

## МЕЗОСТРУКТУРНЫЕ ПАРАГЕНЕЗЫ В МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ПОРОДАХ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ПОДНЯТИЯ УРАЛТАУ (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

Н.Б. Кузнецов<sup>1,2</sup>, М.Л. Езекиа<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Инженерный факультет  
Российский университет дружбы народов  
ул. Орджоникидзе, 3, Москва, Россия, 115923

<sup>2</sup>Геологический институт РАН  
Пыжевский пер., 7, Москва, Россия, 119017

Метаморфические породы южной части Каялинско-Максютовской зоны Уралтау («юмагузинские кварциты» максютовского УНР-метаморфического комплекса) на Южном Урале несут отчетливые признаки полистадийных деформаций. Всего в этих образованиях распознается три деформационных этапа.

**Ключевые слова:** Южный Урал, максютовский комплекс, мезоструктурный парагенез, деформационные этапы.

На Южном Урале широко распространены образования, возраст которых охватывает временной диапазон от позднего докембрия до конца палеозоя. В историко-геологическом смысле эти образования подразделяются на две большие группы. Верхнее стратиграфическое и, как правило, структурное положение занимают позднекембрийско-позднепалеозойские образования, за которыми закрепилось название «уралиды». На основании резких различий в составе и строении комплексы уралид большинством исследователей подразделяются на два типа — западные и восточные [9; 15; 25; 22]. Первые из них представлены палеозойскими толщами почти исключительно осадочных пород, формирование которых происходило в обстановках, характерных для пассивных континентальных окраин [10; 16; 17]. В строении восточных уралид весьма заметная роль принадлежит вулканогенно-осадочным и вулканогенным породам, офиолитам и гранитоидам. Возраст этих образований равен совокупному возрасту западных уралид. Граница между ареалами распространения западных и восточных уралид — полоса развития серпентинитовых меланжей и массивов пород ультрамафит-мафитового состава, характеризующаяся общеуральской протяженностью и традиционно называемая Главным Уральским глубинным разломом (ГУГР) [25].

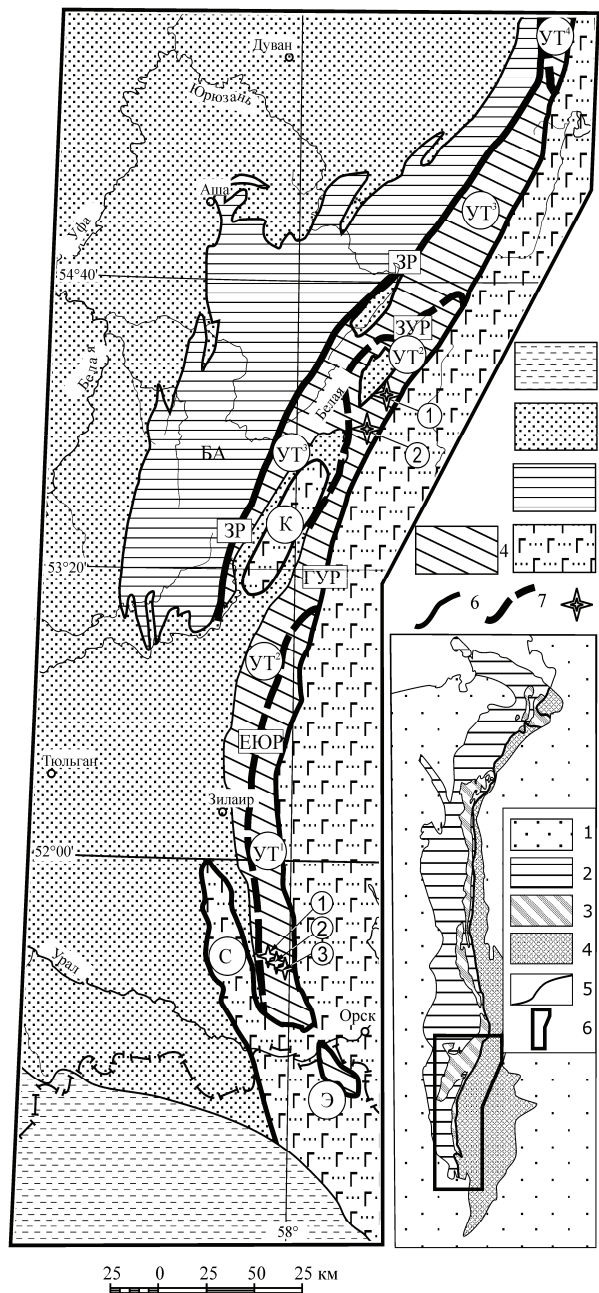
В пределах области распространения западных уралид (т.е. в пределах Западно-Уральской мегазоны) нижнее стратиграфическое и, как правило, структурное положение занимают позднедокембрийские образования. Эти образования традиционно (начиная с работ Н.П. Хераскова [23]) называются доуралидами или протоуралидами. Они выступают на дневную поверхность в ядрах положительных структурных форм (антиклиналей, антиклинорий, поднятий и т.п.), образующих почти непрерывную цепочку структур Центрально-Уральского поднятия, протягивающуюся вдоль всего Урала.

На основании проведенных мезоструктурных исследований мы считаем, что позднедокембрийские комплексы зоны Уралтау представляют собой образования, чужеродные по отношению сопредельному краю Восточно-Европейской платформы, на котором в позднем докембрии формировались комплексы, обнажающиеся в пределах Башкирского поднятия.

