

УДК 551.24+551.73(470.5)

DOI: 10.24930/1681-9004-2026-26-2-305-331

О природе поперечной зональности Уральского складчатого пояса

К. С. Иванов

Институт геологии и геохимии им. академика А.Н. Заварицкого УрО РАН, 620110, г. Екатеринбург,
ул. Академика Вонсовского, 15, e-mail: ivanovks55@ya.ru

Поступила в редакцию 08.08.2025 г., принята к печати 01.11.2025 г.

Объект исследования. Изучались поперечные (субширотные) структуры субмеридионального Уральского складчатого пояса. **Цель.** Выяснение природы и возраста поперечных структур, их металлогенического значения. **Методы и материалы.** Выполнен анализ геологических, тектонических и структурных данных по субширотным структурам на всем протяжении Урала. **Результаты.** Суммированы представления о поперечных структурах Урала. Показано, что на юге Урала, в Западно-Мугоджарской и Иргизской вулканогенных зонах Мугоджар на поверхность Земли выведены комплексы, слагающие глубокие уровни Магнитогорского мегасинклинория, что могло произойти только в случае вертикального поднятия примерно на 5–8 км и последующей эрозии палеозойских пород Мугоджар. В западном секторе Урала картина иная, чем в восточном. Здесь начиная с самого юга, где велико влияние Прикаспийской впадины, к северу идет постепенный подъем с выводом на уровень современного эрозионного среза все более древних комплексов: сначала осадочных, а на севере Южного Урала уже и метаморфических. Амплитуда поднятия этих метаморфических комплексов составляет не менее 12 км. Таким образом, вертикальные движения, обусловившие наблюдаемую субширотную зональность Урала на юге региона, происходили разнонаправленно в его западном и восточном секторах. **Выводы.** Показано, что наблюдаемая поперечная зональность Урала вызвана преимущественно разным уровнем современного эрозионного среза разных его районов. Это, в свою очередь, обусловлено неодинаковой скоростью и амплитудой их поднятия в послепалеозойское, преимущественно в средне- и поздне триасовое время. К образованию любых домезозойских полезных ископаемых региона поперечная зональность имеет лишь косвенное отношение. Но знание глубины эрозионного среза в том или ином районе Урала имеет значение для оценки его металлогении. Для наиболее молодых полезных ископаемых – нефти, газа и россыпных месторождений – субширотная зональность крайне важна.

Ключевые слова: Урал, тектоника, геология, широтные структуры, палеозой, триас, юра, поднятия земной коры, история геологического развития

Источник финансирования

Исследования выполнены в рамках государственного задания ИГГ УрО РАН, тема № 123011800014-3

On the nature of transversal zonation in the Ural fold belt

Kirill S. Ivanov

A.N. Zavaritsky Institute of Geology and Geochemistry, UB RAS, 15 Academician Vonsovsky st.,
Ekaterinburg 620110, Russia, e-mail: ivanovks55@ya.ru

Received 08.08.2025, accepted 01.11.2025

Research subject. The transverse (sub-latitudinal) structures of the sub-meridional Ural fold belt. **Aim.** To clarify the nature and age of the transverse structures and their metallogenic significance. **Methods and materials.** The analysis of geological, tectonic, and structural data on the sub-latitudinal structures throughout the Urals was performed. **Results.** The current knowledge of the transverse structures of the Urals has been reviewed and generalized. In the West Mugodzhars volcanic zone and the Irgiz synclinorium of the Mugodzhars, geological complexes corresponding to the deeper levels of the Magnitogorsk megasynclinorium were brought to the Earth's surface. Such exposure could only have resulted from a vertical uplift of approximately 5–8 km followed by erosion of Paleozoic rocks in the Mugodzhars. In the western sector of the Urals, the structural pattern differs markedly from that in the eastern sector. Here, beginning in the south – where the influence of the Caspian Depression is already pronounced – a gradual northward uplift is observed. This is accompanied by the progressive exposure, at the present-day erosion level, of increasingly ancient complexes, transitioning from sedimentary rocks in the south to metamorphic rocks in the northern part of the Southern Urals. The amplitude of uplift in

Для цитирования: Иванов К.С. (2026) О природе поперечной зональности Уральского складчатого пояса. *Литосфера*, 26(2), 305–331. <https://doi.org/10.24930/2500-302X-2026-26-2-305-331>. EDN: MYBEPI

For citation: Ivanov K.S. (2026) On the nature of transversal zonation in the Ural fold belt. *Lithosphere (Russia)*, 26(2), 305–331. (In Russ.) <https://doi.org/10.24930/2500-302X-2026-26-2-305-331>. EDN: MYBEPI

these metamorphic complexes reaches at least 12 km. Thus, the vertical movements that caused the observed sublatitudinal zonation of the Urals in the south occurred in different directions in its western and eastern sectors. *Conclusions.* The observed lateral zonation of the Urals is primarily controlled by variations in the present-day depth of erosion across different regions. These variations, in turn, reflect differences in the rates and magnitudes of post-Paleozoic uplift, most notably during the Middle and Late Triassic. Consequently, lateral zonation is only indirectly related to the formation of pre-Mesozoic mineral resources in the region. Nevertheless, understanding the depth of erosion in different parts of the Urals is essential for metallogenic assessments. For younger mineral resources, such as hydrocarbons (oil and gas) and placer deposits, sub-latitudinal zonation plays a decisive role.

Keywords: *Urals, tectonics, geology, latitudinal structures, Paleozoic, Triassic, Jurassic, Earth crust uplift, history of geological development*

Funding information

The research was carried out within the framework of the State assignment of the Institute of Geology and Geophysics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, topic No. 123011800014-3

Acknowledgements

The author expresses his appreciation to the colleagues from the Laboratory of Regional Geology and Geotectonics of the Institute of Geology and Geochemistry, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Ekaterinburg) for joint fieldwork in the Urals and Mugodzhary over more than 40 years, as well as to Corresponding Member V.N. Puchkov and Candidate of Geological and Mineral Sciences L.V. Leonova for discussions of certain aspects of this article. The author is grateful to Candidate of Engineering Sciences N.P. Kostrov for assistance with geophysical data. Special thanks are extended to A.V. Ryazantsev (GIN RAS), an expert in the geology and tectonics of the Urals and Kazakhstan, Senior Researcher and Candidate of Geological and Mineral Sciences, as well as to an anonymous reviewer for their numerous comments which significantly improved the quality of this article.

*Лицом к лицу
Лица не увидеть.
Большое видится на расстоянии.
С.А. Есенин, 1924 г.*

ВВЕДЕНИЕ

Урал – крайнее северо-западное звено огромного Урало-Монгольского пояса – является, как известно, одним из мировых эталонов палеозойских складчатых систем с полным геодинамическим циклом развития (Тектоника Урала, 1977; Иванов и др., 1986; Иванов, 1998а; Пучков, 2000, 2010; и др.). Главную складчатость, а также тектоническое скучивание, метаморфизм и гранитизацию, Урал прошел в позднем палеозое (с максимумом в C_3 - P_1). В тектоническом отношении Урал традиционно подразделяется на ряд меридиональных структурно-формационных мегазон, субпараллельных окраине Восточно-Европейской платформы. Западные мегазоны Урала могут быть прослежены на поверхности на всем протяжении пояса, а восточные зоны наблюдаются преимущественно лишь на Южном и Среднем Урале, постепенно исчезая к северу под мезозойско-кайнозойским чехлом молодой Западно-Сибирской платформы. На Урале выделяют два сектора – *западный (палеоконтинентальный)* и *восточный (палеостроводужный)*, граничащие по Главному Уральскому глубинному разлому (ГУГР) и подразделяющиеся на нижеперечисленные с запада на восток структурно-формационные зоны (рис. 1).

1. Предуральский прогиб позднекаменноугольно-пермского возраста, выполненный мелководными терригенно-карбонатными платформенными осадками на западе и более глубоководными флишевыми комплексами на востоке.
2. Западно-Уральская мегазона, сложенная преимущественно палеозойскими шельфовыми и континентально-склоновыми комплексами, сформированными на пассивной окраине Восточно-Европейского континента.
3. Центрально-Уральская мегазона метаморфических пород.
4. Зона ГУГР.
5. Главная вулканогенная мегазона, представленная с юга на север Магнитогорским, Тагильским и Войкарским мегасинклиориями.
6. Восточно-Уральское поднятие, сложенное преимущественно комплексами средней коры: гранитами и метаморфическими породами.
7. Зауральская мегазона (детальнее см.: Иванов, Пучков, 2022б).

Все эти главные структурно-формационные мегазоны Урала имеют, как известно, генеральные субмеридиональные простирания.

Одной из главных, но пока до конца не решенных проблем региональной геологии и тектоники Урала является вопрос о широтной (поперечной) зональности и неоднородности этого субмеридионального складчатого пояса, причинах и времени ее возникновения и влиянии на размещение место-

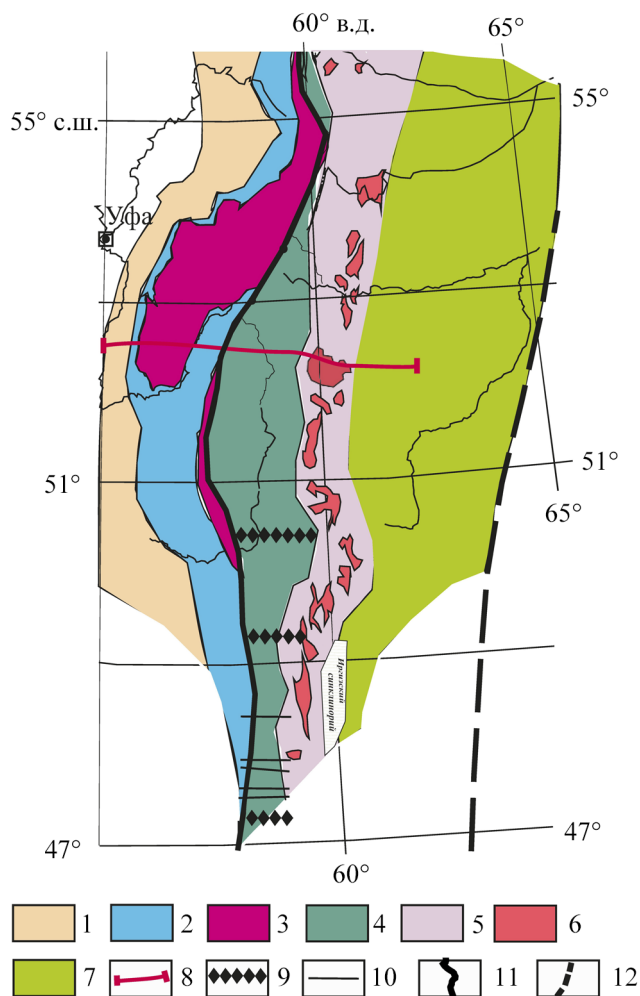


Рис. 1. Тектоническая зональность Южного Урала, по (Пучков, 2010) с изменениями и дополнениями.

Зоны: 1 – Предуральский прогиб; 2 – Западно-Уральская мегазона; 3 – Центрально-Уральская мегазона; 4 – Магнитогорская мегазона (ее южная, казахстанская, часть называется Западно-Мугоджарской вулканогенной зоной); 5, 6 – Восточно-Уральское поднятие: 5 – метаморфиты, 6 – граниты; 7 – Зауральская мегазона; 8 – сейсмический профиль УРСЕЙС-95, по (Строение и динамика..., 2006); 9 – границы широтных поясов Западно-Мугоджарской вулканогенной зоны, по (Нарвайт, 1969); 10 – внутри этих поясов тонкими горизонтальными линиями показаны (с юга на север) Балабохтыбайская широтная зона, Чуулдак-Сарлыбайская широтная зона, Борлинская широтная зона; 11 – ГУГР; 12 – прочие разломы.

Fig. 1. Tectonic zoning of the Southern Urals, after (Puchkov, 2010) with modifications and additions.

Zones: 1 – Cis-Ural trough; 2 – West Ural megazone; 3 – Central Ural megazone; 4 – Magnitogorsk megazone (its southern, Kazakhstan part is called the West Mugodzhzar volcanogenic zone); 5, 6 – East Ural uplift: 5 – metamorphites, 6 – granites; 7 – Trans-Ural megazone; 8 – URSEIS-95 seismic profile, after (Structure and dynamics..., 2006); 9 – boundaries of latitudinal belts of the Western Mugodzhzar volcanogenic zone (according to (Narvait, 1969); 10 – within these belts thin horizontal lines show (from south to north) the Balabohtybay latitudinal zone, Chuuldak-Sarlybay latitudinal zone, Borlin latitudinal zone; 11 – GUGR; 12 – other faults.

рождений полезных ископаемых. Эта проблема обсуждается уже более 60 лет (Яхимович, 1957; Горский, 1958; Вахрушев, 1959; Малахов, Желобов, 1962; Бакиров, 1963; Минкин, 1963; Олли, 1966; Червяковский и др., 1966; Нарвайт, 1969; Шальных, 1971; Мамаев, 1981; Берлянд, 1982; Ананьева и др., 1996; Геология..., 2011; и мн. др.). Пик исследований и количества публикаций по этой тематике был достигнут в конце 50-х – начале 70-х годов прошлого века, позднее сменившись преимущественно интересом к разработке и применению на Урале положений новой глобальной тектоники (Тектоника Урала, 1977; Иванов и др., 1986; Пучков, Иванов, 1987; Рязанцев и др., 2008; и мн. др.).

Тем не менее, поскольку проблема широтной зональности Урала (и причины ее возникновения) осталась, по сути, не решена, она и позднее привлекала к себе внимание исследователей, как геологов, так и геофизиков, в том числе и в одной из последних крупных монографий, обобщающих геологическое строение Урала в целом (Геология..., 2011).

Вопросам геологического строения, тектоники и развития Урала в конце прошлого и в этом ве-

ке посвящено огромное количество публикаций. Особо следует отметить, что на Урале проведено несколько крупных комплексных геолого-геофизических проектов (проект “Уралиды–Варисциды” в рамках программы “ЕВРОПРОБА” и др. (Глубинное строение..., 2001; Строение и динамика..., 2006; Рыльков и др., 2013; и др.)). Их результатом явились сейсмопрофили и структурные сечения через Южный, Средний и Полярный Урал, что способствовало лучшему пониманию глубинного строения Уральского орогена. Вероятно, настало время вновь вернуться с новыми идеями к старой проблеме широтной зональности Уральского складчатого пояса, протягивающегося в субмеридиональном направлении на 2500 км.

Обзор представлений о поперечной зональности Урала

Как правило, в статьях по поперечной зональности Урала постановку и начало обсуждения этой проблемы относят к работе И.И. Горского (1958). Этот автор в своем кратком обзоре тектоники все-

го Урала в целом вел речь о северо-западных наложенных структурах (безусловно, также присутствующих в регионе). Он указывал, что “в структуре Урала, кроме крупных (субмеридиональных) антиклинорий и синклинорий, оформленных в основном герцинским диастрофизмом, наблюдаются следы позднейших движений, в виде зон поднятий, прослеживающихся на громадном расстоянии не только в пределах собственно Урала, но и в пределах Русской платформы и Казахской складчатой страны. Эти зоны поднятия имеют северо-западное простирание и являются весьма крупными структурными элементами, создавая своды, валы, уступы, флексуры, скопления куполовидных структур и пр. На Урале они создают как бы перегибы складчатой структуры... Таких перегибов структуры Урала (зон поднятий) намечается несколько (перечисляя с севера): 1) на продолжении Пайхойского антиклинория около параллели 68° с. ш.; 2) на юго-восточном продолжении антиклинали Чернова; 3) около параллели 65° с. ш., на ю.-в. продолжении гряды Чернышева; 4) около параллели 63° с. ш., на юго-восточном продолжении Кожвинской антиклинали; 5) Тимано-Кокчетавская зона поднятий; 6) Башкирско-Улутауская зона поднятий...; 7) Каратауский вал. Эти структуры параллельны Пайхойскому антиклинорию, более молодому (сильно дислоцирована верхняя пермь), чем Урал. ... Движения, создавшие указанные структуры, ... постепенно ослабевали по мере удаления от Пай-Хоя, а сами зоны поднятий становились все более и более удалены друг от друга” (Горский, 1958, с. 81–82) (рис. 2).

Проблема широтной зональности Урала обсуждалась как для региона в целом (Олли, 1966; Червяковский и др., 1966; Огарин, 1968; Кондаин, Кондаин, 1971; Геология..., 2011; и др.), так и применительно к отдельным его крупным структурам (см. ниже), а также и в смежных с Уралом регионах (Берлянт, 1969; Иванов и др., 2005; Дружинин, Осипов, 2016; и др.).

Субширотные структуры восточного (палеоостроводужного) сектора Урала

Тагильский мегасинклиний Среднего и Северного Урала (и более северные части Урала). А.С. Мельников и Р.И. Ерошевская (1971) при описании вулканизма и тектоники Тагильского вулканогенного мегасинклиния (детальнее об этой структуре см.: Каретин, 2000; Петров и др., 2006; Петров, 2007; Бороздина и др., 2010; и др.) выделили здесь ряд поперечных структур, названных ими “субширотными”, тогда как на их схематической карте (с. 62) они имеют простирание примерно 310° . По данным этих исследователей, с севера на юг в Тагильском мегасинклинии выделяются следующие поднятия (оси которых отстоят

друг от друга на 80–150 км): Ляпинское, Нйское, Ивдельское, Карпинско-Павдинское, Кушвинское и Свердловское. В этих *предполагаемых* субширотных поднятиях увеличивается количество кремнекислых вулканитов, что, по мнению А.С. Мельникова и Р.И. Ерошевской (1971), обусловлено глубинным строением – “совершенно бесспорно структурное влияние субширотных доуралид, на которые наложились меридиональные уральские структуры” (с. 64). Замечу, что в настоящее время не все исследователи согласны с существованием как *субширотных*, так и любых других *доуралид* под Тагильским мегасинклинием (Рыльков и др., 2013; Иванов и др., 2016а; и др.).

Много позднее крупная поперечная зональность всего Тагильского мегасинклиния отмечалась знатоком этого региона Ю.С. Каретиным (2000), который закартировал (в масштабах 1: 50 000 и 1: 200 000) большую часть мегасинклиния и выделял в нем следующие поперечные блоки (с севера на юг): Лозьвинско-Чистопский, Ивдельско-Качканарский, Арбатский, Тагило-Баранчинский, Первоуральский, разделенные субширотными разломами. Эти блоки Ю.С. Каретина (2000; и др.) не совпадают с блоками А.С. Мельникова и Р.И. Ерошевской (1971). Впрочем, построения Ю.С. Каретина (2000, с. 79–80, 215; и др.) также были достаточно уязвимы для критики, поскольку, в частности, отмечавшиеся им (да и другими исследователями) субширотные разломы постоянно сопровождалось определением “скрытые”, т. е. увидеть их, изучить и удостовериться в реальности этих разломов было вряд ли возможно.

