

О тектоническом строении Приколымского террейна Верхояно-Колымской орогенной области (структурно-статистический анализ)

Ф.Ф.ТРЕТЬЯКОВ (Институт геологии алмаза и благородных металлов Сибирского отделения Российской академии наук (ИГАБМ СО РАН), 677980, г. Якутск, проспект Ленина, д. 39)

Составление стереограмм массовых замеров залегания слоистости и кливажа для разных районов Приколымского террейна и структурно-статистический анализ этих тектонических деформаций позволили доказать: различие структурных планов метаморфического комплекса раннего протерозоя и рифей-палеозойских миогеоклинальных толщ; формирование складчато-надвиговых дислокаций рифей-палеозойских толщ в позднем мезозое произошло в результате действия региональных тектонических напряжений сжатия северо-западного направления; развитие ориентировок тектонических деформаций различных направлений на северной и южной окраинах террейна обусловлено разрушением их разнородными тектоническими структурами как в процессе позднемезозойской коллизии, так и в доколлизииное время.

Ключевые слова: слоистость, кливаж, сланцеватость, складки, стереограммы, направление тектонических деформаций, Приколымский террейн, Верхояно-Колымская орогенная область.

Третьяков Феликс Филаретович



tretyakov_ff@mail.ru

On tectonic structure of the Kolyma terrane in the Verkhoyansk-Kolyma orogenic region (structural-statistical analysis)

F.F.TRETYAKOV

Drawing of stereograms of mass measurements of occurrences of layering and cleavage for different regions of the Kolyma terrain and structural-statistical analysis of these tectonic deformations allowed to prove: difference of structural plans of the Early Proterozoic metamorphic complex and the Riphean-Paleozoic miogeoclinal strata; formation of the fold-and-thrust dislocations of the Riphean-Paleozoic strata in the Late Mesozoic time took place as a result of regional tectonic compression of the north-western direction; development of orientations of tectonic deformations of different directions at the northern and southern margins of the terrain was due to their destruction by heterogeneous tectonic structures, during the Late Mesozoic collision, and in pre-collision time.

Key words: Layering, cleavage, foliation, folds, stereograms, direction of tectonic deformations, Kolyma terrain, Verkhoyansk-Kolyma orogenic belt.

Цель применения массовых замеров залегания слоистости в геологических исследованиях сформулировал Ж.Гогель: «Статистические методы при достаточно большом количестве наблюдений могут быть полезны при расшифровке тектонической структуры района» [2, с. 96]. Действительно, *при достаточно большом количестве наблюдений* элементов залегания слоистости использование этого простейшего статистического (количественного) метода помогает довольно наглядно и точно определить характер тектонического строения или структурный план исследуемой территории – линейное складчатое, моноклинальное, пологое или беспорядочное. Получение таких результатов достигается достаточным (для этого анализа) числом замеров элементов залегания нарушенных слоев и других плоскостных тектонических структур, особым их распределением и ориентировкой в пространстве при обработке на стереографической сетке Вульфа.

В районах проявления кливажа ориентировку этих структур необходимо включать в статистический анализ наряду с параметрами залегания слоистости, так как структуры или поверхности кливажа формируются перпендикулярно направлению максимального регионального сжатия, участвующему и в создании складчатых деформаций.

Далее на конкретных примерах использования структурного статистического метода показаны некоторые особенности тектонического строения одного из крупных элементов Колымо-Омолонского супертеррейна Верхояно-Колымской орогенной области – Приколымского террейна (рис. 1), который сложен породами широкого возрастного диапазона от раннепротерозойских до раннемеловых, разбит разломами разного направления, а его строение интерпретируется как антиклинорное [3, 5].

Для выполнения поставленной задачи рассмотрены пересечения данного террейна по четырем поперечным

профилям, составленным из стереограмм полюсов слоистости и кливажа или тектонических структур, сформированных в коллизионный позднемезозойский этап деформаций. Первый, центральный профиль составлен по р. Колыма; второй, северный – по рекам Каменка и Колыма и два южных – по рекам Поповка и Ясачная (см. рис. 1). Краткая характеристика типов и форм складчатых и разрывных структур по указанным пересячениям дана по работе [7]. Приводимые ниже стереограммы полюсов слоистости и кливажа выполнены на сетке Вульфа в проекции на нижнюю полусферу.

