

УДК 55(470.5+571.5)

СТРОЕНИЕ И ПРИРОДА ОБЛАСТИ СОЧЛЕНЕНИЯ УРАЛА И ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

© 2003 г. К. С. Иванов, Ю. Н. Федоров, академик В. А. Коротеев, М. Ф. Печеркин, В. В. Кормильцев, О. Э. Погромская, Ю. Л. Ронкин, Ю. В. Ерохин

Поступило 15.08.2003 г.

Уральский складчатый пояс является естественной западной границей Западно-Сибирского нефтегазоносного мегабассейна; слагающие восточный сектор Урала структурно-формационные зоны имеют в целом север-северо-восточные простирания и, с юга на север, одна за другой постепенно погружаются под мезо-кайнозойские осадки мегабассейна. Характер границы между Уралом и Западно-Сибирским мегабассейном до сих пор однозначно не установлен. Проблема природы и местоположения восточной границы Уральского складчатого пояса всегда была одной из наиболее трудных и дискуссионных в тектонике региона. Изучение этой зоны и геологических комплексов востока Урала весьма важно и для понимания строения фундамента Западно-Сибирского мегабассейна и истории его развития [1].

Нами в 2001–2003 гг. проведены комплексные геолого-геофизические исследования области сочленения Западной Сибири с Северным и Приполярным Уралом, составлена геологическая карта масштаба 1 : 500000 доюрского фундамента Северо-Сосьвинского района (рис. 1) и получен большой объем новых данных по этой проблеме. Площадь исследований имеет протяженность 300 км по меридиану, при ширине 110 км и находится в зоне Тагильского мегасинклинория Урала, палеозойские комплексы которого на крайнем западе территории выходят на поверхность. Для построения карты фундамента использованы данные глубокого бурения, результаты аэромагнит-

ной съемки и карта аномалии силы тяжести в редукции Граафа–Хантера масштабов 1 : 200000, а также сейсмические данные. На изучаемой территории выделяются три крупные геолого-тектонические структуры и, соответственно, три структурных этажа.

Нижний структурный этаж – это Уральский складчатый пояс, претерпевший как минимум две фазы коллизии и складчатости. В строении Тагильского мегасинклинория принимают участие следующие геологические комплексы [2, 3]: 1) толеит-базальтовый O_3 ; 2) колчеданосный натриевых базальтов и плагиориолитов $O_3-S_1ln_1$; 3) непрерывно дифференцированный (риолит-андезит-базальтовый) островодужного типа $S_1ln_2-w_1$ (павдинская, именновская свиты и их аналоги); 4) субщелочной андезит-базальтовый $S_1w_2-S_2ld_1$ (гороблагодатский комплекс и его аналоги); 5) базальт (трахибазальт)-трахитовый $S_2-D_1^1$; 6) субщелочной андезит-базальтовый $D_1^2-D_2^{1-1}$. В целом вулканы Тагильского мегасинклинория образуют единый формационный ряд развивающейся островодужной системы.

На закрытой части территории (рис. 1) мы по геолого-геофизическим данным выделили два поля развития андезит-базальтовой формации, по-видимому, раннесилурийского возраста. Здесь вулканы и комагматичные им тела диоритов и гранодиоритов вскрыты скважинами Вольинская 271 и Сангитурские 267, 268, 269. Выше залегают образования базальт-трахитовой формации, слагающей возможно вулканические депрессии.

Комплексы, отождествляемые с гранитоидами и гнейсами Восточно-Уральского поднятия, выделены в крайней восточной части карты. Основанием этого служили наличие крупной региональной отрицательной аномалии силы тяжести и прослеживание в эту часть района “Главной гранитной оси” Урала. Локальные субизометричные отрицательные гравиметровые аномалии интерпретируются здесь как позднепалеозойские массивы гранитоидов, а обрамление этих аномалий – как вмещающие гнейсы и сланцы.