Описывались субширотные структуры на Урале и севернее Тагильского синклиния (Шальных, 1971; Душин, 2017, 2024; Иванов и др., 2024; и др.).

По В.А. Душину (2017), в пределах горной части севера Урала широко развит позднепалеозойско-мезозойский магматизм (щелочно-кислый, толеитовый и щелочно-базит-ультрабазитовый), проявленный в виде дайковых серий и малых интрузий, трансирующих поперечные к Уралу глубинные разломы. Последние представляют собой зоны дезинтеграции и расланцевания мощностью от десятка метров до первых километров, ограничивающие крупные разновозрастные блоки как протерозойского фундамента, так и палеозойского чехла. По мнению В.А. Душина (2017), эти поперечные структуры и молодой магматизм обладают значительным металлогеническим потенциалом, а “установленное сопряжение эндогенных и коровых (экзогенных) процессов в единых или сближенных структурах формирует своеобразную сложнодиагностируемую гипогенно-гипергенную зональность на большинстве рудных объектов цветных, благородных, редких и радиоактивных металлов” (Душин, 2024).

1 – зоны поднятий северо-западного простирания, по И.И. Горскому (1958); 2 – границы широтных структур, по А.Г. Бакирову (1963): а – провинций, б – регионов; 3 – субширотные тектонические нарушения Тагил-Магнитогорского мегасинклинория, по Н.И. Халевину (1960); 4 – предполагаемые границы погребенного древнего поднятия, по А.А. Малахову и П.П. Желобову (1962); 5 – субширотные зоны тектонических поднятий, по Г.В. Вахрушеву (1959); 6 – оси главных новейших структур, по В.П. Трифонову (1960); 7 – оси положительных (а) и отрицательных (б) структур допалеозойского фундамента, по Г.И. Каратаеву (Огаринов, 1968); 8 – изолинии (км) поверхности рельефа, по (Геология..., 2011) верхней мантии Урала и сопредельных территорий.

Fig. 2. Scheme of structures crossing the Urals, according to various researchers (based on Ogarinov, 1968).

1 – zones of northwest-trending uplifts according to I.I. Gorskii (1958); 2 – boundaries of latitudinal structures according to A.G. Bakirov (1963): a – provinces, б – regions; 3 – sublatitudinal tectonic faults of the Tagil-Magnitogorsk megasynclorium according to N.I. Khalevin (1960); 4 – supposed boundaries of the buried ancient uplift according to A.A. Malakhov and P.P. Zhelobov (1962); 5 – sublatitudinal zones of tectonic uplifts according to G.V. Vakhrushev (1959); 6 – axes of the main modern structures according to V.P. Trifonov (1960); 7 – axes of positive (a) and negative (б) structures of the pre-Paleozoic basement according to G.I. Karataev (Ogarinov, 1968); 8 – isolines (km) of the relief surface according to (Geology..., 2011) of the upper mantle of the Urals and adjacent territories.

Недавно представлен новый взгляд на генезис Хараматолоуской поперечной структуры Полярного Урала (Иванов и др., 2024). На основе геолого-структурных, а также петрографических, геохимических и геохронологических (Rb-Sr, Sm-Nd, Ar-Ar) исследований метаморфических толщ Хараматолоуской структуры (обычно считавшихся докембрийскими) установлено, что она сложена ранне- и среднепалеозойскими толщами, вероятно, континентального подножья Восточно-Европейской платформы, которые претерпели основной этап складчатости и метаморфизма в позднем девоне (366 ± 11 млн лет). Показано, что габбро-ультрабазитовые массивы Рай-Из и Войкаро-Сыньинский на протяжении большей части своей истории (в дотриасовое время) представляли собой единый массив. Сейчас эти массивы ультрабазитов разделены молодым (триасовым) Хараматолоуским поднятием, которое является эрозионно-тектоническим полуокном, в нем обнажилась подложка тектонического покрова ультрабазитов Полярно-Уральского пояса. Хараматолоуская структура является одним из “поперечных” поднятий Урала, сформировавшихся в среднем-позднем триасе, вероятно, в результате сжатия вдоль Урала. В средне- и поздне-триасовое время метаморфиты Хараматолоу приподнялись, и те ультрабазиты, которые ранее были над этими метаморфитами, оказались смыты эрозией (Иванов и др., 2024).

Магнитогорский мегасинклинорий Южно-го Урала является, по-видимому, наиболее хорошо исследованной структурой Урала (см., например, монографии: Романов, 1985; Серавкин и др., 2001; Маслов, Артюшкова, 2010; Салихов и др., 2019, а также ссылки в них), что в первую очередь обусловлено хорошей доступностью, сравнительно неплохой обнаженностью и, особенно, обилием медноколчеданных и других месторождений (о соотношении Тагильского и Магнитогорского мегасинклинориев см.: Иванов К.С., Иванов С.Н., 1991). Широтные структуры выделялись здесь многими исследователями (Халевин, 1960; Бакиров, 1963; Сопко,

1969; Виноградов, Ярош, 1971; Сенченко, 1972; Бородаевская и др., 1979; Бабенко и др., 2010; и др.).

Так, работавшим в Томском университете исследователем никелевых месторождений профессором А.Г. Бакировым (1963; и др.) анализировалась связь рудных месторождений Урала с его широтными структурами, которые он называл “просвечивающими”. Этим автором проведено широтное районирование Урала (преимущественно на материалах Южного Урала, а в первую очередь именно Магнитогорского мегасинклинория) “на основе анализа геологической карты и пространственного размещения интрузивных и рудных образований. Выделены участки его поперечного расчленения, отличающиеся друг от друга по составу и форме проявления интрузивных образований (в частности гранитов и габбро), рудной минерализации и особенностями тектонического строения” (Бакиров, 1963, с. 1145). Им предложено выделять на Урале широтные структуры четырех порядков: провинции, регионы, зоны и полосы. А.Г. Бакиров отмечал, что границы выделенных широтных структур представляют собой, как правило, скрытые широтные разломы, редко проявляющиеся в эрозионном срезе в виде разрывных нарушений. И многие эндогенные месторождения Урала, особенно крупные, как правило, приурочены (по его мнению) к зонам стыка широтных структур или же к приосевым участкам последних. Эта закономерность статистического порядка распространяется также на месторождения коры выветривания и осадочного происхождения. Четко выраженные продольные структуры Урала определили местоположение меридиональных рудных поясов, а скрытые широтные – локализацию в пределах последних (в узлах пересечения с ними) месторождений, в том числе и наиболее ценных (Бакиров, 1963). Поскольку указанный автор считал, что практически любые месторождения приурочены как к стыкам широтных структур, так и к их неким “приосевым участкам”, то достаточно понятно, что такой подход вряд ли позволял сколь-нибудь существенно сузить районы поисков

месторождений (особенно в условиях достаточно широкой неопределенности выделения и самих широтных структур). Причины появления на Урале широтной зональности А. Г. Бакировым (1963; и др.) не обсуждались.

Известные уральские геофизики А.М. Виноградов и А.Я. Ярош (1971) рассмотрели (преимущественно на основе детального анализа поля силы тяжести; сами гравиметровые карты в их статье не приводятся в связи с их секретностью в то время) широтную тектоническую зональность Южного Урала и ее связь с металлогенией. К сожалению, они также исходили из не подтвердившихся более поздними исследованиями представлений (А.А. Пронина (1971) и др.) о практически повсеместном присутствии на Урале дорифейского фундамента, в том числе и под такими, например, структурами, как Магнитогорский мегасинклинорий. А.М. Виноградов и А.Я. Ярош (1971) считали, что широтные структуры обусловлены именно разломами в этом (предполагаемом) фундаменте. По их мнению, широтные структуры имеют важное металлогеническое значение, и “установлено, что все месторождения расположены в выделенных зонах широтных и диагональных тектонических дислокаций, в местах их пересечения с прослеженными ранее меридиональными зонами” (с. 9). Но, в частности, поскольку выделенные этими авторами субширотные тектонические пояса (с севера на юг – Брединский, Теренсайский, Орский и Домбаровский) занимают практически всю площадь рассматриваемой ими территории Южного Урала (преимущественно Оренбургской его части), то и прогностическое значение приведенной выше цитаты, к сожалению, было весьма невелико.

Работавшим в ЦНИГРИ и Институте геологии Башкирского филиала АН П.Ф. Сопко (1969) в пределах башкирской части Магнитогорского мегасинклинория выделено девять “поперечных структурно-фациальных блоков” (со своими названиями для каждого), границы которых с простиранием 90–130° обозначены (с. 5) как “предполагаемые, представляя, по-видимому, отражение расколов в догеосинклинальном протерозойско-кембрийском фундаменте”.

И.Н. Мамаев из ПГО “Севургеология” (!) (1981) предположительно выделил на территории Магнитогорского мегасинклинория восемь структур с простиранием около 135°, считая их очень древними (докембрийскими, “карельскими”) и уходящими далеко за пределы Южного Урала. По мнению этого автора, практически вся рудоносность региона связана именно с этими структурами.

В.А. Романовым (1985, с. 13) в пределах Магнитогорского мегасинклинория выделено 11 субширотных блоков, разделенных “гравитационными ступенями”, границы которых на юге мегасинклинория имеют простирание 70°, а на севере – 100°.

И.Б. Серавкин, С.Е. Знаменский, А.М. Косарев (2001), наиболее детально исследовавшие разрывную тектонику Магнитогорского мегасинклинория, показали, что субширотные разломы встречаются в нем весьма редко и имеют простирание 60–70° (см. (Серавкин и др., 2001, рис. 3.20, 5.16).

В **Западно-Мугоджарской вулканогенной зоне**, являющейся южным продолжением Магнитогорского мегасинклинория, субширотные структуры впервые выделила Г.Э. Нарвайт (1969), они отмечены на рис. 1.

Субширотные структуры западного (палеоконтинентального) сектора Урала

В.Л. Яхимович (1957) на основе многолетних исследований и детального анализа молодых, мезозойско-кайнозойских осадков в пределах Предуральской депрессии на Южном Урале выделены две субширотных (с азимутом простирания примерно 290°) тектонических ступени (рис. 3). Северная из них проходит вблизи г. Стерлитамак, по которому она и названа. Вторая, Мелеузская, тектоническая ступень расположена в 75 км южнее, в районе широтных течений рек Нугуш и Белой. Суть этих тектонических ступеней сбросовая с опусканием южных частей: блоки, расположенные южнее и той и другой ступеней, в целом имели тенденцию к большему погружению в средне-триасовое–среднемиоценовое время. По В.Л. Яхимович, породы, выполняющие передовой герцинский прогиб Урала, включая красноцветные верхнепермские отложения, дислоцированы в последние фазы герцинского орогенеза и имеют почти меридиональные “уральские” простирания. На их размытой поверхности залегают мощные галечные образования, относимые к нижнему триасу. Такие галечники развиты полосой вдоль подножий предгорных хребтов Урала, и область накопления нижнетриасовых отложений ограничена контурами герцинского предгорного прогиба. Палеонтологически охарактеризованные пестроцветные средне- и верхнетриасовые отложения имеют иное площадное распространение: они развиты лишь южнее Мелеузской тектонической ступени. Ее северный блок, будучи приподнятым, ограничил собой область средне- и поздне-триасовой аккумуляции. Именно в это время впервые сказывается влияние этих тектонических ступеней. Мощные поднятия, амплитуду которых В.Л. Яхимович оценила примерно в 500 м, произошли и в начале плиоцена. Его высказано предположение, что данные тектонические ступени приурочены к разломам в кристаллическом фундаменте.

Первый директор Института геологии Башкирского филиала АН СССР Г.В. Вахрушев (1959) также в пределах западного склона Южного Урала выделил пять “субширотных зон тектонических под-

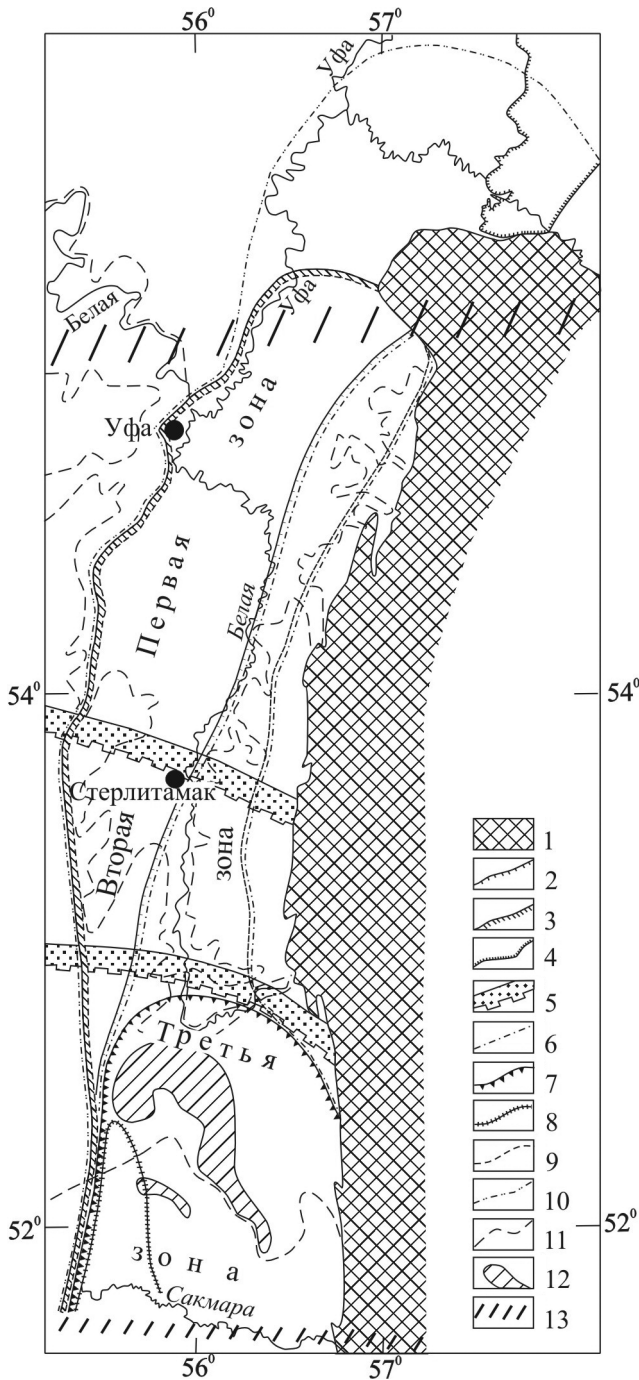


Рис. 3. Схема широтных структур западного склона Южного Урала, по В.Л. Яхимович (1957).

1 – граница передовых хребтов Урала; 2 – граница платформы и герцинского предгорного прогиба; 3 – западная граница мезокайнозойской Предуральской депрессии; 4 – контур Юрюзано-Сылвенской депрессии; 5 – примерное положение древних тектонических ступеней (зубцы направлены в сторону блоков с преобладающей тенденцией к погружению в среднетриасовое–нижнемиоценовое время). Контурь площадей с преобладающей аккумуляцией отложений: 6 – нижнетриасовых, 7 – среднетриасовых–среднеюрских, 8 – верхнеюрских, 9 – верхнемеловых, 10 – верхнеолигоценовых, 11 – средне- и верхнеплиоценовых, 12 – площадь мак-

симального развития нижнемиоценового угленакпления (контурь центральной части Южно-Уральского бурогоугольного бассейна), 13 – зоны трансрегиональных секущих разломов, по Н.Г. Берлянд (Геология..., 2011).

Fig. 3. Scheme of latitudinal structures of the western slope of the Southern Urals according to V.L. Yakhimovich (1957).

1 – boundary of the advanced ridges of the Urals; 2 – boundary of the platform and the Hercynian piedmont trough; 3 – western boundary of the Mesozoic-Cenozoic Cis-Ural Depression; 4 – contour of the Yuryuzan-Sylvenskaya Depression; 5 – approximate position of ancient tectonic steps (teeth are directed towards blocks with a predominant tendency to subsidence in the Middle Triassic – Lower Miocene time). Contours of areas with predominant sediment accumulation: 6 – Lower Triassic, 7 – Middle Triassic – Middle Jurassic, 8 – Upper Jurassic, 9 – Upper Cretaceous, 10 – Upper Oligocene, 11 – Middle and Upper Pliocene, 12 – area of maximum development of Lower Miocene coal accumulation (contours of the central part of the South Ural brown coal basin), 13 – zones of transregional cross-cutting faults, according to N.G. Berlyand (Geology..., 2011).

нятий” (см. рис. 2), с севера на юг это – Кара-Тауская, Общесыртовская, Среднебельская, Нижнебельская, Сакмаро-Уральская зоны. Все эти зоны перпендикулярны складчатым структурам Урала (т. е. две северные зоны имеют северо-западное простирание, а южные – широтное), причем Общесыртовская и Среднебельская зоны поднятий во многом совпадают с Мелеузской и Стерлитамакской тектоническими ступенями В.Л. Яхимович. Все эти зоны тектонических поднятий пересекают западный склон Южного Урала, предгорный прогиб и восточную окраину Восточно-Европейской платформы. Так, наиболее выраженная Кара-Тауская субширотная зона тектонических поднятий прослеживается на расстоянии около 300 км при ширине от 30 до 100 км. По Г.В. Вахрушеву, эти зоны начали формироваться еще в доэйфельское время и продолжили развитие в позднем палеозое, мезозое и кайнозое. Амплитуда Кара-Тауского поднятия, по его оценке, превышает 3000 м, южнее поднятия становятся менее амплитудными.