Профиль по р. Колыма пересекает в широтном направлении центральную часть Приколымского террейна, в строении которого участвует крупный изометричный Шаманихинский блок (см. рис. 1), сложенный в разной степени метаморфизованными породами докембрийского возраста [5, 8].

Сравнение стереограмм залеганий слоистости по этому профилю (рис. 2, А и Б) показывает, что среди них отчетливо выделяется стереограмма с север-северо-запад-юг-юго-восточными простираниями нарушенных слоев (см. рис. 2, А, 3), которыми обладают неоднократно метаморфизованные образования раннего протерозоя западной части Шаманихинского блока [1, 5]. Данные породы деформированы в крутые изоклиналильные складки со сланцеватостью, параллельной их осевым поверхностям (см. рис. 2, А, 4). Следует подчеркнуть, что север-северо-западная ориентировка сжатой линейной складчатости с параллельной ей сланцеватостью метаморфических пород раннего протерозоя уникальна и подобные направления тектонических деформаций в комплексах осадочных пород более молодого возраста как в пределах рассматриваемого профиля (см. рис. 2, А и Б), так и в других районах данного террейна нигде не повторяются (см. рисунки 2, В–Г и 3). Эта структурная особенность строения (см. рис. 2, А, 3–4), наряду с неоднократным метаморфизмом и раннепротерозойским возрастом рассматриваемых метаморфических образований, противоречит точке зрения некоторых исследователей об отсутствии в пределах Приколымского поднятия пород древнее рифейского возраста [3, 8].

Характер тектонических нарушений рифейских миогеоклинальных осадочных пород [4] Шаманихинского блока типично складчато-надвиговой и обусловлен развитием многочисленных надвигов и послонных срывов с образованием структур всех трех стадий надвигового этапа деформаций, согласно схеме из работы [6]. Складки второй стадии надвигового этапа деформаций в большинстве случаев представляют собой пологие наднадвиговые брахиформные, рамповые, коробчатые и «поп-ап» антиклинали, которые чередуются с надвиговыми зонами смятия, состоящими из мелкой складчатости с интенсивным кливажем осевой плоскости со средними и пологими углами наклона. Простирания складчато-надвиговых

