

УДК 551.26(571.1)

НОВЫЕ ДАННЫЕ О СТРОЕНИИ ФУНДАМЕНТА ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ПЛИТЫ

© 2012 г. К. С. Иванов*, Ю. В. Ерохин*, В. Б. Писецкий**, В. С. Пономарев*, О. Э. Погромская*

*Институт геологии и геохимии УрО РАН,

**Уральский государственный горный университет

E-mail: Ivanovks@igg.uran.ru

Поступила в редакцию 11.05.2012 г.

Описано и уточнено районирование фундамента Западно-Сибирского мегабассейна. В результате картирования и детального геолого-геофизического изучения крупных сегментов доюрского основания Западно-Сибирской плиты получены следующие основные результаты. В западной половине региона впервые для метаморфических пород из фундамента Западно-Сибирской плиты получены данные U-Pb датирования (SHRIMP II по циркону). Установлено, что большая часть протолита метаморфических толщ Шаимско-Кузнецовского мегантиклинория была сложена осадочными поздне- и среднедевонскими породами (395–358 млн. лет). Вероятно, субстратом метаморфических пород служили граувакки, толщи которых формировались в значительной мере при размыве пород офиолитовой ассоциации. Метаморфические преобразования пород происходили в условиях зеленосланцевой (местами низов амфиболитовой) фации метаморфизма в позднекаменноугольно-раннепермское время. U-Pb методом уточнен как позднекарбонный возраст гранитных плутонов, слагающих Шаимско-Кузнецовский мегантиклинорий. Получается, что ядра антиклинориев являются не блоками докембрия, а палеозойскими глубинными магматическими и метаморфическими комплексами, т.е. образованиями нижней и средней части земной коры. В восточной половине Западной Сибири проведено тектоническое районирование фундамента востока ХМАО и выделено 8 субмеридиональных структурно-формационных зон, различающихся набором и структурой слагающих их формаций, историей геологического развития и физическими полями. Проведено комплексное изучение петрографии, петро- и геохимии, биостратиграфии, а также геохронологии и изотопии доюрских образований восточной части ХМАО. На основании обобщения и анализа всех геолого-геофизических данных нами составлена новая геологическая карта доюрского основания восточной части ХМАО, существенно уточняющая карты предшественников. Показано, что весьма вероятно наличие древнего (около 2 млрд. лет – U-Pb данные) сиалического фундамента под Тыньярской площадью. Новые результаты позволяют существенно уточнить историю формирования фундамента Западно-Сибирского нефтегазоносного мегабассейна.

Ключевые слова: *Западная Сибирь, геологическая карта фундамента, метаморфические толщи, граниты, U-Pb возраст, девон.*

ВВЕДЕНИЕ

Западно-Сибирский нефтегазоносный мегабассейн является (и еще достаточно долго будет оставаться) основным поставщиком нефти и газа России, то есть главным “геолого-экономическим” регионом страны. Поэтому всестороннее изучение Западной Сибири, в том числе и ее фундамента, интенсивно продолжается более полувека [1–49 и мн. др.].

В Западно-Сибирской плите, как известно, традиционно выделяется три главных структурных этажа:

1. Складчатый фундамент, сложенный формациями почти исключительно палеозойского возраста.

2. Рифтовый (или промежуточный) структурный этаж, представленный базальтами, иногда базальтами и риолитами раннего триаса, сменяющимися вверх по разрезу терригенными толщами среднего и позднего триаса.

3. Ортоплатформенный чехол, сложенный юрскими и более молодыми, практически недислоцированными осадочными толщами, которые и вмещают почти все месторождения углеводородов Западной Сибири. Мощность чехла увеличивается в северном направлении, достигая 6 км и более.

Первые два этажа обычно называют доюрским основанием Западно-Сибирской плиты.

Интерес к залежам углеводородов, связанных с резервуарами доюрского основания Западно-Сибирской плиты, возник сразу же после открытия промышленных залежей газа и нефти в 60-х гг. прошлого столетия в Березовском и Шаимском районах Приуральской части региона, где уже первыми скважинами была установлена продуктивность верхней части палеозойского комплекса [29 и др.]. Сейчас триасовые и палеозойские формации доюрского основания Западно-Сибирской плиты вскрыты более чем 5 тыс. скважин, расположенных, впрочем, весьма неравномерно, преимущественно

в южных и центральных районах Западной Сибири. Стратиграфия (а также возраст и вещественный состав) палеозойских толщ фундамента изучена в целом пока недостаточно. Исключение составляют лишь небольшие блоки существенно карбонатных отложений девона–карбона [1, 13 и др.].

РАЙОНИРОВАНИЕ ФУНДАМЕНТА ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО МЕГАБАССЕЙНА

Начиная с 30-х гг. прошлого столетия, разработан ряд (более 30) постоянно уточняющихся схем районирования фундамента Западно-Сибирской плиты [2, 13, 14, 28, 43, 44 и мн. др.], которые сильно отличаются в трактовке разных авторов (см., например, очень разные схемы [14] – рис. 1 и [43], опубликованные в одной книге [49]). Общей чертой схем является продолжение в пределы фундамента Западной Сибири окружающих плиту палеозойских складчатых поясов и их структурно-формационных

зон. Практически все исследователи согласны, что фундаментом западной части Западно-Сибирской плиты являются структурные зоны восточного сектора Урала, а фундаментом востока плиты служат комплексы Сибирской платформы и ее складчатого обрамления. Общей чертой схем районирования фундамента Западно-Сибирской плиты является также наличие непосредственно восточнее уралид, крупного блока казахстанид, постепенно выклинивающегося к северу – рис. 1. Эти главные мегазоны (или домены) разделены крупными сутурами – Валериановской и Чарской.

Ядром Сибирского домена является Сибирская платформа и окружающие ее складчатые области, среди которых на основе формационного анализа, а также изотопных и палеонтологических данных реконструируются три первичные фациальные мегазоны [13, 14 и др.], которые образуют единый фациальный ряд, характеризующий обстановки седиментации на Сибирском континенте и вблизи него, с

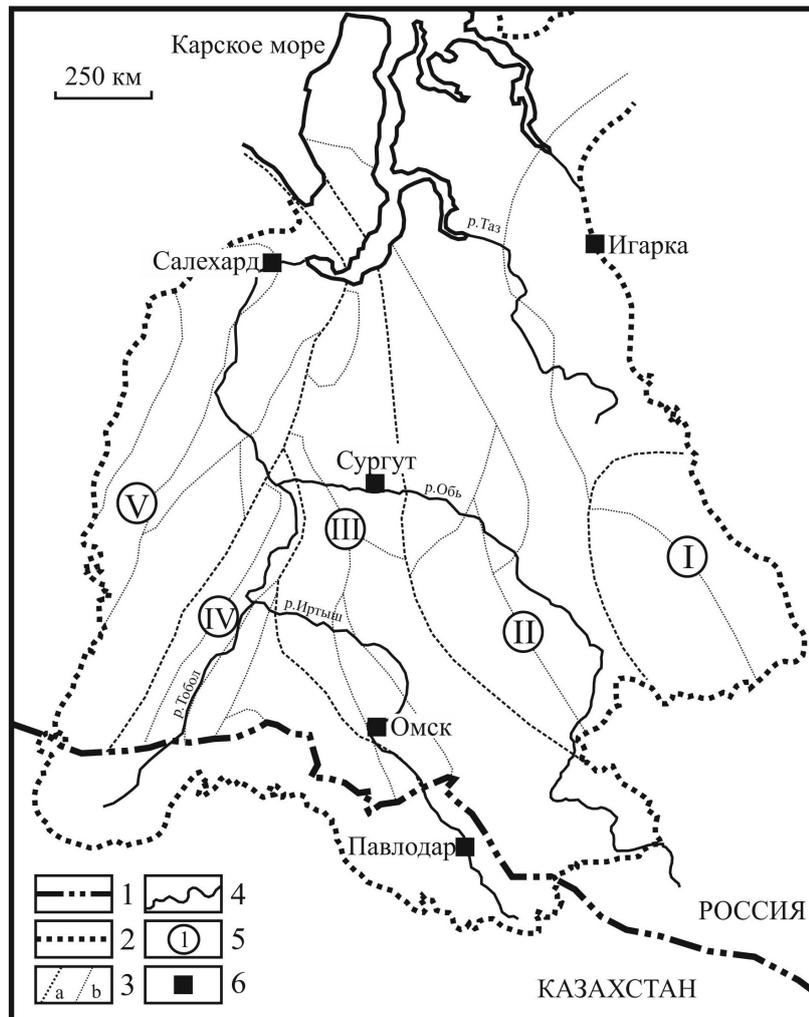


Рис. 1. Фациальные районы и мегазоны в структуре фундамента Западно-Сибирской плиты [12].

1 – граница между Россией и Казахстаном, 2 – граница Западно-Сибирской плиты, 3 – границы между мегазонами (а) и (б), 4 – реки, 5 – номера мегазон, 6 – города.

постепенным углублением к западу. Так мегазона II (рис. 1) сложена преимущественно мелководными терригенно-карбонатными формациями верхов кембрия – низов среднего карбона, продолжающими шельф Сибирского континента. Мегазона III представлена преимущественно более глубоководными фациями шельфа, континентального склона, а также вулканогенными комплексами. В трактовке [43 и др.] мегазоне III примерно отвечает Центрально-Западносибирский блок земной коры позднегерцинской консолидации, сложенный преимущественно флишевыми и карбонатными формациями среднего палеозоя. Предполагается [30 и др.], что все три отмеченных мегазоны, вместе с Сибирской платформой связаны единым докембрийским (протерозойско-нижнерифейским) кристаллическим основанием. Скважинами это основание не вскрыто и предполагалось [31 и др.] при интерпретации ряда сейсмопрофилей в их нижней части, на глубинах ниже 4 км. Недавно нам удалось подтвердить наличие в этой части Западно-Сибирской плиты докембрийского кристаллического основания: на Тыньярской площади востока ХМАО (см. ниже).

Начиная с позднего рифея и по кембрий включительно, происходили растяжение и фрагментация Сибирского домена [14 и др.]. Первый разрыв всей континентальной коры с ее раздвигом произошел, вероятно, на рубеже раннего и позднего рифея, при этом формировались турбидитовые комплексы и офиолиты. Свидетельством последнего импульса процессов рифтогенеза можно, вероятно, считать вулканы основного состава, вскрытые скв. Вездеходная-4; по своему химизму они отвечают базальтам задуговых бассейнов и СОХ [41 и др.]. Развитие территории Сибирского домена привело к формированию платформенных образований, фаций глубокого и мелкого шельфа, а также наземных отложений.