Второй директор Института геологии Башкирского филиала АН А.И. Олли в молодости картировал рифейские отложения Башкирского антиклинория и был их знатоком. В статье (Олли, 1966) он сделал попытку обзора субширотных структур Южного и Среднего Урала. На всей этой обширной территории А.И. Олли предположительно выделяет шесть весьма широких “субширотных поясов” общей шириной почти 1.5 тыс. км по меридиану (рис. 4б). Подчеркивая некоторую предварительность своих выводов (“задача статьи не дать исчерпывающее описание, а привлечь внимание геологов к данному вопросу”, с. 43), А.И. Олли указывает, что на Урале следует различать не только

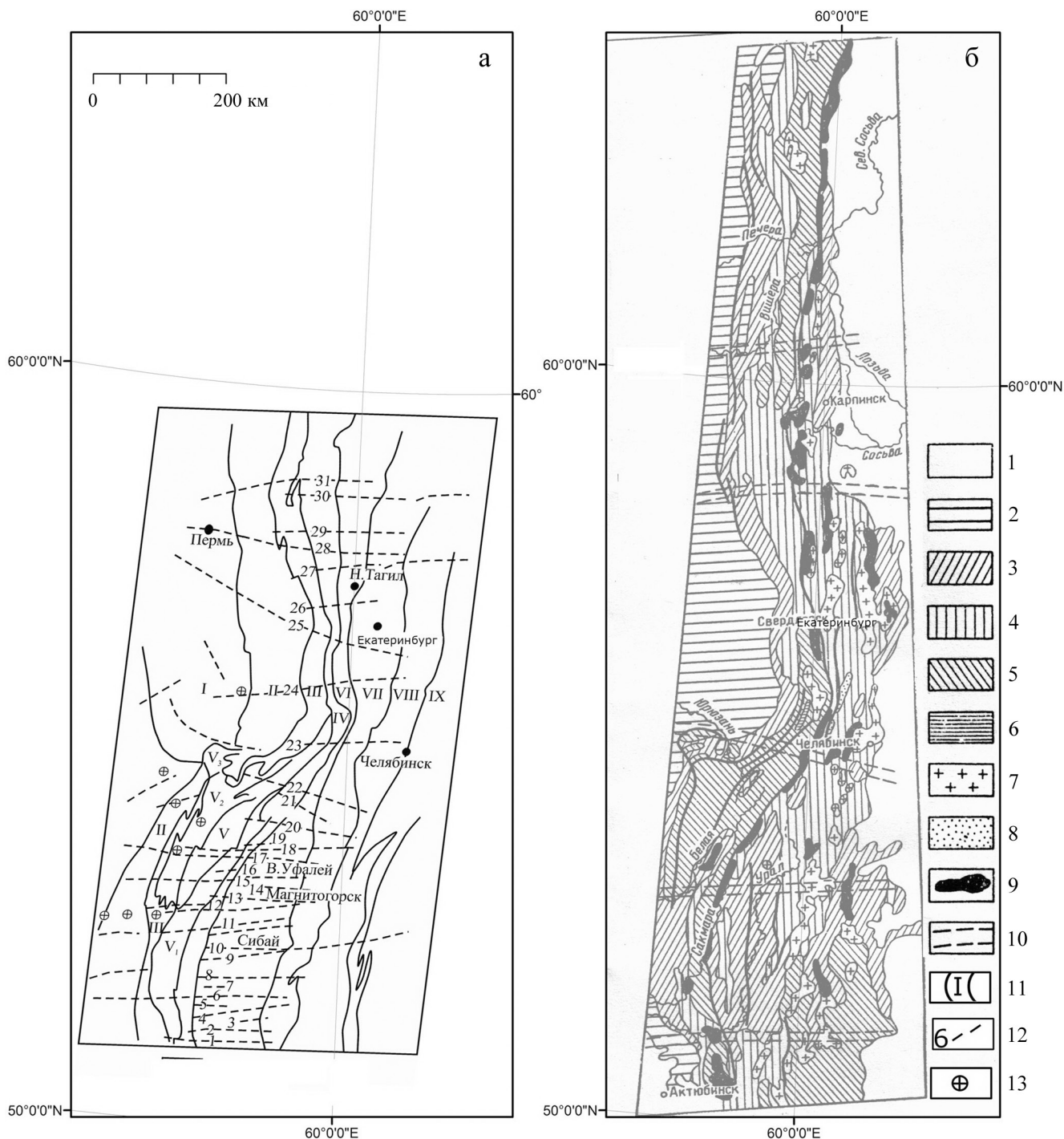


Рис. 4. Схема расположения субширотных структур Среднего и Южного Урала.

а – по (Червяковский и др., 1966), б – по (Олли, 1966).

а. I – Восточно-Европейская платформа, II – Предуральский прогиб, III – Западно-Уральская зона складчатого палеозоя, IV – Центрально-Уральское поднятие, V – Башкирский антиклинорий (V₁ – Зилаирский синклинорий, V₂ – Юрзано-Нугушская моноклиальная структура, V₃ – Каратауско-Аша-Миньярский антиклинорий), VI – Тагило-Магнитогорский палеозойский мегасинклинорий, VII – Восточно-Уральское палеозойское поднятие, VIII – Восточно-Уральский палеозойский прогиб, IX – Зауральское палеозойское поднятие.

б. Отложения: 1 – мезозойско-кайнозойские, 2 – пермские, 3 – каменноугольные и девонские объединенные, 4 – ордовикские и силурийские объединенные, 5 – верхнепротерозойские, 6 – нижнепротерозойские; интрузии: 7 – кислые, 8 – щелочные, 9 – основные и ультраосновные; 10 – границы поясов; 11 – границы геоструктурных и структурно-фациальных зон, по И.Д. Соболеву; 12 – оси широтных и субширотных структур, 13 – эпицентры землетрясений.

Fig. 4. The layout of the sublatitudinal structures of the Middle and Southern Urals.

a – according to (Chervyakovskii et al., 1966), б – according to (Olli, 1966).

a. I – East European Platform, II – Cis-Ural Trough, III – West Ural Zone of the Paleozoic Fold, IV – Central Ural Uplift, V – Bashkir Anticlinorium (V_1 – Zilair Synclinorium, V_2 – Yuryuzan-Nugush Monoclinial Structure, V_3 – Karatau-Asha-Minyar Anticlinorium), VI – Tagil-Magnitogorsk Paleozoic Megasynclinorium, VII – East Ural Paleozoic Uplift, VIII – East Ural Paleozoic Trough, IX – Trans-Ural Paleozoic Uplift.

б. Deposits: 1 – Mesozoic–Cenozoic, 2 – Permian, 3 – Carboniferous and Devonian combined, 4 – Ordovician and Silurian combined, 5 – Upper Proterozoic, 6 – Lower Proterozoic; intrusions: 7 – acidic, 8 – alkaline, 9 – basic and ultrabasic; 10 – belt boundaries; 11 – boundaries of geosubstructural and structural-facies zones, according to I.D. Sobolev; 12 – axes of latitudinal and sublatitudinal structures, 13 – earthquake epicenters.

всем известные меридиональные структурно-тектонические зоны, “но и широтные тектонические пояса, отличающиеся друг от друга рядом особенностей, полнотой и мощностью стратиграфического разреза, размещением фаций, количеством, возрастом и глубиной стратиграфических перерывов, особенностью структурных форм, характером и интенсивностью магматизма и др. Широтные тектонические пояса имеют весьма древнее, возможно доуральское, заложение, во всяком случае, развитие их шло уже в рифее, а затем четко проявилось в палеозое, мезозое и кайнозое” (Олли, 1966, с. 43). Геофизические данные в статье А.И. Олли не использовались.

Исследования поперечной зональности Урала в целом

В весьма важной для рассматриваемой темы статье палеовулканолога Г.Ф. Червяковского, написанной с рядом весьма известных коллег-геофизиков (Червяковский и др., 1966), имевшиеся на тот момент геофизические данные по строению Урала рассмотрены в полной мере. Этими авторами многие субширотные структуры считались “сквозными”, т. е. с той или иной степенью отчетливости прослеживающимися во всех геоструктурных зонах Урала, а иногда и за его пределами. Субширотные структуры отрисовывались ими как по геологическим (размещение центров вулканизма, границы свит, простираения северных и южных контактов интрузивных массивов, разломы и др.), так и по геофизическим (изменение морфологии, простирааний, интенсивности аномалий магнитного и гравитационного полей), а иногда и по геоморфологическим данным.

Г.Ф. Червяковским с коллегами представлена схема расположения широтных и субширотных структур Южного и Среднего Урала (см. рис. 4а), где каждой структуре присвоены географические наименования (с юга на север, жирным выделены структуры, в той или иной мере описанные этими авторами; описаний остальных субширотных структур, названных и показанных на рис. 4а, в той статье ими не дано): 1 – **Беркут-Кумак-Карабутацкая**, 2 – **Гайско-Адамовская**, 3 – Промежуточная, 4 – **Иреклинская**, 5 – Турат-Сагитовская,

6 – Акъярско-Айдырлинская, 7 – Ишмухаметово-Хворостянская, 8 – **Зилаирско-Наследническая**, 9 – Семеновско-Черкасская, 10 – Баймакская, 11 – Мраково-Бакр-Узякско-Браиловская, 12 – Юмагузино-Субутакская, 13 – Аскаровская, 14 – **Магнитогорская**, 15 – **Ишимбаево-Кирсинская**, 16 – Узянско-Спасская, 17 – Тукан-Верхнеуральская, 18 – Белорецко-Троицкая, 19 – Миндякская, 20 – **Учалинско-Троицкая**, 21 – Воскресенская, 22 – Усть-Катаво-Бакальская, 23 – Каратауско-Кусинско-Карабашская (Челябинская), 24 – **Каменск-Уральская**, 25 – **Свердловская**, 26 – Верхне-Тагильская, 27 – **Нижне-Тагильская**, 28 – Верхне-Салдинская, 29 – **Кушвинско-Благodatская**, 30 – Нижне-Туринская, 31 – Исовская.

Впрочем, описания перечисленных субширотных структур, равно как и критерии их выделения, были очень разными и неоднородными. Как пример можно привести описание данными авторами (Червяковский и др., 1966) выделенной ими Ишимбаево-Кирсинской широтной структуры: В пределах Предуральского прогиба и Зилаирского синклинория она прослеживается по слабым широтным изгибам изолиний Δg и ΔT , а восточнее – по широтной зоне магнитного поля вдоль северной границы серпентинитового массива Южный Крак. В Магнитогорском мегасинклинории эта структура устанавливается по широтной гравитационной ступени на его восточном крыле и по совпадающей с ней зоне повышенных градиентов магнитного поля. Здесь же отмечается выклинивание к северу известняков в пределах Магнитогорского мегасинклинория, а также располагаются южные окончания небольшого массива гранитоидов у пос. Спасского и Кассельского гранитоидного массива. На Восточно-Уральском поднятии Ишимбаево-Кирсинская структура ограничивает с севера серпентинитовый массив у пос. Березинского. По ряду широтных гравитационных ступеней и широтно вытянутых аномалий силы тяжести эта структура прослеживается и в Зауралье.

Г.Ф. Червяковский с соавторами (1966) считали, что в образовании субширотных структур большая роль принадлежит разломам, ограничивающим крупные блоки докембрийского фундамента, на котором, по представлениям этих авторов, развивался Урал. Но, по их мнению, характер и дли-

тельность развития разных структур были неодинаковыми. Их активная роль на протяжении всей истории геологического развития Урала заключалась в том, что они представляли собой один из существенных структурных элементов, неотъемлемую часть его структурно-тектонического плана. Иногда широтные структуры оказываются граничными для полей развития юрских отложений, так как “играли активную роль и в постгеосинклинальную стадию развития Урала”.

В 1971 г. изучавшие север Урала А.Г. Кондияйн и О.А. Кондияйн (1971) опубликовали расширенные тезисы “О поперечных структурных элементах на Урале, их происхождении и роли в размещении полезных ископаемых”, где приведена и их схема распространения субширотных структур на Урале в целом. Сейчас эта работа имеет лишь некоторый исторический интерес, поэтому можно ее критически не рассматривать. Тем более, что в 2011 г. эти же авторы еще раз и значительно более подробно изложили свои представления о субширотной зональности Урала (Геология..., 2011). Отметим лишь, что вызывает удивление попытка А.Г. Кондияйна и О.А. Кондияйна (1971) начать историю изучения субширотных структур Урала с себя (“в 1956 г. О.А. Кондияйн о поперечных структурах сообщил на годичной сессии Ученого совета ВСЕГЕИ”, с. 280 и др.), тогда как, например, в опубликованной на пять лет ранее статье Г.Ф. Червяковского с соавторами (1966) история изучения субширотных структур на Урале прослежена начиная с известной книги И.В. Мушкетова 1877 г. (Мушкетов, 1877).

О.А. Кондияйном и Н.Г. Берлянд (Геология..., 2011, рис. 20) при описании поперечной зональности Урала выделено шесть мегаблоков. С севера на юг это Полярноуральский, Североуральский, Среднеуральский, Южноуральский, Мугоджарский и расположенный на востоке Ю. Урала Джетыгаринский мегаблоки. В каждом из них, с разной степенью достоверности, выделяется система чередующихся поперечных зон с тенденцией к опусканию (негативных), характеризующихся наиболее полными разрезами палеозойских отложений большой мощности, и зон с тенденцией к относительному поднятию, где палеозойские отложения отличаются сокращенными разрезами, меньшим развитием основных вулканических пород, а среди интрузивных – преобладанием кислых разностей. По мнению авторов книги (Геология..., 2011), разные поперечные зоны характеризуются различными физическими свойствами, что подтверждается разным составом магматических пород и разной минерагенической специализацией разных поперечных зон. Границы поперечных зон совпадают с долгоживущими глубокими разломами, в основном унаследованными от разломов, ограничивавших тектонические зоны доуральских регионов. Поперечная зо-

нальность наиболее хорошо представлена в западной внешней мегазоне уралид. К востоку от ГУГРа она менее отчетлива и местами, особенно в зонах распространения офиолитов, теряется.

По О.А. Кондияйну и Н.Г. Берлянд (Берлянд, 1982; Геология..., 2011) большое значение имеет сочетание продольной и поперечной зональностей, которое обусловило своеобразную мозаичность строения Уральской складчатой системы, представляющую собой множество блоков, ограниченных глубокими продольными и поперечными разломами. Места пересечения положительных поперечных зон положительными продольными характеризовались максимумами “сиалических свойств”, а узлы пересечения отрицательных поперечных зон отрицательными продольными отличались максимально проявленными “мафическими свойствами”. Это, по мнению О.А. Кондияйна, и обуславливало разную минерагеническую их специализацию. Еще более важное значение, по убеждению этих авторов, имеют узлы пересечения глубоких поперечных и продольных разломов, так как “места их пересечения являются узлами наибольшей проницаемости”. Мезозойско-кайнозойские структурные элементы неуральского простирания большей частью представлены разрывными нарушениями, ориентированными в разных направлениях, которые нельзя относить к категории поперечной зональности. Они выявляются с помощью геоморфологических методов. Амплитуда перемещений по ним обычно очень мала (Геология..., 2011).

В.С. Дружининым и В.Ю. Осиповым (2016) сделана попытка (преимущественно на основе интерпретации сейсмических данных) выяснения роли поперечной зональности и субширотных дислокаций в тектонике верхней части литосферы Урала и соседних структур (декларируемая этими авторами “глубина их исследований” – до 80 км, что представляется мне сильным преувеличением). Ими опубликованы три сводных сейсмогеологических разреза по меридиональным сечениям 55°, 60° и 65° в интервале широт 54–68° с. ш. и схема тектонического районирования кристаллической коры (рис. 5). В.С. Дружинин и В.Ю. Осипов (2016, с. 44) пришли к выводам, что “рассмотренное положение глубинных субширотных дислокаций в Уральском регионе в основном согласуется с ранее намеченными, по космогеологическим и геоморфологическим данным, Сибирскими и Евразийскими линейментами. Это может свидетельствовать о реальном существовании, об их роли и влиянии на происходящие геодинамические процессы в создании современной модели верхней части литосферы начиная, возможно, с дофанерозойского времени. Составленная на основе объемной информации тектоническая модель верхней части литосферы подчеркивает нелинейность геодинамических процессов,

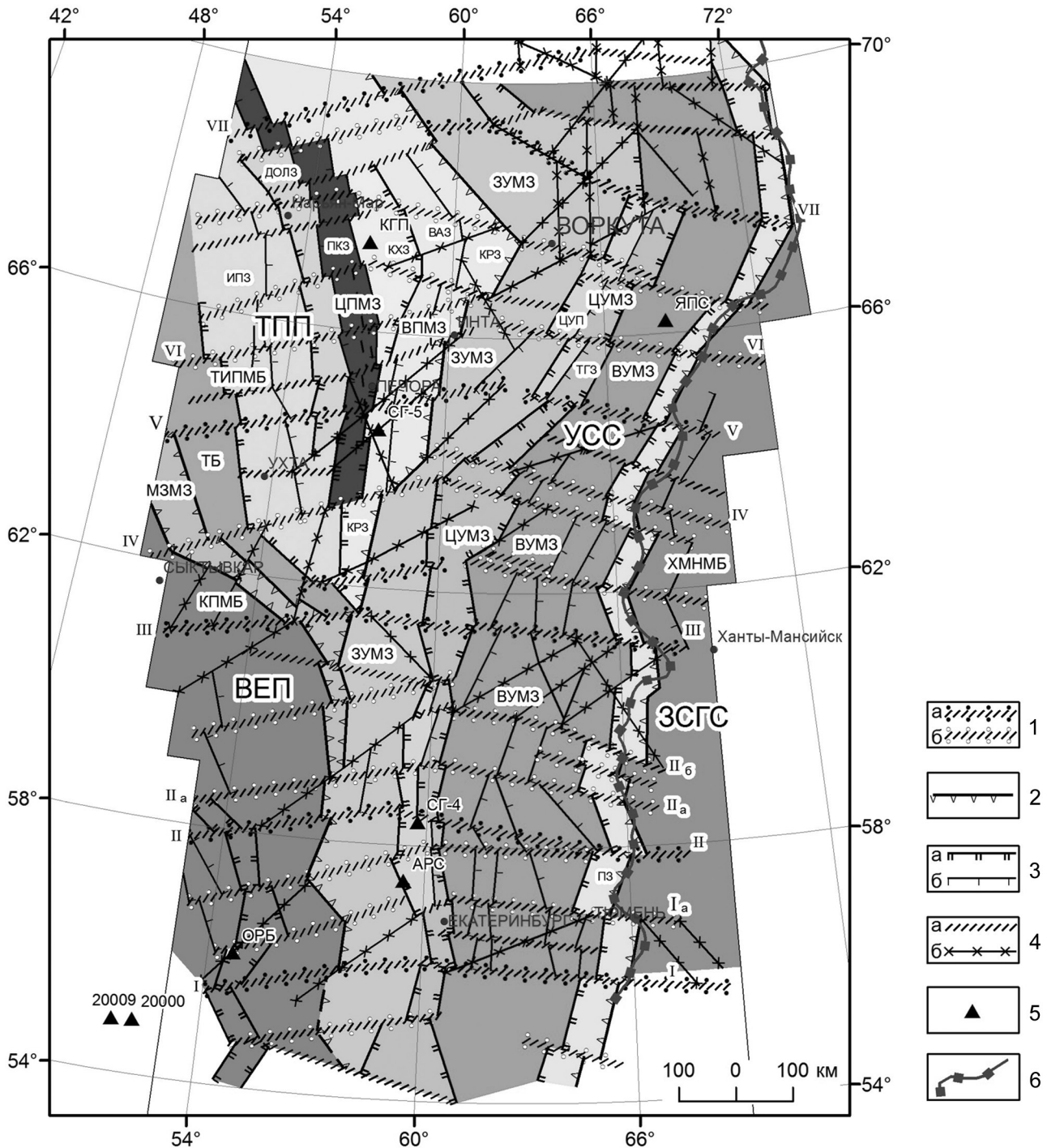


Рис. 5. Схема тектонического районирования кристаллической коры Уральского региона (Дружинин, Осипов, 2016).