**Позднедокембрийские образования (протоуралиды) российской части Южного Урала.** В российской части Южного Урала позднедокембрийские образования (протоуралиды) участвуют в строении Башкирского поднятия и поднятия Уралтау (рис. 1). Башкирское поднятие достигает в ширину ~100 км при длине ~330 км. На севере, западе и юге Башкирское поднятие граничит со структурами уралид собственно Западно-Уральской мегазоны. На востоке Башкирское поднятие по Зюраткульскому разлому граничит со структурами поднятия Уралтау. Протоуралиды Башкирского поднятия характеризуются отчетливым двучленным строением. Нижние горизонты представлены раннедокембрийским гнейсово-амфиболитовым комплексом, породы которого содержат реликты гранулитовых минеральных парагенезов. Этот комплекс обнажен на севере поднятия, в Тараташском районе — в ядре крупной одноименной антиклинорной структуры. Это единственный выступ на дневную поверхность комплексов восточной части древнего остова ВЕП (Балтики), которую сейчас принято называть Волго-Уралией [26]. Верхний элемент строения протоуралид Башкирского поднятия представлен комплексом терригенных, терригенно-карбонатных, карбонатных и очень редко вулканогенных и вулканогенно-осадочных пород, суммарной мощностью до 12—15 км. Этот комплекс представляет собой типовой (стратотипический) разрез рифейской системы [20]. Примечательно, что залегает он на тараташском комплексе стратиграфически, с отчетливо выраженным структурным несогласием. Это означает, что рифей Башкирского поднятия автохтонно перекрывает древний остов ВЕП (Балтику), что не оставляет возможности сомневаться в его первичном «балтийском» происхождении.

Ранее в литературе уже много раз было отмечено, что между позднедокембрийской частью протоуралид Башкирского поднятия и палеозойскими комплексами (уралидами) его обрамления отсутствует структурное несогласие [17]. Это указывает на то, что протоуралиды и уралиды, хотя и разделены достаточно протяженным (по времени и стратиграфическому объему) стратиграфическим перерывом и параллельным несогласием, дислоцированы совместно с образованием системы разновозрастных (близко разновозрастных) складчатых и разрывных дислокаций лишь в конце палеозоя.

В противоположность протоуралидам Башкирского поднятия в пределах поднятия Уралтау протоуралиды представлены неравномерно метаморфизованными вулканогенными, вулканогенно-осадочными и осадочными толщами позднедокембрийского возраста (рис. 1). Поднятие Уралтау протягивается по меридиану почти на 500 км при ширине, достигающей 40 км. На востоке оно повсеместно граничит с комплексами и структурами Восточного Урала. Западная граница поднятия Уралтау имеет сложное очертание. Это обусловлено тем, что она «описывает» северное центриклинальное замыкание Сакмарско-Кракинской синформной



**Рис. 1.** Схема тектонического районирования западного склона Южного Урала:

1 — мезозойско-кайнозойский чехол Прикаспийской впадины; 2—4 — Западно-Уральская мегазона; 2 — ордовикско-позднепалеозойские комплексы; 3—4 — доордовикские комплексы (протоуралиты); 3 — Башкирского поднятия; 4 — поднятие Урала; 5 — Восточно-Уральская мегазона и тектонические единицы, сложенные комплексами, характерными для Восточно-Уральской мегазоны: Сакмарская зона (С) и Кракинский аллохтон (К); 6 — граница между Башкирским поднятием и поднятием Урала (Зюраткульский разлом — ЗР); 7 — границы между тектоническими единицами поднятия Урала. 8 — Барангуловский (2) и Мазаринский (2) магматические ареалы.

⊙ — Эбетинская антиформа; УТ — поднятие Урала (УТ<sup>1</sup> — Максютовско-Каялинская тектоническая единица; УТ<sup>2</sup> — Кирябинско-Суваянская тектоническая единица; УТ<sup>3</sup> — Златоустовско-Белорецкая тектоническая единица; УТ<sup>4</sup> — Уфалейская тектоническая единица); © — Сакмарская зона; К — Кракинский аллохтон; ЗР — Зюраткульский разлом.

**На врезке** — Тектоническая схема Урала:

1 — Mz-Kz комплексы чехла Восточно-Европейской платформы и Западно-Сибирской плиты; 2—3 — палеозойские и докембрийские комплексы Западного Урала: 2 — преимущественно осадочные комплексы палеозойского возраста; 3 — неравномерно метаморфизованные осадочные, вулканогенно-осадочные и гранитоидные комплексы преимущественно позднедокембрийского возраста; 4 — ранне-среднепалеозойские и неравномерно метаморфизованные докембрийские (?) вулканогенно-осадочные офиолитовые и гранитоидные комплексы Восточного Урала; 5 — главный Уральский разлом; 6 — контур тектонической схемы Уральского складчатого пояса и схемы тектонического районирования западного склона Южного Урала.

Четырехконечными звездами с номерами 1, 2 и 3 показано положение полигонов структурно-геологических исследований — Карагай, Восточный Карагай и Пионер, соответственно

зоны. В северной части поднятия Урала его западным ограничением служит Зюраткульский разлом восточного падения, отделяющий поднятие Урала от Башкирского поднятия. Западное ограничение в южной части поднятия Урала неотчетливо и проводится условно по подошве палеозойского комплекса восточного крыла Сакмарско-Кракинской синформной зоны. Комплексы, представляющие собой возрастные аналоги протоуралит-тиманид и принимающие участие в строении зоны Урала, представлены неравномерно метаморфизованными вулканогенными, вулканогенно-осадочными и осадочными толщами позднедокем-

брийского возраста. По составу и строению этих образований поднятие Уралтау разделено на четыре продольные кулисообразно расположенные тектонические единицы регионального масштаба (с юга на север) — Каялинско-Максютовская, Кирыбинско-Суваньякская, Златоустовско-Белорецкая и Уфалейская единицы (см. рис. 1) [12].

Наши исследования касаются изучения мезоструктурных парагенезов метаморфических пород Каялинско-Максютовской тектонической единицы поднятия Уралтау.

**Общие сведения о строении Каялинско-Максютовской тектонической единицы поднятия Уралтау.** Каялинско-Максютовская единица в современной структуре поднятия Уралтау слагает ядро крупной отчетливо асимметричной антиформы. Западное крыло этой антиформы сложено образованиями Суваньякско-Кирыбинской единицы Уралтау, а восточное крыло — палеозойскими комплексами Восточно-Уральской мегазоны, что отчетливо видно на многочисленных профилях МОВ, ОГТ и ГСЗ [3; 17; 28]. В строении Каялинско-Максютовской единицы участвуют разнородные и в различной степени метаморфизованные образования (в том числе эклогитовой и глаукофансланцевой фаций метаморфизма), за которыми закрепилось название «максютовский комплекс». Первоначально признавался исключительно позднедокембрийский возраст комплекса [1; 2; 5; 13; 14; 19]. Эти представления были подтверждены данными изотопного датирования [6; 11].