В представлениях о развитии казахстанид (мегазона IV на рис. 1) спорных вопросов существенно больше. Дискутируется как отнесение к ним отдельных районов, сложенных весьма разнообразными комплексами (среди которых в целом преобладают андезиты и их туфы, а также карбонатно-сланцевые комплексы девона-карбона и др.), так и вся история развития этой структурной единицы Западной Сибири. Обычно считается [5, 15 и др.], что юг этой мегазоны представляет собой северное погружение Кокчетавского массива, а на севере располагается Краснотенинский свод и оба этих докембрийских блока объединились, вероятно, во фране. Но предположение о наличии докембрия в Краснотенинском своде не доказано. Отметим, что гранитоиды этого домена существенно древнее (440–450 млн. лет, U-Pb метод, SHRIMP-II, наши данные), чем в Приуральской части (280–290 млн. лет). Субплатформенный режим установился в пределах казах-

станид в конце позднего девона [15 и др.]. На западе домена в раннем карбоне располагался, по видимому, достаточно узкий шельф, на котором происходило накопление терригенно-карбонатных осадков большой мощности [13 и др.]. Казахстаниды отделены от Приуральской части Западно-Сибирской плиты Валериановской сутурой, которая хорошо проявлена в магнитных и электромагнитных полях и прослеживается на глубину не менее 20–30 км [9 и др.]. Чарская сутура располагается между казахстанидами и Сибирским доменом, возраст офиолитов этой сутуры определен как рубеж визейского и серпуховского веков, ранний карбон [51]. Для этих и большинства других региональных разломов фундамента Западно-Сибирской плиты обосновывается их сдвиговая природа (причем амплитуда сдвигов – многие сотни км), связанная, по палеомагнитным данным, с вращением Сибирского домена по часовой стрелке [6, 7, 27 и др.].

Приуральская часть Западно-Сибирской плиты (мегазона V на рис. 1) сложена формациями восточного, палеостроводужного сектора Урала [16, 36, 24 и др.]. На основании комплексных геолого-геофизических исследований нами, совместно с ушедшими Ю.Н. Федоровым и В.В. Кормилцевым, были составлены достаточно детальные (масштаба 1 : 200 000 и 1 : 500 000) геолого-структурные карты доюрского основания в Северо-Сосьвинском [45, 47] и Шаимском [19 и др.] нефтегазоносных районах. В результате картирования крупных сегментов территории разработана новая схема структурно-формационных зон фундамента западной части Западно-Сибирской плиты и, на этой основе, генерализованная геологическая карта Приуральской части доюрского основания Западно-Сибирской плиты [20].

Граница Урала и Западной Сибири не только пространственная, но и временная. Непосредственной границей Урала и Западно-Сибирской молодой платформы (т.е. западной границей плиты) является сброс в западном борту Северо-Сосьвинского грабена, протягивающегося в Приполярной части региона на 350 км в субмеридиональном направлении вдоль “открытого” Урала [21]. Исследования магматических и метаморфических комплексов, а также вулканогенных (включая офиолитовые), терригенно-сланцевых, карбонатных и других толщ Урала и западной половины Западной Сибири показывают их несомненное сходство. В строении фундамента территории устанавливается много общего с “открытым” Уралом. По составу, возрасту и структурам многие геологические комплексы этих двух регионов аналогичны. Так же, как и на Урале, в фундаменте Западной Сибири нами выявлены два этапа офиолитового магматизма – ордовикский и девонский (Sm-Nd датировки габброидов и базальтоидов, а также конодонты и радиолярии из прослоев яшм). Геохимические характери-

стики базитов позволяют предполагать, что они были сформированы в островодужных (вероятно тыловодужных) условиях.

Наряду со сходством, выявляются и существенные различия между Уралом и фундаментом Западной Сибири. Так, в пределах открытого Урала, при всем разнообразии наблюдаемых систем разрывных нарушений, наиболее ярко проявлены субмеридиональные левые сдвиги позднепалеозойского возраста. В Шаимском районе выявлена неизвестная на Урале система крупных региональных правых сдвигов запад-северо-западного простирания, вызывающих эшелонированные смещения главных структур региона. Эта система сдвигов была сформирована в основном в раннем-среднем триасе (а отчасти и позднее), вероятно в результате того самого субширотного растяжения региона и опускания его северных частей, которое сформировало сначала систему триасовых грабенов Западной Сибири, заполняемых вулканогенными и терригенно-вулканогенными толщами, а затем и весь Западно-Сибирский нефтегазоносный мегабассейн. Важным отличием является значительно более широкое развитие (по сравнению с Уралом) вулканогенных толщ триаса в фундаменте Западно-Сибирской плиты.

Офиолиты и другие мафит-ультрамафитовые комплексы, представляющие собой фрагменты земной коры океанического типа, достаточно широко развиты в фундаменте Западно-Сибирской плиты (особенно ее центральной и западной частей), они обычно располагаются вдоль крупных разломов, разделяющих структурно-формационные зоны разного типа [8, 44 и др.]. Офиолиты представлены, главным образом, фрагментами, тектонически скученными с другими толщами. Наиболее представительный палеозойский офиолитовый комплекс, состоящий из меланжированных серпентинитов, габброидов, плагиогранитов и базальтов с прослоями яшм, описан между поселками Шаим и Супра, в пределах Шаимского нефтегазоносного района Приуральской мегазоны. Здесь в яшмах найдены позднеордовикские радиолярии и конодонты [22], это наиболее древний из пока установленных фаунистических комплексов фундамента западной половины Западной Сибири (возможно, одновозрастными являются датированные по хитинозоям как ордовик–нижний силур, терригенно-черносланцевые отложения, формировавшиеся, вероятно, в обстановке континентального склона и подножья). Нижний структурный элемент офиолитов – ультрабазиты обычно полностью серпентинизированы, но местами содержат реликты исходных пород. Слабо измененные шпинелевые лерцолиты изучены [20, 42] в пределах Турской площади Шаимского района. Их составы попадают в область, отвечающую примерно 5%-й степени выплавления MORB-базальтов из первичного неисто-

щенного мантийного источника. Температуры образования пород оценены как 1100–1200°C, давление – 10.5 кбар. Лерцолиты характеризуются повышенными содержаниями никеля и хрома, близкими к породам офиолитовой ассоциации. По всей видимости, шпинелевые лерцолиты являются реликтами меланократового основания раннепалеозойского (Уральского?) палеоокеана.

Завершением палеозойской геодинамической истории региона явилась коллизия, сопровождавшаяся складчатостью, тектоническим скучиванием, внедрением гранитных плутонов, метаморфизмом и формированием новообразованной коры континентального типа. Возраст этих важнейших событий, консолидировавших палеозойские комплексы всей огромной территории будущего Западно-Сибирского мегабассейна, определяется (на основании ряда Rb-Sr изохрон и других наших данных) в Приуральской части плиты как раннепермский. Относительно низкие величины $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в гранитах ряда площадей ($I_{\text{Sr}} = 0.7046\text{--}0.7047$) Западной Сибири указывают, что субстратом для выплавления этих гранитоидов служили, по всей видимости, палеозойские комплексы со значительной долей мантийного, т.е. океанического и островодужного материала, тектонически скученные в ходе позднепалеозойской коллизии.

НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ГЕОЛОГИЧЕСКОМУ СТРОЕНИЮ ФУНДАМЕНТА ПРИУРАЛЬСКОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Одним из главных нерешенных вопросов геологии фундамента Западной Сибири является проблема объема и даже вообще наличия докембрийских образований в доюрском основании плиты, особенно ее западной половины. В соответствии со всеми имеющимися стратиграфическими схемами расчленения и корреляции отложений фундамента Западной Сибири, наиболее древними образованиями региона считаются метаморфические толщи, слагающие ядра антиклинориев [39 и др.]. Так, по [13], в основании разреза Тагильского СФР (структурно-фациального района) залегают кристаллические сланцы и гнейсы, в основании Березово-Сартыньинского, Шеркалинского и Шаимского СФР – мета-ортосланцы, а в основании Красноленинского СФР – хлорит-альбитовые, биотит-хлорит-карбонат-кварцевые сланцы мощностью более 100 м. Все эти метаморфические толщи Е.А. Елкин и др. [13], считают нерасчлененным докембрием. Однако нет объективных данных, свидетельствующих о докембрийском возрасте метаморфических толщ описываемой территории Западной Сибири. Наиболее детально картирование фундамента было проведено [19 и др.] в Шаимском районе (масштаб 1 : 200 000). Нами исследовался и возраст метаморфических комплексов,

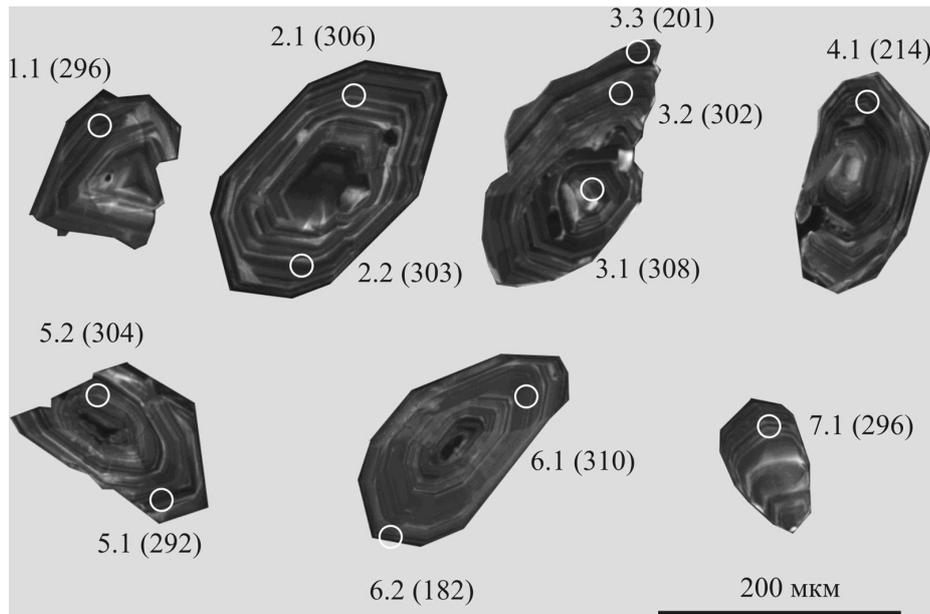


Рис. 2. Цирконы из граносиенита Окуневской площади Шаимского района (скв. Ок 10486, гл. 1734 м). Кружками показаны точки анализов, в скобках – возраст (млн. лет).

относившихся ранее к докембрию. Метаморфические толщи слагают здесь гранито-сланцевую ось, известную и как Шаимско-Кузнецовский мегантиклинорий (характеризуется региональной отрицательной гравиметровой аномалией). Локальные отрицательные аномалии в пределах этой структуры интерпретируются нами как позднепалеозойские массивы гранитоидов, а обрамление этих аномалий – как вмещающие метаморфические сланцы. Результаты этой интерпретации согласуются с данными бурения.

В последнее время нами получены новые данные по датировкам пород слагающих “гранито-сланцевую ось” Шаимского нефтегазоносного района. Ранее здесь, на территории Окуневской и Восточно-Окуневской нефтегазозведочных площадей на основании геолого-геофизических работ нами был выделен pluton гранитоидов овальной формы размером 17 × 19 км [19]. При этом массив имеет зональное строение, его центральная часть сложена монцодиоритами, а краевая – граносиенитами.