1 – положение основных региональных зон субширотных дислокаций и их номера (I–VII): а – основные дислокации, б – дислокации, входящие в состав зон; контуры структур I и II порядков, совпадающие с глубинными разломами: 2 – западная и восточная границы Уральской складчатой системы; 3 – контуры структур I порядка: а – мезон и мегаблоков, б – зон и блоков; 4 – разломная структура: а – зоны глубинных дислокаций, б субвертикальные и наклонные глубинные разломы. Основные геологические подразделения: ТПП – Тимано-Печорская плита, УСС – Уральская складчатая система, ВЕП – Восточная окраина Восточно-Европейской платформы, ЗСГС – Западно-Сибирская геосинеклиза; структуры I порядка (мегазоны, мегаблоки): ТИПМБ – Тимано-Ижма-Печорский мегаблок, ЦПМЗ – Центрально-Печорская мегазона, ВПМЗ – Восточно-Печорская мегазона, ЗУМЗ – Западно-Уральская мегазона, ЦУМЗ – Центрально-Уральская мегазона, ВУМЗ – Восточно-Уральская мегазона, МЗМЗ – Мезенская мегазона, КПМБ – Коми-Пермский мегаблок, ХМНМБ – Ханты-Мансийский мегаблок; структуры II порядка (зоны, блоки): ТБ – Тиманский блок (складчатая структура), ИПЗ – Ижма-Печорская зона (впадина), ДОЛЗ – Денисовско-Омра-Лузская зона, ПКЗ – Печоро-Колвинская зона, КХЗ – Колвинско-

Хорейверская зона, ВА3 – Варандей-Адзвинская зона, КР3 – Краевая зона, ЦУП – Центральное-Уральское поднятие (зона), ТГ3 – Тагильская зона (прогиб), ПЗ – пограничная зона по восточной границе собственно уралид; 5 – скважины глубокого и сверхглубокого бурения: ЯПС – Янгйюганская параметрическая, АРС – Аракаевская параметрическая, 20009 – Новоелховская, 20000 – Мининбаевская, ОРБ – Орьебашевская, СГ-4 – Уральская сверхглубокая, СГ-5 – Тимано-Печорская сверхглубокая, КГП – Колвинская; 6 – граница Уральских структур на поверхности.

Fig. 5. Scheme of tectonic zoning of the crystalline crust of the Ural region (Druzhinin, Osipov, 2016).

1 – position of the main regional zones of sublatitudinal dislocations and their numbers (I–VII): а – main dislocations, б – dislocations within the zones; contours of first- and second-order structures coinciding with deep faults: 2 – western and eastern boundaries of the Ural folded system; 3 – contours of first-order structures: а – megazones and megablocks, б – zones and blocks; 4 – fault structure: а – zones of deep dislocations, б – subvertical and inclined deep faults. Main geological units: ТПП – Timan-Pechora Plate, УСС – Ural folded system, ВЕП – Eastern margin of the East European Platform, ЗСГС – West Siberian geosyncline; first-order structures (megazones, megablocks): ТИПМБ – Timan-Izhma-Pechora megablock, ЦПМЗ – Central Pechora megazone, ВПМЗ – East Pechora megazone, ЗУМЗ – West Ural megazone, ЦУМЗ – Central Ural megazone, ВУМЗ – East Ural megazone, МЗМЗ – Mezen megazone, КПМБ – Komi-Perm megablock, ХМНМБ – Khanty-Mansiysk megablock; second-order structures (zones, blocks): ТБ – Timan block (folded structure), ИПЗ – Izhma-Pechora zone (depression), ДОЛЗ – Denisovo-Omra-Luz zone, ПКЗ – Pechora-Kolvin zone, КХЗ – Kolvin-Khoreyver zone, ВА3 – Varandey-Adzvinzky, КР3 – Marginal zone, ЦУП – Central Ural uplift (zone), ТГ3 – Tagil zone (trough), ПЗ – Border zone along the eastern border of the Uralides proper; 5 – deep and ultra-deep drilling wells: ЯПС – Yangiyuganskaya parametric, АРС – Arakaevskaya parametric, 20009 – Novoeikhovskaya, 20000 – Mininbaevskaya, ОРБ – Oryebashevskaya, СГ-4 – Uralskaya superdeep, СГ-5 – Timan-Pechora superdeep, КГП – Kolvinskaya; 6 – boundary of the Ural structures on the surface.

обусловленных, вероятно, крупномасштабными по охвату регионов планеты и по энергии, быстротекущими процессами и, возможно, связанную с ними импульсную активность литосферы под влиянием взаимодействия внешних (импактные события) и внутренних сил. Очаги активности могут при этом перемещаться во времени и пространстве, а горизонтальные перемещения реализуются в виде относительных подвижек блоков по субвертикальным разломам: глубинные сдвиги, приуроченные к зонам субширотных дислокаций”. Но замечу, что все эти выводы имеют несколько фантастический характер, поскольку голословны и совершенно не следуют из представленных авторами сведений и умозаключений. Да и работы в столь мелком масштабе ($\approx 1:20\,000\,000$) неэффективны и неинформативны. Кроме того, авторы данной схемы (см. рис. 5) – В.С. Дружинин и В.Ю. Осипов, являясь геофизиками, работали, к сожалению, без привлечения геологов, и не учли, да, вероятно, и не могли учесть, хотя бы главные особенности геологического строения этой весьма обширной территории. Так, например, отмечаемое ими “древнее срединное Ханты-Мансийско-Надымское поднятие” просто не существует (детальнее см.: Иванов и др., 2016б).

Обсуждение выявленных предшественниками закономерностей поперечной зональности Урала

Данный обзор не совсем полон (так как ограничен объемом статьи), но достаточен для понимания степени изученности субширотных структур Урала. Главные выводы из этого обзора сводятся к следующему.

1. Широтные, субширотные и диагональные геолого-тектонические структуры на Урале все же существуют. На этом сходятся практически все

исследователи региональной геологии и тектоники Урала. Хотя в некоторых обзорных монографиях по геологическому строению региона им внимание не уделялось (Тектоника Урала, 1977; Иванов и др., 1986; Иванов, 1998а; Пучков, 2000, 2010; и др.). При большом количестве публикаций в данном вопросе еще очень далеко до согласия между большинством исследователей и понимания причин. Более того, здесь пока царит хаос.

2. Положение большинства поперечных структур на Урале нечеткое (точно не установлено), и разные исследователи определяют их количество, размеры, границы (и направления границ) чаще всего по-разному. Это связано в первую очередь с разными (и также нечеткими) критериями выделения субширотных структур. Как правило, любые субширотные объекты, границы и линии, как геологические, так и геофизические (реже – геоморфологические и материалы аэро- и космодешифрирования), используются для отрисовки разнообразных предположительных поперечных структур. Хотя в некоторых местах Урала рисовки субширотных структур совпадают у всех или почти всех исследователей. Это, например, зона сочленения Южного Урала и Мугуджар (в районе широтного течения р. Урал), а также сочленение Среднего и Южного Урала (т. е. широтная зона на севере последнего).

3. Причины появления на Урале субширотных структур были пока совершенно неясны. Все излагают их крайне туманно, по всей видимости, не понимая генезиса и сути этого явления. Преобладающим является мнение, что субширотные зоны Урала наследуют направления неких протерозойских структур в его фундаменте (которые, во-первых, часто выделяются еще более предположительно; во-вторых, как правило, не датированы, а в-третьих, просто отсутствуют в восточном секто-

ре Урала). К вопросу об этих структурах еще вернемся.

4. Представления о возрасте поперечных структур Урала также очень неопределенны. Наиболее распространены две точки зрения: это очень древние, докембрийские структуры и, напротив, они весьма молодые – мезозойско-кайнозойские или неорогенические. Были и бездоказательные попытки объединения этих представлений, что поперечные структуры заложены еще в докембрии и продолжали развиваться на протяжении всей геологической истории Урала поныне (что, по существу, ведет к отрицанию сколь-нибудь существенных горизонтальных движений на Урале).

5. Практически все исследователи пишут, что границами субширотных структур являются “субширотные разломы” или же “широтные зоны дислокаций” шириной от 2–3 до 80 км и более (например, (Серавкин и др., 2018; и др.)), но в природе они (“субширотные разломы” и “зоны дислокаций”) на Урале практически не наблюдаются. Напротив, еще предыдущие поколения геологов (Сенченко, 1972; и др.) подметили, что обращает на себя внимание *полное отсутствие на исходных геологических картах крупных, широтно ориентированных разрывов*, секущих складчатость вкрест ее простираения, хотя указания о широтной зональности в литературе встречаются довольно часто. Из этого, по моему мнению, *наиболее вероятен вывод о пологом, постепенном изменении геологических структур Урала в направлении север–юг* (а не по разломам, т. е. очень резко) (Иванов, Пучков, 2022а).

6. Кроме серьезных исследователей, большинство из которых отмечено выше, этой темой интересовались и другие геологи, геофизики, и даже географы. Отсутствие четких критериев выделения субширотных структур, по-видимому, создавало вокруг них некую, возможно для некоторых даже и притягательную, “ауру мутной воды”, повлекшую в том числе появление многочисленных спекуляций на темы металлогении, связи практически любых месторождений с разломами (а особенно – с их пересечениями), а также с некими “проницаемыми зонами” и пр. Возможно не случайно, что один из изучавших связь месторождений Урала с субширотными структурами доктор геол.-мин. наук перешел потом на лозоходство. Отмечу, что тесная, фактически 100%-я (!) взаимосвязь месторождений и разломов на Урале отмечалась (Баклаев, 1972, 1973; Алейников и др., 1978; и др.) еще и (как мне представляется) потому, что руководивший в 50–70-е гг. XX в. составлением сводных геологических карт Урала масштабов 1:200 000, 1:500 000 и 1:1 000 000 И.Д. Соболев (начальник партии региональной геологии Уральской геолого-съемочной экспедиции – см.: Золоев, 2008) в соответствии с тогдашними (и своими) представлениями *всег-*

да рисовал на государственных геологических картах разлом там, где уже было выявлено месторождение. А в случае крупных месторождений им часто рисовался “глубинный разлом”, или же “пересечение разломов”.

Что же мы имеем в итоге? Тот факт, что различными авторами предложено громадное количество различных вариантов поперечных (преимущественно субширотных) структур при малом количестве совпадений вариантов, предложенных разными авторами, свидетельствует о том, что реальных поперечных структур не так и много. По-видимому, в какой-то мере здесь играет роль эффект генетически неоднородного, мозаичного поля: в таком поле можно провести линию, положение которой в одном месте определяется краем интрузивного массива, в другом – зоной смятия, в третьем – гравитационной ступенью, в четвертом – периклиналью крупной складки и т. д. Вот только генетическую трактовку такой линии бывает трудно установить, что мы и видим на многочисленных приведенных выше примерах. Из всех вариантов названных поперечных структур, связанных с влиянием фундамента, наиболее реальными являются те, которые отражаются в магнитных аномалиях: при практическом отсутствии или небольшом распространении сильно магнитных объектов в осадочных породах, залегающих в складчатом чехле западных (палеоконтинентальных) зон Урала, представляется логичной интерпретация этих аномалий в качестве отражения структур кристаллического фундамента: тиманид на севере Урала (Пучков, 2010; Пучков, Иванов, 2020) и аналогов карелид (архейско-палеопротерозойского кристалликума) на Южном и Среднем Урале (Пучков, 2010; и др.). Трудно оспорить представления И.И. Горского (1958), о которых говорилось в начале этой статьи, в части, касающейся наличия косых, поперечных поднятий на западном склоне Урала. Это параллельное Пай-Хою поднятие гряды Чернова, южная часть гряды Чернышова, Печоро-Кожвинский вал, находящийся на продолжении Тимана Полнодвоя, Башкирский мегантиклинорий и Каратауское поднятие. Все они в той или иной степени подчиняются структурам фундамента, выраженным в магнитных аномалиях. Исходя из современных данных, вряд ли возможно говорить о продолжении кристаллического фундамента Русской плиты к востоку от ГУГР, что было еще раз показано в ходе выполнения проекта “Уралиды–Варисциды” в рамках программы “ЕВРОПРОБА” и других с проведением трех сейсмических профилей через весь Урал (Глубинное строение..., 2001; Строение и динамика..., 2006; Рыльков и др., 2013; и др.). И, таким образом, нет оснований говорить о подчиненных древнему фундаменту сквозных, идущих через Урал и смежные, более восточные территории, поперечных структурах в стиле И.И. Горского.

По мнению автора, *наблюдаемая широтная зональность* (а точнее, неоднородность) геологического строения Урала вызвана разным уровнем современного эрозионного среза разных его районов, что, в свою очередь, обусловлено неодинаковой скоростью и амплитудой поднятия разных районов Урала в средне- и поздне триасовое и, отчасти, плейстоцен-четвертичное время.

Вот как поперечная сегментация проявляется на территории Южного Урала и Мугоджар, где автор проводил полевые исследования более 25 лет.

Многими исследователями проводились сопоставления комплексов Западно-Мугоджарской вулканогенной зоны и толщ западной части Магнитогорского мегасинклинория (Кориневский, 1969; Нарвайт, 1969; и др.) с неперемными указаниями на их сходство. Это сходство стало еще более очевидно после установления по конodontам преимущественно среднедевонского возраста толщ обеих этих структур (Иванов и др., 1983; Маслов, Артюшкова, 2010; и др.), причем и те, и другие формировались в сходной геодинамической обстановке – в тылу островной дуги (Иванов и др., 1986). При несомненном и значительном сходстве главными различиями являются значительно меньшая мощность вулканогенного разреза Западных Мугоджар (по геолого-геофизическим данным, составляющая примерно 5 км против примерно 10 км на западе Магнитогорского мегасинклинория (Нарвайт, 1969; Иванов и др., 1986; Стратиграфические схемы..., 1993; Маслов, Артюшкова, 2010; и др.)), а также преобладание на крайнем юге Урала (т. е. в Западных Мугоджарах) фаций низов разреза, т. е. габброидов, комплекса параллельных долеритовых даек, монотонных инициальных натриевых базальтоидных толщ почти без прослоев вулканогенно-осадочных пород. Между тем в Магнитогорском мегасинклинории обнажаются преимущественно более верхние части вулканогенных разрезов с гораздо большим количеством осадочных и вулканогенно-осадочных пачек, тогда как комплексы параллельных даек практически отсутствуют (Иванов, Пучков, 2022б).

В более восточных частях Магнитогорского мегасинклинория весьма обильны также и вулканогенные толщии каменноугольного (преимущественно раннекаменноугольного) возраста, слагающие здесь березовскую свиту и др. (Стратиграфические схемы..., 1993; Салихов и др., 2019; и др.). В Мугоджарах подобные вулканы каменноугольного возраста слагают обособленную структуру – Иргизский синклинорий (синклинорием он называется в значительной мере условно, по традиции, по сути, это тоже вулканогенная зона) шириной 25–30 км, параллельный Западно-Мугоджарской вулканогенной зоне шириной 28–35 км, но отделенный от нее блоком метаморфических пород шириной примерно 55 км. Вулканы Иргизского син-

клинория очень сходны по всем параметрам с каменноугольными вулканытами Магнитогорского мегасинклинория и представлены не только базальтами (но более калиевыми, чем в Западных Мугоджарах), но и существенно более кремнекислыми породами – андезитами, дацитами, риолитами. Интересно, что базальты и андезитобазальты в Иргизском синклинории Мугоджар также образуют комплексы параллельных меридиональных даек (Иванов и др., 1984), что четко указывает на условия растяжения (Иванов, Пучков, 2022а).

Получается, что в Западно-Мугоджарской зоне и Иргизском синклинории выведены на поверхность Земли более глубокие уровни Магнитогорского мегасинклинория, что могло произойти только в случае вертикального поднятия на значительную величину (примерно 5–8 км) и последующей эрозии комплекса палеозойских пород Мугоджар. Это также позволяет обоснованно предполагать, что девонские и каменноугольные вулканыты Магнитогорского мегасинклинория изливались из разных корневых зон ограниченного растяжения, разделенных блоком метаморфических пород. Этот блок – Талдыкский – хорошо обнажен в Мугоджарах между Западно-Мугоджарской вулканогенной зоной и Иргизским синклинорием. Аналогичный блок предполагается нами в глубинной части Магнитогорского мегасинклинория.

В Восточно-Уральском поднятии Южного Урала и Мугоджар подобная зональность также проявлена. Наиболее глубоко метаморфизованные породы амфиболитовой (а местами, возможно, даже и гранулитовой) фации на востоке Урала традиционно считаются выходами докембрия. Это вряд ли соответствует действительности: недавние результаты U-Pb-датирования цирконов из метаморфитов востока Урала и Мугоджар показали (Рязанцев, 2020; Рязанцев и др., 2022; Иванов и др., 2025; и др.), что эти метаморфические толщии представляют собой преимущественно нижне- и среднепалеозойские комплексы средней части земной коры и являются фрагментами глубинной части островодужной системы восточного сектора Урала (Иванов и др., 2016а).

Площадь выходов таких глубинных метаморфических комплексов в Восточных Мугоджарах превышает 10 тыс. км² (Геологическая карта..., 1981), что гораздо больше, чем во всех остальных районах Урала, вместе взятых. В то же время в Восточных Мугоджарах не наблюдаются наиболее молодые и структурно наиболее высокие породы Восточно-Уральского поднятия – круглые (т. е. почти не деформированные) гранитные массивы раннепермского возраста (эталон – Джабыкский плутон, детальнее см.: Иванов, 1998а; Тевелев и др., 2006). По-видимому, эти круглые гранитные массивы в Восточных Мугоджарах эродированы, а на дневную поверхность выведены находившиеся под ни-

ми гнейсовые и амфиболит-гнейсовые толщи, вмещающие вытянутые (деформированные) каменноугольные гранитные массивы. Относительный вертикальный подъем Восточных Мугоджар, по сравнению с Восточно-Уральским поднятием (на широте сейсмопрофиля УРСЕЙС-95, Стерлитамак-Николаевка), составляет 6–10 км.