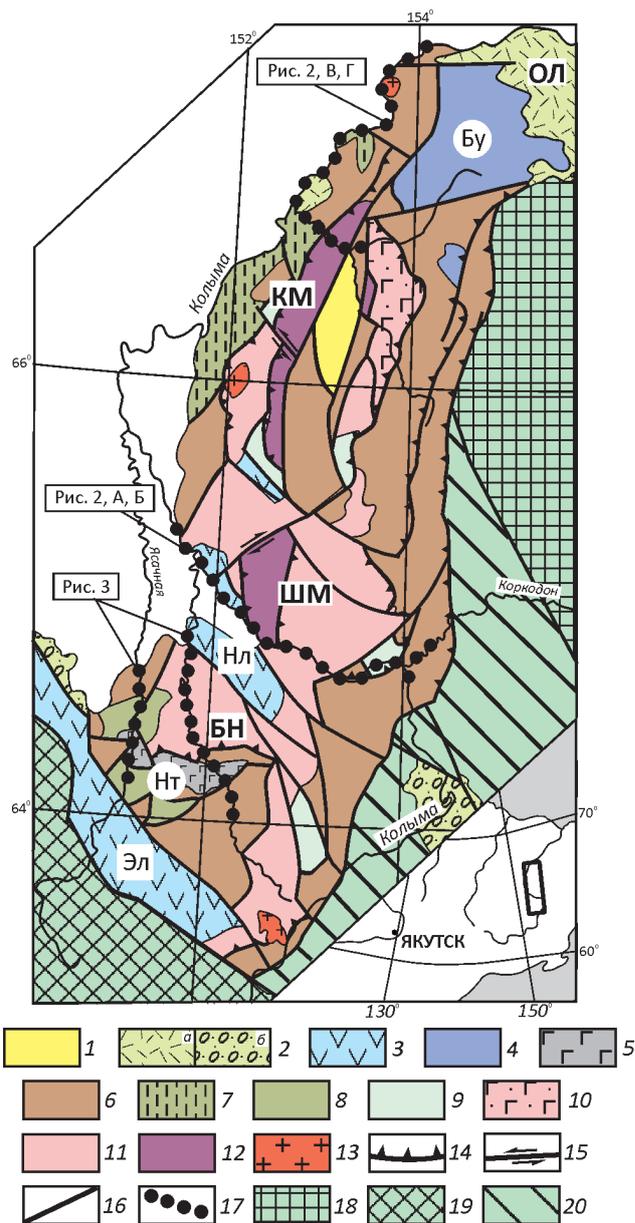


Рис. 1. Тектоническая схема Приколымского террейна, по работе [5]:

1–12 – геологические комплексы: 1 – неоген-четвертичный, 2 – меловой: а – вулканогенный, б – терригенный, 3 – позднеюрский, 4 – поздне триасовый–среднеюрский, 5 – позднекаменноугольный, 6 – раннедевонский–пермский, 7 – ранне-среднеордовикский, 8 – ордовикский, 9 – венд-кембрийский, 10 – поздне рифейский, 11 – средне-поздне рифейский, 12 – раннепротерозойский метаморфический; 13 – гранитоиды; 14 – надвиги; 15 – сдвиги; 16 – прочие разломы; 17 – профили стереограмм, указанные на рисунках 2, 3; террейны: 18 – Омолонский, 19 – Омулевский, 20 – Сугойский; ОЛ – Олойская зона; блоки: КМ – Каменский, ШМ – Шаманихинский, БН – Белоноченский; синклинали (буквы в кружках): Бу – Бурдахская, Нт – Нятовская; грабены (буквы в квадратах): Нл – Налучинский, Эл – Элекчанский; на врезке: выделенный контур – местоположение Приколымского террейна

