

УДК 551.248.2(571.511)

Г.В. Брянцева¹, Л.И. Демина², М.Ю. Промыслова³, Н.И. Косевич⁴

НОВЕЙШИЕ СТРУКТУРЫ ЗАПАДНОГО ТАЙМЫРА

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», 119991, Москва, ГСП-1, Ленинские Горы, 1

Lomonosov Moscow State University, 119991, GSP-1, Leninskiye Gory, 1

Анализ современного рельефа структурно-геоморфологическим методом позволил выявить особенности новейшей структуры Западного Таймыра и показать значение сдвиговых горизонтальных перемещений структурных форм, а также выраженность в рельефе на некоторых участках ранее образованных надвигов. Начиная с олигоцена неотектоническое развитие Арктики определялось раскрытием Евразийского бассейна. Это привело к активизации северо-восточных разрывов в рассматриваемом регионе, имеющих те же простирации, что и трансформные разломы зоны спрединга хр. Гаккеля, это подтверждает активное развитие региона на современном этапе.

Ключевые слова: неотектоника, структурно-геоморфологический анализ, разрывы, сдвиги, надвиги, Западный Таймыр.

Structural-geomorphological analysis of the modern relief allowed us to reveal Western Taimyr newest structure features and to show the significance of the structural forms shear horizontal displacements, as well as the manifestation of relief in some areas of previously formed thrusts. Since the Oligocene, neotectonic development of the Arctic was determined by Eurasian basin opening. This causes the activation of the North-Eastern faults in the region, which have the same stretch as the transform faults of Gakkel ridge spreading zone, which confirms the active development of this region at the present stage.

Key words: neotectonics, structural-geomorphological analysis, faults, shear displacements, thrusts, Western Taimyr.

Введение. Таймырский полуостров — часть Западно-Арктической континентальной пассивной окраины Евразийского бассейна. Новейший этап развития окраины начался в олигоцене [Мусатов, 1996]. В это время наблюдалось общее поднятие Таймыра, включая территорию Енисей-Хатангского прогиба и формирование денудационного плато [Проскурин и др., 2016], фрагменты которого в настоящее время расположены на разной высоте, а в пределах Енисей-Хатангской прогиба перекрыты молодыми отложениями. Несмотря на то что складчатые сооружения Таймыра были сформированы к концу триаса, движения по надвигам наблюдаются и в настоящее время [Верниковский, 1996].

В составе Таймырского горного сооружения выделяются три тектонические зоны — Северо-, Центрально- и Южно-Таймырские, различающиеся геологическим строением, составом слагающих осадочных, метаморфических и магматических комплексов, историей геологического развития. Их границами служат следующие крупные надвиги: Главный Таймырский и Пясино-Фаддеевский [Верниковский, 1996].

В новейший этап горообразования земная поверхность в рассматриваемом регионе испытала существенные изменения, что нашло отражение в сложном и разнообразном орогенном рельефе.

Материалы и методы исследований. Изучение новейших структур, выраженных в рельефе, проводилось с помощью структурно-геоморфологического метода, который был разработан Н.П. Костенко [1999]. Его особенность — объемный трехмерный анализ орографических форм в плане и в двух вертикальных сечениях — продольном и поперечном, а также их взаимная увязка. Структурно-геоморфологический анализ рельефа проводился по топокартам с использованием геологических материалов. Исследуемый район полезно сначала рассмотреть в более мелком масштабе для определения его позиции по отношению к соседним территориям. Поэтому первоначально была построена структурно-геоморфологическая схема Таймыра по карте масштаба 1:2 500 000, что позволило выделить границы основных новейших структур [Брянцева и др., 2018, 2019].

На исследуемую территорию составлены структурно-геоморфологические схемы, основное

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра динамической геологии, доцент, канд. геол.-минер. н.; e-mail: bryan.bryan@yandex.ru

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра динамической геологии, вед. науч. с., канд. геол.-минер. н.; e-mail: lidem06@rambler.ru

³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра динамической геологии, ассистент, канд. геол.-минер. н.; e-mail: maru_promyslova@gmail.com

⁴ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра динамической геологии, ассистент, канд. геог. н.; e-mail: nkosevich@gmail.com

содержание которых — суммарное воздымание за конэрэзионный этап развития новейших структурных форм, а также разрывы, их ограничивающие. Исходным материалом служила топографическая карта масштаба 1:1 000 000, а также карты масштаба 1:200 000 на ключевой участок (долина р. Ленивая). При выделении основных систем хребтов и впадин и разграничающих их разрывов использованы геоморфологические данные, такие, как спрямленные участки берегов озер и морей, цепочки одинаковых форм рельефа, резкие перегибы долин рек, хребтов и др. Анализ комплексных геолого-геоморфологических профилей позволяет определить динамическую характеристику разрывов. Для этого рассматриваются деформация зоны водораздельной денудации, перекос приразломовых долин, разновысотность блоков, резкое изменение крутизны склонов долины в однородных толщах и др. Выделенные линейные зоны могут представлять собой как молодые (или обновленные) разрывные нарушения, так и зоны повышенной трещиноватости.