А что происходит с Магнитогорским мегасинклиниорием на его северном окончании, на границе Южного и Среднего Урала? Там выделяется особая Арамилско-Сухтелинская зона, которая, по данным (Сначев и др., 2006; и др.), почти не содержит в своих пределах девонских островодужных и каменноугольных постостроводужных формаций, столь характерных для Магнитогорского мегасинклиниория. В то же время ордовикские (шеметовская свита, представленная базальтами с прослоями яшмоидов), силурийско-раннедевонские (булатовская свита, углеродистые граптолитовые сланцы, туфоалевролиты, базальты) сопоставимы с аналогичными отложениями низов разреза Магнитогорского мегасинклиниория и есть все основания полагать, что верхи разреза магнитогорского типа здесь уничтожены эрозией. Это следствие поднятий в Арамилско-Сухтелинской зоне, причем поднятие испытывали не только магнитогорские комплексы островной дуги, но и подстилающие метаморфические толщи.

Главные результаты меридионального профиля глубинного сейсмического зондирования (ГСЗ) Нижняя Тура–Орск

Необходимо по возможности проверить, соответствуют ли эти чисто геологические наблюдения и выводы геофизическим и в первую очередь сейсмическим данным.

Да, соответствуют. Так, комплексным международным сейсмопрофилем УРСЕЙС-95, проведенным в северной части Южного Урала по линии Стерлитамак–Николаевка (рис. 6; Иванов, 1998а; Глубинное строение..., 2001; Строение и динамика..., 2006; Рыльков и др., 2013; и др.) под границами Джабыкского массива выявлена слоистая сейсмопачка, пологопадающая на восток, мощностью около 15 км (с верхней границей на глубинах 2–10 км), сложенная, по всей видимости, существенно сиалическими метаморфическими толщами, сходными с метаморфическими комплексами Восточно-Мугоджарского антиклинория крайнего юга Урала. Ранее эта же слоистая сейсмопачка выявлена работами Баженовской геофизической экспедиции.

Понятно, что еще более информативные данные для выявления широтных неоднородностей в глубинном строении Урала могут дать не субширотные, а меридиональные сейсмопрофили, но их, к сожалению, крайне мало. Меридиональный про-

филь ГСЗ Нижняя Тура–Орск выполнен в 1978–1983 гг. Баженовской геофизической экспедицией с участием Института геофизики УрО РАН (Дружинин и др., 1986; и др.). На всем своем протяжении (800 км) этот профиль прошел по главной вулканогенной мегазоне Урала: на севере – по Тагильскому мегасинклиниорию, на юге – по Магнитогорскому. Наиболее южные 170 км профиля пришлись как раз на зону перехода от Южного Урала к Северным Мугоджарам. На рис. 3 в работе (Дружинин и др., 1986) зафиксировано, что в пределах этих 170 км в южном направлении происходит подъем поверхностей (см. рис. 6, справа) выделенных этими авторами главных сейсмоструктурных этажей, отождествляемых В.С. Дружининым с коллегами соответственно: М – с разделом Мохоровичича, К-М – с кровлей переходной зоны в низах коры, К₂ – с поверхностью протокры, К₀₁ – с поверхностью основания уралид. Интерпретация этих главных сейсмических поверхностей в данном случае не принципиальна и выходит за рамки этой статьи. Вероятнее всего, в них есть и реологический смысл (см.: Иванов С.Н., Иванов К.С., 2018). Самое важное, что имеются объективные независимые сейсмические данные о пологом постепенном (на протяжении 170 км) поднятии комплексов по мере продвижения на юг, к Мугоджарам, с вертикальной амплитудой примерно 10 км (8–12 км для разных главных сейсмограниц). Существенный подъем главных сейсмограниц также фиксируется этим профилем ГСЗ и на севере Южного Урала (и юге Среднего Урала).

О вертикальных движениях западного склона Южного Урала

В западном секторе Южного Урала картина иная, чем на восточном, и в целом даже противоположная. Здесь начиная с самого юга, где уже велико влияние Прикаспийской впадины (вмещающей наиболее мощную в мире призму осадков – более 20 км), к северу идет постепенный подъем с выходом на уровень современного эрозионного среза все более древних (структурно – нижних) комплексов, сначала осадочных, а на самом севере Южного Урала – уже и метаморфических (район Уфалея и Тараташа).

На западе Урала, западнее пос. Кувандык Оренбургской области, на уровне широтного течения р. Урал, особенно на его правобережье, на геологических картах и аэрофотоснимках хорошо видны замки крупных складок (сложенных осадочными толщами преимущественно каменноугольного возраста), шарниры которых полого погружаются к югу. Севернее на протяжении примерно 150 км выходят осадочные комплексы среднего палеозоя, среди которых преобладают фамен-турнейские граувакки зилаирской серии, севернее которых

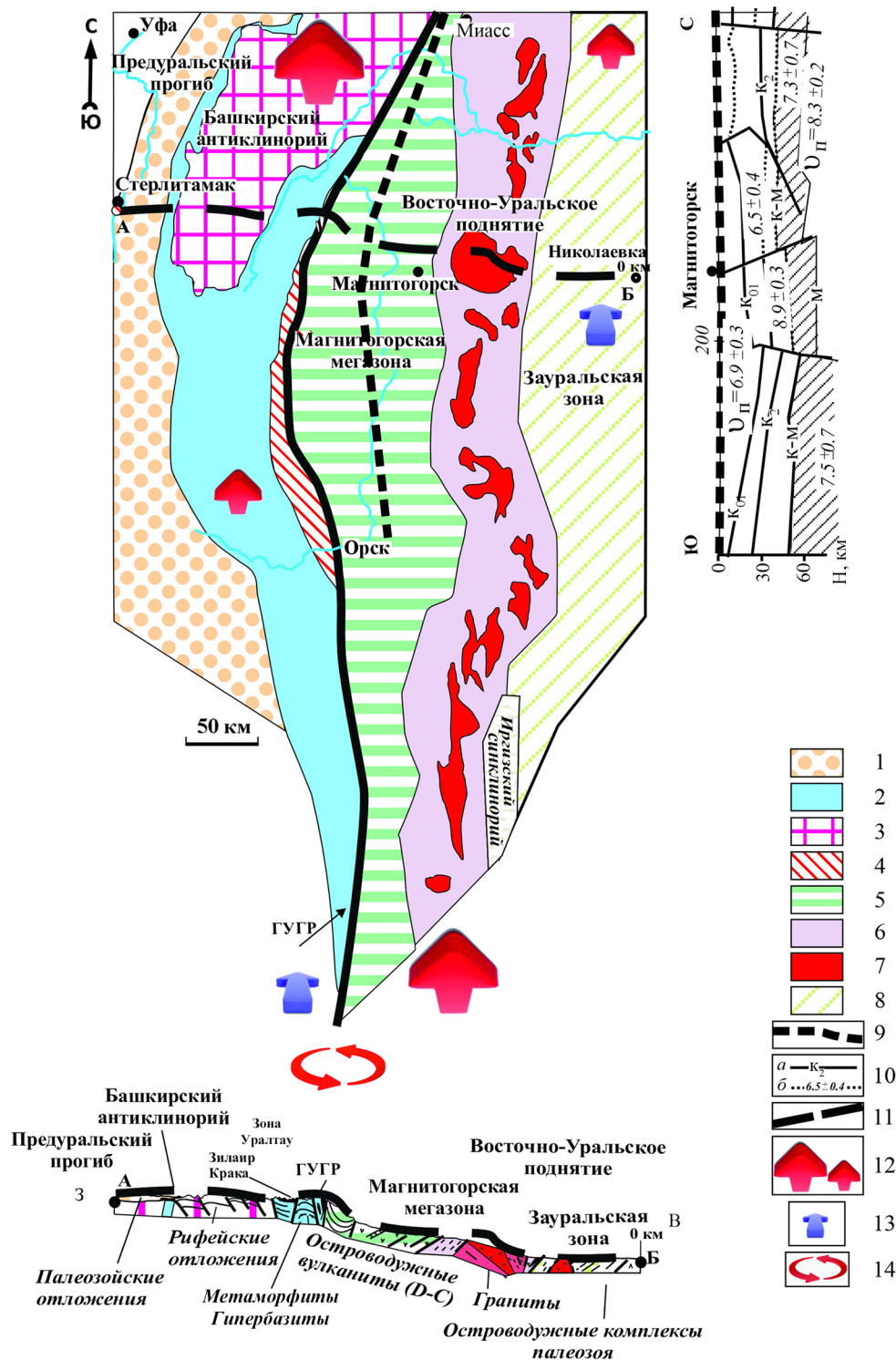


Рис. 6. Геодинамическая схема Южного Урала и разрез по сейсмопрофилю УРСЕЙС-95.

1 – Предуральский прогиб, 2 – Западно-Уральская мегазона, 3 – рифейские терригенно-карбонатные толщи Башкирского антиклинория, 4 – высокобарические метаморфиты максютовского комплекса (девон), 5 – вулканогенные и вулканогенно-осадочные палеозойские островодужные комплексы Магнитогорского синклиниория; 6, 7 – Восточно-Уральское поднятие: 6 – метаморфические толщи (зеленосланцевая и амфиболитовая фации), 7 – позднепалеозойские граниты “Главной гранитной оси Урала”; 8 – палеозойские толщи Зауральской мегазоны; 9, 10 – профиль ГСЗ Нижняя Тура–Орск: 9 – местоположение этого профиля на Южном Урале, 10 – главные сейсмические границы, их индексы (см. в тексте) и скорость продольных волн, по (Дружинин и др., 1985, рис. 3); 11 – местоположение сейсмотрансекта УРСЕЙС-95 (Стерлитамак–Николаевка); 12 – послепалеозойские поднятия земной коры (маленькая красная стрелка – на 4–5 км, большая – более 8 км); 13 – послепалеозойские опускания земной коры; 14 – вращение по плоскости ГУГРа (Иванов, Пучков, 20226).

Fig. 6. Geodynamic scheme of the Southern Urals and a section along the URSEIS-95 seismic profile.

1 – Cis-Ural trough, 2 – West Ural megazone, 3 – Riphean terrigenous-carbonate strata of the Bashkir anticlinorium, 4 – High-pressure metamorphic rocks of the Maksyutovsky complex (Devonian), 5 – Volcanogenic and volcanogenic-sedimentary Paleozoic island-arc complexes of the Magnitogorsk synclinorium; 6, 7 – East Ural uplift: 6 – metamorphic strata (greenschist and amphibolite facies), 7 – late Paleozoic granites of the “Main granite axis of the Urals”; 8 – Paleozoic strata of the Trans-Ural megazone; 9, 10 – Nizhnyaya Tura–Orsk deep seismic sounding profile: 9 – location of this profile in the Southern Urals, 10 – main seismic boundaries, their indices (see text) and P-wave velocity, according to (Druzhinin et al., 1985, Fig. 3); 11 – location of the URSEIS-95 seismic transect (Sterlitamak–Nikolaevka); 12 – post-Paleozoic uplifts of the earth’s crust (small red arrow – 4–5 km, large – more than 8 km); 13 – post-Paleozoic subsidence of the earth’s crust; 14 – rotation along the GUGR plane (Ivanov, Puchkov, 2022b).

начинаются выходы рифейских толщ Башкирского антиклинория, протягивающегося в северо-северо-восточном направлении почти на 300 км. Известно, что рифейские толщ Башкирского антиклинория в южном направлении погружаются под палеозойские осадочные комплексы Зилаирского синклинория (детальнее см.: Иванов, Пучков, 2020; и др.). Причем этот палеозой и рифейские образования Башкирского антиклинория формационно близки, поскольку все это – мелководные осадочные комплексы чехла Восточно-Европейской платформы. Севернее Башкирского антиклинория на современную поверхность выведены уже метаморфические комплексы – Златоустовский, Уфалейский, Тараташский, Александровский и др. Вертикальный размах (т. е. величина поднятия, равная суммарной мощности разреза) между ними и каменноугольными толщами района р. Урал, расположенными в 530 км южнее, составляет не менее 12–15 км.

Таким образом, вертикальные движения, обусловившие наблюдаемую субширотную зональность Урала, на юге региона происходили разнонаправленно в его западном и восточном секторах (Иванов, Пучков, 2022б). Это, очевидно, не могло не приводить к срывам с элементами вращения по некоторой плоскости разлома между этими секторами Урала. И этот разлом хорошо известен – это Главный Уральский глубинный разлом (см. рис. 6).

ОБСУЖДЕНИЕ. О ВРЕМЕНИ И ПРИЧИНАХ ВОЗНИКНОВЕНИЯ СУБШИРОТНОЙ ЗОНАЛЬНОСТИ УРАЛА

Описанное выше (то, что наблюдаемая широтная зональность геологического строения Урала вызвана главным образом разным уровнем современного эрозионного среза разных его районов) вряд ли может быть оспорено – это сумма геологических фактов. Но вопрос о времени, когда все эти дифференциальные вертикальные движения крупных блоков земной коры Урала происходили, и, особенно, о причинах данных вертикальных движений, далеко не столь однозначен.

Поскольку разной скорости поднятия (и последующей эрозии) подвержены все без исключения палеозойские комплексы Урала, то, очевидно, причины и следы этих событий необходимо искать в

мезозойско-кайнозойской геологической и тектонической истории региона.

Традиционная схема, разработанная преимущественно в 60–70-х гг. XX столетия фундаментальными трудами многих уральских исследователей мезозойских образований, геоморфологии и четвертичной геологии региона (Трифонов, 1960; Лидер, 1964, 1976; Архангельский и др., 1968; Сигов, 1969; Тужикова, 1973; Папулов, 1974; Рождественский, 1974; Стратиграфические схемы..., 1997; и мн. др.), обосновывала для мезозойско-кайнозойской истории развития Урала последовательную смену следующих главных геолого-тектонических этапов: относительно стабильного платформенного среднеюрского–раннеолигоценового (длительностью около 140 млн лет), этапа медленного поднятия в среднем–позднем олигоцене (11 млн лет), этапа относительного покоя и пенепленизации в миоцене (15 млн лет) и заключительного этапа прерывистых восходящих движений в плиоцене и квартере (11 млн лет). Новейшая (неотектоническая) активизация региона связывалась с финальными, плиоцен-четвертичными, движениями (Трифонов, 1960; и др.). Эти представления не потеряли своего значения, но за последние примерно 30 лет исследований существенно уточнены (Борисевич, 1992; Rasulov et al., 1997; Рождественский, Зиняхина, 1998; Иванов, 1998а, б; Пучков, 2000, 2010; Бачманов и др., 2001; Левин, Фомин, 2001; Тевелев, 2003; Пучков, Данукалова, 2004; Копп, 2005; Смирнов, Иванов, 2019; и мн. др.).

Так в геодинамической истории Уральского складчатого пояса был выделен этап раннетриасового ограниченного постколлизийного растяжения (в направлении З–В), которое и сформировало основные особенности фиксируемой в настоящее время мегаструктуры Урала (Иванов, 1998б). Эта структура в целом характеризуется регулярным чередованием субмеридиональных зон: синформных, выполненных неметаморфизованными вулканогенными и осадочными толщами, и антиформных, сложенных метаморфическими и интрузивными комплексами средней коры. Выведение на близповерхностный уровень (или на уровень верхней коры) мегаблоков, сложенных глубинными метаморфическими и плутоническими комплексами, происходило в результате их подъема на уро-

вень верхней коры при разрыве и растяжении последней. Максимум этого растяжения приходится на границу триаса и перми (≈ 250 млн лет); именно в это время на Урале происходил базальтовый вулканизм, формирование угленосных грабенов и системы рифтов в Западно-Сибирской плите. Этот возрастной этап (255–240 млн лет) очень широко проявлен и часто выявляется в метаморфических и интрузивных комплексах Урала (а также и в разломах (Смирнов, Иванов, 2019)) как время наиболее молодого тектонотермального события.

Тектоническое строение ряда угленосных грабенов, протягивающихся вдоль восточного края современного Урала (Челябинский, Волчанский и др.), исследовалось А.Т. Расуловым (1982), Ю.С. Каретинным (1965) и др. В бортах грабенов отмечаются надвиги (с амплитудой до 4–5 км) палеозойских комплексов на триасовые толщи, иногда сопровождающиеся значительной принадвиговой тектонической переработкой угленосных отложений (Расулов, 1982; Rasulov et al., 1997). По данным этого автора, сжатие происходило в конце триаса. В.И. Тужикова (1971, 1973) отмечала регионально выраженное значительное угловое несогласие между терригенными осадками челябинской серии мощностью до 1.5 км (возраст от второй половины среднего триаса до нижней части ранней юры включительно (Стратиграфические схемы..., 1997)) и перекрывающими ее среднелейасовыми–среднеюрскими отложениями и пришла к заключению, что главная фаза складчатости, вызвавшая значительную тектонизацию нижнемезозойских пород Урала, приходится, по всей видимости, на середину раннеюрского периода.

Согласно обобщениям (Стратиграфические схемы..., 1997; Иванов, 1998а; Пучков, 2010; и др.), мезозойско-кайнозойская история Южного и Среднего Урала распадается на три главных этапа.

1. *Триасово-раннеюрский*, начавшийся с посторогенного растяжения и рифтогенеза и закончившийся локально проявленными древнекимерийскими складчато-сдвиго-надвиговыми дислокациями. Это был особый весьма важный этап развития Урала. В начале этого этапа произошел мощный трапповый вулканизм, сопровождаемый образованием системы грабенов, заполнявшихся в течение триаса–начала юры сначала вулканогенными толщами, а затем мощными терригенными осадками. Этот процесс обычно расценивается как проявление мощного Урало-Сибирского суперплюма (Добрецов, 1997; Пучков, 2010; и др.), западная граница которого косо сечет структуры уралид, прослеживаясь от Тургайского грабена на юге, через Челябинский грабен, Борисовский и Першинский трапповые покровы к Косью-Роговской и Коротайхинской впадинам и восточной окраине Большеземельской тундры (Пучков, 2018, рис. 7). В пред- и среднеюрское время на части территории Ура-

ла, а также на Пай-Хое и Новой Земле имела место древнекимерийская складчатость, западная граница распространения которой примерно совпадала с указанной кососекущей линией, границей суперплюма. Такой неравномерный характер распространения мезозойских деформаций на территории Урала внес определенный вклад в его поперечную (или косую) сегментацию. За древнекимерийскими дислокациями последовала эрозия и формирование мезокайнозойского пенеплена (Пучков, 2010).

