

Н. Г. БЕРЛЯНД

ТЕКТОНИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ ВОСТОЧНОГО СКЛОНА ЮЖНОГО УРАЛА ПО ГЕОФИЗИЧЕСКИМ ДАННЫМ

(Представлено академиком А. В. Пейве 20 I 1970)

Предложенная методика использования гравитационных и магнитных данных при тектоническом районировании (^{1, 2}) основана на применении аппарата математической статистики, в первую очередь автокорреляционного анализа, и на использовании карт региональных и локальных аномалий, полученных в результате различных преобразований наблюдаемого поля. Такая методика позволяет отделить результаты объективной обработки физических полей от их субъективного истолкования и производить интерпретацию в два этапа: 1) выявление зон различных порядков — составление схемы районирования гравитационного и магнитного полей, основой для которой служат результаты районирования полей по их статистическим свойствам и районирования карт региональных и локальных аномалий, — эта схема является результатом объективной обработки полей и не зависит от взглядов ее составителей; 2) геологическое истолкование выделенных зон — составление тектонической схемы, которая в силу неполноты наших знаний неизбежно отражает субъективные представления авторов и видоизменяется с появлением новой геологической информации.

Критерии выделения границ между зонами различных порядков на Южном Урале приведены в табл. 1. В результате сопоставления полученной схемы районирования физических полей (рис. 1) с геологическими, палеогеографическими данными и с имеющимися тектоническими схемами (³⁻⁸) была построена схема тектонического районирования, на которой кроме границ между зонами различных порядков отражены также ориентировочные мощности накопившихся в этих зонах палеозойских комплексов (рис. 2).

Характерные черты представленной схемы заключаются в следующем:

1. На территории Южного Урала выделено две зоны первого порядка, которые соответствуют Уральской мегэосинклинали (Западному склону) и эвгеосинклинали (Восточному склону). По (⁹⁻¹⁰), под Западным склоном Урала развит кристаллический фундамент Русской платформы, отсутствующий под Восточным склоном. Данные ГСЗ (¹¹) и выполненные нами расчеты свиде-

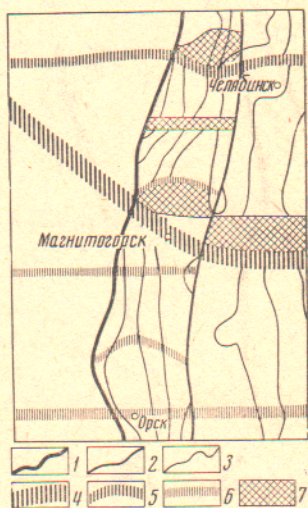
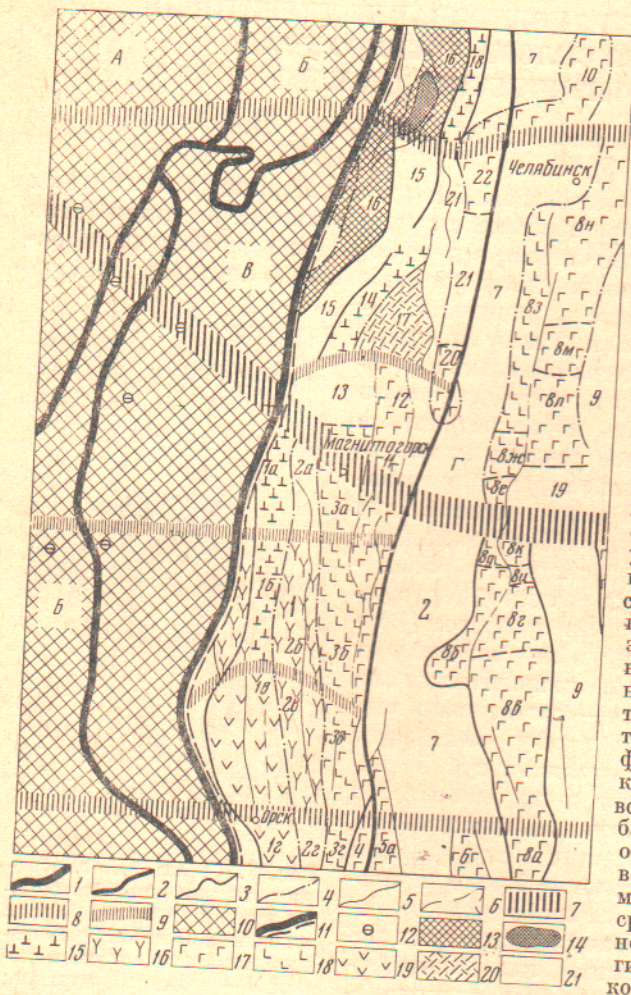