Для сравнения выявленных с помощью структурно-геоморфологического метода новейших структур и опубликованных материалов предшественников был создан ГИС-проект, который позволил проанализировать их в единой картографической системе и получить результирующие карты.

Результаты исследования и их обсуждение. Новейшие структуры Западного Таймыра. Неотектонический анализ Таймырского п-ова позволяет выделить (здесь и далее новейшим структурам даны условные названия): Северо-Сибирскую равнину (I), Быргрангское горное сооружение (II), Северо-Таймырское горное сооружение (III), Прибрежную равнину (IV). Они отличаются рядом параметров, главным образом суммарными конэрэзионными высотами, геологическим строением и историей развития (рис. 1).

Северо-Сибирская равнина (рис. 1, I) расположена в пределах Енисей-Хатангского прогиба. Кристаллический фундамент, залегающий на значительной глубине, перекрыт породами юрско-мелового комплекса мощностью 6–6,5 км [Прокскурин и др., 2016] и четвертичными отложениями. Ее северная граница имеет неровные очертания. Средние высоты не превышают 100–150 м. Поверхность осложнена многочисленными пологовувалистыми грядами неправильной формы, представляющими собой конечно-моренные холмы, образовавшиеся в муруктинское время [там же]. Они чередуются с заболоченными котловинами и широкими долинами рек. Высота гряд 180–200 м, иногда даже больше 200 м (рис. 2, A). Хорошо проявлены линеаменты двух направлений — северо-западные, а также северо-восточные, которые могут свидетельствовать о разрывных нарушениях в фундаменте. В настоящее время Енисей-Хатанг-

ская впадина испытывает устойчивое опускание, однако в ее пределах наблюдается рост локальных поднятий.

Быргрангское горное сооружение (рис. 1, II) сложено в основном осадочными комплексами палеозойского возраста и триасовыми вулканогенными образованиями. В его пределах выделяются Тарейские (Π_1), Енисей-Пясинские (Π_3) хребты-поднятия и Пясинская впадина (Π_2).

Тарейские хребты-поднятия (Π_1) имеют общее северо-восточное простиранье и хорошо выражены в рельефе (рис. 2, A). В центральной части этой структуры вскрыты карбонатные породы ордовикско-каменноугольного возраста. Суммарные поднятия за конэрэзионный этап развития в пределах структуры редко превышают 500 м. К западу высота хребтов понижается и составляет 200–300 м. Наблюдаются несколько параллельных и кулисообразно расположенных гряд, которые разделены межгорными понижениями. Границы поднятий предопределены в основном продольными системами надвигов, на значительном протяжении выраженные в рельефе. Они разбиты секущими региональными разрывами северо-западного и север-северо-западного простирания, по-видимому, со сдвиговой составляющей. Эти разрывы часто разрабатываются реками и определяют прерывистость хребтов, разделение горного сооружения на блоки разного ранга с разными высотой и раздробленностью, а в некоторых местах и смещение систем поднятий в плане. Большая часть секущих разрывных нарушений новообразованные. Тарейские хребты-поднятия можно подразделить на Бегичевские хребты (Π_{11}), Тарейскую горную впадину (Π_{12}), Такса-Тарейские хребты (Π_{13}).

Енисей-Пясинские хребты-поднятия (Π_3) расположены между Енисейским заливом и долиной р. Пясины и ограничены разломами север-северо-западного и субмеридионального простирания. С юга они граничат с Северо-Сибирской равниной. Суммарные конэрэзионные поднятия в этом горном сооружении достигают 400 м. Хребты имеют практически субширотное простирание, параллельное береговой линии Пясинского залива. Они сложены преимущественно вулканитами триасового возраста.

Пясинская впадина (Π_4) находится на юге от Пясинского залива. Она представляет собой секущую грабенобразную структуру практически субмеридионального простирания, осложняющую горное сооружение. Высота ее днища постепенно повышается от берега моря в глубь территории. Впадина имеет сложное строение и ограничена системой северо-западных и север-северо-западных разрывов. Разрыв, ограничивающий впадину с запада и разрабатываемый р. Пясины, по-видимому, имеет продолжение и в пределы Северо-Сибирской равнины. Можно также предположить про-