2. *Среднеюрско-миоценовый платформенный этап*, во время которого происходил ряд морских трансгрессий и регрессий, вызванных преимущественно эвстатическими колебаниями уровня моря. На этом этапе сформирован обширный пенеплен, реликты которого проявлены в морфологии плоских привершинных частей многих современных гор Урала.

3. *Плиоцен-четвертичный этап внутриконтинентального орогенеза*, происходивший с ускорением (Пучков, 2010). Орогенические движения начались в плиоцене, о чем свидетельствует смена кварцевых песков и галечников полимиктовыми. Геодинамические исследования показывают, что в настоящее время Урал представляет собой активный внутриконтинентальный ороген, формирующийся в условиях общего СЗ-ЮВ сжатия, которое подтверждается и инструментальными данными в горных выработках (Зубков, Липин, 1997).

Логично предположить, что в отмеченной выше постпалеозойской истории Урала только во время первого и третьего этапов повышенной геодинамической активности могли произойти поднятия, обусловившие обсуждаемую в этой статье субширотную зональность Урала. Вопрос: в каком из них именно? Представляется, что ответ на него дают независимые данные из двух разных источников.

Во-первых, как показано выше, западный и восточный секторы Ю. Урала претерпели разнонаправленные вертикальные движения и плоскостью вращения для них был, по всей видимости, ГУГР. (Предполагать на столь изученной территории наличие какого-то иного, неизвестного разлома, разделяющего западный и восточный секторы Урала, оснований нет.) Но ГУГР в районе с. Шубино (Кувандыкский район Оренбургской области; $51^{\circ}40'3''$ с. ш., $57^{\circ}57'33''$ в. д.) перекрыт недислоцированными поздне меловыми морскими осадками, трансгрессивно залегающими на максютовском эколгит-глаукофансланцевом комплексе девона. Отсюда следует, что породы максютовского комплекса к этому времени уже были выведены к поверхности Земли, а в послемеловое время существенных движений по ГУГРу уже не происходило. В районе с. Шубино пенеплен с меловыми отложениями находится на поднятии (юг Уралтау) с отметками около 500 м. От этого неширокого поднятия ручьи и реки текут в разные стороны, на запад и на восток.

Своей спецификой обладают поднятия в Башкирском антиклинории, на флангах которого верхнемеловые и эоценовые морские отложения подняты до высоты 500 м (в осевой части поднимались еще выше) и полностью эродированы (подробнее об этом ниже).

Во-вторых, эти данные находятся в соответствии с пока еще немногочисленными (для Урала в целом) анализами треков распада в апатитах и цирконах (Seward et al., 1997, 2002; Glasmacher et al., 2002). Они показывают, что породы, обнаженные сейчас на поверхности Южного Урала, остывали преимущественно в триасово-раннеюрское время, хотя есть и локальные участки с более поздним остыванием.

Поскольку, по данным В.Л. Яхимович (1957), в раннем триасе выделенных ею “тектонических ступеней” еще не было, можно уточнить, что образование поднятий земной коры, сформировавших субширотную зональность Урала, произошло преимущественно в среднетриасово-раннеюрское время.

Близкие данные получены при исследованиях фундамента Западно-Сибирской молодой платформы (Иванов и др., 2005). Здесь в наиболее изученном в этом регионе Шаимском районе выявлена и закартирована система субширотных правых сдвигов, образованная в основном в раннем триасе, но сейсмические данные по осадочному чехлу показывают, что движения по этим сдвигам неоднократно происходили и позднее (вплоть до палеогена). Данная система сдвигов сформирована преимущественно одновременно с образованием в Западной Сибири субмеридиональных рифтов, заполняемых вулканогенными толщами, т. е. в обстановке субширотного растяжения региона; эта синхронность позволяет предполагать и сингенетичность образования этих структур.

Отметим, что на неорогенической стадии развития Урала вертикальные движения все же продолжались, что было, например, показано в (Пучков, Данукалова, 2004; см. также: Пучков, 2010, с. 152, 243). Эти авторы построили схему изолиний современных высот над уровнем моря верхнемеловых–среднеэоценовых морских осадков в комбинации с фишн-трековыми датировками и (U-Th)/He отношениями по апатиту в тех высоких местах, где эти морские отложения отсутствуют. В результате установлена деформация поверхности мел-палеогенового пенеплена и показано, что в осевой зоне западного склона Южного Урала глубина денудации составила в послезоценовое время 1.5–2.0 км.

О причинах этих дифференциальных вертикальных движений разных районов (мегаблоков) Урала, вызвавших его субширотную зональность, можно судить пока сугубо гипотетически. По всей видимости, суммарная картина их распространения исключает плюм из возможных причин. Как

показали еще работы А.В. Пейве и других выдающихся тектонистов прошлого, первопричиной вертикальных движений земной коры чаще всего являются горизонтальные. Новейшие горизонтальные движения на Урале и в прилегающих регионах изучались М.Л. Коппом с коллегами (Копп, 2005; Вержбицкий, Копп, 2005; и др.), а также Л.А. Сим (1996), В.Г. Трифоновым (1999; и др.). Главный вывод этих исследований заключается в том, что новейшая деформация Урала происходила при почти поперечном к нему субширотном укорочении, а план распределения новейших напряжений Урала согласуется с представлениями о происхождении последнего в результате коллизии Восточно-Европейского кратона с фронтальными блоками зон динамического влияния Аравийского и Индийского инденторов. Но можно ли распространить эти выводы, полученные для новейшего этапа, и на триасово-раннеюрское время? Скорее всего, нельзя.

Отмечаемые субширотные структуры Урала, вероятно, обусловлены сжатием в направлении С–Ю. Формирование триасовых грабенов Урала вызвано субширотным растяжением. В принципе региональное сжатие в направлении С–Ю и растяжение З–В реализуются в едином глобальном поле напряжений. Таким образом, пока можно лишь предполагать, что этап триасового субширотного растяжения сопровождался и достаточно мощным импульсом сжатия в направлении С–Ю. По всей видимости, в это же время происходило и вращение крупных блоков земной коры Урала вокруг горизонтальных осей субмеридионального простирания, как это было установлено, например, для Джабыкского гранитного массива Южного Урала, Платиноносного пояса Среднего и Северного Урала и др. (Иванов, 1998; и др.). Но, поскольку, как было показано выше, в конце триас-раннеюрского этапа преобладало уже сжатие в направлении З–В (Тужикова, 1971, 1973; Расулов, 1982; Rasulov et al., 1997; и др.), это дает основания уточнить наиболее вероятное время формирования субширотной зональности Урала как средне- и позднеэоценовое.

Определение времени формирования субширотной зональности Урала как средний–поздний триас свидетельствует о том, что с образованием любых домезозойских полезных ископаемых региона эта зональность не имеет никакой генетической связи. А косвенное соотношение между металлогенией Урала и его широтной зональностью заключается в том, что знание глубины эрозионного среза в том или ином районе Урала все же имеет значение для понимания того, какие месторождения здесь можно искать (и какие – бессмысленно). Для распределения наиболее молодых полезных ископаемых – нефти, газа и россыпных месторождений – субширотная зональность крайне важна.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований получены следующие основные выводы.

1. Суммированы представления о субширотных структурах Урала. Показано, что исследователи определяли их количество, размеры и границы чаще всего по-разному. Причины и время появления в регионе субширотных структур не были ясны.

2. Предложена новая идея, согласно которой наблюдаемая широтная зональность (а точнее, неоднородность) геологического строения Урала вызвана главным образом разным уровнем современного эрозионного среза разных его районов.

3. Показано, что в Западно-Мугоджарской и Ир-гизской вулканогенных зонах Мугоджар на поверхность Земли выведены комплексы, слагающие глубокие уровни Магнитогорского мегасинклинория, что могло произойти только в случае вертикального поднятия примерно на 6–8 км и последующей эрозии палеозойских пород Мугоджар. Это подтверждается также данными по Восточно-Уральской мегазоне и профилем ГСЗ Нижняя Тура–Орск.

4. В западном, палеоконтинентальном, секторе Южного Урала картина иная, чем в восточном. Здесь с самого юга, где велико влияние Прикаспийской впадины, к северу идет постепенный подъем с выводом на уровень современного эрозионного среза все более древних комплексов, сначала осадочных, а на севере Южного Урала – уже и метаморфических. Относительная величина поднятия этих метаморфических комплексов составляет не менее 12–15 км. Таким образом, вертикальные движения, обусловившие наблюдаемую субширотную зональность Урала, на юге региона происходили разнонаправленно в его западном и восточном секторах. Это должно было приводить к срывам с небольшим вращением по плоскости Главного Уральского глубинного разлома.

5. Анализ данных по послепалеозойской геологической истории Урала показывает, что эти дифференциальные поднятия крупных блоков земной коры, сформировавшие субширотную зональность Урала, произошли, вероятнее всего, в средне- и поздне-триасовое время и были обусловлены сжатием в направлении С–Ю.

6. Определение времени формирования субширотной зональности Урала как средний–поздний триас свидетельствует, что субширотная зональность не имеет никакой генетической связи с образованием любых домезозойских полезных ископаемых региона. Но знание глубины эрозионного имеет значение для понимания того, какие месторождения здесь можно искать. Для распределения наиболее молодых полезных ископаемых (нефти, газа и россыпных месторождений), субширотная зональность чрезвычайно важна.

Благодарности

Автор благодарит коллег из лаборатории региональной геологии и геотектоники ИГГ УрО РАН (г. Екатеринбург) за совместные полевые работы на Урале и в Мугоджарах на протяжении более 40 лет, а также члена-корреспондента В.Н. Пучкова и к.г.-м.н. Л.В. Леонову за обсуждение отдельных положений этой статьи. Автор весьма признателен к.т.н. Н.П. Кострову за помощь при работе с геофизическими данными. Большое спасибо неизвестному рецензенту, а также знатоку геологии и тектоники Урала и Казахстана к.г.-м.н. А.В. Рязанцеву (ГИН РАН) за многочисленные замечания, позволившие улучшить качество этой статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алейников А.Л., Беллавин О.В., Халевин Н.И. (1978) Система линейментов и особенности развития полезных ископаемых в Уральском регионе. *Упругие волны промышленных взрывов и исследование земной коры Урала*. Свердловск: УНЦ АН СССР, 30–36.
- Ананьева Е.М., Золотов К.К., Лутков Р.И. и др. (1996) Рудные месторождения и физические поля Урала. Екатеринбург: УрО РАН, 295 с.
- Архангельский Н.И., Вялухин Г.И., Умова Л.А., Шатров В.П. (1968) Тектоника мезозоя восточного склона Южного Урала. М.: Наука, 166 с.
- Бабенко В.В., Ослоповских В.Н., Семендяев В.К. (2010) Типы колчеданных руд северной части Магнитогорского прогиба и их тектоническая позиция. *Литосфера*, (2), 112–121.
- Бакиров А.Г. (1963) Связь рудных образований Урала с его широтными структурами. *Докл. АН СССР*, **149**(5), 1145–1146.
- Баклаев Я.П. (1972) Главнейшие закономерности размещения железо-рудных контактово-метасоматических месторождений на Урале. *Геол. руд. месторожд.*, (4), 3–16.
- Баклаев Я.П. (1973) Структурные и литологические факторы, определяющие локализацию контактово-метасоматических месторождений железа и меди на Урале. Автореф. дисс. ... докт. геол.-мин. наук (04.00.14). М.: ИМГРЭ АН СССР, 42 с.
- Бачманов Д.М., Говорова Н.Н., Скобелев С.Ф., Трифонов В.Г. (2001) Неотектоника Урала (проблемы и решения). *Геотектоника*, (5), 61–75.
- Берлянд Н.Г. (1982) Районирование Урала по типу глубинного строения земной коры. *Сов. геология*, (11), 78–89.
- Берлянт А.М. (1969) Транстиманская дислокация. *Изв. Всерос. геогр. общ-ва*, **101**(2), 152–155.
- Борисевич Д.В. (1992) Неотектоника Урала. *Геотектоника*, (1), 57–67.
- Бородаевская М.Б., Кривцов А.И., Ширай Е.П. (1979) Изменения раннегеосинклинального вулканизма по латерали в связи с проблемой колчеданосности. *Латеральные ряды магматических формаций*. Свердловск: УНЦ АН СССР, 22–44.
- Бороздина Г.Н., Иванов К.С., Богоявленская В.М. (2010) Стратиграфия вулканогенных и вулканогенно-осадочных отложений Салатимской и Тагильской зон Урала. Екатеринбург: УрО РАН, 152 с.
- Вахрушев Г.В. (1959) О широтных и субширотных зонах

- дислокаций Южного Урала и Предуралья. *Вопросы геологии восточной окраины Русской платформы и Южного Урала*. Уфа: Изд-во БФАН СССР, (2), 37-54.
- Вержбицкий В.Е., Копп М.Л. (2005) Новейшее поле деформаций Южного Зауралья. *Докл. РАН*, **405**(2), 224-228.
- Виноградов А.М., Ярош А.Я. (1971) Широтная тектоническая зональность и ее связь с металлогенией (на примере Южного Урала). *Вопросы разведочной геофизики*. Свердловск: Свердл. кн. изд-во, 3-8. (Тр. Свердл. горн. ин-та, вып. 75).
- Геологическая карта Казахской ССР. (1981) Масштаб 1:500 000. Сер. Тургайско-Мугоджарская. (Гл. ред. С.Е. Чакабаев). Объясн. зап. Алма-Ата: Мин-во геол. Казахской ССР, 228 с.
- Геология и полезные ископаемые России. (2011). В 6 т. Т. 1. Запад России и Урал. Кн. 2. Урал. СПб.: ВСЕГЕИ, 584 с.
- Глубинное строение и геодинамика Южного Урала (проект УРАЛСЕЙС). (2001) (Гл. ред. А.Ф. Морозов). Тверь: Герс, 286 с.
- Горский И.И. (1958) Уральско-Новоземельская складчатая область. *Геологическое строение СССР. Т. 3. Тектоника*. М.: Госгеолиздат, 79-89.
- Добрецов Н.Л. (1997) Пермотриасовый магматизм и осадконакопление в Евразии как отражение мантийного суперплюма. *Докл. РАН*, **354**(4), 497-500.
- Дружинин В.С., Кашубин С.Н., Вальчак В.И., Кашубина Т.В., Рыбалка А.В. (1986) Глубинное строение Урала по меридиональному профилю ГСЗ Нижняя Тура–Орск. *Сов. геология*, (1), 74-85.
- Дружинин В.С., Осипов В.Ю. (2016) Субширотные дислокации земной коры Уральского региона – звенья системы линеаментов Евразийского континента. *Урал. геофиз. вестник*, **28**(2), 33-47.
- Душин В.А. (2017) Магматизм и металлогения поперечных структур Уральского севера. *Изв. УГГУ*, **47**(3), 7-16.
- Душин В.А. (2024) Некоторые особенности геологии и рудоносности поперечных структур Уральского севера в мезокайнозой. *Геология и минеральные ресурсы Европейского Северо-Востока России*. Мат-лы XVIII Геол. съезда Республики Коми. Сыктывкар, 30-32.
- Золов К.К. (2008) Корифей уральской геологии (к 100-летию со дня рождения Ивана Денисовича Соболева). *Литосфера*, (5), 125-126.
- Зубков А.В., Липин Я.И. (1997) Напряженное состояние верхней части земной коры Урала. *Докл. РАН*, **356**(6), 792-793.
- Иванов К.С. (1998а) Основные черты геологической истории (1.6–0.2 млрд. лет) и строения Урала. Екатеринбург: УрО РАН, 252 с. http://www.igg.uran.ru/sites/default/files/Publications/ivanovks_1998.pdf
- Иванов К.С. (1998б) Современная структура Урала – результат послепалеозойского растяжения земной коры. *Геология и геофизика*, **39**(2), 204-210.
- Иванов К.С., Вахрушева Н.В., Ширяев П.Б., Дриль С.И., Степанов А.Е. (2024) О природе Хараматолоуской структуры и соотношении Войкаро-Сыньинского и Рай-Изского ультрамафитовых массивов Полярного Урала. *Геодинамика и тектонофизика*, **15**(3), 758-787.
- Иванов К.С., Иванов С.Н. (1991) О соотношении главных вулканогенных мегазон Урала – Тагильской и Магнитогорской. *Докл. АН*, **318**(3), 937-940.
- Иванов К.С., Иванов С.Н., Пучков В.Н. (1983) Природа и возраст вулканогенных толщ Мугоджар. *Докл. АН*, **270**(2), 391-393.
- Иванов К.С., Панов В.Ф., Лиханов И.И., Козлов П.С., Пономарев В.С., Хиллер В.В. (2016а) Докембрий Урала. *Горн. ведомости*, **148**(9), 4-21.
- Иванов К.С., Пономарев В.С., Пучков В.Н., Ханин Д.А. (2025) Изотопное U-Pb Shrimp-датирование экологитов Мугоджар (Казахстан). *Докл. АН. Науки о Земле*, **520**(1), 16-31.
- Иванов К.С., Пучков В.Н. (2020) О стратиграфии и тектонике Зилаирского синклиория Урала. *Изв. УГГУ*, **4**(60), 67-72.
- Иванов К.С., Пучков В.Н. (2022а) Поперечная (субширотная) зональность Южного Урала: причины и время возникновения. *Докл. РАН. Науки о Земле*, **504**(2), 134-139.
- Иванов К.С., Пучков В.Н. (2022б) Структурно-формационные зоны Уральского складчатого пояса: обзор данных и развитие новых идей. *Геотектоника*, (6), 78-113. <https://doi.org/10.31857/S0016853X22060030>
- Иванов К.С., Федоров Ю.Н., Ерохин Ю.В., Пономарев В.С. (2016б) Геологическое строение фундамента Приуральской части Западно-Сибирского нефтегазосносного мегабассейна. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 302 с.
- Иванов К.С., Федоров Ю.Н., Кормильцев В.В. (2005) Система сдвигов в фундаменте Западно-Сибирского мегабассейна. *Докл. АН*, **405**(3), 371-375.
- Иванов С.Н., Иванов К.С. (2018) Реологическая модель строения Земной коры (модель 3-го поколения). *Литосфера*, **18**(4), 500-519.
- Иванов С.Н., Пучков В.Н., Иванов К.С. и др. (1986) Формирование земной коры Урала. М.: Наука, 248 с.
- Иванов С.Н., Семенов И.В., Червяковский Г.Ф. (1984) Рифтогенез в предконтинентальной стадии развития Урала. *Докл. АН*, **274**(2), 387-390.
- Каретин Ю.С. (2000) Геология и вулканические формации района Уральской сверхглубокой скважины СГ-4. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 276 с.
- Каретин Ю.С. (1965) О роли юрских сдвиговых дислокаций в строении Тагильского синклиория на Урале. *Докл. АН СССР*, **161**(1), 179-182.
- Кондаин А.Г., Кондаин О.А. (1971) О поперечных структурных элементах на Урале, их происхождении и роли в размещении полезных ископаемых. *Геология и полезные ископаемые Северо-Востока Европейской части СССР и Севера Урала*. VII геол. конф. Коми АССР. Сыктывкар, **1**, 289-293.
- Копп М.Л. (2005) Новейшая деформация Южного Урала и Мугоджар и ее вероятное происхождение. *Геотектоника*, (5), 36-61.
- Кориневский В.Г. (1969) Нижнедевонская толща Западных Мугоджар и ее аналоги на Южном Урале. *К проблеме связи Урала и Тянь-Шаня*. Алма-Ата: Наука. КазССР, 114-119.
- Левин Ф.Д., Фомин В.И. (2001) Происхождение современных Уральских гор (на примере Среднего и Южного Урала). *Отеч. геология*, (3), 31-40.
- Лидер В.А. (1964) Геология Северо-Сосьвинского бурого угольного бассейна. *Материалы по геологии и полез-*