*Институт геологии и геохимии
им. акад. А.Н. Заварицкого
Уральского отделения
Российской Академии наук, Екатеринбург
Уральская государственная
горно-геологическая академия, Екатеринбург
ООО “Лукойл–Западная Сибирь”,
ТПП “Урайнефтегаз”,
г. Урай Тюменской обл.
Институт геофизики
Уральского отделения
Российской Академии наук, Екатеринбург*

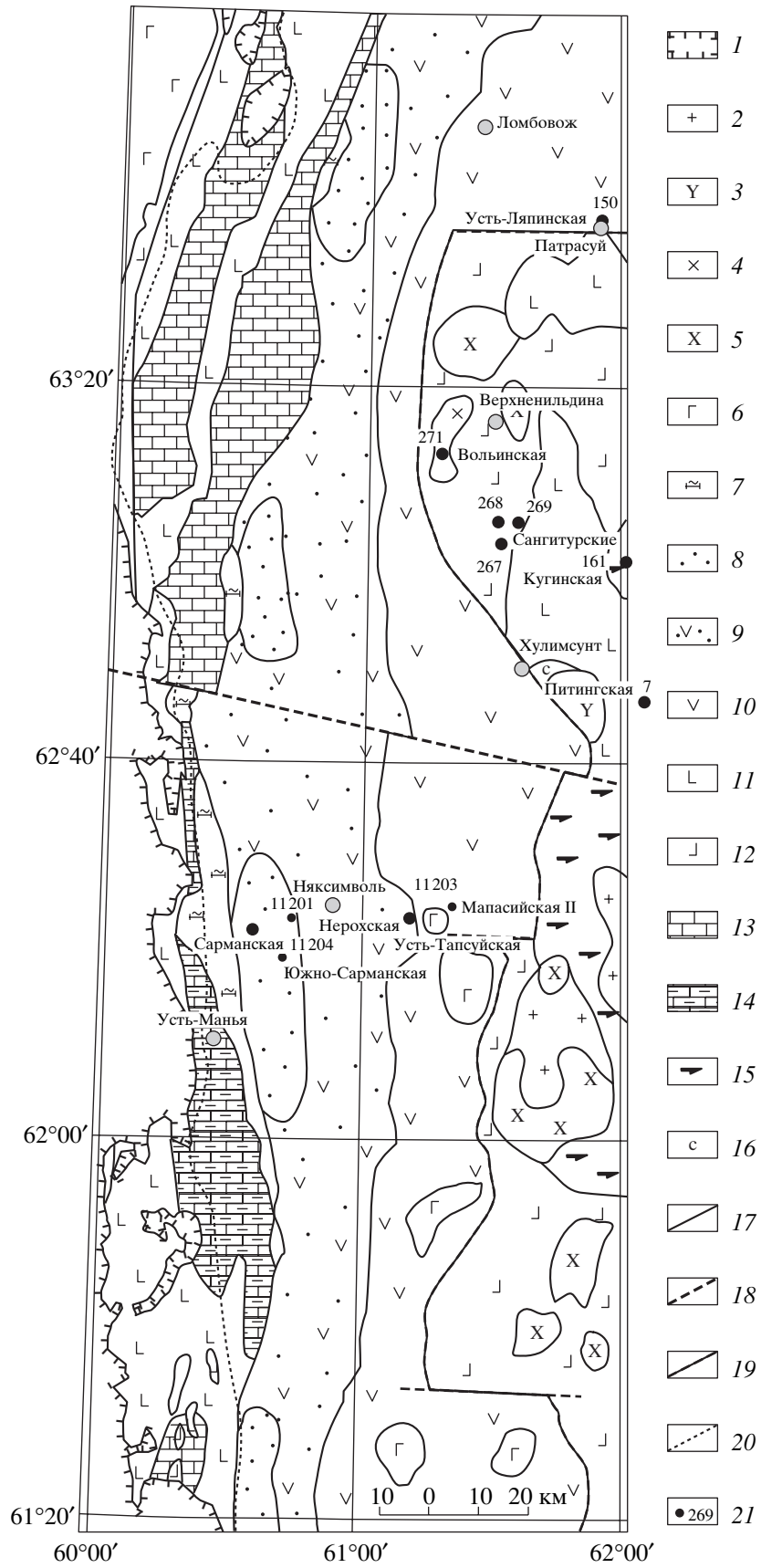


Рис. 1. Геологическая карта доюрского основания Северо-Сосьвинского района. Составили: К.С. Иванов, В.В. Кормильцев, Ю.Н. Федоров (с использованием геолого-геофизических материалов Е.М. Ананьевой, В.С. Бочкарева, И.И. Верника, И.Д. Соболева и др.). 1 – выход палеозойского фундамента на поверхность; 2 – позднепалеозойские гранитоиды; 3 – сиениты S_2-D_1 ; 4 – гранодиориты; 5 – диориты; 6 – габбро; 7 – серпентиниты; 8 – мульды с терригенной формацией верхнего триаса; 9 – базальт-терригенная формация триаса; 10 – базальтовая формация триаса; 11 – вулканогенно-осадочные толщи среднего палеозоя; 12 – андезит-базальтовая формация раннего силура; 13 – известняки D_3 ; 14 – терригенно-карбонатные отложения C_1-t-v ; 15 – гнейсы, сланцы; 16 – скарны; 17, 18 – разломы достоверные (17) и предполагаемые (18); 19 – прочие геологические границы; 20 – граница 100-метровой глубины погружения доюрского основания; 21 – глубокие скважины.

Средним структурным этажом и основной структурой территории является выделенный нами Северо-Сосьвинский грабен, который протягивается в меридиональном направлении более чем на 400 км и имеет ширину 20–60 км. Это более молодая, триасовая структура растяжения, наложенная на собственно уральские комплексы. Грабен отчетливо выражен в гравитационном поле как область пониженных значений силы тяжести. Границы грабена тектонические, что особенно четко устанавливается на его западном крае, к которому приурочен ряд крупных линейных тел серпентинитов.