Начиная с начала 1990-х гг. стали появляться данные о палеозойском возрасте отдельных фрагментов максютовского комплекса, основанные на находках в поле его развития граптолитов и конодонтов силура и девона [7; 8; 10]. Кроме того, палеозойский возраст пород комплекса был подтвержден и изотопно-геохронологическими данными [10; 24; 27; 29; 39; 33; 35], указывающими на то, что высокотемпературные минеральные ассоциации пород максютовского комплекса имеют возраст в интервале 388—332 млн лет.

В настоящее время многие исследователи придерживаются точки зрения, в соответствии с которой в строении максютовского комплекса участвуют находящиеся в сложных структурных соотношениях фрагменты как позднедокембрийских, так и палеозойских образований [17; 18].

**Мезоструктурные парагенезы в метаморфических породах максютовского комплекса южной части Каялинско-Максютовской тектонической единицы поднятия Уралтау.** На юге Каялинско-Максютовской тектонической единицы поднятия Уралтау, в полосе между широтой с. Карагай-Покровка (Карагай) и с. Новопроктовка в строении максютовского комплекса доминируют светлые и темные (высокоуглеродистые) фенгитовые кристаллосланцы, кварцито-сланцы и кварциты. Эти породы обнажены здесь во многих местах в бортах глубоких оврагов, рек и их притоков, где они подчас образуют крупные (иногда высотой более 10 м) скальные обнажения (рис. 2 А, Б). Кроме того, на водораздельных плато этими породами образованы порой весьма обширные плоские хорошо отмытые обнажения (рис. 2 В, Г).



**Рис. 2.** Характер обнаженности поля развития «юмагузинских кварцитов» на правом борту долины р. Губерля в районе с. Карагай-Покровка (Карагай)

Летом 2010 г., во время проведения Южно-Уральской учебной геологической практики студентов 2-го курса кафедры месторождений полезных ископаемых и их разведки им. В.М. Крейтера инженерного факультета Российского университета дружбы народов нами были проведены детальные структурно-геологические исследования на трех небольших полигонах (с запада на восток: Карагай, Восточный Карагай и Пионер), расположенных в пределах полей развития этих метаморфических пород. Проведенные нами структурно-геологические исследования не предполагали составления сколь-нибудь полных разрезов толщи этих метаморфических пород. Однако общий облик пород толщи и характер их чередования позволил нам сделать вывод о том, что эти образования могут быть отождествлены с фенгитовыми кристаллосланцами, кварцито-сланцами и кварцитами юмагузинской толщи, участвующей в строении более северных частей Каялинско-Максютовской тектонической единицы.

Все три структурно-геологических полигона располагаются на правом борту долины верхнего течения р. Губерля и в совокупности образуют профиль близширотного простирания, т.е. ориентированный вкрест общего простирания Каялинско-Максютовской тектонической единицы, всей зоны Уралтау, а также всех главных структурных элементов Южного Урала (см. рис. 1). Ниже последовательно (с запада на восток) приведены результаты структурно-геологических исследований на всех трех полигонах.

На всех полигонах преимущественно развиты слюдитые (мусковит-фенгитовые) кристаллосланцы и кварцито-сланцы, которые характеризуются преобладающим пологим залеганием и образуют обильные и обширные, как правило, плоские хорошо отпрепарированные обнажения. Сланцы смяты в довольно крупные преимущественно асимметричные складки (и их каскады) с пологими длинными крыльями. При этом короткие крылья этих складок имеют крутое падение к западу или подвернуты с падением в восточных румбах. Эти складки характеризуются пологими залеганиями близмеридианально-ориентированных шарниров. Если смотреть на эти складки по падению шарниров, то они имеют S-образное очертание, т.е. асимметричные складки и их каскады могут быть охарактеризованы как западно-вергентные. В замках этих складок сланцеватость изгибается конформно полосчатости сланцев, обусловленной чередованием породных разностей ( $S^0$ ) — чередованием сланцев разных структурно-текстурных и вещественных типов, т.е. сланцеватость более древняя по отношению к западно-вергентным асимметричным складкам с близмеридианальными шарнирами. Далее мы будем именовать эту сланцеватость ранней сланцеватостью ( $S^1$ ), а изминающие ее складки с близмеридианальными шарнирами — поздние складки ( $F^2$ ). При этом чередование породных разностей будем считать отражением «первичной слоистости» пород ( $S^0$ ).

При детальном специальном изучении торцевых частей обнажений в отдельных (иногда достаточно частых) случаях удается зафиксировать ранние асимметричные и(или) изоклиналильные складки, в которые смята вещественная неоднородность пород, интерпретируемая как «первичная слоистость» ( $S^0$ ). Сланцеватость ( $S^1$ ) параллельна крыльям этих складок (т.е. на крыльях этих складок  $S^1 \parallel S^0$ , а в их замковых частях —  $S^1 \perp S^0$ , т.е. сланцеватость параллельна осевым поверхностям этих складок, а это означает, что она генетически связана с их образованием. Далее мы будем именовать эти складки ранними складками ( $F^1$ ).

На поверхностях сланцеватости проявлены две генерации деформационной и минеральной линейности. Простираение ранних из них параллельно простираению шарниров ранних складок ( $F^1$ ). При этом относительно более поздняя линейность параллельна простираению шарниров поздних складок ( $F^2$ ). Мы полагаем, что ранняя линейность (параллельная шарнирам складок  $F^1$ ) и поздняя линейность (параллельная шарнирам складок  $F^2$ ) парагенетически связаны, соответственно, с образованием ранних ( $F^1$ ) и поздних ( $F^2$ ) складок соответственно. Далее мы будем называть эти линейные элементы мезоструктуры «ранняя» ( $L^1$ ) и «поздняя» ( $L^2$ ) линейности соответственно.