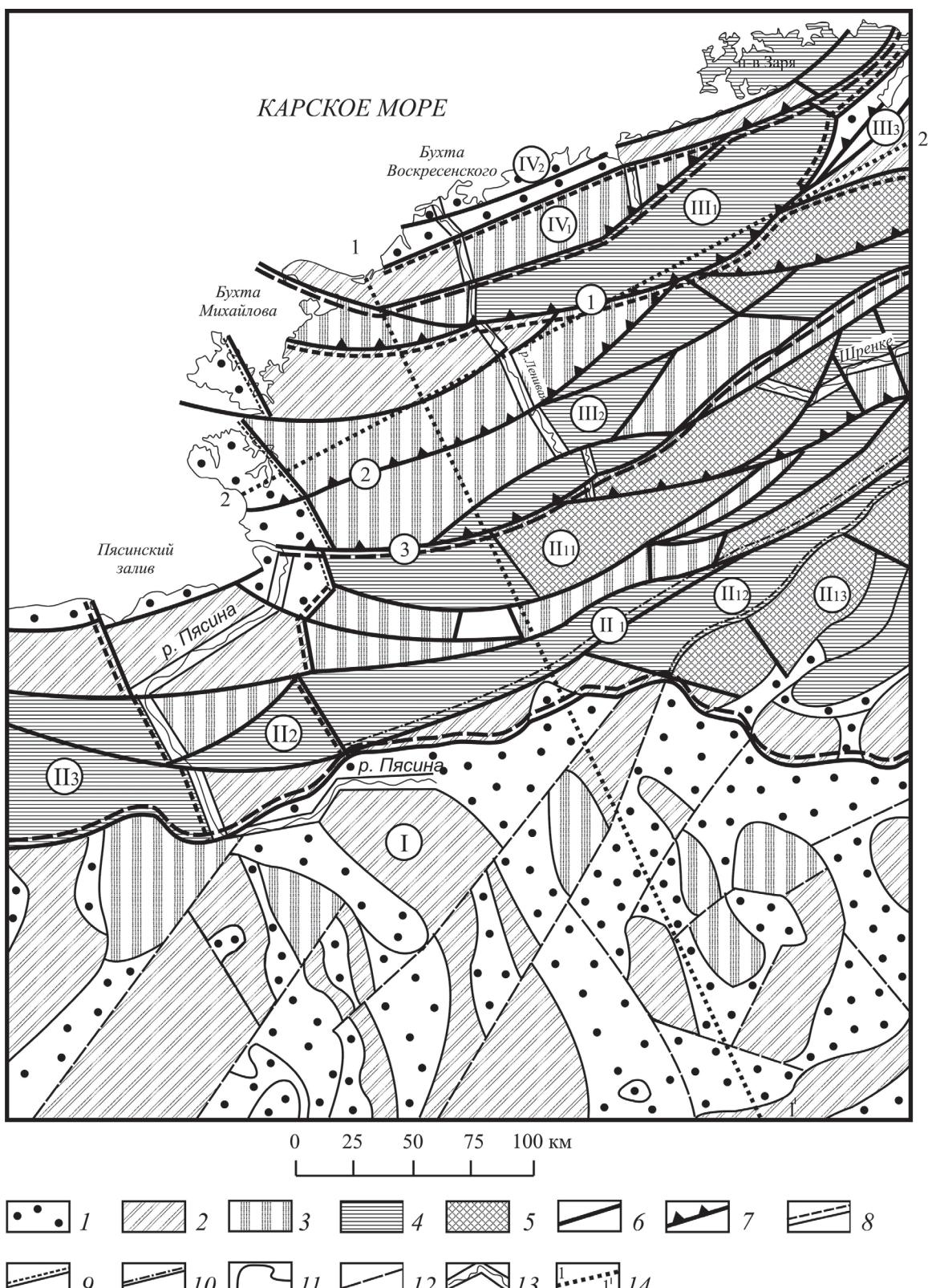


Рис. 1. Структурно-геоморфологическая схема западной части Таймырского п-ова (листы S-45, 46): 1–5 — суммарные поднятия за конэрозионный этап развития, м (1 — <100, 2 — 100–200, 3 — 200–300, 4 — 300–400, 5 >400); 6 — разрывы; 7 — унаследованно развивающиеся надвиги, выраженные в рельефе; 8 — границы структур 1-го ранга; 9 — границы структур 2-го ранга; 10 — границы структур более мелких рангов; 11 — границы отдельных поднятий; 12 — линеаменты; 13 — речная долина в поясе меандров; 14 — линии профилей. Цифрами обозначены: I — Северо-Сибирская равнина (Енисей-Хатангская впадина); II — Быргрангское горное сооружение: II₁ — Тарейские хребты-поднятия (II₁₁ — Бегичевские хребты, II₁₂ — Тарейская горная впадина, II₁₃ — Такса-Тарейские хребты), II₂ — Пясинская впадина, II₃ — Енисей-Пясинские хребты-поднятия; III — Северо-Таймырское горное сооружение: III₁ — Северо-Ленивенские хребты, III₂ — Южно-Ленивенские хребты, III₃ — впадина Коломийцева; IV — Прибрежная равнина: IV₁ — Тревожинская равнина, IV₂ — Воскресенская равнина. Арабские цифры в кружках — надвиги: 1 — Главный Таймырский, 2 — Диабазовый, 3 — Пясино-Фадеевский