- ным ископаемым Урала. М.: Недра, 145 с.
- Лидер В.А. (1976) Четвертичные отложения Урала. М.: Недра, 144 с.
- Малахов А.А., Желобов П.П. (1962) О глубинной геологии Среднего Урала. *Докл. АН*, (1), 179-182.
- Мамаев И.Н. (1981) Поперечные структуры Южного Урала и их рудоносность. *Сов. геология*, (10), 73-80.
- Маслов В.А., Артюшкова О.В. (2010) Стратиграфия и корреляция девонских отложений Магнитогорской мегазоны Южного Урала. Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 288 с.
- Мельников А.С., Ерошевская Р.И. (1971) Среднепалеозойский вулканизм и тектогенез Тагильской зоны погружения на Урале. *Вопросы тектоники Урала*. Свердловск, 46-67. (Тр. Ин-та геологии и геохимии, вып. 92).
- Минкин Л.М. (1963) О роли древних (дорифейских) структур в строении Уральского складчатого пояса. *Тр. Свердловского горного ин-та*, вып. 43, 27-32.
- Мушкетов И.В. (1877) Материалы для изучения геогностического строения и рудных богатств Златоустовского горного округа в Южном Урале. *Горн. журнал*. СПб., III-IV, 231 с. (с 3 геол. картами и приложением очерка Качкарских золотоносных жил).
- Нарвайт Г.Э. (1969) О широтных структурах Западных Мугоджар. *К проблеме связи Урала и Тянь-Шаня*. Алма-Ата: Наука. КазССР, 140-144.
- Огарин И.С. (1968) Секущие Урал структуры и их роль в развитии Уральского геосинклинали. *Глубинное строение Урала*. М.: Наука, 117-121.
- Олли А.И. (1966) К вопросу о широтной тектонической поясности Урала. *Сов. геология*, (7), 36-44.
- Папулов Г.Н. (1974) Меловые отложения Урала (стратиграфия, палеогеография, палеотектоника). М.: Наука, 202 с.
- Петров Г.А. (2007) Условия формирования комплексов зоны Главного Уральского разлома на Северном Урале. Екатеринбург: УГГУ, 181 с.
- Петров Г.А., Ильясова Г.А., Тристан Н.И., Останин С.Ю., Михалева Е.Н., Маегов В.И., Жиганов А.В., Кошевой Ю.Н., Герасименко Б.Н., Зенков И.И., Глазырина Н.С., Петрова Т.А. (2006) Государственная геологическая карта Российской Федерации м-ба 1:200 000. Лист Р-40-XXXVI (Североуральск). Объясн. записка.
- Пронин А.А. (1971) Основные черты истории тектонического развития Урала. Каледонский цикл. М.; Л.: Наука, 216 с.
- Пучков В.Н. (2000) Палеогеодинамика Южного и Среднего Урала. Уфа: Даурия, 146 с.
- Пучков В.Н. (2010) Геология Урала и Приуралья (актуальные вопросы стратиграфии, тектоники, геодинамики и металлогении). Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 280 с.
- Пучков В.Н. (2018) Плюмы – новое слово в геологии Урала. *Литосфера*, 18(4), 483-499.
- Пучков В.Н., Данукалова Г.А. (2004) Новые данные о характере тектонических деформаций мел-палеогенового пенепплена, Южный Урал. *Геол. сб. ИГ УНЦ РАН*, (4). Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 183-184.
- Пучков В.Н., Иванов К.С. (1987) Новые данные по тектонике Урала. *Геотектоника*, (2), 24-35.
- Пучков В.Н., Иванов К.С. (2020) Тектоника Севера Урала и фундамента Западной Сибири: общая история развития. *Геотектоника*, (1), 1-21.
- Расулов А.Т. (1982) Тектоника раннемезозойских впадин восточного склона Урала. Свердловск: ИГГ УНЦ АН, 43 с.
- Рождественский А.П. (1974) Послегерцинская история тектонического развития Южного Урала. *Тектоника и магматизм Южного Урала*. М.: Наука, 84-90.
- Рождественский А.П., Зиняхина И.К. (1998) Развитие рельефа Южного Урала в мезозое и кайнозое. Уфа: УНЦ РАН, 254 с.
- Романов В.А. (1985) Тектоника Магнитогорского мега-синклинария. Уфа: БФАН СССР, 112 с.
- Рыльков С.А., Рыбалка А.В., Иванов К.С. (2013) Глубинное строение и металлогения Урала: сопоставление глубинной структуры Южного, Среднего и Полярного Урала. *Литосфера*, (1), 3-16.
- Рязанцев А.В. (2020) Раннепалеозойский возраст протолитов гнейсов и гранитогнейсов на востоке Южного Урала: результаты U-Th-Pb (SIMS) геохронологических исследований. *Докл. АН. Науки о Земле*, 494(2), 3-8.
- Рязанцев А.В., Голионко Б.Г., Котов А.Б., Скобленко А.В., Стифеева М.В., Плоткина Ю.В., Сальников Е.Б., Корешкова М.Ю., Мачев Ф. (2022) Возраст и термальная история эколлитов тулепсайского комплекса Восточных Мугоджар (Западный Казахстан). *Докл. АН. Науки о Земле*, 506(1), 5-13.
- Рязанцев А.В., Дубинина С.В., Кузнецов Н.Б., Белова А.А. (2008) Ордовикские структурно-формационные комплексы в аллохтонах Южного Урала. *Геотектоника*, (5), 40-78.
- Салихов Д.Н., Холоднов В.В., Пучков В.Н., Рахимов И.Р. (2019) Магнитогорская зона Южного Урала в позднем палеозое: магматизм, флюидный режим, металлогения, геодинамика. М.: Наука, 392 с.
- Сенченко Г.С. (1972) Магнитогорская широтная зона на Южном Урале. *Тектонические структуры Южного Урала и история их формирования*. Уфа: ИГ БФАН СССР, 78-84.
- Серавкин И.Б., Знаменский С.Е., Косарев А.М. (2001) Разрывная тектоника и рудоносность Башкирского Зауралья. Уфа: Полиграфкомбинат, 318 с.
- Серавкин И.Б., Косарев А.М., Родичева З.И. (2018) Продольная зональность колчеданосных палеовулканических поясов Магнитогорской мегазоны Южного Урала. *Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий*. Уфа: Ин-т геол. УНЦ РАН, 51-57.
- Сигов А.П. (1969) Мезозойская и кайнозойская металлогения Урала. М.: Недра, 296 с.
- Сим Л.А. (1996) Неотектонические напряжения Восточно-Европейской платформы и структур обрамления. Дисс. ... докт. геол.-мин. наук. М., 43 с.
- Смирнов В.Н., Иванов К.С. (2019) Структурные связи Урала и Западной Сибири: единый этап формирования на границе перми и триаса. *Докл. РАН*, 488(3), 294-297.
- Сначев А.В., Пучков В.Н., Савельев Д.Е., Сначев В.И. (2006) Геология Арамилско-Сухтелинской зоны Урала. Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 176 с.
- Сопко П.Ф. (1969) Тектонические условия формирования и размещения магматических образований в Башкирской части Магнитогорского мега-синклина-

- рия. *Изв. вузов. Геология и разведка*, (4), 3-10.
- Стратиграфические схемы Урала (докембрий, палеозой). (1993) Екатеринбург: Межвед. стратигр. комитет России, 151 схема.
- Стратиграфические схемы Урала (мезозой, кайнозой). (1997). Екатеринбург: Межвед. стратигр. комитет России, 27 схем.
- Строение и динамика литосферы Восточной Европы. Результаты исследования по программе EUROPROBE (РОСНЕДРА, РАН). (2006) (Отв. ред. Н.И. Павленкова). М.: Геокарт, ГЕОС, вып. 2, 735 с.
- Тевелев Ал.В., Кошелева И.А., Попов В.С., Кузнецов И.Е., Осипова Т.А., Правикова Н.В., Густова А.С. (2006) (Ред. А.М. Никишин). Палеозойды зоны сочленения Восточного Урала и Зауралья. *Тр. Лаборатории геологии складчатых поясов*, вып. 4. М.: МГУ, 300.
- Тевелев Арк.В. (2003) Альпийская тектоника Южного Урала. *Тектоника и геодинамика континентальной литосферы*. Мат-лы XXXVI тектон. совещ. М.: ГЕОС, II, 230-234.
- Тектоника Урала. (1977) (Ред. А.В. Пейве, С.Н. Иванов, В.М. Нечухин, А.С. Перфильев, В.Н. Пучков). М.: Наука, 119 с.
- Трифонов В.Г. (1999) Неотектоника Евразии. М.: Науч. мир, 252 с.
- Трифонов В.П. (1960) Новейшая тектоника восточного склона Урала и Зауралья. *Геоморфология и новейшая тектоника Волго-Уральской области и Южного Урала*. Уфа: Горно-геол. ин-т БФАН СССР, 293-300.
- Тужикова В.И. (1973) История нижнемезозойского угленакпления на Урале. М.: Наука, 251 с.
- Тужикова В.И. (1971) Раннемезозойские фазы тектогенеза на Урале. Свердловск: ИГГ УНЦ АН СССР, 105-121.
- Халевин Н.И. (1960) Строение Урала в свете геофизических данных. *Сов. геология*, (12), 22-31.
- Червяковский Г.Ф., Таврин И.Ф., Ярош А.Я., Ананьева Е.М., Дорофеев Б.Ф., Радионов П.Ф. (1966) Широкие и субширотные структуры Урала. *Сов. геология*, (11), 34-43.
- Шальных В.С. (1971) Поперечные структуры Приполярного Урала. *Вопросы тектоники Урала*, вып. 92. Свердловск: ИГГ УНЦ АН СССР, 80-86.
- Яхимович В.Л. (1957) О структуре Предуральской депрессии в связи с изучением мезо-кайнозойских отложений. *Вопросы геоморфологии и геологии Башкирии*, (1). Уфа: БФАН СССР, 55-64.
- Glasmacher U.A., Wagner G.A., Puchkov V.N. (2002) Thermotectonic evolution of the western fold-and-thrust belt, southern Urals, Russia, as revealed by apatite fission-track data. *Tectonophysics*, **354**, 25-48.
- Rasulov A., Bankwitz P., Bankwitz E. (1997) Triassische Grabenbildung und altkimmerische Deformation am Ostrand der Osteuropaischen Tafel. *ZGV. Berlin. Band 25, Heft 1/2*, 203-228.
- Seward D., Brown D., Hetzel R. et al. (2002) (Eds D. Brown, C. Juhlin, V. Puchkov) The Syn- and Post-Orogenic Low Temperature Events in the Southern and Middle Urals: Evidence from Fission-Track Analysis. *Mountain Building in the Uralides: Pangea to the Present*, AGU Geophysical Monograph Series, **132**, 257-272.
- Seward D., Pérez-Estaún A., Puchkov V. (1997) Preliminary fission-track results from the southern Urals – Sterlitamak to Magnitogorsk. *Tectonophysics*, **276**(1-4) (Europrobe vol.), 281-290.

REFERENCES

- Aleinikov A.L., Bellavin O.V., Khalevin N.I. (1978) The system of lineaments and features of mineral development in the Ural region. *Elastic waves of industrial explosion and the study of the Ural earth's crust*. Sverdlovsk, UNTs AN SSSR Publ., 30-36. (In Russ.)
- Anan'eva E.M., Zoloev K.K., Lutkov R.I. et al. (1996) Ore deposits and physical fields of the Urals. Ekaterinburg, UrO RAN Publ., 295 p. (In Russ.)
- Arkhangelskii N.I., Vyalukhin G.I., Umova L.A., Shatrov V.P. (1968) Mesozoic tectonics of the eastern slope of the Southern Urals. Moscow, Nauka Publ., 166 p. (In Russ.)
- Babenko V.V., Oslopovskikh V.N., Semendyaev V.K. (2010) Structural-matter pyrite ore types of the Northern part of Magnitogorsky trough and their tectonic positions. *Lithosphere (Russia)*, (2), 112-121. (In Russ.)
- Bachmanov D.M., Govorova N.N., Skobelev S.F., Trifonov V.G. (2001) Neotectonics of the Urals (problems and solutions). *Geotektonika*, (5), 61-75. (In Russ.)
- Bakirov A.G. (1963) The connection between ore beds and latitudinal structures in the Urals. *Dokl. AN SSSR*, **149**(5), 1145-1146. (In Russ.)
- Baklaev Ya.P. (1972) Main distribution regularities of iron contact-metasomatic deposits in the Urals. *Geol. Rud. Mestorozhd.*, (4), 3-16. (In Russ.)
- Baklaev Ya.P. (1973) Structural and lithological factors determining the localization of contact-metasomatic deposits of iron and copper in the Urals. Author's abstr. diss. ... dr. geol.-min. sciences (04.00.14). Moscow, IMGRE AN SSSR Publ., 42 p. (In Russ.)
- Berlyand N.G. (1982) The zoning of the Urals according to the type of the earth crust structure. *Sov. Geologiya*, (11), 78-89. (In Russ.)
- Berlyant A.M. (1969) Trans-Timan dislocation. *Izv. Vserossiiskogo Geograficheskogo Obshchestva*, **101**(2), 152-155. (In Russ.)
- Borisevich D.V. (1992) Neotectonics of the Urals. *Geotektonika*, (1), 57-67. (In Russ.)
- Borodaevskaya M.B., Krivtsov A.I., Shirai E.P. (1979) Lateral changes in early geosynclinal volcanism in connection with the problem of pyrite content. *Lateral series of magmatic formations*. Sverdlovsk, UNTs AN SSSR Publ., 22-44. (In Russ.)
- Borozdina G.N., Ivanov K.S., Bogoyavlenskaya V.M. (2010) Stratigraphy of volcanogenic and volcanogenic-sedimentary deposits of the Salatim and Tagil zones of the Urals. Ekaterinburg, UrO RAN Publ., 152 p. (In Russ.)
- Chervyakovskii G.F., Tavrín I.F., Yarosh A.Ya., Anan'eva E.M., Dorofeev B.F., Radionov P.F. (1966) Latitudinal and sublatitudinal structures of the Urals. *Sov. Geologiya*, (11), 34-43. (In Russ.)
- Deep structure and geodynamics of the Southern Urals (URALSEIS project). (2001) (Ed. A.F. Morozov). Tver', Gers, 286 p. (In Russ.)
- Dobretsov N.L. (1997) Permian-Triassic magmatism and sedimentation in Eurasia as a reflection of a mantle superplume. *Dokl. RAN*, **354**(4), 497-500. (In Russ.)