В пределах грабена нами выделены три формации – нижняя базальтовая, базальт-терригенная и верхняя терригенная. Позднетриасовый возраст последней установлен по споро-пыльцевым комплексам. Среднетриасовый возраст базальт-терригенной формации установлен К–Аг-, Rb–Sr-, Sm–Nd-методами (см. ниже). В целом снизу вверх по разрезу закономерно возрастают количество и мощность осадочных пачек, сложенных главным образом полимиктовыми песчаниками, образованными преимущественно за счет размыва триасовых эффузивов.

Нами изучались новые глубокие (до 4.5 км) скважины. Скважины Сарманская 1, Нерохская 11201, Южно-Сарманская 11204 пробурены в одной из мульд с наибольшей мощностью терригенной и базальт-терригенной формаций, скв. Мапассийская 11203 вскрыла нижнюю базальтовую формацию. Сква. Усть-Тапсуйская 4 пробурена в нижней части базальт-терригенной формации. Значение этих скважин весьма велико для познания геологии этого обширного региона и смежных территорий, поскольку их изучение значительно расширяет базу достоверных данных о его глубинном строении и развитии.

Базальты грабена обычно достаточно свежие, они сложены плагиоклазом (59–65% анортитового минала), авгитом (с железистостью 0.29–0.33), магнетитом, апатитом, хлоритом и др. Геохимические исследования (метод ICP-MS) показали, что базальты относятся к внутриплитным толеитам и позволили выделить среди них два типа. Первый тип из базальт-терригенной формации характеризуется крутым распределением редких земель ($La/Yb = 8-9$), а также отрицательными

аномалиями по стронцию, гафнию, торию, урану, ниобию и титану. Второй тип из нижней базальтовой формации имеет более пологую кривую ($La/Yb = 4-5$) и отрицательные аномалии по гафнию и ниобию, а также положительную аномалию по стронцию.