Граносиениты, как представители краевой фации плутона, отобраны в пределах Окуневской площади (скв. Ок 10486, гл. 1734 м). Породы имеют массивную текстуру, среднезернистую гипидиоморфнозернистую структуру. Граносиениты сложены плагиоклазом (альбит-олигоклаз), калиевым полевым шпатом, кварцем, биотитом (аннит-флогопит) и амфиболом (железистый эденит). Количество цветных минералов достигает 7–10%. Среди акцессорных и вторичных минералов можно упомянуть титанит, циркон, пирит и халькопирит. Цирконы, отобранные для U-Pb датирования (здесь и далее, анализы сделаны в ЦИИ ВСЕГЕИ, SHRIMP-II, по

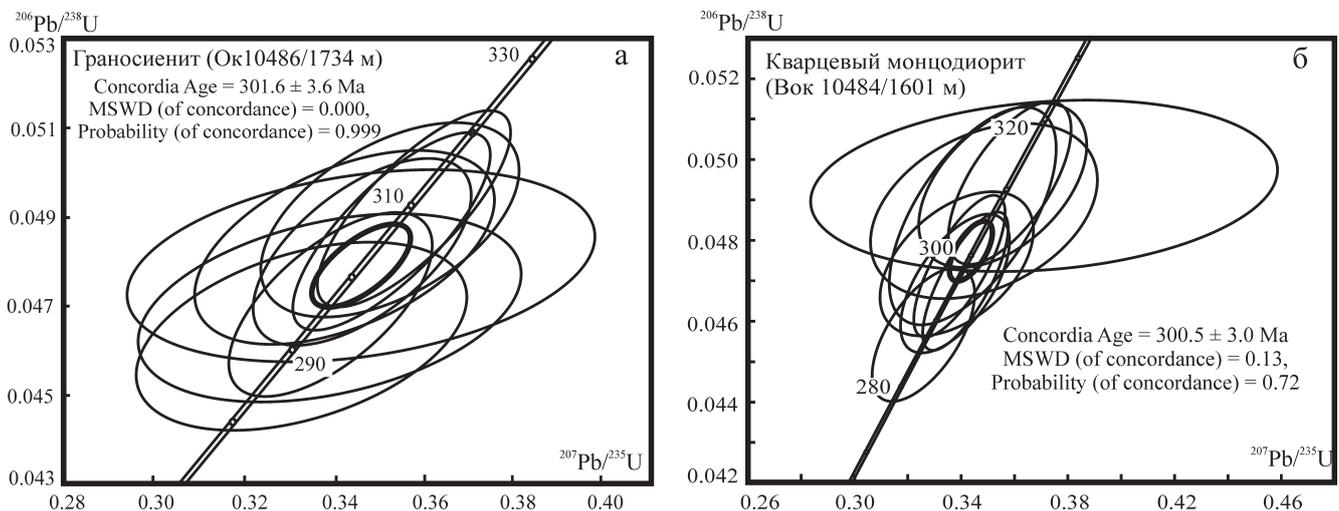
методике [52]), окрашены в серовато-розовый цвет, имеют размер до 300 мкм. В катодных лучах в цирконах выявляется сложное внутреннее строение. В некоторых кристаллах отчетливо видны ростовые зоны поздней генерации (рис. 2). Из граносиенита проанализировано 7 кристаллов циркона (табл. 1), в которых было выполнено 12 изотопных определений. Основная часть возрастов цирконов находится в пределах от 291.7 до 309.5 млн. лет, со средним значением 301.6 ± 3.6 млн. лет (рис. 3а). Наряду с этим определением, присутствуют три анализа со значительно омоложенными возрастaми: 181.5, 201 и 213.6 млн. лет, полученные из зон, сложенных поздними генерациями циркона. Эти “омоложенные” возраста достаточно хорошо совпадают с ранее установленными главными этапами послетриасовой тектонической активизации Западно-Сибирской платформы [48].

Монцодиориты, слагающие центральную часть плутона, отобраны в пределах Восточно-Окуневской площади (скв. ВОк 10484, гл. 1601 м). Породы состоят из плагиоклаза (андезин-олигоклаз), калиевого полевого шпата, биотита (железистый флогопит), амфибола (эденит, магнезиальная роговая обманка) и кварца. Отмечаются также титанит, фторапатит, циркон, ильменит и пирит. Цирконы, отобранные для U-Pb датирования, окрашены в бледно-розовый цвет, имеют размер до 200 мкм. В катодных лучах в цирконах выявляется сложное внутреннее строение. В некоторых кристаллах отчетливо видна ритмичная зональность, в других – она отсутствует. Также наблюдаются кристаллы с четко выраженными ядрами и ростовыми зонами поздней генерации. Из кварцевого монцодиори-

Таблица 1. U-Pb (SHRIMP II) изотопные данные для цирконов из гранитоидов Окуневской и Восточно-Окуневской площадей

Точки	$^{206}\text{Pb}_c, \%$	U, г/г	Th, г/г	$^{232}\text{Th}/^{238}\text{U}$	$^{206}\text{Pb}^*, \text{ г/г}$	(1) $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ Т, млн. лет	(1) $^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}^*, \pm\%$	(1) $^{207}\text{Pb}^*/^{235}\text{U}, \pm\%$	(1) $^{206}\text{Pb}^*/^{238}\text{U}, \pm\%$	Rho				
проба Ок10486 /1734														
1.1	0.09	1437	817	0.59	58.1	296.2	±5.3	21.26	1.8	0.3391	2.7	0.04703	1.8	0.671
2.1	0.00	1061	516	0.50	44.3	306.2	±5.5	20.56	1.8	0.3526	2.5	0.04865	1.8	0.733
2.2	0.28	987	487	0.51	41.0	303.4	±5.3	20.75	1.8	0.3459	2.9	0.04819	1.8	0.623
3.1	0.15	563	345	0.63	23.7	308.1	±5.6	20.43	1.9	0.352	3.4	0.04896	1.9	0.551
3.2	0.56	1094	559	0.53	45.3	301.5	±5.4	20.88	1.8	0.346	6.1	0.04789	1.8	0.301
3.3	0.32	1731	1510	0.90	47.2	201.0	±3.6	31.58	1.8	0.2274	3.7	0.03166	1.8	0.494
4.1	1.59	1735	954	0.57	51.0	213.6	±3.9	29.68	1.9	0.234	6.3	0.03369	1.9	0.297
5.1	0.25	1081	671	0.64	43.1	291.7	±5.3	21.6	1.9	0.333	4.5	0.04629	1.9	0.414
5.2	0.23	700	292	0.43	29.1	304.2	±5.5	20.7	1.9	0.342	3.9	0.04831	1.9	0.470
6.1	-	1077	572	0.55	45.5	309.5	±5.5	20.33	1.8	0.3576	2.4	0.04919	1.8	0.758
6.2	2.29	2164	1337	0.64	54.3	181.5	±3.4	35.03	1.9	0.177	8.1	0.02855	1.9	0.231
7.1	2.07	1132	573	0.52	46.6	295.7	±5.3	21.31	1.8	0.339	5.1	0.04693	1.8	0.363
проба Вок10484 /1601														
1.1	0.22	569	240	0.44	24.2	310.7	±5.1	20.25	1.7	0.356	3.6	0.04938	1.7	0.463
1.2	0.45	1042	704	0.70	42.6	298.8	±4.4	21.08	1.5	0.338	3.5	0.04744	1.5	0.437
2.1	0.00	648	312	0.50	27.5	311.0	±5.1	20.23	1.7	0.3584	2.6	0.04943	1.7	0.638
3.1	0.17	2330	1565	0.69	91.6	287.8	±4.1	21.9	1.5	0.3257	2.4	0.04566	1.5	0.606
3.2	0.12	1163	668	0.59	47.0	295.7	±4.4	21.3	1.5	0.3377	2.5	0.04695	1.5	0.607
4.1	0.26	822	365	0.46	34.4	306.0	±6.8	20.57	2.3	0.344	3.8	0.0486	2.3	0.609
4.2	0.00	1827	1672	0.95	73.8	296.0	±4.3	21.28	1.5	0.3416	1.9	0.04699	1.5	0.779
5.1	0.00	1381	673	0.50	56.2	298.3	±4.4	21.11	1.5	0.3393	2.1	0.04737	1.5	0.730
6.1	1.03	5301	9040	1.76	55.0	76.6	±1.2	83.7	1.6	0.0979	5.4	0.01195	1.6	0.306
7.1	0.19	210	54	0.26	8.82	306.9	±5.5	20.51	1.8	0.349	5.0	0.04876	1.8	0.367

Примечание: погрешности $\pm 1\sigma$; Pb_c и Pb^* – обыкновенный и радиогенный свинец, соответственно; погрешности калибровки относительно стандартов – 0.29%; (1) – коррекция с использованием ^{204}Pb ; Т – возраст; Rho – коэффициент корреляции отношений $^{207}\text{Pb}^*/^{235}\text{U} - ^{206}\text{Pb}^*/^{238}\text{U}$. Обработка экспериментально полученных U-Pb данных и построение графика с конкордией осуществлялось с использованием программы ISOPLOT/EX ver.3.66.

**Рис. 3.** Изотопные U-Pb диаграммы с конкордией для цирконов из гранитоидов Окуневской (а) и Восточно-Окуневской (б) площадей.

та проанализировано 7 кристаллов циркона, в которых было выполнено 10 изотопных определений (табл. 1). Конкордантные возраста находятся в пределах от 296 до 311 млн. лет, со средним значением 300.5 ± 3.0 млн. лет (рис. 3б).

Таким образом, U-Pb-датировки пород имеют весьма близкий возраст (рис. 3); кварцевый монцодиорит (300.5 ± 3.0 млн. лет), а граносиенит (301.6 ± 3.6 млн. лет). Из этого, по всей видимости, следует, что, несмотря на зональное строение,

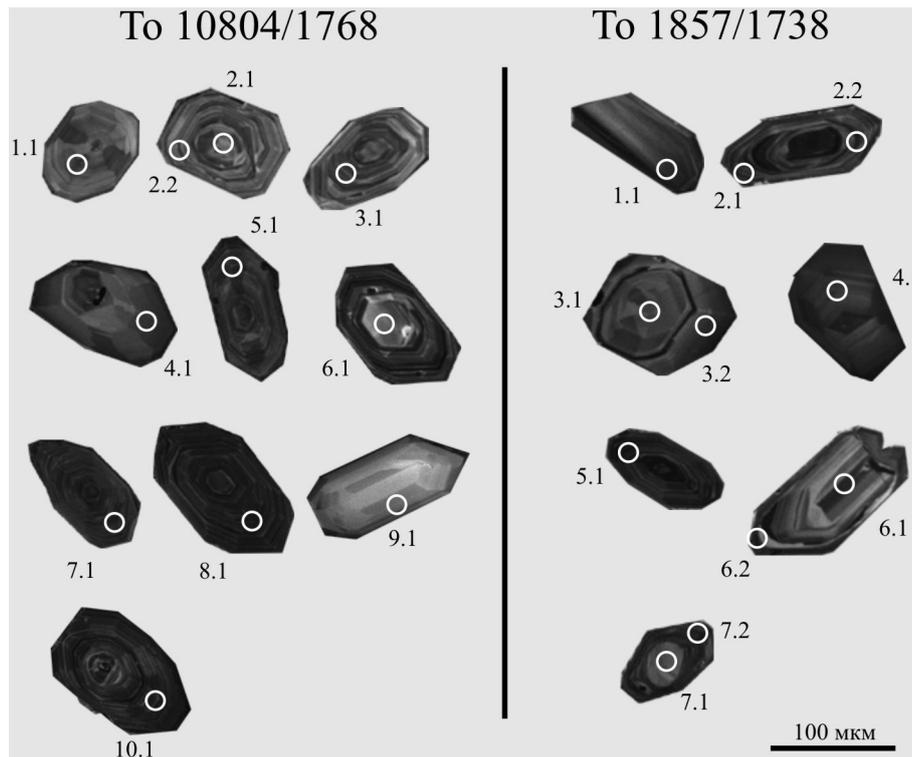


Рис. 4. Католюминесцентные изображения кристаллов циркона, пробы To1857/1738 и To10804/1768.