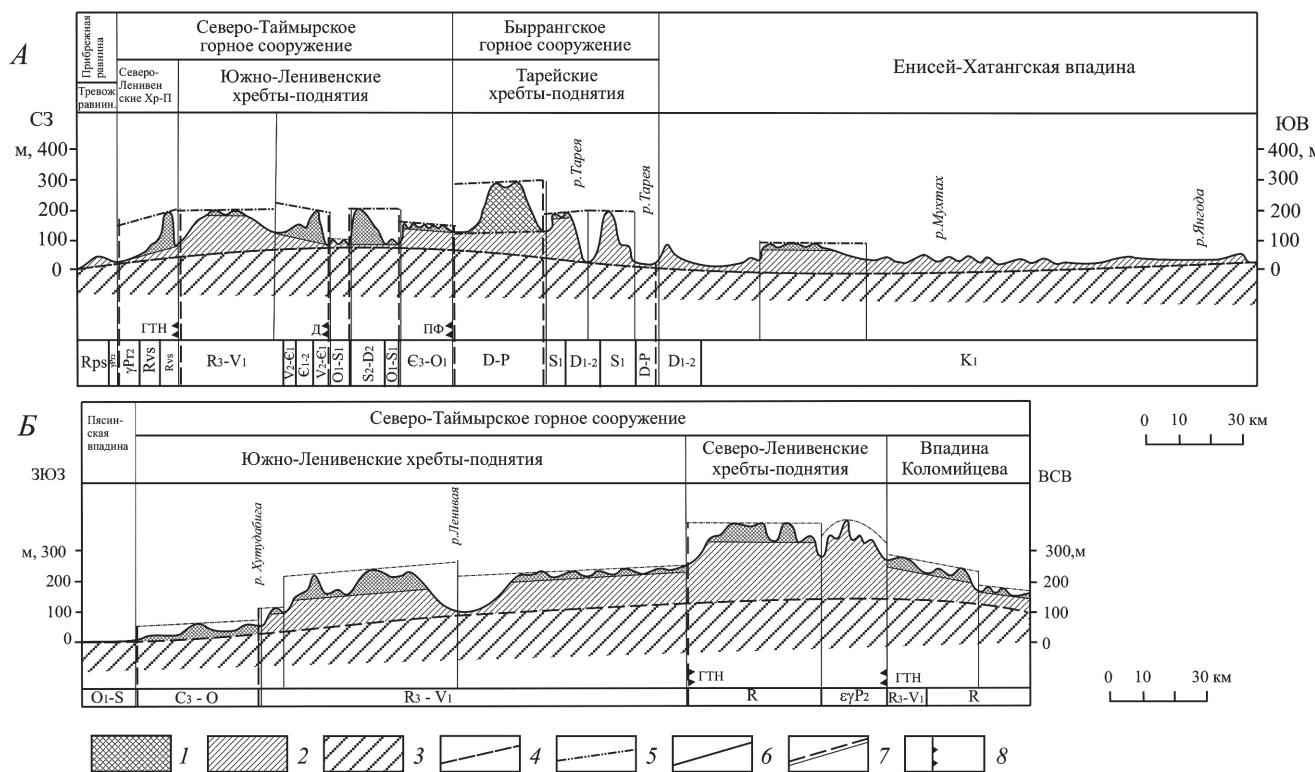


Рис. 2. Геоморфологические поперечные профили (по топографической карте масштаба 1:1 000 000): А — по линии 1—1¹, Б — по линии 2—2¹; 1 — зона плоскостной денудации; 2 — горный массив, расчлененный крупными реками; 3 — горный массив, не затронутый процессами денудации; 4 — линия главных базисов эрозии; 5 — обобщенная поверхность поднятий горного сооружения; 6 — границы блоков, установленные по геоморфологическим данным; 7 — границы блоков, установленные по геоморфологическим и геологическим данным; 8 — надвиги. Соkürшения: на профилях: ГТН — Главный Таймырский надвиг, ПФ — Пясино-Фадеевский надвиг, Д — Диабазовый надвиг. Возраст комплексов пород разного генезиса дан по геологической карте дочетвертичных образований, лист S-44-46 (новая серия) масштаба 1:1 000 000, под редакцией Ю.Е. Погребицкого [Нагайцева, Лопатин, 2000]

должение разрывов, ограничивающих впадину, на север в сторону Карского моря.