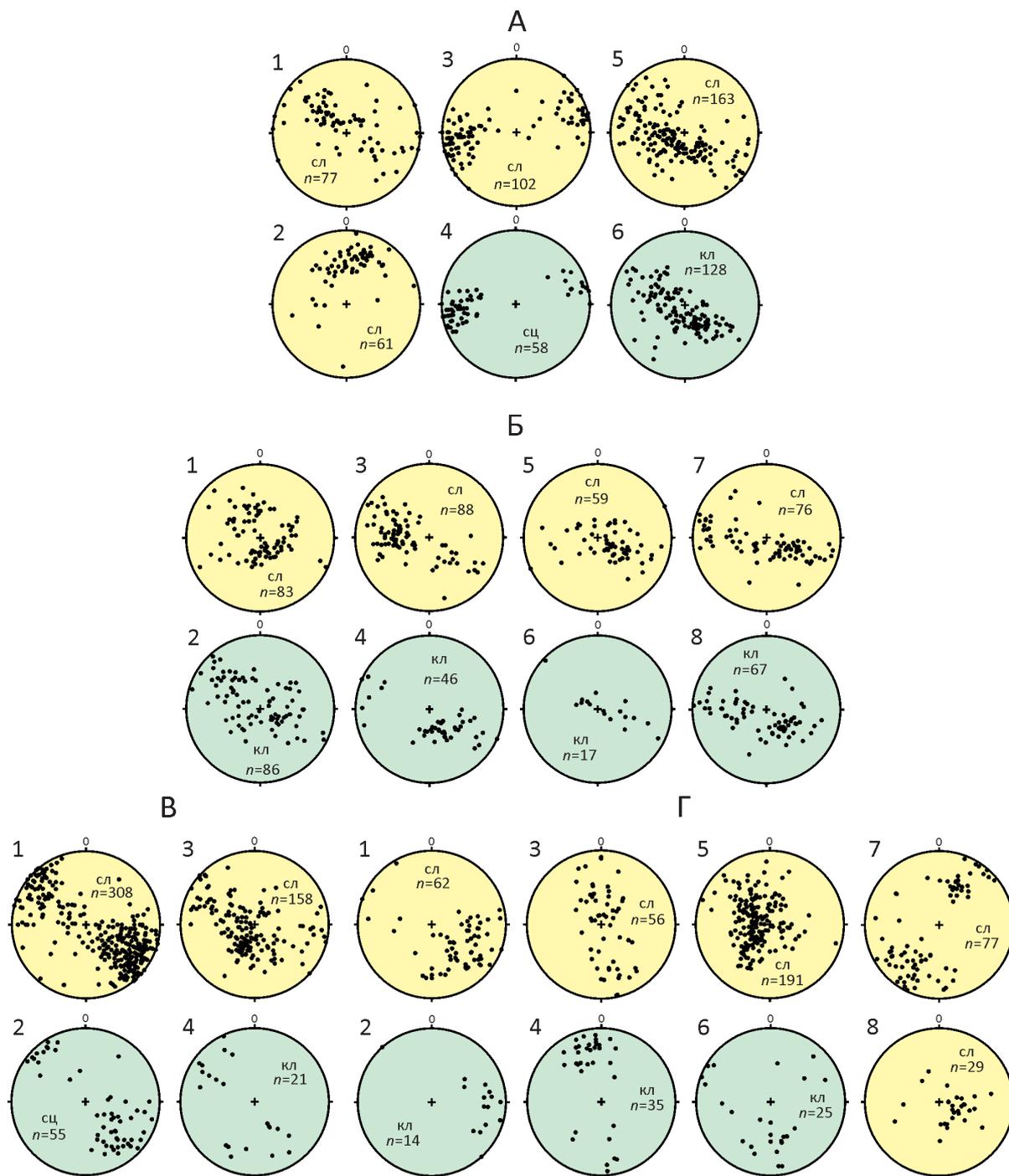


Рис. 2. Стереогаммы полюсов слоистости, кливажа и сланцеватости Центрального Приколымья (р. Колыма) (А, Б) и Северного Приколымья (Каменский блок, реки Каменка–Колыма) (В, Г):

А – западная половина: 1 – район устья р. Улахан-Юруе (ордовик–верхний рифей), 2 – известковый карьер (нижний–средний девон), Шаманихинский блок: 3–4 – между реками Ороек–Чилистях (нижний протерозой), 5–6 – между реками Чебукулах–Тент (средний–верхний рифей); Б – восточная половина: 1–2 – между реками Коппехт – Бол. Столбовая (средний–верхний палеозой), 3–4 – район устья р. Коркодон (венд–кембрий), 5–6 – нижнее течение р. Коркодон (карбон–пермь), 7–8 – выше устья р. Коркодон (верхний девон–карбон); В – р. Каменка, ниже устья р. Правая Каменка: 1–2 – протерозой–рифей, 3–4 – ордовик–девон; Г – р. Колыма, ордовик: 1–2 – район Слезовской протоки, 3–4 – Гороховский Камень, ордовик–девон: 5–6 – Верхний Половинный и Вяткин Камни, карбон–пермь; 7 – район пос. Лобуя, 8 – Заборцевский Камень; n – число замеров; сл – слоистость, кл – кливаж, сц – сланцеватость; положение профилей стереограмм рисунков 2 и 3 показаны на рис. 1

дислокаций и кливажа (иногда до сланцеватости) в основном северо-восточные (см. рис. 2, А, 5–6). В связи с этим еще раз следует обратить внимание на то, что структурные рисунки (планы) раннепротерозойских и рифейских образований, изображенные на стереограммах (см. рис. 2, А, 3–4 и 5–6), резко отличаются друг от друга направлением складчатых дислокаций.