Для базальтов скважин Нерохская 11201 и Усть-Тапсуйская 4 типичны “триасовые” цифры абсолютного возраста (т.е. в пределах 208–250 млн. лет), с существенным разбросом значений, что, по-видимому, связано с неустойчивостью аргона в основной массе эффузивов. Среднее значение для базальтов скв. Нерохская 11201 (интервал 229–4145 м) составляет 229 ± 12 млн. лет, что примерно соответствует верхам среднего триаса. Обнаружен тренд омоложения базальтов при увеличении в них потерь при прокаливании, которые отражают степень вторичных изменений породы. При учете этой закономерности средний возраст базальтов по скв. Усть-Тапсуйская 4 получается 233 ± 12 млн. лет.

Полученные К–Аг-датировки были проверены другими прецизионными методами: по базальтам из наиболее представительной скважины – Нерохская 11201 нами получены Sm–Nd- и Rb–Sr-изохроны (впервые для геологических комплексов фундамента Западной Сибири). Определение концентраций Rb, Sr, Sm, Nd и их изотопного состава производилось методом изотопного разбавления с масс-спектрометрическим окончанием на анализаторе “Finnigan MAT-262”. Изученные разности демонстрируют весьма ограниченный диапазон изотопных отношений. Несмотря на вызванные этим погрешности, по обоим геохроно-

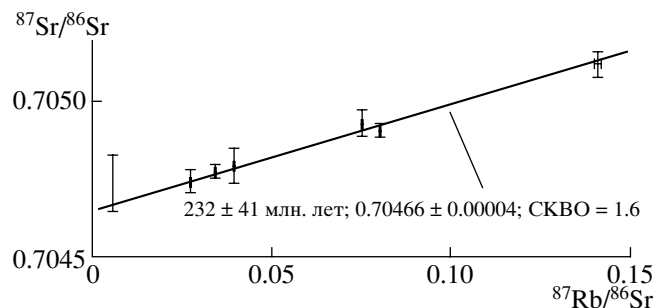


Рис. 2. Rb–Sr-изохрона для базальтов скв. Нерохская 11201.

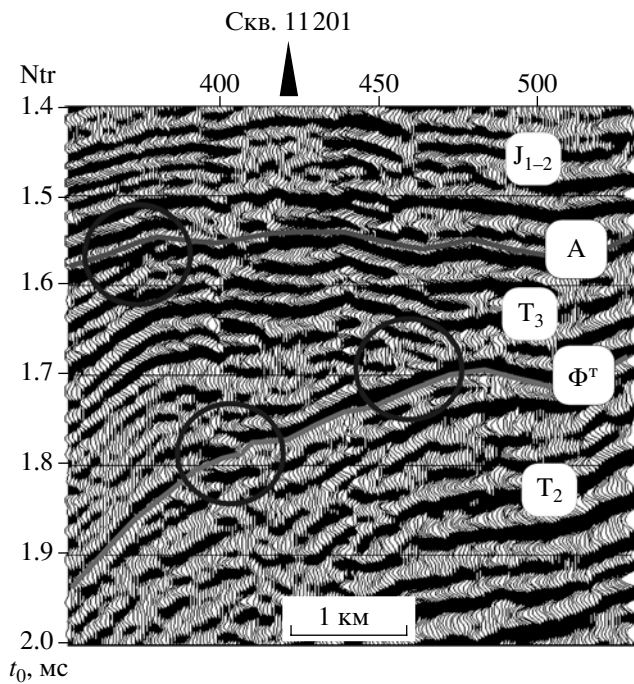


Рис. 3. Временной разрез 2D ОГТ через Северо-Сосьвинский грабен (с запада на восток, фрагмент профиля 2097140 Сарманской площади). А, Ф^Т – отражающие горизонты, приуроченные: А – к подошве юрских отложений, Ф^Т – к подошве терригенной толщи верхнего триаса. Кругами выделены налегания и прилегания осей синфазности, свидетельствующие об угловом и стратиграфическом несогласии. J₁₋₂, T₃, T₂ – возраст отложений. Конусом показано местоположение скв. Нерохская 11201.

