активизации), а амплитуда поднятия различается на 150–175 м, то это соответствует разнице в скорости на 1–2 мм в год за послеледниковое время (средняя скорость эпейрогенического поднятия Кольского полуострова в голоцене; Митяев, 2001). Аналогичный морфоструктурный блок сопки Мотка хорошо выделяется на южном берегу п-ова Рыбачий, по амплитуде поднятия он занимает промежуточное положение между Юго-Восточным и Северо-Западным блоками п-ова Средний. Относительно первой амплитуда поднятия меньше на 50–60 м, а второй – больше на 100–120 м. Морфоструктурный блок сопки Мотка отделен от Юго-Восточного блока п-ова Средний линейной зоной губы Большая Мотка, которая представляет собой район опускания с амплитудой более 200 м. Эта зона имеет сходство с зоной ручья Выкат, которая вовлечена в поднятие п-ова Средний. Северная часть Среднего (Юго-Восточный, Северо-Западный блоки и зона ручья Выкат) с севера и юга ограничена линейными морфоструктурными зонами сопки Клубб и Озерной. Морфоструктурная зона сопки Клубб – это поднятая часть грабеновидной зоны губы Большая Волоковая – бухта Озерко. Озерная морфоструктурная зона – это прогиб, расположенный на границе поднимающихся морфоструктурных блоков (Мурманский берег, п-ов Средний), парагенетически связанный с грабеновидной морфоструктурной зоной губ Малая Волоковая и Кутовая.



Рис. 7. Схема литологического строения полуостровов Рыбачий и Средний (по: Геология ..., 1958; Геологическая ..., 2001):

1 – глинистые сланцы; 2 – полевошпато-кварцевые песчаники, алевриты, глинистые и песчано-глинистые сланцы; 3 – кварц-полимиктовые и конгломератовые песчаники с линзообразными прослоями глинистых и песчано-глинистых сланцев; 4 – межформационные конгломераты и брекчии; 5 – тонкозернистые, тонкоплитчатые, кварц-полевошпатовые, кварцевые и полимиктовые песчаники с пачками черных глинистых сланцев; 6 – аркозовые песчаники с конгломератом; 7 – мелкозернистые, слоистые кварц-полевошпатовые и полимиктовые песчаники с пачками глинистых песчаников; 8 – среднезернистые, массивные, тонкоплитчатые кварцевые песчаники; 9 – тонкозернистые, тонкоплитчатые кварцевые песчаники с прослоями глинистых сланцев и глауконитовых песчаников; 10 – геологические границы; 11 – крупные дизъюнктивные структуры, хорошо выраженные в рельефе

Fig. 7. Scheme of the lithological structure of the Rybachy and Sredny peninsulas (Geology ..., 1958; Geological ..., 2001):

1 – clay shales; 2 – feldspar-quartz sandstones, siltstones, clayey and sandy-clayey shales; 3 – quartz-polymictic and conglomerate sandstones with lens-shaped interlayers of clayey and sandy-clayey shales; 4 – interformational conglomerates and breccias; 5 – fine-grained, fine-platy, quartz-feldspar, quartz and polymictic sandstones with beds of black clayey shales; 6 – arkosic sandstones with conglomerate; 7 – fine-grained, laminated quartz-feldspar and polymictic sandstones with beds of clayey sandstones; 8 – medium-grained, massive, fine-platy quartz sandstones; 9 – fine-grained, thin-plated quartz sandstones with interlayers of clay shales and glauconitic sandstones; 10 – geological boundaries; 11 – large disjunctive structures, well expressed in relief

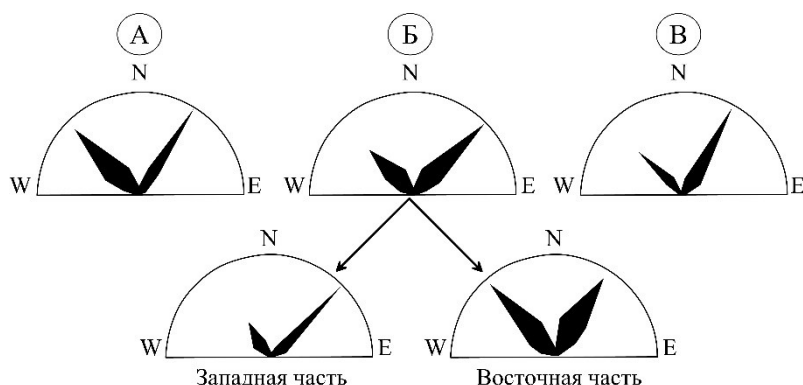


Рис. 8. Сводные розы-диаграммы ориентировки линейментов:

А – вся территория исследований; Б – п-ов Рыбачий (запад – западная часть, восток – восточная часть); В – п-ов Средний

Fig. 8. Summary rose diagrams of lineament orientation:

А – the entire research area; Б – Rybachy Peninsula (west – the western part, east – the eastern part); В – the Sredny Peninsula

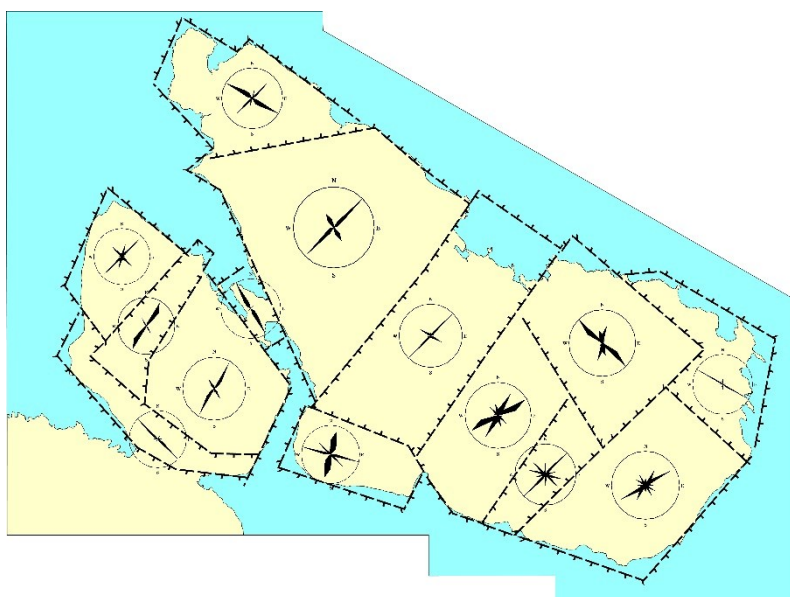


Рис. 9. Розы-диаграммы ориентировки линейных элементов рельефа в орографических районах полуостровов Средний и Рыбачий

Fig. 9. Rose diagrams of the orientation of linear relief elements in the orographic regions of the Sredny and Rybachy peninsulas

Анализируя розы-диаграммы ориентировки линеаментов п-ова Средний и поле их густоты, можно допустить, что купольные морфоструктурные блоки испытывают поднятие при всестороннем сжатии, а разделяющая их зона – опускание при растяжении (при этом борта прогиба опущены ассиметрично).

Поле густоты линеаментов на п-ове Рыбачий (рис. 6) позволяет выделить западную и восточную части. В западной части наиболее интенсивное поднятие испытал Скорбеевский морфоструктурный блок, в пределах которого можно выделить северо-восточный, юго-западный и центральный районы (рис. 6). Разница в амплитудах наддолинного рельефа в этих частях менее 20 м, что дает основание считать Скорбеевский морфоструктурный блок единым. Амплитуда поднятия Скорбеевского морфоструктурного блока больше, чем сопредельных с ним структур – Вайдагубского блока и зоны губы Зубовская. С Вайдагубским блоком разница амплитуд наддолинного рельефа составляет 120–130 м (следовательно, скорость поднятия различаются менее чем на 1 мм в год в послеледниковое время), а с зоной губы Зубовская – менее 60 м, что, возможно, связано с инверсией движения зоны (поднятие сменилось опусканием). По розам-диаграммам линеаментов можно допустить, что Скорбеевский и Вайдагубский блоки испытывают сжатие и вследствие этого поднимаются, а зона губы Зубовская – растяжение и опускание.

В восточной части п-ова Рыбачий наиболее сильные напряжения испытывает морфоструктурная зона ручья Моче, возможно, это закрывающийся прогиб, в результате двухстороннего сжатия Восточным и Корабельным блоками. В свою очередь морфоструктурные блоки испытывают сжатие, в результате чего поднимаются. Скорость поднятия этих морфоструктурных блоков больше, чем поднятие в восточной части п-ова Рыбачий, в результате наддолинный рельеф на 20–30 м выше.