Рис. 1. Схема районирования территории Восточного склона Южного Урала на основе анализа гравитационного и магнитного полей. 1 — граница I порядка; 2 — граница II порядка; 3 — граница III порядка; 4 — граница северо-западного простирания; 5 — сквозные широтные границы; 6 — локальные широтные границы; 7 — участки поля, характеризующиеся аномальными значениями статистических параметров

Рис. 2. Тектоническая схема Восточного склона Южного Урала по геолого-геофизическим данным. 1 — границы структурно-формационных зон первого порядка, установленные по геологическим данным (6-9); 2 — границы структурно-формационных зон второго порядка, выделенные в результате анализа гравитационного и магнитного полей; 3 — границы структурно-формационных зон III порядка, установленные по геологическим данным и в результате анализа гравитационного и магнитного полей; 4 — границы структурно-формационных зон III порядка, установленные в результате анализа гравитационного и магнитного полей; 5 — разломы, картируемые по геологическим данным; 6 — разломы, предполагаемые по геофизическим данным; 7 — граница северо-западного простирания, установленная в результате анализа гравитационного и магнитного полей; 8 — сквозные широтные границы, выделенные в результате анализа гравитационного и магнитного полей; 9 — локальные широтные границы, выделенные в результате анализа гравитационного и магнитного полей; 10 — область распространения архейского кристаллического фундамента Русской платформы по геофизическим данным (4, 5); 11 — граница между мио- и эвгеосинклиналью (Западным и Восточным склоном), по результатам анализа гравитационного и магнитного полей; 12 — эпицентры тектонических землетрясений; 13 — участки приподнятого залегания наиболее древних комплексов протерозоя — гнейсов тараташской свиты; 14 — участки развития на поверхности гнейсов тараташской свиты; 15 — области накопления эффузивов андезито-базальтовой и спилито-диабазовой формаций; 16 — области накопления эффузивов спилито-диабазовой, андезито-дацитовой и риолит-андезитовой формаций; 17 — области накопления эффузивов диабазовой, андезитовой и андезито-базальтовой формаций; 18 — области накопления эффузивов дипарито-базальтовой формации, 19 — область развития среди палеозойских эффузивно-осадочных толщ интрузий гипербазитов, 20 — область накопления палеозойских эффузивов резко контрастного состава и широкого развития интрузий; 21 — области приподнятого залегания протерозойских отложений (Pt — на поверхности или $h_{Pz} \leq 1$ кв). Структурно-формационные зоны I порядка: А — Восточный склон Русской платформы, В — Предуральский прогиб, В — Уральская миогеосинклиналь (Западный склон), Г — Уральская эвгеосинклиналь (Восточный склон); то же II порядка (Восточный склон): 1 — Магнитогорская зона, 2 — Урало-Тобольская зона; то же III порядка (Восточный склон): — Иренинская зона: 1а — 5 км $< h_{Pz} < 7$ км. 1б — $h_{Pz} > 10$ км, 1в — 5 км $< h_{Pz} < 7$ км, 1г — 3 км $< h_{Pz} < 5$ км; 2 — Кизило-Уртайская зона: 2б — 1 км $< h_{Pz} < 3$ км, 2в — 1 км $< h_{Pz} < 3$ км; 3 — собственно Магнитогорская зона: 3а — 3 км $< h_{Pz} < 5$ км, 3б — $h_{Pz} > 10$ км, 3в — $h_{Pz} > 10$ км, 3г — 1 км $< h_{Pz} < 3$ км; 4 — 3 км $< h_{Pz} < 5$ км; 5а — 5 км $< h_{Pz} < 7$ км, 5б — 3 км $< h_{Pz} < 5$ км; 6 — 3 км $< h_{Pz} < 5$ км; 7 — Восточно-Уральское поднятие; 8 — Восточно-Уральский прогиб: 8е — $h_{Pz} < 1$ км, 8б, 8в, 8ж, 8к — 1 км $< h_{Pz} < 3$ км. 8з, 8и, 8л, 8н — 3 км $< h_{Pz} < 5$ км, 8а, 8г, 8м — 5 км $< h_{Pz} < 7$ км, 8в — 7 км $< h_{Pz} < 10$ км; 9 — Зауральское поднятие; 10 — 3 км $< h_{Pz} < 5$ км; 11 — 1 км $< h_{Pz} < 3$ км; 12 — 3 км $< h_{Pz} < 5$ км, 14 — 3 км $< h_{Pz} < 5$ км; 17 — 1 км $< h_{Pz} < 3$ км, 18 — 1 км $< h_{Pz} < 3$ км; 20 — 3 км $< h_{Pz} < 5$ км; 22 — 1 км $< h_{Pz} < 3$ км; 13, 15, 16, 19, 21 — $h_{Pz} = 0$ или $h_{Pz} < 1$ км