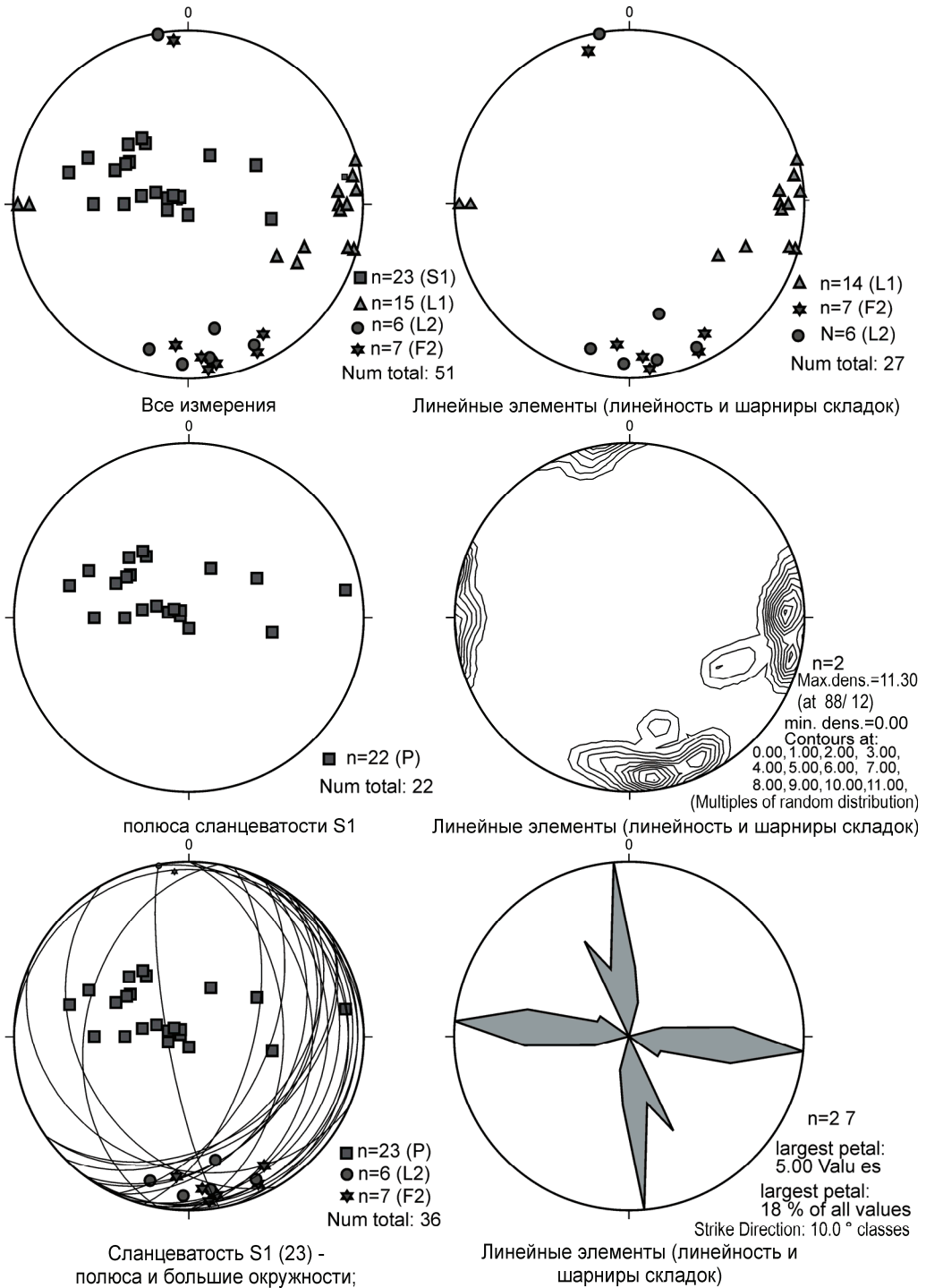
В некоторых крупных обнажениях иногда отчетливо видно, что ранняя сланцеватость ( $S^1$ ), а фактически пологие длинные крылья складок ( $F^2$ ) испытывает очень пологие изгибы, в некоторых случаях выглядящие как пологие брахиморфные складки. Мы полагаем, что эти изгибы и складки могут отражать наиболее поздние деформации пород. Далее мы будем называть их самыми поздними складками ( $F^3$ ).



**Полигон Карагай** расположен ~500 м к западу от с. Карагай-Покровка (Карагай) в пределах исключительно хорошо обнаженного участка (с центром с координатами 51,64100 с. ш. и 057,88789 в. д.), находящегося на борту и склоне правого борта долины р. Губерля. На этом полигоне сделан 51 замер пространственных ориентировок плоскостных и линейных мезоструктурных элементов (рис. 3). Из анализа приведенных диаграмм видно, что шарниры складок  $F^1$  и  $F^2$  характеризуются в целом пологими залеганиями, а также близширотным и близмеридиональными простираниями соответственно. При этом полюса к плоскостям сланцеватости  $S^1$  характеризуются на диаграммах некоторым «разбросом», очевидно, связанным с изгибанием ее относительно шарниров складок  $F^2$ .

**Полигон Восточный Карагай** расположен ~4 км к юго-востоку от с. Карагай-Покровка (Карагай) (участок с центром с координатами 51,61752 с. ш. и 057,95940 в. д.). Здесь породы характеризуются очень пологим залеганием и вскрыты обширными зачистками и неглубокими карьерами, в которых породы «разбираются» на разноразмерные плиты и плитки, используемые в строительстве и отделочных работах. Кроме того, породы обнажены здесь в бортах небольшого оврага (левый приток р. Губерля). На этом полигоне сделано 76 замеров пространственных ориентировок плоскостных и линейных мезоструктурных элементов (рис. 4). Анализ приведенных диаграмм указывает на очень кучное расположение полюсов нормалей к плоскостям сланцеватости  $S^1$ , при общем пологом их наклоне к северо-востоку. Шарниры складок  $F^1$  характеризуются очень пологими залеганиями при довольно заметном «разбросе» (от западного к северо-западному) их простираний. Шарниры складок  $F^2$  здесь характеризуются очень пологим юго-западным падением. Кроме того, при структурно-геологическом изучении этого полигона установлено наличие нескольких «кинк-бенд» зон юго-восточного простирания, пересекающих все элементы мезоструктурного парагенеза. Для этих зон мы пока не можем дать удовлетворительной интерпретации.