Северо-Таймырское горное сооружение (рис. 1, III) сложено преимущественно метаморфическими породами протерозоя. Гранитные интрузивные массивы хорошо выражены в рельефе (рис. 3), образуя небольшие отдельные вершины высотой 100–300 м, возвышающиеся над денудационной равниной. Северо-Таймырское горное сооружение можно подразделить на Северо-Ленивенские (III₁), Южно-Ленивенские (III₂) хребты и впадину Коломийцева (III₃).

Северо-Ленивенские хребты (III₁) протягиваются от бухты Михайлова на северо-восток. Их южная граница на отдельных участках совпадает с Главным Таймырским надвигом. На востоке ширина хребтов значительно сужается. Суммарные конэрэзионные поднятия варьируют от 200–300 м на западе до 300–400 м на востоке.

Южно-Ленивенские хребты (III₂) также протягаются с юго-запада на северо-восток, как и все горные сооружения Таймыра. Их суммарные конэрэзионные поднятия меняются от 200 до 400 м и более на востоке. На западе Южно-Ленивенские хребты граничат с Пясинской впадиной.

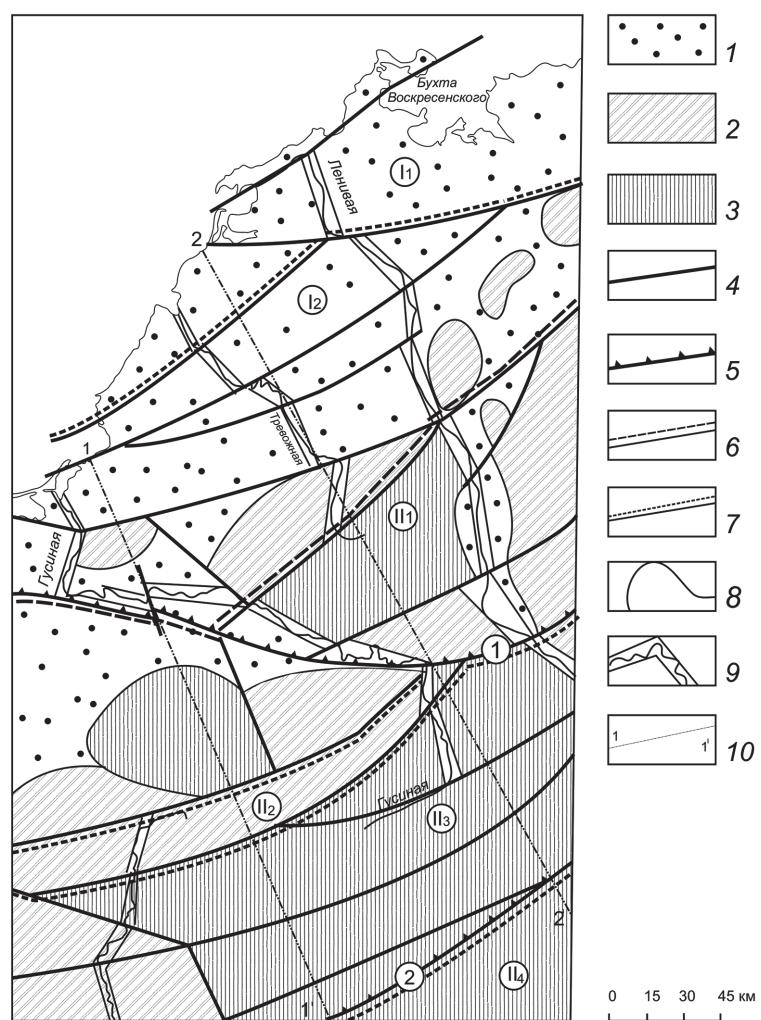
Впадина Коломийцева (III₃) расположена между Северо- и Южно-Ленивенскими хребтами на

востоке рассматриваемой территории. Она приурочена преимущественно к долине р. Коломийцева, впадающей в Таймырский залив. Ее высота не достигает 100 м, а ширина увеличивается на северо-восток.

Прибрежная равнина (рис. 1, IV) находится в пределах Северо-Таймырской тектонической зоны. В современной структуре можно выделить Тревожинскую (IV₁) и Воскресенскую (IV₂) равнины. В пределах этой структуры вскрыта зонально метаморфизованная терригенная флишоидная толща с вытянутыми в северо-восточном направлении гранито-гнейсовыми куполами, образующими в рельефе возвышенности. Прибрежная террасированная абразионно-аккумулятивная равнина имеет среднюю высоту до 300 м. Большую площадь занимают уровни 20 и 40 м, которые могут представлять собой низкие морские террасы поздне-плейстоцен-голоценового возраста [Проскурин и др., 2016]. Поверхности с высотой до 100–150 м распространены в глубь территории на расстояние до 10–15 км. Они также могут представлять собой террасовые уровни [Качурина и др., 2013].