В морфоструктурных блоках губы Лауш и Северо-Восточном наддолинный рельеф резко ассиметричен. Возможно, перекося рельефа отражает напряжения, возникающие при давлении со стороны шельфа Баренцева моря и жесткостью юго-восточной части п-ова Рыбачий. В результате морфоструктурный Северо-Восточный блок испытал нелинейную деформацию рельефа (скупивание), возможно, без разрыва сплошности, и в силу того, что этот морфоструктурный блок наиболее пластичный на п-ове Рыбачий. Эти два морфоструктурных блока отстают в поднятии от южных блоков, но их амплитуда поднятия сопоставима с амплитудами поднятия в западной части полуострова

(Северо-Восточного блока с зоной губы Зубовская, а блока губы Лауш с Вайдагубским блоком). Совместно эти морфоструктурные блоки формируют флексуру с замком в зоне сочленения блоков, слабонаклонную поверхность вдоль линии, соединяющей устье ручья Аникиева и мыс западнее мыса Черный (северный берег полуострова). На эти морфоструктурные блоки основное давление приходится с шельфа Баренцева моря, в результате оба блока поднимаются и, возможно, надвигаются на южную часть п-ова Рыбачий.

Заключение

В тектоническом плане фундамент п-ова Средний опущен относительно основания п-ова Рыбачий примерно на 350 м (Геология ..., 1958). Поэтому в пределах п-ова Средний сохранились горные породы вендского и позднее рифейского возраста, которых нет на п-ове Рыбачий (рис. 7). Опускание фундамента фиксируется по крупному сбросу между полуостровами. Падение плоскости сброса северо-восточное, угол 65–75 град., что позволяет рассматривать его как зону надвига (Геология ..., 1958). В позднем кайнозое полуострова Средний и Рыбачий устойчиво поднимаются, но амплитуда поднятия купольных морфоструктурных блоков п-ова Средний больше, чем общее поднятие п-ова Рыбачий, что, вероятно, отражает разную скорость поднятия.

Полуостров Средний – это единая поднимающаяся мегаструктура с блоковой делимостью верхней части литосферы, в которой сформирован структурный рельеф купольного типа. Полуостров Рыбачий – это мегаструктура из двух частей (западной и восточной), где западная часть – мегаструктура блоковой делимостью земной коры, и где наддолинный рельеф сформирован блок-антиклинальным поднятием. Мегаструктура восточной части в свою очередь также состоит из частей (южной и северной). Южная часть – интенсивно поднимающийся морфоструктурный блок, северная – нелинейная (флексура или надвиг) структура, возможно, надвинутая на южную часть п-ова Рыбачий.

Необходимо отметить, что в современное время энергия рельефа п-ова Средний больше, а тектоническая раздробленность меньше, чем на п-ове Рыбачий. Если в целом тектоническая раздробленность п-ова Средний в среднем на 20 % меньше, чем п-ова Рыбачий (от восточной части отличается на 30 %, а от западной – на 10 %). Следовательно, фундамент мегаструктуры п-ова Средний более жесткий, но в современное время дневная поверхность эродируется быстрее, чем на п-ове Рыбачий. При этом амплитуда послеледникового поднятия мегаструктуры п-ова Средний на 100–140 м больше, чем амплитуда поднятия мегаструктуры п-ова Рыбачий. Следовательно, можно предположить, что на п-ове Рыбачий часть тектонической активности направлена не на вертикальное перемещение блоков земной коры, а на латеральное перемещение структур. Основные напряжения земной коры на обоих полуостровах возникают при сжимающих усилиях с двух сторон – с северо-запада (со стороны Срединно-Атлантического хребта) и северо-востока (хребта Гаккеля).

Работа выполнена по теме «Структурно-динамические трансформации морских арктических бассейнов в условиях техногенных и естественных изменений среды» (№ госрегистрации 124013000709-9) в рамках государственного задания ММБИ РАН.

Список литературы

1. *Геология СССР*. Т. 27. Ч. I. Мурманская область. М.: Госгеолтехиздат, 1958. 714 с.
2. *Геологическая карта Кольского региона* / Под ред. Ф. П. Митрофанова. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2001.
3. *Кошечкин Б. И.* Дифференцированные новейшие тектонические движения верхнеплейстоценового и голоценового времени в северо-восточной Фенноскандии // *Современные движения и глубинное строение Кольского полуострова*. Л.: Наука, 1969. С. 8–18.
4. *Кошечкин Б. И., Кудлаева А. Л.* Анализ расчлененности рельефа Кольского полуострова в целях изучения новейших тектонических движений // *Основные проблемы геоморфологии и стратиграфии антропогена Кольского полуострова*. Л.: Наука, 1969. С. 141–145.
5. *Митяев М. В.* Морфотектоника и позднечетвертичная история формирования Мурманского побережья и прилегающего шельфа Баренцева моря: Автореф. дис. ... к.г.-м.н. М., 2001. 22 с.