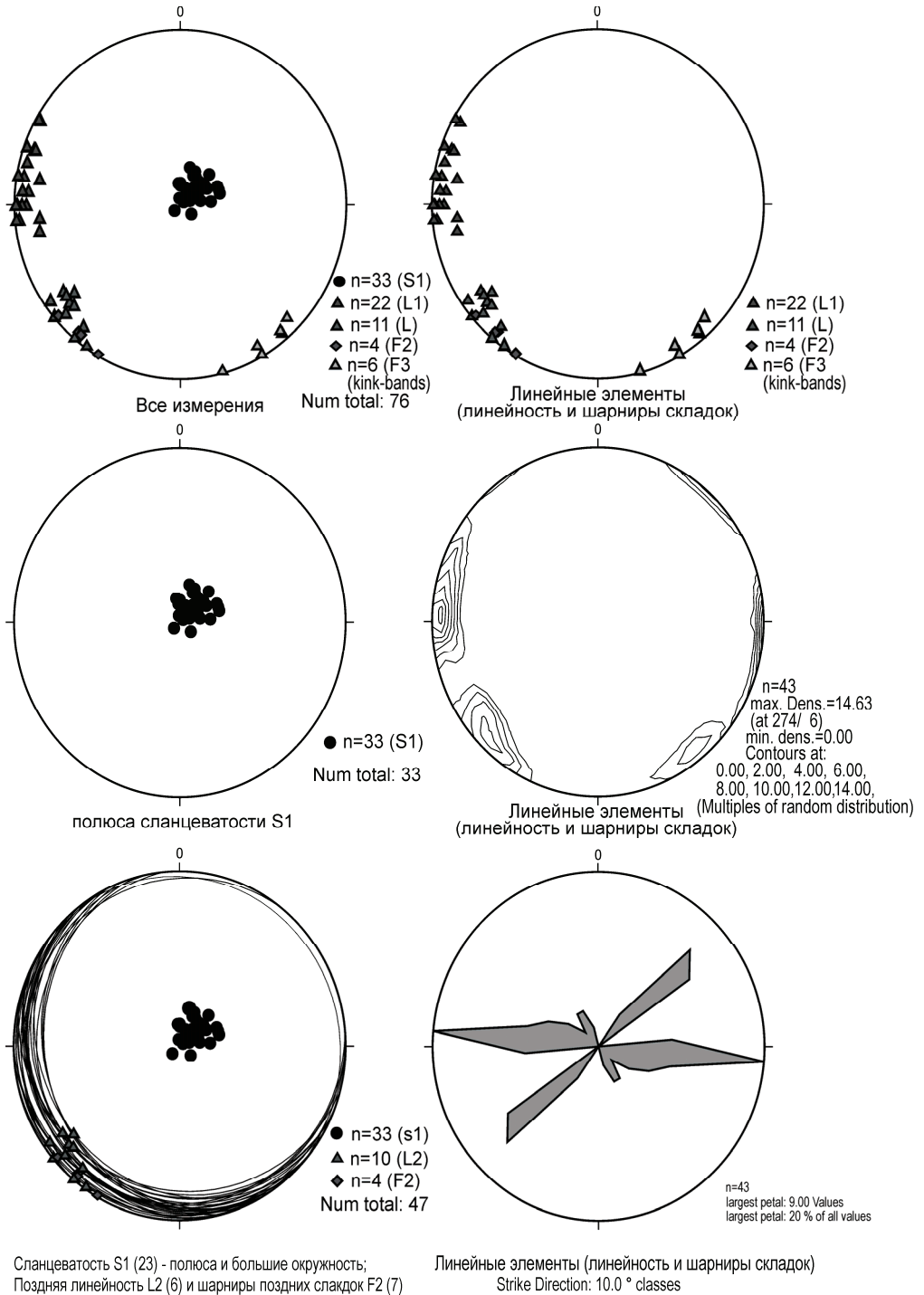
**Полигон Пионер** расположен рядом с бывшим пионерским лагерем, находящимся на правом берегу р. Губерля приблизительно в 6 км к юго-востоку от с. Карагай-Покровка (Карагай) (участок с центром с координатами 51,60158 с. ш. и 057,96813 в. д.). На этом полигоне сделано 106 замеров пространственных ориентировок плоскостных и линейных мезоструктурных элементов (рис. 5). Из приведенных на этом рисунке диаграмм видно, что сланцеватость  $S^1$  характеризуется пологим залеганием с некоторым наклоном в северных румбах и испытывает «развороты» вокруг шарниров, полого погружающихся в том же направлении складок  $F^2$ . Шарниры складок  $F^1$  и параллельная им ранняя линейность  $L^1$  характеризуются близширотными простираниями при их пологом залегании. В целом простирания шарниров складок  $F^1$  и линейности  $L^1$  почти перпендикулярны простираниям шарниров складок  $F^2$  и линейности  $L^2$  и ориентированы в близширотном и близмеридиональном направлениях соответственно.