На ключевой участок долины р. Ленивая была составлена детальная структурно-геоморфологическая схема, что позволило выявить разрывы более низких рангов и значительную общую раз-

Рис. 3. Структурно-геоморфологическая схема долины р. Ленивая (по топографической карте масштаба 1:200 000): 1–3 — суммарные поднятия за конэрозионный этап развития, м (1 < 100, 2 — 100–200, 3 > 200); 4 — разрывы; 5 — унаследовано развивающиеся надвиги, выраженные в рельефе; 6 — границы структур 1-го порядка; 7 — границы структур более мелких порядков; 8 — границы отдельных поднятий; 9 — долины рек в пояссе меандров; 10 — линии профилей. Цифры на карте: I — Прибрежная равнина (I_1 — Воскресенская равнина, I_2 — Тревожинская равнина); II — Северо-Таймырское поднятие (II_1 — Северо-Ленивенские хребты, II_2 — впадина Светлая, II_3 — Южно-Ленивенские хребты, II_4 — Скалистые хребты). Арабские цифры — надвиги: 1 — Главный Таймырский, 2 — Диабазовый



дробленность территории (рис. 3). В новейшей структуре на этой территории можно выделить Прибрежную равнину (I) и Северо-Таймырское горное сооружение (II).

Прибрежная равнина (I) подразделяется на Воскресенскую (I_1) и Тревожинскую (I_2) равнины с высотой до 100 м, которые простираются вдоль берега Карского моря и представлены, скорее всего, несколькими террасовыми уровнями (рис. 4, A, B). Отдельные поднятия с высотой немногого более 100 м представляют собой гранито-гнейсовые купола, сложенные более плотными породами. Долины рек Ленивая, Тревожная, Гусиная, заложившиеся по секущим северо-западным разрывам, неоднократно смещены в зонах пересечения разрывными нарушениями северо-восточного и восток-северо-восточного простириания (рис. 3, 5). Последние, скорее всего, наследуют древние разрывы, активизированные в новейшее время.

Северо-Таймырское горное сооружение (II) представлено Северо-Ленивенскими (II_1), Южно-Ленивенскими (II_3), Скалистыми (II_4) хребтами и Светлой впадиной (II_2). Северо-Ленивенские хребты (II_1) сложены метапесчаниками, метаалевролитами, сланцами и гнейсами рифей-вендинского возраста. Коллизионные палеозойские гранитоиды

создают в рельефе возвышенности (рис. 4, A, B). На отдельных участках реки образуют узкие, прямолинейные антецедентные долины или долинообразные понижения, приуроченные к зонам трещиноватости и разработанные реками. Они отделены от Южно-Ленивенских хребтов относительно узкой и протяженной Светлой впадиной (II_2) с высотой, не превышающей 200 м. Южно-Ленивенские хребты (II_3) граничат на юге со Скалистыми хребтами и отделены от них Диабазовым надвигом, хорошо выраженным в рельефе. Скалистые хребты (II_4), сложенные породами рифея и венда, имеют суммарные конэрозионные поднятия более 200 м.

Таким образом, горное сооружение Таймыра имеет сложное строение и в новейшей структуре образует поднятие, вытянутое с запада-юго-запада на восток-северо-восток, которое постепенно повышается к юго-востоку. Формирование горного сооружения происходило в основном в среднем-позднем триасе с образованием синорогенного прогиба в районе современного Енисей-Хатангского бассейна [Афанасенков и др., 2016]. Впоследствии Таймырский ороген неоднократно испытывал тектоническую активизацию. Последняя началась с рубежа среднего и позднего