метрам наблюдаются весьма близкие значения абсолютного возраста – 234 и 232 млн. лет соответственно (см. рис. 2). Следовательно, эффузивы, вскрытые скв. Нерохская 11201, можно уверенно датировать средним триасом.

Эти определения возраста базальтов хорошо соответствуют результатам палинологических исследований. По скв. Нерохская 11201 в интервале 2018–2038 м в низах перекрывающей базальты песчано-глинистой толщи определен спорово-пыльцевой комплекс, в котором преобладает пыльца голосеменных растений довольно разнообразного состава – *Protohaploxurinus*, *Klausipollenites*, *Florinites*, *Tanaeaesporites* и др. Кроме этого, заметное место в палинокомплексах занимает пыльца *Cuscadopites* и *Ginkgocuscadophytus*. Споры *Leiotriletes* единичны, а содержание *Dipteridaceae* и *Duplexisporites* не превышает 5–6%. По заключению С.И. Пуртовой и Н.К. Глушко данный комплекс относится к норийскому ярусу верхнего триаса. В скв. Сарманская 1, также в низах терригенной части разреза триаса, в интервале глубин 2588–2598 м палинологически установлены ладинско-карнийские(?) отложения. В скв. Южно-Сарманская 11204 в интервале 2445–2459 м тер-

ригенные отложения отнесены к норию, возможно верхам карния.

Таким образом, возраст терригенной формации, залегающей на основных эффузивах среднего триаса, варьирует от ладинского века до норийского. Это свидетельствует о стратиграфическом несогласии между преимущественно верхнетриасовым терригенным комплексом и, подстилающей его, в основном эффузивной толщей среднего триаса. Кроме стратиграфического несогласия между этими формационно различными комплексами, имеется также и угловое несогласие, уверенно фиксируемое по временным разрезам 2D ОГТ (рис. 3). По латерали нижние эффузивные формации имеют существенно более широкое развитие, чем верхняя. Это хорошо видно на временных разрезах и геологической карте доюрского основания Северо-Сосьвинского района. Перекрываются верхнетриасовые слои батскими и келловей-оксфордскими породами, что свидетельствует о глубоком стратиграфическом несогласии между ними. Угловое несогласие также заметно и фиксируется на временных разрезах.

В результате исследований установлено, что Северо-Сосьвинский грабен имеет в целом асимметричное строение – из слагающих его формаций нижняя базальтовая выходит на предъюрскую поверхность на востоке, образуя полосу шириной около 10 км. Базальт-терригенная формация выходит на предъюрскую поверхность западнее, а верхние поздне триасовые мульды расположены в западной части базальт-терригенной формации. Это хорошо подтверждается видимым на временных разрезах 2D ОГТ удревнению к востоку верхней части триасового комплекса, несогласно перекрытого средне-верхнеюрскими отложениями.

Таким образом, чем дальше на восток, тем в целом более нижние слои заполнения грабена выходят на предъюрскую поверхность. Подобный поворот крупных блоков земной коры характерен для областей растяжения и вызывается их смещением с вращением по листрическим разломам. В данном случае можно обоснованно предполагать (в соответствии с расчетными разрезами, построенными нами с учетом результатов бурения, а также плотностей осадочного чехла, триасовых и палеозойских комплексов) листрический характер разлома вдоль западного борта грабена, сброс и вращение вдоль которого, по всей видимости, и создали наблюдаемую структуру. При наблюдаемой асимметричности структуры грабена главная региональная ось растяжения должна располагаться восточнее изучаемого района. Принципиальная схема двухэтапного формирования Северо-Сосьвинского грабена, соответствующая геолого-геофизическим данным, показана на рис. 4.