Осадочные отложения венда–верхнего палеозоя в пределах восточного и западного крыльев террейна, как и рифейские породы, подвержены складчато-надвиговым деформациям и характеризуются также северо-восточными простираниями тектонических дислокаций слоев и кливажа. Особенно это заметно в зонах западного (см. рис. 2, А–1) и восточного (см. рис. 2, Б, 3–4, 5–6, 7–8) ограничений Приколымского террейна, где надвиговые разломы широко развиты [3, 7]. Моноклиальные нарушения слоистости иных направлений устанавливаются редко. Например, в тектоническом блоке в районе Известкового Карьера (см. рис. 2, А, 2).

Итак, складчато-надвиговый характер тектонических дислокаций рифей-верхнепалеозойских миогеоклиальных толщ и их в целом северо-восточное одинаковое простирание (см. рис. 2, А, 1 и 5; Б, 1, 3, 5 и 7) позволяет предположить, что весь этот комплекс осадочного чехла центрального Приколымья был деформирован практически одновременно в течение позднемезозойской коллизии [4]. Северо-восточные простирания структур кливажа (см. рис. 2, А, 6; Б, 2, 4, 6 и 8) указывают на северо-западное направление регионального максимального сжатия, которому подвергались структуры Приколымского террейна со стороны Сугойского и Омолонского террейнов. Эти данные подтверждают ранее высказанное предположение о тектоническом давлении Омолонского массива на Приколымское поднятие в позднемезозойское время [3]. Необходимо подчеркнуть, что с этими событиями никак не связано формирование тектонических структур метаморфических пород раннего протерозоя, происхождение которых состоялось в дорифейское время [7] и которым свойственны совершенно иные типы деформаций и направления сжатия (см. рис. 2, А, 3–4).

На северном Приколымье анализ стереограмм слоистости и кливажа тектонических структур проведен по профилю рек Каменка–Колыма, который пересекает Каменский блок Приколымского террейна (см. рис. 1). На р. Каменка докембрийские и палеозойские породы блока имеют практически северо-восточные одинаковые ориентировки тектонических дислокаций (см. рис. 2, В).

Метаморфические породы раннего протерозоя и рифея вскрываются в зоне Оссалинского разлома шириной 10 км, где породы каждого стратиграфического подразделения докембрия выполняют отдельные узкие блоки, которые перемешаны между собой, а на востоке зоны с блоком среднепалеозойских известняков. На стереограммах полюса слоистости и сланцеватости

метаморфических образований рассеиваются по дугам больших кругов (см. рис. 2, В, 3 и 4), что указывает на их интенсивные совместные деформации в зоне Оссалинского разлома, где крутонаклонные линейные, до изоклиальных форм, складки северо-восточного простирания виргируют в обе стороны от данного разлома.

Ниже-среднепалеозойские отложения Каменского блока, по сравнению с метаморфическими породами докембрия, деформированы слабее и слагают участки чередования пологих и крутых моноклиальных залегающих, осложненных иногда надвиговыми складками с кливажем северо-восточных направлений (см. рис. 2, В, 3–4). Близкие простирания нарушений ордовикских отложений с моноклиальными погружениями слоев и кливажа на запад и северо-запад устанавливаются и на левобережье р. Колыма (см. рис. 2, Г, 1–2).

Далее на север по р. Колыма ориентировка деформированных палеозойских пород отличается от северо-восточных направлений складчатости на р. Каменка (см. рис. 2, В и Г). На Гороховском, Верхнем Половинном и Вяткином Камнях простирания складчатых дислокаций ордовик-девонских отложений субширотные (см. рис. 2, Г, 3–6). Особенно отчетливо ориентировка этих деформаций выражена в интенсивно дислоцированных кремнисто-глинистых отложениях нижнего-среднего ордовика Гороховского Камня, которые смяты в складки, пересеченные сплошным кливажем осевой плоскости северной вергентности (см. рис. 2, Г, 3–4). Карбонатные толщи ордовика-девона Верхнего Половинного и Вяткина Камней обладают пологими складчато-надвиговыми деформациями, часто с кливажем южной вергентности (см. рис. 2, Г, 5–6).