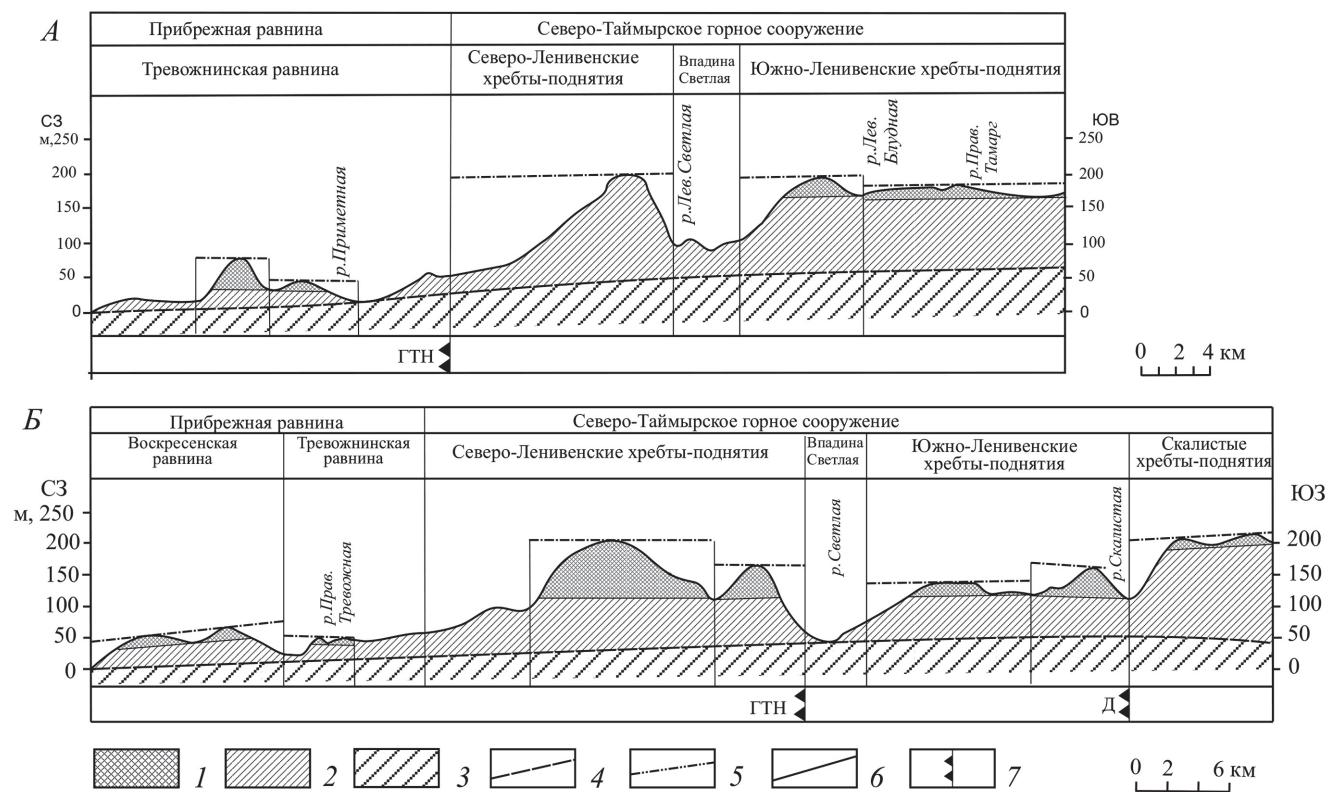


Рис. 4. Геоморфологические поперечные профили (по топографической карте масштаба 1:200 000): А — по линии 1—1¹, Б — по линии 2—2¹. 1 — зона плоскостной денудации; 2 — горный массив, расчлененный крупными реками; 3 — горный массив, не затронутый процессами денудации; 4 — линия главных базисов эрозии; 5 — обобщенная поверхность поднятий горного сооружения; 6 — границы блоков, установленные по геоморфологическим данным; 7 — надвиги. Сокращения, принятые на профилях: ГТН — Главный Таймырский надвиг, Д — Диабазовый надвиг

плейстоцена [Федоров и др., 2001]. Отметим, что на формирование рельефа в значительной степени повлияли оледенения и связанное с этим изменение уровня океана.

После отступания муруктинского ледника и до настоящего времени происходит общее воздымание всей территории Таймырского п-ова [Прокурин и др., 2016]. Скорость вертикальных движений на Центральном Таймыре оценивается

в 1,4–1,7 см/год [Федоров и др., 2001]. Наиболее приподнятая часть расположена на границе с Енисей-Хатангской впадиной, испытывающей опускание. Очертания береговой зоны часто определяются разрывами, частично переработаны эрозионными процессами и имеют крутые обрывистые берега высотой до 10–20 м.

На Западном Таймыре наблюдаются неотектонические поднятия сводово-блочного типа. Формирование орогенной структуры Таймыра, по данным А.Е. Голдырева и О.С. Юрченко [2002], происходило в условиях субмеридионального сжатия, которое на современном этапе является региональным полем напряжений для Таймырского орогена.

Отметим, что структурный план Северо-Сибирской равнины, соответствующей в тектоническом плане Енисей-Хатангскому прогибу, не совпадает с таковым для Таймырской складчатой области. Это может свидетельствовать о разном тектоническом режиме развития этих структур в новейшее время.