**Рис. 3.** Диаграммы, иллюстрирующие характер мезоструктуры юмагузинских кварцитов на полигоне Карагай:

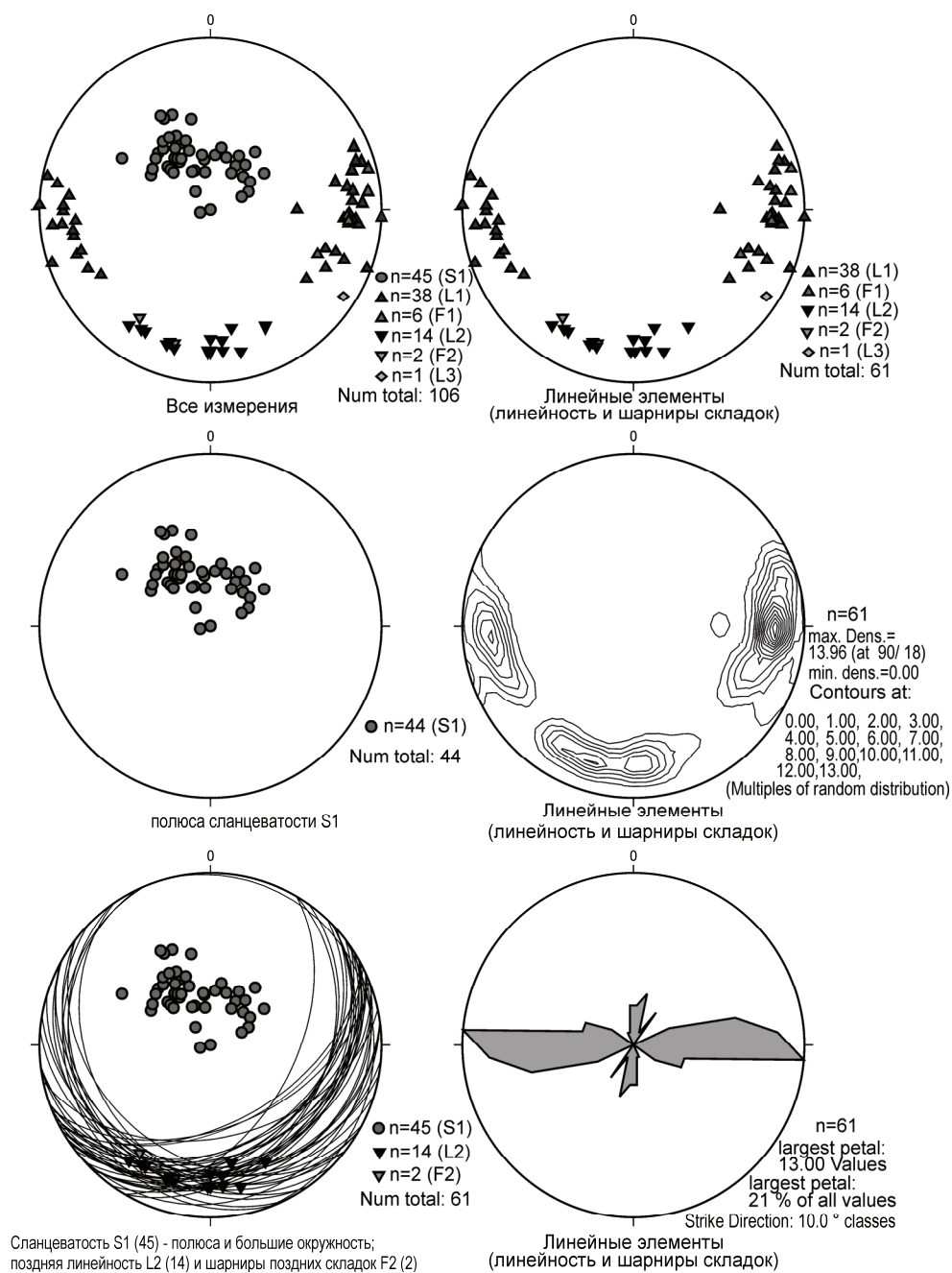
$S^1$ ,  $F^1$  и  $L^1$  — ранняя сланцеватость, шарниры ранних складок и ранняя линейность, соответственно.  
 $S^2$ ,  $F^2$  и  $L^2$  — поздняя сланцеватость, шарниры поздних складок и поздняя линейность, соответственно.  
 $F^3$  — поздние (наложенные) «кинк-бенд» зоны





**Рис. 4.** Диаграммы, иллюстрирующие характер мезоструктуры юмагузинских кварцитов на полигоне Восточный Карагай.

Усл. обозначения — см. рис. 3.



**Рис. 5.** Диаграммы, иллюстрирующие характер мезоструктуры юмагузинских кварцитов на полигоне Пионер.

Усл. обозначения — см. рис. 3.

### Общие замечания о внутренней структуре максютовского комплекса.

Особенности внутренней структуры максютовского комплекса более северных частей Каялинско-Максютовской тектонической единицы были рассмотрены во многих работах [4; 5; 18; 25; 31; 32; 34]. Опираясь на результаты этих исследо-

ваний и приведенные выше собственные наблюдения авторов, можно заключить, что внутренняя структура максютовского комплекса характеризуется сочетанием разномасштабных ранних изоклиальных складок и наложенных на них более поздних складчатых дислокаций разного типа. Ранний структурный парагенез характеризуется близширотным простиранием линейных элементов структуры (шарниры  $L^1$  изоклиальных складок  $F^1$  и минеральная линейность  $L^1$  и линейность пересечения  $L^1$ ) (см. рис. 3, 4, 5). Более поздний структурный парагенез характеризуется близмеридиальным простиранием шарниров  $L^2$  асимметричных складок  $F^2$  и их каскадов. Асимметрия мелких складок  $F^2$  указывает на то, что этот структурный парагенез сформировался при западном смещении «нависающих» масс, т.е. свидетельствует о том, что формирование парагенеза связано с продвижением в западном направлении или с пододвиганием в восточном направлении. Складки ранних генераций ( $F^1$  и  $F^2$ ) дислоцированы в серию крупных просто устроенных брахиморфных складок ( $F^3$ ), образующих цепочку С-СВ простирания, протягивающуюся вдоль осевой части антиформы Уралтау на протяжении всей Каялинско-Максютовской единицы.