Кружками показано местоположение точек замеров, цифры соответствуют номерам анализов в табл. 2.

весь гранитный массив кристаллизовался в позднем карбоне и это позволяет нам с большой достоверностью говорить о том, что внедрение остальных субщелочных монцодиорит-граносиенитовых массивов Шаимско-Кузнецовского мегантиклинория происходило в позднем карбоне. По петрогеохимическим характеристикам эти гранитоиды относятся к монцодиорит-гранитным сериям [20].

Кроме того, нами получены датировки метаморфических пород из обрамления гранитных массивов. В пределах фундамента Шаимского района вскрыты кварц-серицитовые, серицит-кварцевые, плагиоклаз-кварц-серицитовые, цоизит-хлорит-амфибол-кварцевые и флогопит-мусковит-кварцевые породы. Для исследований были отобраны двуслюдяные сланцы из Толумской площади из скважин 10804 (с глубины 1768 м) и 1857 (с глубины 1738 м), которые сложены белой слюдой (мусковит-алюмоселадонит), флогопитом и кварцем, хлоритом (клинохлор-шамозит), альбитом (An_{0-3}), тремолитом и эпидотом. Аксессуары представлены фторапатитом, титанитом и рутилом. Кроме того, отмечается сульфидная минерализация – пирит, халькопирит, пирротин и кобальтин.

Цирконы из пробы To1857/1738 имеют размер от 50 до 200 мкм, розовую окраску и ритмично-зональное внутреннее строение, нередко с секториальностью (рис. 4). Кристаллы хорошо огранены, имеют призматический габитус, иногда с развити-

ем двух дипирамид и базопинакоида. Было проанализировано 7 кристаллов цирконов (табл. 2). Большинство конкорданных возрастов попало в область 369–395 млн. лет (рис. 5а), но присутствуют единичные более древние и молодые датировки: 2709, 503, 426, 295 и 261 млн. лет.

В пробе To10804/1768 цирконы имеют слабо розовую окраску, размер зерен от 60 до 170 мкм. Циркон встречается в виде хорошо ограненных призматических кристаллов, иногда с развитием базопинакоида (рис. 4). Проанализировано 10 кристаллов цирконов (табл. 2). Практически все полученные датировки легли на конкордию в область 358–385 млн. лет (рис. 5б) и дают условный “средний” возраст 371 ± 3.5 млн. лет, за исключением одного более древнего кристалла – 453 млн. лет.

Наиболее “древние” датировки получены в центральных частях кристаллов и вероятно являются ксеногенными. Единичные “молодые” датировки – 295 и 261 млн. лет – находятся в соответствии с ранее полученными К-Аг-данными по кварц-серицитовым сланцам (277–302 млн. лет [25 и др.]) интерпретируются нами как возраст метаморфизма данных пород, который близок ко времени становления монцодиорит-граносиенитовых массивов Шаимского района [18, 23].

Из этого следует, что большая часть протолита для метаморфических пород Шаимско-Кузнецовского мегантиклинория имеет, по всей

Таблица 2. U-Pb (SHRIMP II) изотопные данные для цирконов из двуслюдяных сланцев Шаимского района

Точки	$^{206}\text{Pb}_c, \%$	U, г/г	Th, г/г	$^{232}\text{Th}/^{238}\text{U}$	$^{206}\text{Pb}^*, \text{ г/г}$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ Т, млн. лет	$^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}^*, \pm\%$	$^{207}\text{Pb}^*/^{235}\text{U}, \pm\%$	$^{206}\text{Pb}^*/^{238}\text{U}, \pm\%$	Rho				
проба To10804/1768														
1.1	0.38	214.1	185.8	0.90	10.8	364.9	± 5.6	17.10	1.6	0.429	4.2	0.05824	1.6	0.373
2.1	0.40	230.7	153.4	0.69	12.1	380.7	± 6.0	16.37	1.6	0.447	6.3	0.06084	1.6	0.257
2.2	0.20	199.9	150.9	0.78	9.8	357.7	± 5.6	17.49	1.6	0.425	4.3	0.05706	1.6	0.371
3.1	0.08	443.8	310.8	0.72	22.0	361.8	± 5.1	17.31	1.5	0.436	2.8	0.05773	1.5	0.522
4.1	0.14	445.9	397.5	0.92	23.6	385.0	± 5.5	16.23	1.5	0.462	2.8	0.06154	1.5	0.530
5.1	0.15	538.1	353.7	0.68	27.9	377.6	± 5.3	16.55	1.4	0.448	2.9	0.06032	1.5	0.507
6.1	0.17	416.6	163.9	0.41	20.7	362.1	± 7.6	17.28	2.2	0.431	3.4	0.0578	2.2	0.639
7.1	0.14	636.7	328.6	0.53	33.0	377.5	± 5.3	16.56	1.4	0.452	2.4	0.0603	1.4	0.597
8.1	0.12	960.4	672.7	0.72	49.4	374.2	± 5.0	16.71	1.4	0.4509	2.0	0.05977	1.4	0.682
9.1	–	180.4	29.8	0.17	11.3	453.4	± 7.8	13.72	1.8	0.572	3.2	0.0729	1.8	0.563
10.1	–	899.7	569.4	0.65	44.8	363.1	± 5.3	17.26	1.5	0.4294	2.1	0.05794	1.5	0.737
проба To1857/1738														
1.1	0.17	358.5	372.6	1.07	19.5	395.5	± 6.1	15.78	1.6	0.467	3.2	0.0633	1.6	0.489
2.1	0.43	1356.3	354.2	0.27	48.4	261.2	± 3.7	24.08	1.4	0.337	3.2	0.04135	1.5	0.456
2.2	0.41	314.3	119.6	0.39	16.0	369.2	± 5.8	16.89	1.6	0.425	4.7	0.05894	1.6	0.339
3.1	0.16	173.5	163.7	0.97	9.0	377.4	± 6.1	16.56	1.7	0.444	4.1	0.0603	1.7	0.400
3.2	–	645.2	341.9	0.55	34.0	383.6	± 5.3	16.31	1.4	0.4621	2.0	0.06131	1.4	0.698
4.1	0.05	335.2	152.6	0.47	17.5	380.7	± 5.6	16.43	1.5	0.461	2.7	0.06084	1.5	0.559
5.1	0.04	1666.9	367.9	0.23	67.0	294.7	± 4.0	21.37	1.4	0.3562	1.7	0.04678	1.4	0.793
6.1	–	152.0	154.4	1.05	68.2	2709.0	± 3.3	1.920	1.5	13.45	1.7	0.5224	1.5	0.909
6.2	0.28	328.5	104.4	0.33	19.3	426.0	± 6.7	14.60	1.6	0.554	3.5	0.0683	1.6	0.470
7.1	–	102.7	117.9	1.19	7.1	502.6	± 8.9	12.40	1.8	0.675	7.5	0.0811	1.8	0.246
7.2	0.01	701.0	348.5	0.51	36.3	377.0	± 5.2	16.60	1.4	0.4481	2.1	0.06023	1.4	0.694

Примечание: Pb_c и Pb^* – обыкновенный и радиогенный свинец, соответственно; погрешности калибровки относительно стандартов 0.56%; (1) коррекция с использованием ^{204}Pb . Т – возраст; Rho – коэффициент корреляции отношений: $^{207}\text{Pb}^*/^{235}\text{U} - ^{206}\text{Pb}^*/^{238}\text{U}$. Обработка экспериментально полученных U-Pb данных и построение графика с конкордией осуществлялось с использованием программы ISOPLOT/EX ver.3.66.

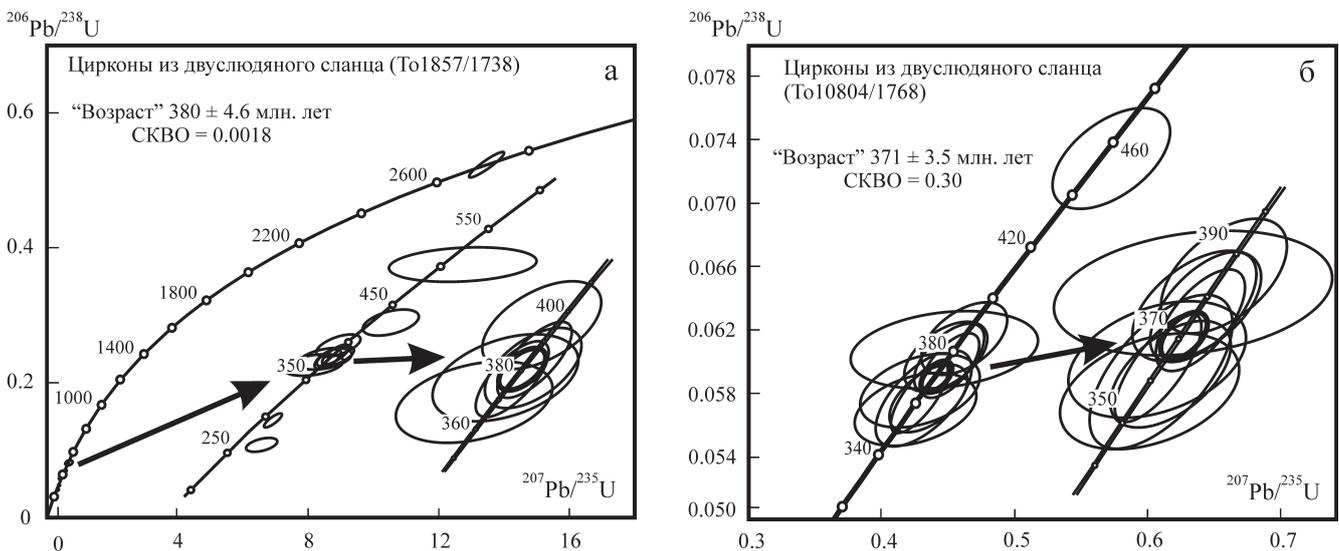


Рис. 5. Изотопные U-Pb диаграммы с конкордией для цирконов из двуслюдяных сланцев (пробы To 1857/1738 (а) и To 10804/1768 (б)).