Начиная с олигоцена неотектоническое развитие Арктики определялось последовательным проникновением срединно-океанических хребтов из Северной Атлантики в Норвежско-Гренландский и Евразийский бассейны [Мусатов, 1996]. В изученном районе это привело к активизации

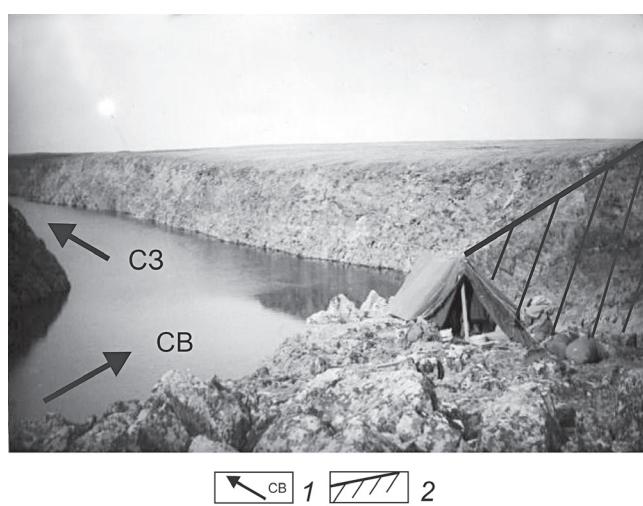


Рис. 5. Изменение простирания долины р. Ленивая в зоне разрыва: 1 — направление течения реки, 2 — зона разрыва северо-восточного простирания

северо-восточных разрывов, имеющих те же простирания, что и трансформные разломы зоны спрединга хр. Гаккеля, находящейся в непосредственной близости к Таймырскому п-ову.

Выводы. 1. Границы древних тектонических структур не всегда совпадают с современными структурным планом и границами новейших поднятий. Об активизации древних разрывных нарушений свидетельствует выраженность древних надвиговых структур в рельефе.

2. Надвиги, имеющие преимущественно северо-восточное простирание, играют большую рельефообразующую роль, чем северо-западные разрывы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Афанасенков А.П., Никишин А.М., Унгер А.В. и др. Тектоника и этапы геологической истории Енисей-Хатангского бассейна и сопряженного Таймырского орогена // Геотектоника. 2016. № 2. С. 23–42.

Брянцева Г.В., Демина Л.И., Промыслова М.Ю. и др. Новейшие структуры Западного Таймыра // Тез. науч. конф. «Ломоносовские чтения-2018», секция геология, электронный ресурс, URL: <http://conf.msu.ru/rus/event/4912/>

Брянцева Г.В., Демина Л.И., Промыслов М.Ю., Косевич Н.И. Новейшие структуры западной части Таймырского полуострова // Мат-лы II тектон. совещ. «Проблемы тектоники континентов и океанов», 29 января–2 февраля 2019. М.: ГЕОС, 2019. С. 95–98.

Верниковский В.А. Геодинамическая эволюция Таймырской складчатой области. Новосибирск: Изд-во СО РАН НИЦ ОИГГМ, 1996. 202 с.

Голдырев А.Е., Юрченко О.С. Новейшая разломная и блоковая тектоника Хутудинской площади Мининского района (Северо-Западный Таймыр) // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 2002. № 6. С. 54–57.

Качурина Н.В. Макарьев А.А., Макарьева Е.М. и др. Государственная геологическая карта Российской

3. Новейшие орогенные структуры Западного Таймыра имеют сводово-блоковый характер строения и развиваются унаследованно с последней эпохи активизации, вызванной раскрытием спредингового хр. Гаккеля Евразийского бассейна Северного Ледовитого океана.

4. Структурный план Северо-Сибирской равнины, соответствующей в тектоническом плане Енисей-Хатангскому прогибу, не совпадает с таким для Таймырской складчатой области. Это может свидетельствовать о разном тектоническом режиме развития этих структур в новейшее время.

Федерации (третье поколение). Серии Северо-Карско-Баренцевоморская и Таймырско-Североземельская, масштаб 1:1 000 000, лист Т-45–48 м. Челюскин. Объясн. записка. СПб.: ВСЕГЕИ, 2013. 568 с.

Костенко Н.П. Геоморфология. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1999. 379 с.

Мусатов Е.Е. Неотектоника арктических континентальных окраин // Физика Земли. 1996. № 12. С. 72–78.

Нагайцева Н.Н., Лопатин Б.Г. Государственная геологическая карта Российской Федерации (новая серия), карта дочетвертичных отложений / Ред. Ю.Е. Погребицкий. Масштаб 1:1 000 000, листы S-44–46. СПб.: ВСЕГЕИ, МПР, ВНИИОкеангеология, 2000.

Проскурин В.Ф., Шнейдер Г.В., Гавриш А.В. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации, масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Таймыро-Североземельская, лист S-46. Тарея. Объясн. записка. СПб.: ВСЕГЕИ, 2016. 534 с.

Федоров Г.Б., Антонов О.М., Большиянов Д.Ю. Особенности режима современных тектонических движений Центрального Таймыра // Изв. РГО. 2001. Т. 133, вып. 1. С. 76–81.

Поступила в редакцию 24.04.2019

Поступила с доработки 25.04.2019

Принята к публикации 25.04.2019