- Druzhinin V.S., Kashubin S.N., Val'chak V.I., Kashubina T.V., Rybalka A.V. (1986) Deep structure of the Urals along the meridional profile of the Nizhnyaya Tura–Orsk deep geological survey. *Sov. Geologiya*, (1), 74-85. (In Russ.)
- Druzhinin V.S., Osipov V.Yu. (2016) Sublatitudinal dislocations of the earth's crust in the Ural region – links in the lineament system of the Eurasian continent. *Ural'skii Geofizicheskii Vestnik*, **28**(2), 33-47. (In Russ.)
- Dushin V.A. (2017) Magmatism and metallogeny of transverse structures of the Ural North. *Izv. USMU*, **3**(47), 7-16. (In Russ.)
- Dushin V.A. (2024) Some features of the geology and ore-bearing of transverse structures of the Ural North in the Mesozoic-Cenozoic. *Geology and mineral resources of the European North-East of Russia*. Proc. of the XVIII Geological Congress of the Komi Republic. Syktyvkar, 30-32. (In Russ.)
- Geological map of the Kazakh SSR. (1981) Scale 1:500 000. Turgay-Mugodzhary series. (Ed. S.E. Chakabaev). Explan. note. Alma-Ata, Ministry of Geology of the Kazakh SSR Publ., 228 p. (In Russ.)
- Geology and useful minerals of Russia. (2011) In 6 v. V. 1. West of Russia and the Urals. B. 2. Urals. St.Petersburg, VSEGEI Publ., 584 p. (In Russ.)
- Glasmacher U.A., Wagner G.A., Puchkov V.N. (2002) Thermotectonic evolution of the western fold-and-thrust belt, southern Urals, Russia, as revealed by apatite fission-track data. *Tectonophysics*, **354**, 25-48.
- Gorskii I.I. (1958) Ural-Novaya Zemlya folded region. *Geological structure of the USSR. V. 3. Tectonics*. Moscow, Gosgeolizdat Publ., 79-89. (In Russ.)
- Ivanov K.S. (1998a) Main features of geological history (1.6–0.2 billion years) and structure of the Urals. Ekaterinburg, UrO RAN Publ., 252 p. (In Russ.) http://www.igg.uran.ru/sites/default/files/Publications/ivanovks_1998.pdf
- Ivanov K.S. (1998b) The modern structure of the Urals is the result of post-Paleozoic stretching of the earth's crust. *Geol. Geofiz.*, **39**(2), 204-210. (In Russ.)
- Ivanov K.S., Vakhrusheva N.V., Shiryaev P.B., Dril' S.A., Stepanov A.E. (2024) On the nature of Kharamatolous structure and relationship of the Voikar-Sinynski and Rai-Iz ultramafic complexes of the Polar Urals. *Geodynamics & Tectonophysics*, **15**(3), 758-787. (In Russ.)
- Ivanov K.S., Ivanov S.N. (1991) On the relationship between the main volcanogenic megazones of the Urals – Tagil and Magnitogorsk. *Dokl. Akad. Nauk*, **318**(3), 937-940. (In Russ.)
- Ivanov K.S., Ivanov S.N., Puchkov V.N. (1983) Nature and age of Mugodzhary volcanogenic strata. *Dokl. Akad. Nauk*, **270**(2), 391-393. (In Russ.)
- Ivanov K.S., Panov V.F., Likhhanov I.I., Kozlov P.S., Ponomarev V.S., Khiller V.V. (2016a) Precambrian of the Urals. *Gornye Vedomosti*, **148**(9), 4-21. (In Russ.)
- Ivanov K.S., Ponomarev V.S., Puchkov V.N., Khanin D.A. (2024) Isotope U–Pb SHRIMP Dating of Eclogites from the Mugodzhary Range (Kazakhstan). *Dokl. Earth Sci.*, **519**(2), 2027-2036. (In Russ.)
- Ivanov K.S., Puchkov V.N. (2020) On the stratigraphy and tectonics of the Zilair synclinorium of the Urals. *Izv. UGGU*, **4**(60), 67-72. (In Russ.)
- Ivanov K.S., Puchkov V.N. (2022a) Transverse (sublatitudinal) zonality of the Southern Urals: causes and time of occurrence. *Dokl. Earth Sci.*, **504**(2), 344-348 (translated from *Dokl. AN. Nauki o Zemle*, **504**(2), 134-139).
- Ivanov K.S., Puchkov V.N. (2022b) Structural-formational zones of the Ural folded belt: data review and development of new ideas. *Geotektonika*, (6), 78-113. (In Russ.). <https://doi.org/10.31857/S0016853X22060030>
- Ivanov K.S., Fedorov Yu.N., Erokhin Yu.V., Ponomarev V.S. (2016b) Geological structure of the basement of the Ural part of the West Siberian oil and gas megabasin. Ekaterinburg, IGG UrO RAN Publ., 302 p. (In Russ.)
- Ivanov K.S., Fedorov Yu.N., Kormil'tsev V.V. (2005) Strike-Slip Fault System in the Basement of the west Siberian Megabasin. *Dokl. Earth. Sci.*, **405A**, (9), 1270-1274 (translated from *Dokl. Earth Sci.*, **405**(3), 371-375).
- Ivanov S.N., Ivanov K.S. (2018) Rheological model of the Earth's crust structure (3rd generation model). *Lithosphere (Russia)*, **18**(4), 500-519. (In Russ.)
- Ivanov S.N., Puchkov V.N., Ivanov K.S. et al. (1986) Formation of the earth's crust of the Urals. Moscow, Nauka Publ., 248 p. (In Russ.)
- Ivanov S.N., Semenov I.V., Chervyakovsky G.F. (1984) Riptogenesis in the precontinental stage of Ural development. *Dokl. AN*, **274**(2), 387-390. (In Russ.)
- Karetin Yu.S. (1965) On the role of Jurassic stike-slip dislocations in the structure of the Tagil synclinorium of the Urals. *Dokl. AN SSSR*, **161**(1), 179-182. (In Russ.)
- Karetin Yu.S. (2000) Geology and volcanic formations of the area of the Ural superdeep borehole SG-4. Ekaterinburg, IGG UrO RAN Publ., 276 p. (In Russ.)
- Khalevin N.I. (1960) The structure of the Urals in the light of geophysical. *Sov. Geologiya*, (12), 22-31. (In Russ.)
- Kondiain A.G., Kondiain O.A. (1971) On transverse structural elements in the Urals, their origin and role in the distribution of minerals. *Geology and mineral resources of the North-East of the European part of the USSR and the North of the Urals*. VII Geol. Conf. Komi ASSR. Syktyvkar, **1**, 289-293. (In Russ.)
- Kopp M.L. (2005) Recent Deformation of the Southern Urals and the Mugodzhary Mountains and its Possible Origin. *Geotektonika*, (5), 36-61. (In Russ.)
- Korinevskii V.G. (1969) Lower Devonian strata of Western Mugodzhary and its analogues in the Southern Urals. *On the problem of the connection between the Urals and Tien-Shan*. Alma-Ata, Nauka Publ., KazSSR, 114-119. (In Russ.)
- Lider V.A. (1964) Geology of the North-Sosvinsky brown coal basin. *Materials on the geology and mineral resources of the Urals*. Moscow, Nedra Publ., 145 p. (In Russ.)
- Lider V.A. (1976) Quaternary deposits of the Urals. Moscow, Nedra Publ., 144 p. (In Russ.)
- Levin F.D., Fomin V.I. (2001) Origin of the modern Ural Mountains (using the Middle and Southern Urals as an example). *Otech. Geologiya*, (3), 31-40. (In Russ.)
- Malakhov A.A., Zhelobov P.P. (1962) Contribution to the plutonic geology of the Middle Urals. *Dokl. Akad. Nauk*, (1), 179-182. (In Russ.)
- Mamaev I.N. (1981) Transversal structures of the Southern Urals and their mineralization. *Sov. Geologiya*, (10), 73-80. (In Russ.)
- Maslov V.A., Artyushkova O.V. (2010) Stratification and correlation of Devonian deposits of the Magnitogorsk megazone of the Southern Urals. Ufa, DizainPoligraf-Servis Publ., 288 p. (In Russ.)

- Mel'nikov A.S., Eroshevskaya R.I. (1971) Middle Paleozoic volcanism and tectogenesis of the Tagil subsidence zone in the Urals. *Issues of Ural tectonics*. Sverdlovsk, 46-67. (Tr. IGG UrO RAN, vyp. 92). (In Russ.)
- Minkin L.M. (1963) On the role of ancient (pre-Riphean) structures in the structure of the Ural folded belt. Tr. Sverdlovskogo Gornogo In-ta, vyp. 43, 27-32. (In Russ.)
- Mushketov I.V. (1877) Materials for the study of the geognostic structure and ore wealth of the Zlatoust mining district in the Southern Urals. *Gornyi Zhurnal*, III-IV. St.Petersburg, 231 (with 3 geological maps, and with an appendix of an essay on the Kachkar gold-bearing veins). (In Russ.)
- Narvait G.E. (1969) On the latitudinal structures of Western Mugodzhary. *On the problem of the connection between the Urals and Tien Shan*. Alma-Ata, Nauka Publ. Kaz. SSR, 140-144. (In Russ.)
- Ogarinov I.S. (1968) Structures crossing the Urals and their role in the development of the Ural geosyncline. *Deep structure of the Urals*. Moscow, Nauka Publ., 117-121. (In Russ.)
- Olli A.I. (1966) Latitudinal tectonic zonality of the Urals. *Sov. Geologiya*, (7), 36-44 (In Russ.)
- Papulov G.N. (1974) Cretaceous deposits of the Urals (stratigraphy, paleogeography, paleotectonics). Moscow, Nauka Publ., 202 p. (In Russ.)
- Petrov G.A. (2007) Conditions of formation of complexes of the Main Ural fault zone in the Northern Urals. Ekaterinburg, UGGU Publ., 181 p. (In Russ.)
- Petrov G.A., Il'yasova G.A., Tristan N.I., Ostanin S.Yu., Mikhaleva E.N., Maegov V.I., Zhiganov A.V., Koshevoy Yu.N., Gerasimenko B.N., Zenkov I.I., Glazyrina N.S., Petrova T.A. (2006) State Geological Map of the Russian Federation, scale 1:200 000. Sheet P-40-XXXVI (Severoural'sk). Explan. note. (In Russ.)
- Pronin A.A. (1971) Main features of the history of tectonic development of the Urals. Caledonian cycle. Moscow; Leningrad, Nauka Publ., 216 p. (In Russ.)
- Puchkov V.N. (2000) Paleogeodynamics of the Southern and Middle Urals. Ufa, Dauriya Publ., 146 p. (In Russ.)
- Puchkov V.N. (2010) Geology of the Urals and the Urals (current issues of stratigraphy, tectonics, geodynamics and metallogeny). Ufa, DizainPoligrafServis Publ., 280 p. (In Russ.)
- Puchkov V.N. (2018) Plumes – a new word in Geology of the Urals. *Lithosphere (Russia)*, 18(4), 483-499. (In Russ.)
- Puchkov V.N., Danukalova G.A. (2004) New data on the nature of tectonic deformations of the Cretaceous-Paleogene peneplain, South Urals. *Geol. Sbornik IG UNTs RAN*, (4). Ufa, DizainPoligrafServis Publ., 183-184. (In Russ.)
- Puchkov V.N., Ivanov K.S. (1987) New data on the tectonics of the Urals. *Geotektonika*, (2), 24-35. (In Russ.)
- Puchkov V.N., Ivanov K.S. (2020) Tectonics of the Northern Urals and Western Siberia: General History of Development. *Geotektonika*, (1), 1-21. (In Russ.)
- Rasulov A.T. (1982) Tectonics of the Early Mesozoic Basins of the Eastern Slope of the Urals. Sverdlovsk, IGG UNTs AN Publ., 43 p. (In Russ.)
- Rasulov A., Bankwitz P., Bankwitz E. (1997) Triassische Grabenbildung und altkimmerische Deformation am Ostrand der Osteuropaischen Tafel. *ZGV. Berlin. Band 25, Heft ½*, 203-228.
- Ryl'kov S.A., Rybalka A.V., Ivanov K.S. (2013) Deep structure and metallogeny of the Urals: The comparison of deep structure of Southern, Middle and Polar Urals. *Lithosphere (Russia)*, (1), 3-16. (In Russ.)
- Romanov V.A. (1985) Tectonics of the Magnitogorsk megasynclinatorium. Ufa, BFAN SSSR Publ., 112 p. (In Russ.)
- Rozhdestvenskii A.P. (1974) Post-Hercynian history of tectonic development of the Southern Urals. *Tectonics and magmatism of the the Southern Urals*. Moscow, Nauka Publ., 84-90. (In Russ.)
- Rozhdestvenskii A.P., Zinyakhina I.K. (1998) Development of the relief of the Southern Urals in the Mesozoic and Cenozoic. Ufa, UNTs RAN Publ., 254 p. (In Russ.)
- Ryazantsev A.V. (2020) Early Paleozoic age of the gneiss and granite-gneiss protolites in the east of the Southern Urals: U-Th-Pb (SIMS) results of geochronological studies. *Dokl. Earth Sci.*, 494(2), 757-761 (translated from *Dokl. Akad. Nauk. Nauki o Zemle*, 494(2), 3-8).
- Ryazantsev A.V., Golionko B.G., Kotov A.B., Skoblenco A.V., Stifeeva M.Yu., Plotkina Yu.V., Sal'nikova E.B., Koreshkova M.Yu., Machev F. (2022) Age and thermal of the Eastern Mugodzhary (East Kazakhstan). *Dokl. Earth Sci.*, 506(1), 601-608 (translated from *Dokl. Akad. Nauk. Nauki o Zemle*, 506(1), 5-13).
- Ryazantsev A.V., Dubinina S.V., Kuznetsov N.B., Belova A.A. (2008) Ordovician structural formation complexes in the allochthons of the Southern Urals. *Geotektonika*, (5), 40-78. (In Russ.)
- Salikhov D.N., Kholodnov V.V., Puchkov V.N., Rakhimov I.R. (2019) Magnitogorsk zone of the Southern Urals in the Late Paleozoic: magmatism, fluid regime, metallogeny, geodynamics. Moscow, Nauka Publ., 392 p. (In Russ.)
- Senchenko G.S. (1972) Magnitogorsk latitudinal zone in the Southern Urals. *Tectonic structures of the Southern Urals and the history of their formation*. Ufa, IG BFAN SSSR, 78-84. (In Russ.)
- Seravkin I.B., Kosarev A.M., Rodicheva Z.I. (2018) Longitudinal zonality of pyrite-bearing paleovolcanic belts of the Magnitogorsk megazone of the Southern Urals. *Geology, mineral resources and problems of geoecology of Bashkortostan, the Urals and adjacent territories*. Ufa, IG UNTs RAN Publ., 51-57. (In Russ.)
- Seravkin I.B., Znamenskii S.E., Kosarev A.M. (2001) Rift tectonics and ore bearing of the Bashkir Trans-Urals. Ufa, Poligrafkombinat Publ., 318 p. (In Russ.)
- Seward D., Brown D., Hetzel R. et al. (2002) (Eds D. Brown, C. Juhlin, V. Puchkov) The Syn- and Post-Orogenic Low Temperature Events in the Southern and Middle Urals: Evidence from Fission-Track Analysis. *Mountain Building in the Uralides: Pangea to the Present*, AGU Geophysical Monograph Series, 132, 257-272.
- Seward D., Pérez-Estaún A., Puchkov V. (1997) Preliminary fissiontrack results from the southern Urals – Sterlitamak to Magnitogorsk. *Tectonophysics*, 276(1-4) (Europrobe vol.), 281-290.
- Shalnykh V.S. (1971) Transverse structures of the Subpolar Urals. *Voprosy Tektoniki Urala*, vyp. 92. Sverdlovsk, IGG UNTs AN SSSR Publ., 80-86. (In Russ.)
- Sigov A.P. (1969) Mesozoic and Cenozoic metallogeny of the Urals. Moscow, Nedra Publ., 296 p. (In Russ.)
- Sim L.A. (1996) Neotectonic stresses of the East European platform and framing structures. Diss. ... dr. geol.-min. sci. 04.00.04. Moscow, 43 p. (In Russ.)
- Smirnov V.N., Ivanov K.S. (2019) Structural Connections

- between Urals and West Siberia: The Common Stage on the Boundary of Permian and Triassic Periods. *Dokl. Earth Sci.*, **488**(1), 1051-1054 (translated from *Dokl. Akad. Nauk*, **488**(3), 294-297).
- Snachev A.V., Puchkov V.N., Savelyev D.E., Snachev V.I. (2006) Geology of the Aramil-Sukhtelinsky zone of the Urals. Ufa, DizainPoligrafServis Publ., 176 p. (In Russ.)
- Sopko P.F. (1969) Tectonic conditions of formation and placement of magmatic formations in the Bashkir part of the Magnitogorsk megasynclorium. *Izv. Vuzov. Geologiya i Razvedka*, (4), 3-10. (In Russ.)
- Stratigraphic schemes of the Urals (Precambrian, Paleozoic). (1993) Ekaterinburg, Mezhdved. Stratigr. Komitet Rossii Publ., 151 schemes. (In Russ.)
- Stratigraphic schemes of the Urals (Mesozoic, Cenozoic). (1997) Ekaterinburg, Mezhdved. Stratigr. Komitet Rossii, 27 schemes. (In Russ.)
- Structure and dynamics of the lithosphere of Eastern Europe. Results of the study under the EUROPROBE program. (ROSNEDRA, RAS). (2006) (Ed. N.I. Pavlenkova). Moscow, Geokart; GEOS Publ., vyp. 2, 735 p. (In Russ.)
- Tectonics of the Urals. (1977) (Ed. A.V. Peive, S.N. Ivanov, V.M. Necheukhin, A.S. Perfil'iev, V.N. Puchkov). Moscow, Nauka Publ., 119 p. (In Russ.)
- Tevelev A.I.V., Kosheleva I.A., Popov V.S., Kuznetsov I.E., Osipova T.A., Pravikova N.B., Gustova A.S. (2006) (Ed. A.M. Nikishina) Paleozoic of the conjunction zone of the Eastern Urals and Trans-Urals. *Tr. Laboratorii Geologii Skladchatykh Poyasov*, vyp. 4. Moscow, MGU Publ., 300. (In Russ.)
- Tevelev Ark. V. (2003) Alpine tectonics of the Southern Urals. *Tectonics and geodynamics of the continental lithosphere*. Proc. of the XXXVI Tectonic Conf. Moscow, GEOS Publ., **II**, 230-234. (In Russ.)
- Trifonov V.G. (1999) Neotectonics of Eurasia. Moscow, Nauchnyi Mir Publ., 252 p. (In Russ.)
- Trifonov V.P. (1960) The newest tectonics of the eastern slope of the Urals and Trans-Urals. *Geomorphology and the newest tectonics of the Volga-Ural region and the Southern Urals*. Ufa, GGI BFAN SSSR Publ., 293-300. (In Russ.)
- Tuzhikova V.I. (1971) Early Mesozoic phases of tectogenesis in the Urals. Sverdlovsk, IGG UNTs AN SSSR Publ., 105-121. (In Russ.)
- Tuzhikova V.I. (1973) History of the Lower Mesozoic coal accumulation in the Urals. Moscow, Nauka Publ., 251 p. (In Russ.)
- Vakhrushev G.V. (1959) On latitudinal and sublatitudinal zones of dislocations of the Southern Urals and the Cis-Urals. *Questions of geology of the eastern margin of the Russian platform and the Southern Urals*. Ufa, Izd-vo BFAN SSSR, (2), 37-54. (In Russ.)
- Verzhbitskii V.E., Kopp M.L. (2005) The newest deformation field of the Southern Trans-Urals. *Dokl. Earth Sci.*, **405**(8), 1170-1174 (translated from *Dokl. Akad. Nauk*, **405**(2), 224-228).
- Vinogradov A.M., Yarosh A.Ya. (1971) Latitudinal tectonic zoning and its relationship with metallogeny (using the Southern Urals as an example). *Issues of exploration geophysics*. Sverdlovsk, Sverdlovskoe knizhnoe izd-vo, 3-8. (*Tr. Sverdlovskogo Gornogo Instituta*, vyp. 75). (In Russ.)
- Yakhimovich V.L. (1957) On the structure of the Pre-Ural depression in connection with the study of Mesozoic-Cenozoic deposits. *Questions of geomorphology and geology of Bashkiria*. Ufa, BFAN SSSR, (1), 55-64. (In Russ.)
- Zoloev K.K. (2008) The leading figure of Uralian geology. Centenary birthday of Ivan Denisovich Sobolev. *Lithosphere (Russia)*, (5), 125-126. (In Russ.)
- Zubkov A.V., Lipin Ya.I. (1997) The Stresses of Upper Layers of the Urals Crust. *Dokl. RAN*, **356**(6), 792-793. (In Russ.)