Можно предположить, что формирование раннего структурного парагенеза ( $D^1$ ) сопровождалось эклогит-голубосланцевым метаморфизмом. Судя по имеющимся в литературе изотопно-геохронологическим данным, возраст этого высокобарического метаморфизма оценивается в  $650 \pm 15$  млн лет [6] и  $547 \pm 40$  млн лет [11] и ограничивается «сверху» наличием в метапелитах максютовского комплекса кластогенных цирконов магматического генезиса с возрастом в диапазоне 550—510 млн лет [33] — продуктов размыва магматических пород, интродуцировавших ранние эклогиты, т.е. этот структурный парагенез протоуральский. При этом более поздние структурные парагенезы и определяющие их деформационные этапы — уральские (палеозойские).

Ранний из уральских деформационных этапов ( $D^2$ ) сформировал близмеридиональный структурный парагенез, резко дискордантный по отношению к структурному парагенезу, сформировавшемуся на протоуральском этапе, и тоже сопровождался высокобарическим метаморфизмом пород максютовского комплекса. Он начался с УНР-метаморфизма (от  $\sim 398$  млн лет до  $\sim 388$  млн лет) [33], продолжился НР-метаморфизмом (от  $\sim 388$  млн лет до  $\sim 375$  млн лет —  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  по фенгиту) [32], и завершился эксгумацией пород максютовского комплекса, датированной в интервале  $339 \pm 3$  —  $332 \pm 3$  млн лет ( $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ ) и остыванием к временному рубежу  $\sim 315$  млн лет («АФТ») [32]. В позднем палеозое проявились завершающие чешуйчато-надвиговые дислокации западной вергентности и образование простых крупных открытых складок ( $D^3$ ).

На раннем уральском деформационном этапе имели место разноамплитудные (очевидно, в том числе и крупноамплитудные) покровно-надвиговые дислокации. Это обусловило вовлечение среднепалеозойских образований в структуру Каялинско-Максютовской единицы. На позднем уральском деформационном этапе произошло тектоническое или тектоно-гравитационное перекрытие (погре-

бение) протоуральских и среднепалеозойских образований Каялинско-Максютовской единицы. В результате этого локально проявился ареальный метаморфизм, затушевавший раздел между более древней структурой и позднепалеозойскими покровами. Этот композитный комплекс пород был дислоцирован в пологие брахиморфные складки, что завершило формирование современного облика максютовского комплекса.

Таким образом, метафорические породы южной части Каялинско-Максютовской тектонической единицы зоны Уралтау, представленные светлыми и темными (высокоуглеродистыми) фенгитовыми кристаллосланцами, кварцито-сланцами и кварцитами, сопоставимыми с юагузинскими кварцитами северных частей Каялинско-Максютовской тектонической единицы несут следы полистадийных дислокаций. Для этих образований характерны близширотные ориентированные шарниры ранних ассиметричных и изоклиальных складок ( $F^1$ ), а также связанной с ними минеральной и деформационной линейности ( $L^1$ ). Параллельно осевым поверхностям этих ранних ассиметричных и изоклиальных складок широтного простираения развита сланцеватость  $S^1$ . Эта сланцеватость смята в ассиметричные складки  $F^2$  с близмеридиональными шарнирами. Для этих складок характерна западная вергентность. Вдоль осевых поверхностей складок ( $F^2$ ) иногда развивается сланцеватость  $S^2$ . Поздние складчатые деформации в метаморфических породах южной части Каялинско-Максютовской единицы могут быть охарактеризованы как пологие брахиморфные изгибы (складки  $F^3$ ).

Анализ опубликованных изотопно-геохронологических материалов по максютовскому комплексу позволяет предположить, что формирование раннего структурного парагенеза ( $D^1$ ) произошло в конце позднего докембрия или самом начале кембрия. Второй деформационный этап ( $D^2$ ) связан с метаморфическими преобразованиями высоких и сверхвысоких давлений, проявившимися в интервале времени от ~ 398 млн лет до ~ 375 млн лет. Образование простых крупных открытых складок  $D^3$  произошло в позднем палеозое.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Алексеев А.А.* Магматические комплексы зоны хребта Уралтау. — М.: Наука, 1976.
- [2] Геология СССР. Т. XIII. Башкирская АССР и Оренбургская область. — М.: Недра, 1964.
- [3] Глубинное строение и геодинамика Южного Урала. — Тверь: ГЕРС, 2002.
- [4] *Голионко Б.Г.* Строение и структурная эволюция северной части максютовского метаморфического комплекса (хр. Уралтау, Южный Урал) // Бюлл. МОИП. Отд. геологич. — 2002. — Т. 77. — Вып. 4. — С. 26—29.
- [5] *Горохов С.С.* Рифей хребта Урал-Тау // Труды ГИН АН СССР. — М.: Наука, 1964.
- [6] *Дук Г.Г.* Глаукофансланцевые, глаукофан-зеленосланцевые и офиолитовые комплексы Урало-Монгольского складчатого пояса. — СПб.: ИГД РАН, 1995.
- [7] *Захаров О.А., Мавринская Т.М.* Находки конодонтов в максютовском комплексе хр. Уралтау. Ежегодник-1993. — Уфа: ИГ УЦ РАН, 1994.
- [8] *Захаров О.А., Пучков В.Н.* О тектонической природе максютовского метаморфического комплекса на Южном Урале: Доклад Президиуму УНЦ РАН. — Уфа, 1994.