видимости, поздне- и среднедевонский возраст (395–358 млн. лет), что согласуется с ранее полученной датировкой U-Pb методом ID-TIMS по цирконам из кварц-серицитовых сланцев

Шаимско-Кузнецовского мегантиклинория [25]. Для определения субстрата была использована диаграмма ФАК [38], которая применяется для реконструкции первичного состава метаморфозо-

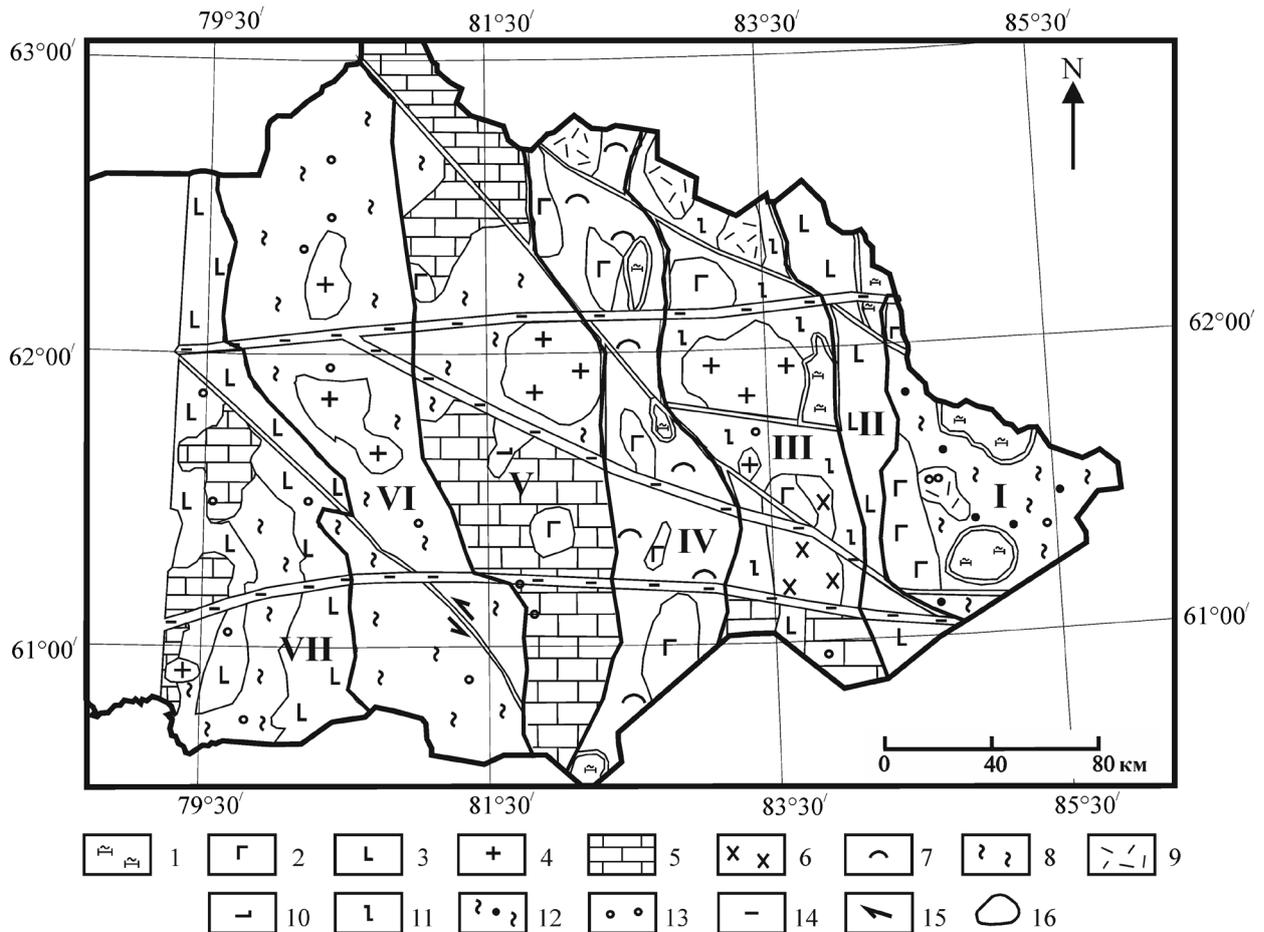


Рис. 6. Геологическая карта доюрского основания восточной части ХМАО-Югра (составили К.С. Иванов, В.Б. Писецкий).

1 – серпентинизированные ультрабазиты; 2 – габбро, габбро-диориты; 3 – базальты триаса; 4 – граниты, гранодиориты (верхний карбон – нижняя пермь); 5 – карбонатные толщи (известняки, доломитизированные известняки и др.); 6 – диориты; 7 – вулканогенно-осадочные толщи среднего палеозоя; 8 – кремнисто-терригенно-черносланцевые толщи, ордовик-девон; 9 – риолиты, гранит-порфиры, ранняя пермь; 10 – эффузивы среднего палеозоя; 11 – метаморфические сланцы; 12 – терригенно-кремнистые толщи среднего палеозоя; 13 – скважины; 14 – зоны расланцевания; 15 – сдвиги; 16 – граница ХМАО.

ванных алюмосиликатных магматических и осадочных пород. Составы изученных метаморфических пород Шаимско-Кузнецовского мегантиклинория образуют узкий интервал значений и попадают в поле граувакк и мелановакк. Сами граувакки формировались, вероятно, при местном размыве пород офиолитовой ассоциации. Об этом свидетельствует то, что цирконы в обоих пробах имеют типичный магматический облик, и в них не наблюдается следов окатанности. Метаморфические преобразования пород происходили в условиях зеленосланцевой и низов амфиболитовой фации в позднекаменноугольно-раннепермское время [37 и др.].

Таким образом, в целом, ядра антиклинориев наибольшей части Западной Сибири (особенно ее западной половины) сложены, по всей видимости, не докембрийскими, а палеозойскими глубинными магматическими и метаморфическими комплек-

сами, т.е. образованиями нижней и средней части земной коры.

Полученные результаты позволяют существенно уточнить историю формирования метаморфических пород фундамента Западно-Сибирской плиты.

НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ГЕОЛОГИЧЕСКОМУ СТРОЕНИЮ ФУНДАМЕНТА ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

На основании обобщения и анализа всех геолого-геофизических данных нами составлена новая версия геологической карты доюрского основания восточной части ХМАО (рис. 6). Для создания этой карты были использованы карты гравитационного и магнитного полей масштабов 1 : 200 000, временные разрезы и их специальные трансформации по региональным сейсмическим профилям, данные по всем пробуренным скважинам и нашим результа-

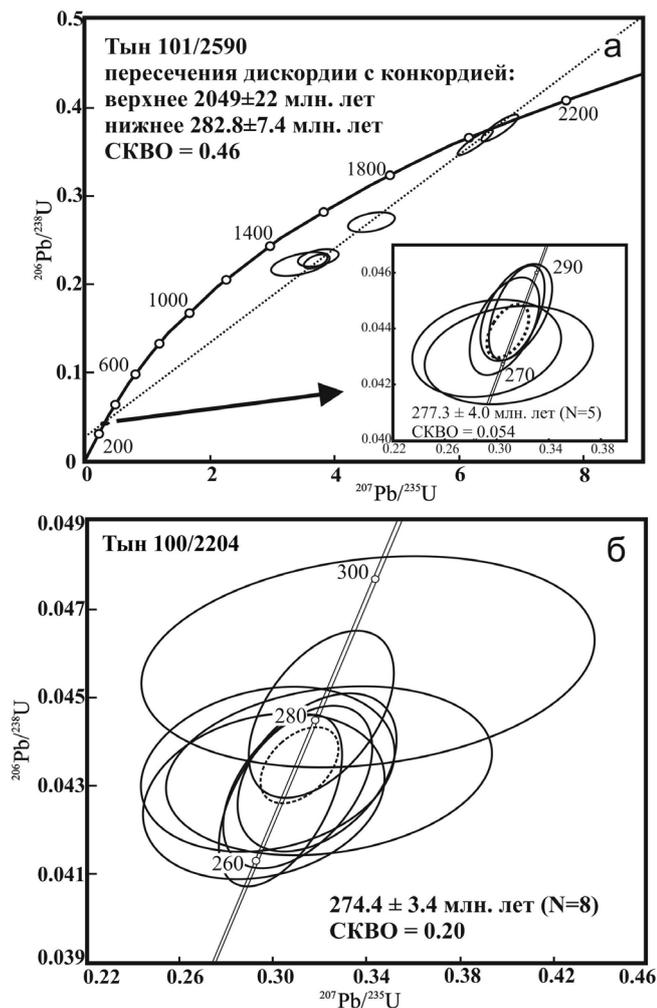


Рис. 7. Изотопные U-Pb диаграммы с конкордией для цирконов из гранитоидов Тыньярской площади (пробы Тын 101/2590 (а) и Тын 100/2204 (б)).

там изучения керна этих скважин. В итоге получена новая версия модели структуры, свойств и геодинамического состояния доюрского основания восточной части ХМАО, существенно уточняющая карты предшественников [10, 11, 34, 46 и др.]. Масштаб выполненных построений соответствует уровню 1 : 500 000, но в части некоторых районов “недотягивает” до этого уровня по плотности покрытия скважинами разведочного бурения.

Процесс разработки обсуждаемых ниже картографических моделей основывался на электронной базе данных, специально созданной для решения поставленных задач на основе геоинформационных технологий ArcGIS [50 и др.] и программных приложений различного назначения. Собственно модель геологического строения фундамента восточной окраины ХМАО представляет собой многослойную структуру метаданных в векторных и растровых форматах в согласованном абсолютном географическом пространстве. При этом предусмо-

трена “горячая” связь элементов векторных слоев с атрибутивной базой данных, что позволяет в визуальном и аналитическом режимах обращаться к цифровой и растровой информации к таким объектам карт, как скважина (фотографии керна и шлифов, стратиграфические колонки, каротажные диаграммы и т.п.), сейсмический профиль (изображения временных разрезов в различных трансформациях), геологический разрез и др.

На основе выполненных исследований предложена новая версия геологического строения рассматриваемой территории, картографическое изображение которой представлено на рис. 6.