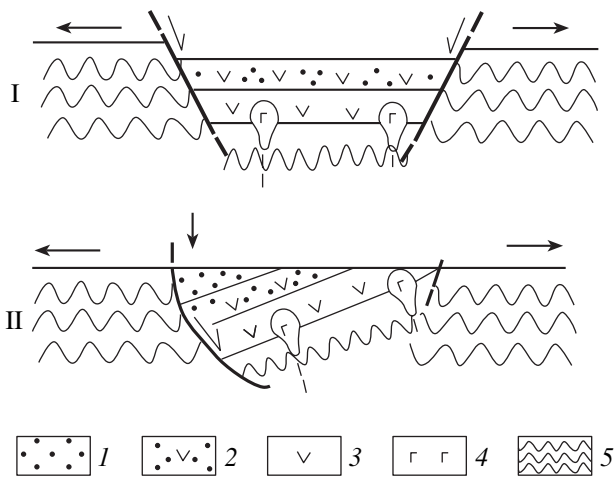


Рис. 4. Принципиальная схема формирования Северо-Сосьвинского грабена. 1 – терригенная толща верхнего триаса; 2 – базальт-терригенная формация среднего триаса; 3 – базальтовая формация раннего–среднего триаса; 4 – габбро; 5 – смятые палеозойские отложения. I этап (ранний–средний триас); ограниченное постколлизивное растяжение Урала; формирование грабена, ограниченного сбросами, образование базальтовой и базальт-терригенной формаций. II этап (поздний триас); формирование асимметричной структуры (“полуграбена”); продолжающееся субширотное растяжение (ось которого находится на востоке); формирование ластрического разлома в западном борту грабена; поворот по этому разлому крупного блока земной коры, в результате чего нижние слои выполнения грабена вышли на уровень эрозивного среза; в западной части грабена – формирование приразломных мульд, заполняемых терригенной толщей позднего триаса.

По всей видимости, именно таким образом образовывались и другие, пока менее изученные, триасовые “полуграбены”, широко развитые в Западно-Сибирском мегабассейне. Очевидно, этот триасовый вулканизм есть результат рассеянного рифтогенеза и связан с субширотным растяжением Урала и Западно-Сибирского мегабассейна.

Верхним структурным этажом территории являются юрские и более молодые осадки Западно-Сибирского мегабассейна, мощностью до 1.5 км.

Их недислоцированность, выдержанность на значительных расстояниях дают возможность проводить глубинное картирование фундамента, базируясь на наблюдаемых вариациях гравитационного и магнитного полей, с использованием данных бурения и накопленного опыта картирования Урала.

Проведенные исследования свидетельствуют о том, что непосредственной границей Уральско-складчатого пояса и Западно-Сибирского нефтегазового мегабассейна является сброс в западном борту Северо-Сосьвинского грабена. При этом граница между этими геологическими мегаструктурами не только пространственная, но и возрастная – Урал древнее и служит фундаментом Западной Сибири. Очевидно, что завершающий формирование Урала геодинамический этап триасового постколлизивного субширотного растяжения [2] и образование Западно-Сибирского мегабассейна тесно связаны между собой. Намечается определенная аналогия строения и развития крупнейших геоструктурных триад: Северо-Американская платформа–Аппалачи–Атлантика и Русская платформа–Урал–Западно-Сибирский мегабассейн.

В обоих случаях складчатый пояс образуется в результате столкновения с восточной окраиной древнего кратона, а последующее постколлизивное растяжение приводит к формированию крупного молодого бассейна на востоке.

Исследования выполнены при частичной поддержке РФФИ (грант 02–05–64111).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Конторович А.Э., Нестеров И.И., Салманов Ф.К. и др.* Геология нефти и газа Западной Сибири. М.: Наука, 1975. 680 с.
2. *Иванов К.С.* Основные черты геологической истории (1.6–0.2 млрд. лет) и строения Урала. Екатеринбург: Изд-во. УрО РАН, 1998. 252 с.
3. *Каретин Ю.С.* Геология и вулканические формации района Уральской сверхглубокой скважины СГ-4. Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 2000. 277 с.