гравитационного и магнитного полей; 8 — сквозные широтные границы, выделенные в результате анализа гравитационного и магнитного полей; 9 — локальные широтные границы, выделенные в результате анализа гравитационного и магнитного полей; 10 — область распространения архейского кристаллического фундамента Русской платформы по геофизическим данным (4, 5); 11 — граница между мио- и эвгеосинклиналью (Западным и Восточным склоном), по результатам анализа гравитационного и магнитного полей; 12 — эпицентры тектонических землетрясений; 13 — участки приподнятого залегания наиболее древних комплексов протерозоя — гнейсов тараташской свиты; 14 — участки развития на поверхности гнейсов тараташской свиты; 15 — области накопления эффузивов андезито-базальтовой и спилито-диабазовой формаций; 16 — области накопления эффузивов спилито-диабазовой, андезито-дацитовой и риолит-андезитовой формаций; 17 — области накопления эффузивов диабазовой, андезитовой и андезито-базальтовой формаций; 18 — области накопления эффузивов дипарито-базальтовой формации, 19 — область развития среди палеозойских эффузивно-осадочных толщ интрузий гипербазитов, 20 — область накопления палеозойских эффузивов резко контрастного со-

става и широкого развития интрузий; 21 — области приподнятого залегания протерозойских отложений (Pt — на поверхности или $h_{Pz} \leq 1$ кв). Структурно-формационные зоны I порядка: А — Восточный склон Русской платформы, В — Предуральский прогиб, В — Уральская миогеосинклиналь (Западный склон), Г — Уральская эвгеосинклиналь (Восточный склон); то же II порядка (Восточный склон): 1 — Магнитогорская зона, 2 — Урало-Тобольская зона; то же III порядка (Восточный склон): — Иренинская зона: 1а — 5 км $< h_{Pz} < 7$ км. 1б — $h_{Pz} > 10$ км, 1в — 5 км $< h_{Pz} < 7$ км, 1г — 3 км $< h_{Pz} < 5$ км; 2 — Кизило-Уртайская зона: 2б — 1 км $< h_{Pz} < 3$ км, 2в — 1 км $< h_{Pz} < 3$ км; 3 — собственно Магнитогорская зона: 3а — 3 км $< h_{Pz} < 5$ км, 3б — $h_{Pz} > 10$ км, 3в — $h_{Pz} > 10$ км, 3г — 1 км $< h_{Pz} < 3$ км; 4 — 3 км $< h_{Pz} < 5$ км; 5а — 5 км $< h_{Pz} < 7$ км, 5б — 3 км $< h_{Pz} < 5$ км; 6 — 3 км $< h_{Pz} < 5$ км; 7 — Восточно-Уральское поднятие; 8 — Восточно-Уральский прогиб: 8е — $h_{Pz} < 1$ км, 8б, 8в, 8ж, 8к — 1 км $< h_{Pz} < 3$ км. 8з, 8и, 8л, 8н — 3 км $< h_{Pz} < 5$ км, 8а, 8г, 8м — 5 км $< h_{Pz} < 7$ км, 8в — 7 км $< h_{Pz} < 10$ км; 9 — Зауральское поднятие; 10 — 3 км $< h_{Pz} < 5$ км; 11 — 1 км $< h_{Pz} < 3$ км; 12 — 3 км $< h_{Pz} < 5$ км, 14 — 3 км $< h_{Pz} < 5$ км; 17 — 1 км $< h_{Pz} < 3$ км, 18 — 1 км $< h_{Pz} < 3$ км; 20 — 3 км $< h_{Pz} < 5$ км; 22 — 1 км $< h_{Pz} < 3$ км; 13, 15, 16, 19, 21 — $h_{Pz} = 0$ или $h_{Pz} < 1$ км

тельствуют о том, что различия в глубинной структуре мио- и эвгеосинклинальной зон захватывают всю кору вплоть до границы Моховичича: кора Восточного склона характеризуется увеличением мощности базальтового слоя и значительным подъемом его поверхности.