В пределах изучаемого района нами выделено 8 субмеридиональных структурно-формационных зон (СФЗ), различающихся набором и структурой слагающих их формаций, историей геологического развития и, соответственно, физическими полями. Со структурно-формационными зонами, консолидированными в фундаменте молодой платформе и погребенными под осадочным чехлом, генетически связаны крупные структурные формы в самом осадочном чехле. Поэтому разграничение СФЗ представляет интерес не только для тектонической реконструкции в палеозое, но и для нефтяной геологии. Судя по резкой смене литологии комплексов пород и характеру физических полей (матрицам геодинамической модели в особенности) мы полагаем, что все субмеридиональные контакты между СФЗ в пределах изучавшегося региона являются тектоническими. С востока на запад нами выделяются следующие структурно-формационные зоны:

1. **Тыньярская** (отмечена римской цифрой I на рис. 6), сложенная преимущественно терригенно-кремнистыми черносланцевыми толщами среднего палеозоя с телами гранитов, риолитов, габбро, габбро-диоритов и серпентинитовыми массивами в краевых частях зоны. Зона характеризуется повышенными значениями поля силы тяжести и сильно варьирующим, знакопеременным магнитным полем, достигающим 400 и более нТл над массивами серпентинитов. В пределах зоны на Тыньярской площади пробурены две скважины – № 100 и 101, вскрывшие гранитоиды, а частично и вмещающие осадочные толщи. Нами проведены детальные изотопно-геохронометрические исследования кремнекислых вулканитов и гранитоидов Тыньярской площади 4 методами: K-Ar, Rb-Sr, Sm-Nd и U-Pb (SHRIMP-II по цирконам). В U-Pb системе цирконов для гранитоидов Тыньярской площади (рис. 7) фиксируется не менее чем двухэтапная геологическая история [17]. Событие с возрастом 277 млн. лет (нижнее пересечение конкордии и дискордии) очевидно коррелируется с этапом магматического внедрения и застывания субвулканического гранит-липаритового тела. Это определение очень хорошо коррелируется и с калий-аргоновым возрастом этого тела;

3 из 5 определений (причем именно из пород с высокими содержаниями калия) дали 268, 270 и 272 млн. лет. Событие с возрастом 2051 ± 23 млн. лет (верхнее пересечение конкордии и дискордии) свидетельствует о том, что позднепалеозойская (раннепермская) гранитная магма взаимодействовала с древним веществом такого возраста. Наиболее вероятно, что это был древний гранитно-метаморфический фундамент, в результате частичного плавления которого и образовалось Тыньярское липарит-гранитное тело.

2. **Лекосская** (отмечена римской цифрой II на рис. 6), сложенная достаточно свежими базальтами мощностью более 200 м, которые подстилаются пепловыми туфами (ксенотуфами) базальтового состава с прослоями метаморфизованных аргиллитов, песчаников и гравеллитов, мощностью более 400 метров. Зона характеризуется однородным слабым положительным полем силы тяжести и также однородным слабым отрицательным магнитным полем. Все отмеченные комплексы вскрыты скважиной Лекосская 27 [3, 12 и др.]. Триасовые вулканы обнажаются в интервале 2485–3110 м.

Инт. 2485–2700 м – базальты субщелочные оливиновые, участками миндалекаменные, иногда гидротермально измененные, брекчированные. В интервале 2570–2577.5 м отмечаются однородные с низким содержанием вулканического стекла долериты (вероятно, субвулканы). Находки в них биотита подтверждают их отнесение к субщелочным разностям. В вулканитах устанавливаются битовнит (в фенокристах), лабрадор (в микролитах), авгит (обрастающий микролиты плагиоклаза) и магнетит. Вулканическое стекло и оливин обычно полностью замещены карбонатным материалом. Миндалины, как правило, сложены халцедон-карбонатным цементом, иногда с небольшим содержанием хлорита.

Ниже по разрезу идут брекчированные красноватые базальтоиды (гематитизированные), цемент брекчий представлен карбонатом. Далее в интервале 2630–2700 м отмечается сильно измененные базальты, возможно, представляющие собой нижнюю часть лавового потока. Данные вулканы интенсивно карбонатизированы, в отдельных породах сохраняются только реликты породообразующих минералов (обычно плагиоклаз и магнетит).

Инт. 2700–3110 м – пепловые туфы (ксенотуфы) темно-серые до черных базальтового состава с обломками преимущественно осадочных пород гравийно-песчаной размерности. Текстура пятнистая, иногда брекчиевидная. Структура пепловая, мелко- и среднеобломочная. Отмечаются следы гематитизации и карбонатизации. Встречаются прослои метаморфизованных аргиллитов, алевролитов, песчаников и гравеллитов, внедрения базальтов. В интервале 2710–2716 м обнаружена флора и фауна триасового возраста [12].

Ниже по разрезу располагаются осадочные породы (аргиллиты, песчаники, конгломераты и т.д.) палеозоя, включая ордовик.

3. **Кыс-Еганская** (Кыс-Еганское поднятие, отмечено римской цифрой III на рис. 6), образована, по всей видимости, метаморфическими хлорит-альбит-кварцевыми сланцами (фашия зеленых сланцев; возможно, докембрий), которые вмещают крупные интрузивные массивы гранитов, риолитов, габбро, габбро-диоритов, диоритов (и серпентинитов в краевой восточной части зоны). Для этой зоны весьма характерно региональное пониженное поле силы тяжести (достигающее своего минимума над крупным субизометричным Кыс-Еганским гранитным массивом) и сильно варьирующее, знакопеременное магнитное поле. Здесь пробурена скважина Кыс-Еганская 91, но ее керн в интервале 2397–2400 м не поднят. Докембрийский возраст пород Кыс-Еганской зоны принят сугубо предположительно, в пользу этого говорит наличие докембрийских цирконов в гранитах Тыньярской зоны (см. выше).

4. **Вахская** (Вахский прогиб, отмечен римской цифрой IV на рис. 6). В строении этой зоны, по всей видимости, преобладают вулканогенно-осадочные и осадочные толщи, вероятно, нижнего–среднего палеозоя, вмещающие достаточно многочисленные тела габброидов, серпентинитов и одно крупное тело кремнекислого состава на севере зоны. Зона характеризуется слабо повышенными значениями поля силы тяжести и варьирующим, преимущественно положительным магнитным полем, достигающим 400 и более нТл над восемью аномалиями, соответствующими массивам серпентинитов и габброидов, составляющим около 40% площади зоны. Здесь пробурена скважина Кыс-Еганская 90, где в интервале от 2316.3 м до 2408 м (забой) вскрыты массивные крепкие сланцы серого, темно-серого и черного цвета со слабо выраженной слоистостью, вероятно кремнистые.

5. **Пылькарминская** зона (отмечена римской цифрой V на рис. 6). Наибольшая часть этой зоны (ее южная половина и северная четверть) образованы крупными карбонатными массивами девонского возраста, сложенными мелководными известняками, среди которых, по скважинам, преобладают застойные, зарифовые фации. Между этими карбонатными массивами в северной части зоны выходит большой блок преимущественно более глубоководных кремнисто-терригенно-черносланцевых толщ, которые прорваны массивом гранитов. Для карбонатных массивов в пределах этой зоны характерны весьма высокие значения поля силы тяжести в сочетании с очень низкими значениями магнитного поля; кремнисто-терригенные толщи отличаются умеренно повышенными или умеренно пониженными значениями поля силы тяжести. В пределах этой зоны пробурены скважины: Ларьголкуй-

ская 14, Верхне-Сабунская 9, Кулынигольская 30, Сев.-Мегтыгеганская 33, Вост.-Пылькарминская 11, Юж.-Пылькарминская 22, Вост.-Сабунская 7.

Изучение керн скважин Пылькарминской зоны дало следующие основные результаты:

В скв. Кулынигольская 30 в результате растворения проб известняков в интервале 2692–2700 м установлен весьма представительный комплекс конодонтов верхнего девона, верхнефранского подъяруса.

В скважине Северо-Мегтыгеганская 33 в интервале 2840–2850 м в известняках темно-серых тонкозернистых установлен богатый комплекс конодонтов, водорослей и фораминифер фаменского яруса. Карбонатные породы разреза этой скважины, характеризуются монофациальным составом осадков, а именно, являются вакстоунами органогенно-пелоидными. Пороодообразующими компонентами вакстоунов являются пелоиды и разнообразные органические остатки, такие как сине-зеленые водоросли *Issinella*, *Samaena*, криноидеи, иглы морских ежей, тен-такулиты, брахиоподы, гастроподы, остракоды, фораминиферы *Archaesphaera magna* Sul., *A. grandis* Lip., *Parathuramminites* sp., *P. cf. paulis* Вук. *Parathuramminites ex gr. suleimanovi* (Lip.), *Vicinesphaera squalida* Antr. Образование этих пород происходило в мелководной гидродинамически спокойной (изолированной) обстановке.

6. **Боровая** зона (отмечена римской цифрой VI на рис. 6) сложена сравнительно глубоководными (батиальными, континентально-склоновыми) кремнисто-терригенно-черносланцевыми толщами, которые прорваны двумя массивами гранитов. Среди этих толщ по скважинам отмечаются тела известняков, не создающие особенностей в геофизических полях масштаба 1 : 200 000, что свидетельствует об их малой мощности. Пока нельзя исключить предположений, что эти известняки могут являться оползневыми отторженцами из более мелководной части бассейна (из Пылькарминской зоны) или были сформированы на небольших местных поднятиях. Зона характеризуется достаточно однородными полями силы тяжести и магнитными (преимущественно с пониженными значениями). В пределах этой зоны пробурены скважины: Боровые 6 и 7, Северо-Боровая 1, Южно-Ларьянская 28, Колынигольская 26, Мегтыгеганская 27, Пылькарминские 1 и 2, Улымторская 31, Кулынигольская 2, Гранатовая 18, Сыхтинская 500, Лунгтыгеганская 3, Приозерная 91, 92, Южно-Приозерные 93 и 95, Северо-Приозерная 4, Васихинская 102. Изучение петрографии и геохимии керн этих скважин Боровой зоны показало, что она сложена сравнительно глубоководными (батиальными, континентально-склоновыми) кремнисто-терригенно-черносланцевыми толщами.

7. **Сабунская** зона (триасовый грабен, иногда также называемый Хохряковским; отмечена римской

цифрой VII на рис. 6). Вскрыта скважинами Ильичевская 110, С-Сабунская 2, Сабунская 1, Источнинская 118, Ларьянская 1, а также Владиленская 1, где в интервале 3063–3151.5 м (забой) пройдены:

инт. 3063–3070 м – красные мелкозернистые песчаники;

инт. 3070–3074 м – аналогичные песчаники, видимо вулканомитовые;

инт. 3112–3120 м – свежие темно-зеленые массивные и редкоминдалекаменные базальты триаса, раскристаллизованные с лейстами плагиоклаза размером 6–8 мм;

инт. 3147–3151.5 м – зеленоватые и красно-бурые мелкозернистые песчаники и алевролиты с многочисленными округлыми конкрециями и редкими брахиоподами.

Исследования петрографии, геохимии и возраста базальтоидов, вскрытых скважинами в пределах Сабунской зоны (а также проведенное рентгенофазовое изучение базальтоидов), показало, что эти вулканы практически нацело преобразованы наложенными низкотемпературными гидротермальными изменениями, но геохимия базальтов Северо-Сабунской площади достаточно хорошо коррелируется с аналогичными трендами базальтов из Северо-Сосьвинского триасового грабена с надежными изотопными датировками. Это косвенно подтверждает, что исходный возраст измененных базальтов также относился к триасу. Сообщается [2], что в предпоследнем интервале базальты имеют К-Аг возраст 229 ± 10 млн. лет, впрочем этот возраст явно несколько омоложен (см. [25, 35 и др.]).

8. **Котыгтыгеганская** зона прослеживается непосредственно западнее Сабунского грабена и выполнена преимущественно мелководными известняками верхнего девона. Здесь пробурены скважины Котыгтыгеганские 22, 23, 26, 28 и Восточно-Хохряковская 1.