Наконец, на северном замыкании Приколымского террейна каменноугольно-пермские отложения в наибольшей степени нарушены в районе пос. Лобуя, где образуют зону тектонических деформаций северо-западного простирания (см. рис. 2, Г, 7). Севернее на Заборцевском Камне осадочные слои пермского возраста залегают полого и погружаются по азимутам северных и западных румбов (см. рис. 2, Г, 8).

Таким образом, северо-восточная ориентировка дислокаций пород докембрия и палеозоя на севере Каменского блока (см. рис. 2, В) соответствует простираниям складчато-надвиговых структур рифей-палеозойских пород центрального Приколымья (см. рис. 2, А и Б). Надо полагать, что тектонические структуры этих районов Приколымского террейна сформированы в процессе единого регионального сжатия, действовавшего в северо-западном направлении. Иные субширотные и северо-западные простирания приразломных зон северной окраины террейна (см. рис. 2, Г), а также раскол ее на долготную и северо-восточную ветви разломами, ограничивающими Буордахскую синклиналь (см. рис. 1), по-видимому, обусловлены воздействием мезозойских геодинамических процессов, происходивших в пределах смежного (с севера) Олойского островодужного террейна.

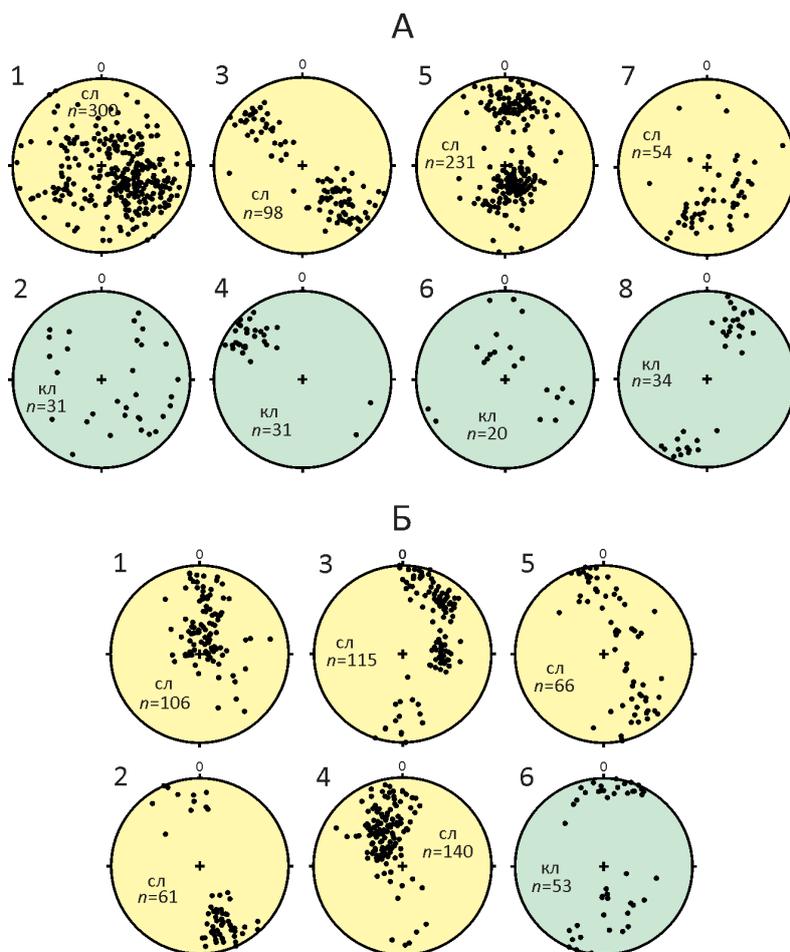


Рис. 3. Стереогаммы полюсов слоистости и кливажа Южного Приколымья (реки Поповка, Ясачная):