- [9] Иванов С.Н., Пучков В.Н., Иванов К.С. и др. Формирование земной коры Урала. — М.: Наука, 1968.
- [10] Иванов К.С. Основные черты геологической истории (1,6—0,2 млрд лет) и строения Урала: Дисс. ... д-ра г-м наук (в форме научного доклада). — Екатеринбург: ИГиГ УрО РАН, 1998.
- [11] Краснобаев А.А., Давыдов В.А., Ленных В.И. и др. Возраст цирконов и рутилов максютовского комплекса (предварительные данные). Ежегодник-95. — Екатеринбург: ИГиГ УрО РАН, 1996. — С. 13—16.
- [12] Кузнецов Н.Б. Комплексы протоуралит-тиманид и позднедокембрийско-раннепалеозойская эволюция восточного и северо-восточного обрамления Восточно-Европейской платформы: Дисс. ... д-ра г-м наук. — М.: ГИН РАН, 2009.
- [13] Ленных В.И. Эклогит-глаукофансланцевый пояс Ю. Урала. — М.: Наука, 1977.
- [14] Ожиганов Д.Г. Геологическое строение метаморфического пояса хр. Уралтау и Южного Урала. Уфа // Ученые записки Башкирского педагогического института. — 1955. — Вып. 4. — С. 3—54.
- [15] Перфильев А.С. Формирование земной коры Уральской эвгеосинклинали. — М.: Наука, 1979.
- [16] Пучков В.Н. Бативальные комплексы пассивных окраин геосинклинальных областей. — М.: Наука, 1979.
- [17] Пучков В.Н. Палеогеодинамика Южного и Среднего Урала. — Уфа: Даурия, 2000.
- [18] Самыгин С.Г., Милеев, В.С., Гилюнко Б.Г. Зона Уралтау: геодинамическая природа и структурная эволюция // Очерки по региональной тектонике. Т. 1: Ю. Урал. — М.: Наука, 2005. — С. 9—35.
- [19] Стратиграфические схемы Урала (Докембрий, палеозой). Межведомственный Стратиграфический Комитет России. — Екатеринбург, 1993.
- [20] Стратотип рифея. Стратиграфия. Геохронология. — М.: Наука, 1983.
- [21] Тектоника Урала: Объяснительная записка к тектонической карте Урала масштаба 1:1 000 000 / А.В. Пейве, С.Н. Иванов, В.М. Нечехин и др. — М.: Наука, 1979.
- [22] Херасков Н.П., Перфильев А.С. Основные особенности геосинклинальных структур Урала. Проблемы региональной тектоники Евразии. Тр. ГИН АН СССР. Вып. 92. — М.: Изд-во АН СССР, 1963. — С. 35—63.
- [23] Херасков Н.П. Принципы составления тектонических карт складчатых областей Южного Урала // Известия АН СССР, серия геологическая. — 1948. — № 5. — С. 121—134.
- [24] Шацкий В.С., Ягоути Э., Козьменко О.А. Sm—Nd датирование высокобарического метаморфизма Максютковского комплекса (Южный Урал) // Док. РАН. — 1997. — Т. 352. — № 6.
- [25] Alvarez-Marron J., Brown D., Perez-Estaun A. et al. Accretionary complex structure and kinematics during Paleozoic arc-continent collision in the southern Urals // Tectonophysics. — 2000. — V. 325. — P. 175—191.
- [26] Bogdanova S.V., Bingen B., Gorbatshev R. et al. The East European Craton (Baltica) before and during the assembly of Rodinia // Precambrian Res. — 2008. — Vol. 160. — P. 23—45.
- [27] Brown D., Hetzel R., Searrow J.H. Tracking arc-continent collision subduction zone processes from high pressure rocks in the Southern Urals // Journal of the Geological Society. — 2000. — V. 157. — P. 901—904.
- [28] Döring J., Götze H.J. The isostatic state of the southern Urals crust // Geol Rundsch. — 1999. — V. 87. — P. 500—510.
- [29] Glodny J., Bingen B., Austrheim H. et al. Precise eclogitization ages deduced from Rb/Sr mineral systematics: The Maksyutov complex, Southern Urals, Russia // Geochimica et Cosmochimica Acta. — 2002. — V. 66. — P. 1221—1235.

- [30] *Hetzel R., Echtler H., Seifert W. et al.* Subduction- and exhumation-related fabrics in the Paleozoic high pressure / low temperature Maksyutov complex, Antingan area, Southern Urals, Russia // *GSA Bull.* — 1998. — V. 110. — P. 916—930.
- [31] *Hetzel R.* Geology and geodynamic evolution of the high-P / low-T Maksyutov Complex, southern Urals, Russia // *Geol Rundsch.* — 1999. — V. 87. — P. 577—588.
- [32] *Leech M.L., Willingshofer E.G.* Petrotectonic evolution of the high- to ultrahigh-pressure Maksyutov Complex, Karayanova area, south Ural Mountains: structural and oxygen isotope constraints // *Lithos.* — 2000. — V. 52. — P. 235—252.
- [33] *Leech M.L., Willingshofer E.G.* Thermal modeling of the UHP Maksyutov Complex in the south Urals Earth and Planetary Science Letters. — 2004. — V. 226. — P. 85—99.
- [34] *Lennykh V.I., Valizer P.M., Beane R. et al.* Petrotectonic evolution of the Maksyutovo complex, Southern Urals, Russia: implications for Ultrahigh-Pressure metamorphism // *Intern. Geol. Rev.* — 1995. — V. 37. — P. 584—600.
- [35] *Matte P., Maluski H., Cabry R. et al.* Geodynamic model and  $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$  dating for the generation and emplacement of the high pressure (HP) metamorphic rocks in SW Urals // *Paris, Academic de Sciences Comptes Rendus.* — 1993. — ser. II, 317. — P. 1667—1674.

УДК 550. 55(234.852)

## **MEZOSTRUCTURAL PARAGENESES INTO METAMORPHIC ROCKS OF SOUTHERN PART OF THE URALTAU UPLIFT (THE SOUTHERN URALS)**

**N.B. Kuznetsov<sup>1,2</sup>, M.L. Ezekia<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Engineering faculty  
People's Friendship University of Russia  
*Ordzhonikidze str., 3, Moscow, Russia, 115419*

<sup>2</sup>Geological Institute of RAS  
*Pyzevsky per., 7, Moscow, Russia, 117197*

Metamorphic rocks of the southern part of Kayalin-Maxute zone of Uraltau uplift («yumaguzino» quartzites of UHP-Maxute metamorphic complex) of the Southern Ural show the distinct features of many-stage deformations. Totally, three deformation stages are distinguished in those rocks.

**Key words:** South Ural, maksyutovsky complex, mezostructural paragenesis, deformation stages.