Анализ микрофаций карбонатного разреза скважины Котыгтыгеганская 26 позволяет оценить условия накопления осадков, формирующих данные отложения, как мелководные и гидродинамически активные. Это также видно по составу биоценоза (ориктоценоза), который довольно однообразен по всему разрезу и представлен, в том числе, и мелководными формами организмов, такими как сине-зеленые водоросли, брахиоподы, амфипоры. Комплекс представленных в разрезе фораминифер *Archaesphaera minima* Sul., *A. grandis* Lip., *A. magna* Sul., *Auroria ferganensis* Pojark., *Bisphaera minima* Lip., *B. elegans* Viss., *Calcisphaera rara* Reitl., *Diplosphaerina* sp., *Parathuramminites* sp., *Parathuramminites suleimanovi* (Lip.), *Parathuramminites ex gr. suleimanovi* (Lip.), *P. scutulus* (Tchuv.), *P. obnatus* (Tchuv.), *Radiosphaera ponderosa* Reitl., *Vicinesphaera squalida* Antr., *V. angulata* Antr. (определения Т.И. Степановой, ИГГ УрО РАН) свидетельствует о позднедевонском возрасте пород.

Проведенное тектоническое районирование фундамента востока ХМАО с выделением восьми структурно-формационных зон, отражает принципиальные особенности модели структуры, свойств и геодинамического состояния доюрского основания региона, что в совокупности с результатами геодинамического и флюидодинамического анализа, позволяет объективным образом переходить к более детальному картированию и определению перспектив нефтегазоносности территории.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате картирования и детального геолого-геофизического изучения крупных сегментов доюрского основания Западно-Сибирской плиты получены следующие основные результаты.

В западной половине региона:

Впервые для метаморфических пород фундамента Западно-Сибирской плиты получены данные **U-Pb датирования (SHRIMP II по циркону)**. Установлено, что большая часть протолита метаморфических толщ Шаимско-Кузнецовского мегантиклинория была сложена осадочными поздне- и среднедевонскими породами (395–358 млн. лет). Вероятно, субстратом метаморфических пород служили граувакки, толщи которых формировались в значительной мере при размыве пород офиолитовой ассоциации, описанной в регионе [20 и др.]. Об этом же свидетельствует и то, что в целом цирконы в обеих пробах имеют типичный магматический облик, и в них не наблюдается следов окатанности (перенос в составе обломков). Метаморфические преобразования пород происходили в условиях зеленосланцевой (местами низов амфиболитовой) фации в позднекаменноугольно-раннепермское время.

U-Pb методом (SHRIMP-II по цирконам) уточнен позднекарбонный возраст гранитных plutонов, слагающих Шаимско-Кузнецовский мегантиклинорий.

Новые результаты позволяют существенно уточнить историю формирования фундамента Западно-Сибирского нефтегазоносного мегабассейна. Получается, что ядра антиклинориев являются не блоками докембрия (срединными массивами, поднятиями древней протерозойской протокры и пр.), а палеозойскими глубинными магматическими и метаморфическими комплексами, т.е. образованиями нижней и средней части земной коры. Судя по имеющимся данным, их вывод к поверхности (или на уровень верхней коры) происходил во время раннетриасового рифтогенеза и растяжения Западной Сибири, т.е. в самый начальный период формирования собственно Западно-Сибирского нефтегазоносного мегабассейна.

В восточной половине Западной Сибири:

Проведено тектоническое районирование фундамента востока ХМАО и выделено 8 субмеридио-

нальных структурно-формационных зон (СФЗ), различающихся набором и структурой слагающих их формаций, историей геологического развития и, соответственно, физическими полями. Важно, что со структурно-формационными зонами, консолидированными в фундаменте молодой платформы и погребенными под осадочным чехлом, генетически связаны крупные структурные формы в самом осадочном чехле. Судя по резкой смене литологии комплексов пород и характеру физических полей (интегральным матрицам потенциальных полей и рельефов граничных поверхностей) следует считать, что все субмеридиональные контакты между СФЗ в пределах изучавшегося региона являются тектоническими.

Весьма вероятно наличие древнего (примерно около 2 млрд. лет) сиалического фундамента под Тынъярской площадью. Здесь получена первая реперная геохронологическая датировка формаций фундамента всей Западной Сибири.

Итак, нами проведено комплексное изучение петрографии, петро- и геохимии, биостратиграфии, а также геохронологии и изотопии доюрских образований восточной части ХМАО. На основании обобщения и анализа всех геолого-геофизических данных нами составлена новая версия геологической карты доюрского основания восточной части ХМАО масштаба 1 : 500 000, с врезками более крупного масштаба. Для создания этих карт были использованы карты гравитационного и магнитного полей масштабов 1 : 200 000, временные разрезы и их специальные трансформации по региональным сейсмическим профилям, данные по всем пробуренным скважинам и нашим результатам изучения керн этих скважин. В итоге получена новая версия модели структуры, свойств и геодинамического состояния доюрского основания восточной части ХМАО, существенно уточняющая данные и карты предшественников.

В течение многих лет изучение фундамента западной половины Западной Сибири велось нами совместно с выдающимся геологом-нефтяником **Юрием Николаевичем Федоровым**. За консультации и обсуждение результатов по востоку ХМАО авторы выражают свою искреннюю признательность заместителю директора НАЦ РН им. В.И. Шпильмана В.А. Волкову. Мы благодарим Н.В. Родионова (ЦИИ ВСЕГЕИ) за анализы цирконов, Т.И. Степанову (ИГГ УрО РАН) за определения фауны и В.С. Бочкарева (ОАО СИБНАЦ) за конструктивные замечания.

Исследования выполняются при частичной поддержке интеграционного проекта СО-УрО РАН "Геологическое строение... палеозоя Западно-Сибирской геосинеклизы...", а также грантов офи-УрО (№ 12-5-009-НДР, 12-5-6-003 Арктика) и РФФИ (11-05-00098-а).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Богущи О.И., Бочкарев В.С., Юферев О.В.* Палеозой юга Западно-Сибирской равнины. Новосибирск: Наука, 1975. 52 с.
2. *Бочкарев В.С., Брехунцов А.М.* Проблемы идентификации триасовых грабен-рифтовых систем в Западной Сибири и перспективы нефтегазоносности глубоких горизонтов // *Горные ведомости*. 2011. № 8. С. 6–23.
3. *Бочкарев В.С., Брехунцов А.М., Дещеня Н.П.* Палеозой и триас Западной Сибири // *Геология и геофизика*. 2003. Т. 44, № 1-2. С. 120–143.
4. *Бочкарев В.С., Брехунцов А.М., Лукомская К.Г. и др.* Строение зоны сочленения уралид, тиманид (салаирид) и байкалид в восточной части Западной Сибири // *Горные ведомости*. 2010. № 7. С. 6–18.
5. *Бочкарев В.С., Криночкин В.Г.* Докембрийские и палеозойские формации Западной Сибири // *Тектоника платформенных областей*. М.: Наука, 1988. С. 80–104.
6. *Буслов М.М., Ватанабе Т., Смирнова Л.В. и др.* Роль сдвигов в позднепалеозойско-раннемезозойской тектонике и геодинамике Алтае-Саянской и Восточно-Казахстанской складчатых областей // *Геология и геофизика*. 2003. Т. 44, № 1-2. С. 49–75.
7. *Верниковский В.А., Казанский А.Ю., Матушкин Н.Ю. и др.* Геодинамическая эволюция складчатого обрамления и западная граница Сибирского кратона в Неопротерозое: геолого-структурные, седиментологические, геохронологические и палеомагнитные данные // *Геология и геофизика*, 2009. Т. 50, № 4. С. 502–519.
8. *Добрецов Н.Л.* Эволюция структур Урала, Казахстана, Тянь-Шаня и Алтае-Саянской области в Урало-Монгольском складчатом поясе // *Геология и геофизика*. 2003. Т. 44, № 1-2. С. 5–27.
9. *Дьяконова А.Г., Иванов К.С., Сурина О.В. и др.* Строение тектоносферы Урала и Западно-Сибирской платформы по электромагнитным данным // *Докл. АН*. 2008. Т. 423, № 5. С. 685–688.
10. *Елисеев В.Г., Бочкарев В.С.* Новые перспективные объекты поиска залежей нефти и газа восточной региональной зоны Ханты-Мансийского автономного округа // *Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО*. Ханты-Мансийск, Екатеринбург: УрО РАН, 2000. С. 73–78.
11. *Елисеев В.Г., Демичева К.В., Кренинг Е.А. и др.* Пути развития геологоразведочных работ на востоке Ханты-Мансийского автономного округа // *Пути реализации нефтегазового и рудного потенциала ХМАО*. Т. 1. Ханты-Мансийск, Екатеринбург: УрО РАН, 2008. С. 129–139.
12. *Елисеев В.Г., Демичева К.В., Кренинг Е.А. и др.* Предварительные геологические результаты бурения Лекосской параметрической скважины 27 на северо-востоке ХМАО – Югры // *Пути реализации нефтегазового и рудного потенциала ХМАО*. Т. 1. Ханты-Мансийск, Екатеринбург: УрО РАН, 2009. С. 279–289.
13. *Елкин Е.А., Краснов В.И., Бахарев Н.К. и др.* Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Палеозой Западной Сибири. Новосибирск: Гео, 2001. 163 с.
14. *Елкин Е.А., Сенников Н.В., Бахарев Н.К. и др.* Основные черты современной структуры и история формирования докембрийско-палеозойского Западно-Сибирского осадочного бассейна // *Фундамент, структуры обрамления Западно-Сибирского осадочного бассейна, их геодинамическая эволюция и проблемы нефтегазоносности: мат-лы Всерос. науч. конф. Тюмень: СИБНАЦ, 2008. С. 75–80.*
15. *Ергалиев Г.Х., Никитин И.Ф., Палец Л.М. и др.* Венд-палеозойская эволюция Казахстана и северного Тянь-Шаня // *Геология Казахстана*. 1995. № 5-6. С. 11–22.
16. *Иванов К.С.* Основные черты геологической истории (1.6–0.2 млрд. лет) и строения Урала. Екатеринбург: УрО РАН, 1998. 252 с.
17. *Иванов К.С., Ерохин Ю.В.* О возрасте гранитоидов и “древнего” фундамента на востоке Западно-Сибирской плиты (первые U-Pb-данные) // *Докл. АН*. 2011. Т. 436, № 5. С. 665–669.
18. *Иванов К.С., Ерохин Ю.В., Федоров Ю.Н. и др.* Изотопное и химическое U-Pb-датирование гранитоидов Западно-Сибирского мегабассейна // *Докл. АН*. 2010. Т. 433, № 5. С. 671–674.
19. *Иванов К.С., Кормильцев В.В., Федоров Ю.Н. и др.* Основные черты строения доюрского фундамента Шаимского нефтегазоносного района // *Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО*. Т. 1. Ханты-Мансийск, Екатеринбург: УрО РАН, 2003. С. 102–113.
20. *Иванов К.С., Коротеев В.А., Печеркин М.Ф. и др.* История геологического развития и строение фундамента западной части Западно-Сибирского нефтегазоносного мегабассейна // *Геология и геофизика*. 2009. Т. 50, № 4. С. 484–501.
21. *Иванов К.С., Коротеев В.А., Федоров Ю.Н. и др.* Строение зоны сочленения Приполярного Урала и Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна // *Литосфера*. 2004. № 2. С. 108–124.
22. *Иванов К.С., Федоров Ю.Н., Амон Э.О. и др.* О возрасте и составе офиолитов фундамента Западно-Сибирского нефтегазоносного мегабассейна // *Докл. АН*. 2007. Т. 413, № 4. С. 535–540.
23. *Иванов К.С., Федоров Ю.Н., Коротеев В.А. и др.* U-Pb-датирование гранитоидов из фундамента Шаимского нефтегазоносного района Западной Сибири // *Горные ведомости*. 2011. № 6 (85). С. 90–103.
24. *Иванов К.С., Федоров Ю.Н., Коротеев В.А., Кормильцев В.В.* Уралиды в структуре фундамента Западной Сибири // *Горные ведомости*. 2006. № 8 (27). С. 16–29.
25. *Иванов К.С., Федоров Ю.Н., Ронкин Ю.Л., Ерохин Ю.В.* Геохронологические исследования фундамента Западно-Сибирского нефтегазоносного мегабассейна; итоги 50 лет изучения // *Литосфера*. 2005. № 3. С. 117–135.
26. *Иванов К.С., Федоров Ю.Н., Рыбалка А.В., Клец А.Г.* Строение и развитие Урала и доюрского основания западной части Западно-Сибирского мегабассейна (по данным комплексных геологических и глубинных сейсмических исследований) // *Фундамент, структуры обрамления Западно-Сибирского мезозойско-кайнозойского осадочного бассейна, их геодинамическая эволюция и проблемы нефтегазоносности: мат-лы Всерос. науч. конф. Тюмень: СИБНАЦ, 2008. С. 95–98.*
27. *Казанский А.Ю., Метелкин Д.В.* Сдвиговые деформации в палеозойской и мезозойской истории формирования структуры Южной и Западной Сибири по пале-