2. В отличие от общепринятых геологических представлений о зональности Восточного склона Урала (⁵, ⁷), в пределах которого выделяют несколько равнозначных зон: Магнитогорский синклиниорий, Восточно-Уральский антиклиниорий, Восточно-Уральский синклиниорий, Зауральский антиклиниорий. — показано, что на Южном Урале эвгеосинклиналь состоит только из двух зон II порядка — Магнитогорского синклинория и Урало-Тобольской области. Эти зоны могут трактоваться как собственно эвгео-

Т а б л и ц а 1

Границы	Гравитационное поле					Магнитное поле	
	$\Delta\tau_0$	региональные аномалии		локальные аномалии		$\Delta\tau_{0,3}$	локальные аномалии
		G_{cp}	d_{cp}	G_{cp}	d_{cp}		
Меридиональные							
I порядка	100	7	1,2	—	—	24	—
II порядка	10	3,5	0,7	—	—	—	—
III порядка	—	—	—	2,6	3,5	—	Узкие, линейные: $\Delta T_{cp} = 6 \mu \text{ эрст}$
Широтные							
Сквозные	6	2	0,4	—	—	—	—
Частные	3	3	0,4	—	—	—	—

П р и м е ч а н и е. $\Delta\tau_0$ и $\Delta\tau_{0,3}$ — величина скачка в значениях радиусов корреляции поля на границе (км); G_{cp} — средняя величина перепада в значениях поля на границе, d_{cp} — средняя величина максимального градиента поля на границе (усл. ед.). Граница северо-западного простиражения определена по косвенным признакам: изменение на границе характера связи между региональными аномалиями I и II зон, характера зон высоких градиентов на карте региональных аномалий, характера поля локальных аномалий в зоне II, приуроченность к границе эпицентров тектонических землетрясений. Региональные и локальные аномалии получены по методу осреднения с переменным радиусом 20–50 км.

синклинальный прогиб — область максимального прогибания и накопления мощных эффузивно-осадочных толщ (Магнитогорский синклиниорий) и итрагеоантиклиналь — относительно стабильная область на фоне общего прогибания геосинклинали (Урало-Тобольская зона), что согласуется с (⁸). Судя по результатам количественной интерпретации гравитационных и магнитных аномалий, в прогибах Магнитогорского синклинория средняя мощность вулканогенных толщ палеозоя составляет 6,6 км, а на отдельных участках достигает 10–15 км, чему соответствует резко приподнятое залегание поверхности «базальтового» слоя (местами до 10–12 км). Для Урало-Тобольской зоны характерны сокращение по сравнению с Магнитогорской зоной мощности палеозойских отложений (по расчетам $h_{Pz|cp} = 4,3 \text{ км}$) и более глубокое залегание поверхности «базальтового» слоя (в среднем на глубине 16–18 км).

3. На территории Магнитогорского синклинория выявлено три зоны III порядка, что соответствует (¹²): при районировании синклинория по геологическим данным (¹³) в его пределах выделено шесть структурно-тектонических зон. Сопоставление выявленных зон с палеогеографическими данными (¹⁴, ¹⁵) показало, что это структурно-формационные зоны, представляющие собой блоки земной коры, разделенные глубинными разломами и отличающиеся всей историей своего развития: зоны I (Ирендыкская) и 3 (собственно Магнитогорская) — в течение длительного времени зоны прогибания и вулканизма центрального типа (по расчетам в зоне 1 $h_{Pz \max} > 10 \text{ км}$, в зоне 2 $h_{Pz \max} \sim 15 \text{ км}$); зона 2 (Кизило-Уртазымская) — область длительных поднятий на фоне интенсивных прогибаний в соседних прогибах (по расчетам, протерозойский выступ: $h_{Pz \max} < 3 \text{ км}$).