6. Митяев М. В. Мурманское побережье (геолого-геоморфологические и климатические особенности, современные геологические процессы). Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2014. 226 с.
7. Мусатов Е. Е. Кайнозойская геодинамика материкового обрамления Евразийского суббассейна Северного Ледовитого океана // Геолого-геофизические характеристики литосферы Арктического региона. СПб.: ВНИИОкеангеология, 1996. С. 91–101.
8. Морфоструктурные методы изучения тектоники закрытых платформенных нефтегазоносных областей / И. Г. Гольбрайх, В. В. Забалуев, А. Н. Ласточкин и др. Л.: Недра, 1968. 151 с.
9. Никонов А. А. Проблемы неотектоники северо-восточной части Балтийского щита // Тектонические движения и новейшие структуры земной коры. М.: Наука, 1967. С. 57–71.
10. Объяснительная записка к тектонической карте Баренцева моря и северной части Европейской России. М 1:2 500 000 / В. И. Богацкий, Н. А. Богданов, С. Л. Костюченко, Б. В. Сенин, С. Ф. Соболев, Э. В. Шипилов, В. Е. Хаин. М.: Изд-во ИЛ РАН, 1996. 94 с.
11. Орлова А. В. Блоковые структуры и рельеф. М.: Недра, 1975. 232 с.
12. Пермяков Е. Н. Основы методики использования трещиноватости горных пород для изучения тектоники платформенных областей // Тр. ВНИГРИ. 1954. Вып. 2. С. 43–48.
13. Рихтер Г. Д. Орографические районы Кольского полуострова // Тр. Ин-та физической географии АН СССР. 1936. Вып. 19. С. 7–11.
14. Сенин Б. В., Шипилов Э. В. Классификация и номенклатура региональных структурных элементов метаплатформы // Осадочный чехол Западно-Арктической метаплатформы. Мурманск: Север, 1993. С. 16–25.
15. Mitiaev M. V., Gierasimova M. V. Morphological structure and neotectonics of coastal zone of the Murmansk east sea-shore (Watershed zone of the Voronia and Rynda Rivers) // Wyprawq Geograficzne na Spitsbergen. Sesja Polarna. Poland, Lublin, 1994. P. 79–87.

References

1. *Geologiya SSSR. T. 27. Ch. I. Murmanskaya oblast'* [Geologiya USSR. Vol. 27, Part I. Murmanskaya oblast']. Moscow, Gosgeoltekhizdat, 1958, 714 p. (In Russ.).
2. *Geologicheskaya karta Kol'skogo regiona* [Geological map of the Kola region]. Apatity, Publ. KSC RAS, 2001 (In Russ.).
3. Koshechkin V. I. *Differentsirovannye noveyshie tektonicheskie dvizheniya verkhnepleystotsenovogo i golotsenovogo vremeni v severo-vostochnoy Fennoskandii* [Differentiated recent tectonic movements of the Upper Pleistocene and Holocene time in northeastern Fennoscandia]. *Sovremennye dvizheniya i glubinnoe stroenie Kol'skogo poluostrova* [Modern movements and deep structure of the Kola Peninsula]. Leningrad, Nauka, 1969, pp. 8–18 (In Russ.).
4. Koshechkin B. I., Kudlaeva A. L. *Analiz raschlenennosti rel'efa Kol'skogo poluostrova v tselyakh izucheniya noveyshikh tektonicheskikh dvizheniy* [Analysis of the dissection of the relief of the Kola Peninsula for the purpose of studying the latest tectonic movements]. *Osnovnye problemy geomorfologii i stratigrafii antropogena Kol'skogo poluostrova* [Main problems of geomorphology and stratigraphy of the anthropogene of the Kola Peninsula]. Leningrad, Nauka, 1969, pp. 141–145 (In Russ.).
5. Mityaev M. V. *Morfotektonika i pozdnechetvertichnaya istoriya formirovaniya Murmanskogo poberezh'ya i prilgayushchego shel'fa Barentseva morya*. Avtoreferat diss. kand. geol.-mineral. nauk [Morphotectonics and late Quaternary history of the formation of the Murmansk coast and the adjacent shelf of the Barents Sea. PhD (Geology and Mineralogy) diss.]. Moscow, MGGA, 2001, 22 p. (In Russ.).
6. Mityaev M. V. *Murmanskoe poberezh'e (geologo-geomorfologicheskie i klimaticheskie osobennosti, sovremennye geologicheskie protsessy)* [Murmansk coast (geological, geomorphological and climatic features, modern geological processes)]. Apatity, Publ. KSC RAS, 2014, 226 p. (In Russ.).
7. Musatov E. E. *Kaynozoyetskaya geodinamika materikovogo obramleniya Evraziyskogo subbasseyna Severnogo Ledovitogo okeana* [Cenozoic geodynamics of the continental frame of the Eurasian sub-basin of the Arctic Ocean]. *Geologo-geofizicheskie kharakteristiki litosfery Arkticheskogo regiona* [Geological and geophysical characteristics of the lithosphere of the Arctic region]. Saint Petersburg, Publ. VNIIOkeangeologiya, 1996, pp. 91–101 (In Russ.).