- омагнитным данным // *Фундамент, структуры обрамления Западно-Сибирского мезозойско-кайнозойского осадочного бассейна, их геодинамическая эволюция и проблемы нефтегазоносности: мат-лы Всерос. науч. конф. Тюмень: СИБНАЦ, 2008. С. 98–101.*
28. *Клец А.Г., Конторович В.А., Иванов К.С. и др.* Геодинамическая модель доюрского основания – основа нефтегазогеологического районирования верхнедокембрийско-нижнетриасового структурного этажа Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции // *Пути реализации нефтегазового и рудного потенциала ХМАО. Т. 1. Ханты-Мансийск, Екатеринбург: УрО РАН, 2007. С. 79–90.*
 29. *Конторович А.Э., Нестеров И.И., Салманов Ф.К. и др.* Геология нефти и газа Западной Сибири. М.: Недра, 1975. 690 с.
 30. *Конторович А.Э., Конторович В.А., Филиппов Ю.Ф. и др.* Предъенисейская нефтегазоносная субпровинция – новый перспективный объект поисков нефти и газа в Сибири // *Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса (от океана к континенту): мат-лы совещ. Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2003. С. 123–127.*
 31. *Конторович А.Э., Варламов А.И., Ефимов А.С. и др.* Предъенисейская нефтегазоносная субпровинция: осадочные комплексы, тектоника, перспективы нефтегазоносности. // *Фундамент, структуры обрамления Западно-Сибирского мезозойско-кайнозойского осадочного бассейна, их геодинамическая эволюция и проблемы нефтегазоносности: мат-лы Всерос. науч. конф. Тюмень: СИБНАЦ, 2008. С. 110–117.*
 32. *Конторович В.А.* Сейсмогеологические критерии нефтегазоносности зоны контакта палеозойских и мезозойских отложений Западной Сибири // *Геология и геофизика. 2007. Т. 48, № 5. С. 538–547.*
 33. *Краснов В.И., Исаев Г.Д., Асташкина В.Ф. и др.* Региональная стратиграфическая схема палеозойских образований нефтегазоносных районов Западно-Сибирской равнины // *Стратиграфия и палеогеография фанерозоя Сибири. Новосибирск: СНИИГГиМС, 1993. С. 47–78.*
 34. *Мегакомплексы и глубинная структура земной коры Западно-Сибирской плиты. Ред. В.С. Сурков. М.: Недра, 1986. 149 с.*
 35. *Медведев А.Я., Альмухамедов А.И., Рейчов М.К. и др.* Абсолютный возраст базальтов доюрского основания Западно-Сибирской плиты (по $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ данным) // *Геология и геофизика. 2003. Т. 44, № 6. С. 617–620.*
 36. *Пейве А.В., Иванов С.Н., Перфильев А.С. и др.* Тектоническая карта Урала м-ба 1 : 1 000 000. М.: ГУГК, 1976.
 37. *Пономарев В.С.* Вещественный состав гранитоидов и их метаморфического обрамления из фундамента Приуральской части Западно-Сибирского мегабассейна. Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2011. 22 с.
 38. *Предовский А.А.* Реконструкция условий седиментогенеза и вулканизма раннего докембрия. Л.: Наука, 1980. 152 с.
 39. Решения Межведомственного совещания по рассмотрению и принятию региональной стратиграфической схемы палеозойских образований Западно-Сибирской равнины. Новосибирск: СНИИГГиМС, 1999. 80 с.
 40. *Ростовцев Н.Н.* Геология и нефтегазоносность России (избранные труды). Тюмень: Тюменский дом печати, 2007. 671 с.
 41. *Сараев С.В., Хоменко А.В., Батурина Т.П. и др.* Венд и кембрий юго-востока Западной Сибири: стратиграфия, седиментология, палеогеография // *Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2004. № 1. С. 7–18.*
 42. *Симонов В.А., Иванов К.С., Ступаков С.И. и др.* Мантйные ультрамафитовые комплексы фундамента Западно-Сибирского нефтегазоносного осадочного бассейна // *Литосфера. 2012. № 3. С. 31–48.*
 43. *Сурков В.С., Смирнов Л.В.* Консолидированные блоки земной коры в фундаменте Западно-Сибирской плиты // *Фундамент, структуры обрамления Западно-Сибирского мезозойско-кайнозойского осадочного бассейна, их геодинамическая эволюция и проблемы нефтегазоносности: мат-лы Всерос. науч. конф. Тюмень: СИБНАЦ, 2008. С. 207–210.*
 44. *Сурков В.С., Трофимук А.А.* Мегакомплексы и глубинная структура земной коры Западно-Сибирской плиты. М.: Недра, 1986. 149 с.
 45. *Федоров Ю.Н., Иванов К.С., Захаров С.Г. и др.* Геологическое строение и стратиграфия триасовых отложений Северо-Сосьвинского грабена // *Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО. Ханты-Мансийск, Екатеринбург: УрО РАН, 2003. Т. 1. С. 114–123.*
 46. *Федоров Ю.Н., Елисеев В.Г., Иванов К.С. и др.* Новые данные о возрасте и составе кремнекислого магматизма на востоке Ханты-Мансийского автономного округа // *Вестник недропользователя. 2006. № 17. С. 19–24.*
 47. *Федоров Ю.Н., Иванов К.С., Садыков М.Р. и др.* Строение и перспективы нефтегазоносности доюрского комплекса территории ХМАО: новые подходы и методы // *Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО. Ханты-Мансийск, Екатеринбург: УрО РАН, 2004. Т. 1. С. 79–90.*
 48. *Федоров Ю.Н., Криночкин В.Г., Иванов К.С. и др.* Этапы тектонической активизации Западно-Сибирской платформы (по данным К-Аг метода датирования) // *Докл. АН. 2004. Т. 397, № 2. С. 239–242.*
 49. *Фундамент, структуры обрамления Западно-Сибирского мезозойско-кайнозойского осадочного бассейна, их геодинамическая эволюция и проблемы нефтегазоносности: мат-лы Всерос. науч. конф. Тюмень: СИБНАЦ, 2008. 242 с.*
 50. ArcView. Using ArcView GIS. The Geographic Information System for Everyone. Environmental Systems Research Institute, Inc., USA, 1996. 350 p.
 51. *Iwata K., Obut O.T., Buslov M.M.* Devonian and Lower Carboniferous radiolarians from the Chara Ophiolite Belt, East Kazakhstan // *News of Osaka Micropaleontologists. 1977. Spec. V. 10. P. 27–32.*
 52. *Williams I.S.* U-Th-Pb geochronology by ion microprobe. In *Applications of microanalytical techniques to understanding mineralizing processes // Revs Econ. Geol., 1998. V. 7. P. 1–35.*

Рецензент В.С. Бочкарев

New data on the structure of the West-Siberian Platform basement

K. S. Ivanov*, Yu. V. Erokhin*, V. B. Pisetsky**, V. S. Ponomareov*, O. E. Pogromskaya*

**Institute of Geology and Geochemistry, Urals Branch of RAS*

***Urals State Mining University*

The West-Siberian megabasin basement's zonation has been described and specified. In the result of mapping and detailed geological-geophysical study of big segments of the West-Siberian Plate's Prejurassic basement the following main results have been got. For the first time for metamorphic rocks from the West-Siberian plate's basement the U-Pb data (SHRIMP-II on zircon) have been obtained in the region's western half. It was established that the major part of protolith of the Shaim-Kuznetsov meganticlinorium metamorphic series has been composed with sedimented Late- and Middle-Devonian rocks (395–358 Ma). The greywackes forming mostly in the process of the ophiolite association rock washout have been probably served as the substratum of metamorphic rocks. The rock metamorphic transformations occurred in the environments of green-schisted (in places of bottoms of amphibolite) facies of metamorphism during Late Carboniferous–Early Permian. The Late Carboniferous age of granite plutons composing the Shaim-Kuznetsov meganticlinorium it was specified with the U-Pb method. It turns out that the anticlinorium cores are not the Pre-Cambrian blocks, but the Paleozoic deep magmatic and metamorphic complexes which were formed in the lower and middle parts of the Earth crust. In the eastern half of the West Siberia the tectonic zonation of the Khanty-Mansi autonomic district (KMAD) eastern part basement has been carried out and 8 sub-meridional structure-formational zones which differ on a set and structure of the formations, the history of geological development and physical fields were separated. A complex study of petrography, petro- and geochemistry, biostratigraphy, as well as geochronology and isotopy of the Prejurassic formations of KMAD eastern part has been made. Basing on the generalization and analysis of all the geological-geophysical data we compiled a new geological map of the Prejurassic basement of the KMAD eastern part, which considerably specifies the predecessors' maps. The presence of the ancient (about 2 Ga – U-Pb data) sialic basement under the Tinyar square is assumed. New results make it possible to specify considerably the history of formation of the basement of the West-Siberian oil- and gas-bearing megabasin.

Key words: *West Siberia, geological map of the basement, metamorphic series, granites, U-Pb age.*