А – р. Поповка; Белоноченский блок: 1–2 – между реками Моховик–Белая Ночь (верхний рифей–венд), 3–4 – зоны смятия: выше устья р. Дружба (верхний рифей) и ниже устья р. Белая Ночь (венд); Нятовская синклиналь: 5–6 – между реками Лев. Дуксунда–Моховик (верхний девон–карбон); Налучинский грабен: 7–8 – ниже устья р. Лесистая (верхняя юра); Б – р. Ясачная; Белоноченский блок: 1 – между реками Барагы–Старица (ордовик–девон), 2 – район устья руч. Фран (средний–верхний девон), 3 – ниже устья руч. Неру (ордовик), 4 – ниже устья р. Тарыннах (ордовик–девон); фрагмент Нятовской синклинали: 5 – между реками Старица–Неру (карбон), 6 – кливаж по всему интервалу Б; см. услов. обозн. к рис. 2

В Южном Приколымье профили стереограмм слоистости и кливажа составлены по рекам Поповка и Ясачная. Профиль по р. Поповка пересекает основные тектонические элементы юга Приколымского террейна – Белоноченский блок и наложенные на него Нятовскую синклиналь и Налучинский грабен (см. рис. 1). Неоднородный характер строения территории отражен и в различии рисунков стереограмм (структурных планов), составленных для каждой из указанных выше тектонических элементов Южного Приколымья (см. рис. 3, А).

Наиболее древние отложения позднего рифея–венда в широком своде Белоноченского блока дислоцированы полого. На это указывают полюса слоистости и кливажа, беспорядочно рассеянные по всей площади приведенных стереограмм (см. рис. 3, А, 1 и 2). На этом обширном фоне пологих залеганий слоев на р. Поповка резко выделяются две отчетливо выраженные надвиго-

вые зоны приразломного смятия шириной 0,5–0,6 км [7], обладающие одинаковым строением, с развитием в них наклонных асимметричных и опрокинутых линейных изоклиальных складок северо-восточного простирания, пронизанных сплошным крутым кливажем осевой поверхности северо-западной вергентности (см. рис. 3, А, 3–4). Ориентировка этих надвиговых приразломных зон хорошо согласуется с северо-восточными простираниями складчато-надвиговых дислокаций рифейских отложений центрального и северного районов Приколымского террейна (см. рис. 2).

Строение Нятовской синклинали широтного направления, выполненной вулканогенно-осадочной толщей каменноугольного возраста, асимметричное, что отчетливо выражено на стереограмме массовых замеров слоистости, проведенных вкрест простирания этой структуры (см. рис. 3, А, 5).

Крутое северное и пологое южное крылья синклинали сложены осадочными отложениями нижнего–среднего карбона, а мульда – осадочно-вулканогенными рифтогенными образованиями среднего–верхнего карбона [4], которые подстилают субгоризонтально залегающие карбонатные отложения нижнего карбона с многочисленными силлами и дайками базальтов. Северное крыло синклинали осложнено мелкими складками, надвигами и кливажем субширотного и северо-восточного направлений (см. рис. 3, А, 6), указывающие на субдолготное и северо-западные ориентировки тектонического сжатия, которые деформировали породы Нятовской синклинали в позднем мезозое.

Налучинский грабен, как и Элекчанский, ограничивающий Приколымский террейн с юго-запада (см. рис. 1), входит в состав структур юго-западного фланга Уяндина-Ясачненского вулканического пояса, наложенного на юго-западную часть Колымо-Омолонского супертеррейна [4]. Дислокации позднеюрских осадочных пород грабена изучались в его юго-западном борту. Крутые залегания аргиллит-алевролитовых слоев, с отдельными сжатыми складками, с удалением от этого борта грабена становятся более пологими (см. рис. 3, А, 7). Однако характерной особенностью позднемезозойских деформаций этих отложений является пронизывающий их сплошной крутонаклонный кливаж запад-северо-западного простирания (см. рис. 3, А, 8).

Следует указать, что разнородные и разновозрастные отрицательные структуры, наложенные на Белоноченский блок – Нятовская синклиналь, Налучинский грабен и др. свидетельствуют о том, что Южное Приколымье разрушалось на блоки еще в доколлизийное время – в течение среднего–верхнего палеозоя и поздней юры [4].