8. Golbraykh I. G., Zabaluev V. V., Lastochkin A. N. et al. *Morfostrukturnye metody izucheniya tektoniki zakrytykh platformennykh neftegazonosnykh oblastey* [Morphostructural methods for studying the tectonics of closed platform oil and gas bearing regions]. Leningrad, Nedra, 1968, 151 p. (In Russ.).
9. Nikonov A. A. *Problemy neotektoniki severo-vostochnoy chasti Baltiyskogo shchita* [Problems of neotectonics of the north-eastern part of the Baltic shield]. Tektonicheskie dvizheniya i noveyshie struktury zemnoy kory [Tectonic movements and the latest structures of the earth's crust]. Moscow, Nauka, 1967, pp. 57–71 (In Russ.).
10. Bogackiy V. I., Bogdanov N. A., Kostyuchenko S. L., Senin B. V., Sobolev S. F., Shipilov E. V., Hain V. E. *Ob'yasnitel'naya zapiska k tektonicheskoy karte Barentseva morya i severnoy chasti Evropeyskoy Rossii. M 1:2 500 000* [Explanatory note to the tectonic map of the Barents Sea and the northern part of European Russia. Scale 1:2 500 000]. Moscow, Publ. IL RAS, 1996, 94 p. (In Russ.).
11. Orlova A. V. *Blokovye struktury i rel'ef* [Block structures and relief]. Moscow, Nedra, 1975, 232 p. (In Russ.).
12. Permyakov E. N. *Osnovy metodiki ispol'zovaniya treshchinovatosti gornykh porod dlya izucheniya tektoniki platformennykh oblastey* [Fundamentals of the methodology of using rock fracturing to study the tectonics of platform regions]. *Trudy VNIGRI* [Transactions of VNIGRI], 1954, Iss. 2, pp. 43–48 (In Russ.).
13. Richter G. D. *Orograficheskie rayony Kol'skogo poluostrova* [Orographic regions of the Kola Peninsula]. *Trudy IFG AN SSSR* [Transaction of the Institute Physical Geography of Academy Sciences USSR], 1936, Vol. 19, pp. 7–11 (In Russ.).
14. Senin B. V., Shipilov E. V. *Klassifikatsiya i nomenklatura regional'nykh strukturnykh elementov metaplatforny* [Classification and nomenclature of regional structural elements of the metaplatforny]. *Osadochnyy chekhol Zapadno-Arkticheskoy metaplatforny* [Sedimentary cover of the West Arctic metaplatforny]. Murmansk, Sever, 1993, pp. 16–25 (In Russ.).
15. Mitiaev M. V., Gierasimova M. V. *Morphological structure and neotectonics of coastal zone of the Murmansk east sea-shore (Watershed zone of the Voronia and Rynda Rivers)*. *Wyprawq Geograficzne na Spitsbergen, Sesja Polarna*, Poland, Lublin, 1994, pp. 79–87.

Информация об авторе

Максим Валентинович Митяев – кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0003-3059-6469>

Information about the author

Maxim V. Mityaev – PhD (Geology and Mineralogy), Senior Researcher, <https://orcid.org/0000-0003-3059-6469>

Статья поступила в редакцию 03.03.2025; одобрена после рецензирования 24.03.2025; принята к публикации 07.04.2025.
The article was submitted 03.03.2025; approved after reviewing 24.03.2025; accepted for publication 07.04.2025.