4. В Урало-Тобольской области выделенные зоны III порядка (зоны 7—9) соответствуют геологическим структурам: Восточно-Уральскому антиклинорию, Восточно-Уральскому синклинорию и Зауральскому антиклинорию, которые в (⁵⁻⁷) рассматриваются как структуры II порядка. Судя же по результатам районирования физических полей, это структуры III порядка, соизмеримые не с Магнитогорским синклинорием, а с зонами, выделенными внутри последнего. Зоны 7 и 9 — зоны поднятий и широкого развития гранитных массивов, средняя мощность которых по расчетам 6,5 км. Зона 8 — зона относительного прогибания на фоне более приподнятой Урало-Тобольской области (по расчетам $h_{pz\ max} < 10$ км).

5. Прослежена граница северо-западного простирания, разделяющая исследуемый регион на две области: северная — область поднятия (по расчетам $h_{pz\ max} < 5$ км); южная — область интенсивных прогибаний (по расчетам $h_{pz\ max} < 10-15$ км поверхность «базальтового» слоя глубже, чем в северной области).

6. Намечены сквозные широтные зоны, близкие в плане к широтным поясам, выделенным в (¹⁶), а также частные широтные зоны, представляющие собой, по-видимому, выступы протерозойских пород.

Итак, предлагаемая схема тектонического районирования Восточного склона Южного Урала существенно отличается как от схемы элементов тектоники, построенной по геологическим данным (⁵), так и от схемы, основанной на качественном анализе гравитационного и магнитного полей (⁷). Причины наблюдаемых расхождений, по-видимому, обусловлены различиями в методике интерпретации физических полей. В отличие от качественных, визуальных методов анализа геофизических данных в (⁷), в основу построенной нами схемы тектонического районирования территории Восточного склона Южного Урала положены количественные критерии выделения структурно-тектонических зон различных порядков, установленные в результате анализа статистических свойств полей и-разделения гравитационного поля на составляющие без каких-либо априорных геологических допущений. Поэтому полученная схема отражает районирование не только верхнего структурного этажа, но и глубинных элементов земной коры Южного Урала и отличается от схемы районирования изучаемой территории непосредственно по геологическим данным (⁵) и близкой к ней схемы из работы (¹⁰).

Поступило
20 I 1970

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Н. Г. Берлянд, Прикл. геофиз., в. 52 (1968). ² Н. Г. Берлянд, Е. Н. Розе, Геомагнитизм и аэрономия, № 10 (1970). ³ В. П. Горский, Ю. Е. Молдаванцев, Сборн. Складчатые области Евразии, «Наука», 1964. ⁴ А. А. Пронин, Изв. АН СССР, сер. геол., № 8 (1959). ⁵ И. Д. Соболев, Матер. по геол. и полезн. ископ. Урала, в. 8 (1961). ⁶ И. Д. Соболев, Сборн. Глуб. строение Урала, «Наука», 1968. ⁷ Е. М. Ананьева, Б. В. Дорофеев и др., Сборн. Глуб. строение Урала, «Наука», 1968. ⁸ Н. П. Херасков, А. С. Перфильев, Тр. Геол. инст. АН СССР, в. 92 (1963). ⁹ И. С. Огарин, Ф. И. Хатянов, ДАН, 143, № 3 (1962). ¹⁰ Т. Н. Симоненко, М. М. Толстихина, Тр. Всесоюз. н.-и. геол. инст., 85 (1965). ¹¹ В. С. Дружинин, В. М. Рыбалко, Н. И. Халевин, Сборн. Глуб. строение Урала, «Наука», 1968. ¹² Е. Б. Бельтенева, Я. Ш. Флак, Тр. Всесоюз. геофиз. совещ., Новосибирск, 1966. ¹³ Т. И. Фролова, Г. Б. Рудник, В. С. Шарфман, Сов. геол., № 5 (1966). ¹⁴ Атлас литолого-палеогеографических карт СССР, 1, Докембрий, кембрийский, ордовикский и силурский периоды, 1968. ¹⁵ Атлас литолого-палеогеографических карт СССР, 2, Девонский, каменноугольный и пермский периоды, 1969. ¹⁶ А. И. Олли, Сов. геол., № 7 (1966).