По р. Ясачная профиль стереограмм слоистости и кливажа палеозойских отложений следует вдоль западного долготного крыла Белоноченского блока (см. рис. 1), который разбит разломами на множество более мелких блоков. Внутреннее строение блоков моноклиналиное с крутыми или пологими погружениями слоев в основном в северных или южных румбах (см. рис. 3, Б, 1–4). Ориентировка нарушенных каменноугольных пород в блоке, где вскрывается западный фрагмент Нятовской синклинали, восток-северо-восточная (см. рис. 3, Б, 5). Структуры кливажа рассеяны по всему профилю р. Ясачная. Однако среди них преобладают субширотные простирания (см. рис. 3, Б, 6), совпадающие с общим субширотным направлением дислокаций пород палеозоя (см. рис. 3, Б), поперечных долготному направлению западного крыла Белоноченского блока.

Изложенные результаты структурно-статистического анализа тектонических деформаций разновозрастных комплексов Приколымского террейна позволили точнее обосновать особенности его тектонического строения и сделать следующие основные выводы:

1. Линейные складчатые деформации и сланцеватость неоднократно метаморфизованных образований

раннего протерозоя (комплекс основания) ориентированы в север-северо-западном направлении. Эти простирания резко отличаются от простираний тектонических деформаций всех более молодых рифей-палеозойских комплексов осадочного чехла Приколымского террейна и являются структурным доказательством тектонометаморфических процессов, происходивших в дорифейское время.

2. Пологие складчато-надвиговые и кливажные дислокации рифей-палеозойских миогеоклинальных осадочных толщ Приколымского террейна ориентированы в северо-восточных направлениях. Следовательно, региональное тектоническое сжатие, сформировавшее эти структуры в позднем мезозое, действовало с юго-востока на северо-запад, то есть косо, а не широтно-долготному положению террейна.

3. Мозаичный характер ориентировок позднемезозойских тектонических деформаций слоев и кливажа на севере и юге Приколымского террейна обусловлен перераспределением напряжений сжатия в соответствии со структурами приразломных зон, синклиналей и грабенов разных направлений. Следует также отметить, что формирование разнородных и разновозрастных отрицательных тектонических структур в северной и южной окраинах террейна началось еще в доколлизийное время.

Исследование выполнено по плану НИР ИГАБМ СО РАН (Проект № 0381-2014-0002.), при частичной поддержке грантов РФФИ (16-05-00705, 15-45-05095), Программы Президиума РАН № 32 (проект 0381-2015-0015).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беус В.А. Возраст и геолого-петрохимические особенности метаморфических ортопоруд Приколымского докембрийского комплекса // Региональная геодинамика и стратиграфия Азиатской части СССР. Сб. науч. трудов. – Л., 1992. С. 65–85.
2. Гогель Ж. Основы тектоники. – М.: Мир, 1969.
3. Натанов Л.М., Шульгина В.С. Геологическая карта СССР. Масштаб 1:1 000 000 (новая серия). Лист Q-56, 57). Среднеколымск. Объяснительная записка. – Л., 1991.
4. Тектоника, геодинамика и металлогения территории Республики Саха (Якутия) // Отв. ред. Л.М.Парфенов, М.И.Кузьмин. – М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2001.
5. Тектоника, магматические и метаморфические комплексы Колымо-Омолонского массива / Г.А.Гринберг, Г.С. Гусев, А.Г.Бахарев и др. – М.: Наука, 1981.
6. Третьяков Ф.Ф. Стадии надвигового этапа позднемезозойских деформаций Верхояно-Колымской орогенной области // Отечественная геология. 2015. № 5. С. 89–95.
7. Третьяков Ф.Ф. Эволюция тектонических структур Колымского массива. – Якутск: Изд-во ЯФ СО АН СССР, 1987.
8. Шишкин В.А. Метаморфический комплекс Приколымского поднятия. – М.: Наука, 1979.