

СТРУКТУРНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ТЕКТОНИЧЕСКОГО БЛОКА КАРАТАУ

А.Ю. Кисин

*Институт геологии и геохимии УрО РАН
620151, г. Екатеринбург, Почтовый пер., 7*

E-mail: kissin@igg.uran.ru

Поступила в редакцию 26 февраля 2008 г.

В зоне сочленения Русской платформы и складчатого Урала имеется поперечный тектонический блок Каратау. На современных тектонических схемах он отнесен к Уралу. Анализ геологической ситуации данной зоны с позиций общекоровой складчатости позволяет отнести блок Каратау к платформенным структурам, возникшим в результате давления со стороны Урала в позднепалеозойское время.

Ключевые слова: *Русская платформа, Урал, геодинамика.*

STRUCTURAL POSITION OF KARATAU TECTONIC BLOCK

A.Yu. Kissin

Institute of Geology and Geochemistry, Urals Branch of RAS

There is a transversal tectonic block Karatau in a joint zone of Russian platform and the Urals folded belt. On the modern tectonic circuits it is treated to the Urals, but the geologic situation analysis from the positions of general folding allows to consider the block Karatau as a platform structure which was arisen by the pressure effect of the Urals in Later Paleozoic time.

Key words: *the Russian platform, Urals, geodynamics.*

Введение

Зона сочленения Русской платформы и Урала на геологических и структурных картах выглядит достаточно просто: платформа-краевой прогиб-складчатый Урал. Только южнее границы Средний-Южный Урал эта простая картина резко нарушается тектоническим блоком Каратау, который «разорвал» Предуральский прогиб на две части и оказался, собственно, «на территории платформы» (рис. 1). Кроме того, и простираение структур в блоке Каратау оказалось поперечным к Уралу. В его строении принимают участие древние рифейские толщи, оказавшиеся в окружении осадочных раннепермских пород (рис. 2). Все это не могло не волновать воображение исследователей, так или иначе причастных к изучению геологического строения данного района. Так, например, М.М. Тетяев [1938] пишет, что «самым любопытным образованием в этой структуре несомненно является структура Каратау, давшая повод к самым разнообразным толкованиям ее генезиса, вплоть до гипотезы крупного

шариажа, надвинутого с юго-востока на Уфимское плато» (с. 181). И действительно, относительно проблемы происхождения блока Каратау уже высказано много предположений, в т.ч. и взаимоисключающих. Но дискуссии на эту тему продолжаются.

Наш интерес к данному образованию вызван не простым любопытством, а желанием понять, как модель общекоровой складчатости [Кисин и др., 2002, и др.] реализуется на коре платформенного типа. То, что платформенная кора здесь затронута этим явлением, показали исследования на Уфимском плато, проводившиеся автором последние десять лет [Кисин и др., 2002; Кисин, 2006, 2008, и др.]. Согласно модельным построениям, тектонический блок Каратау может оказаться платформенным образованием.

Состояние проблемы

Относительно происхождения структуры Каратау взгляды исследователей традиционно разделялись на две группы, зародившиеся еще

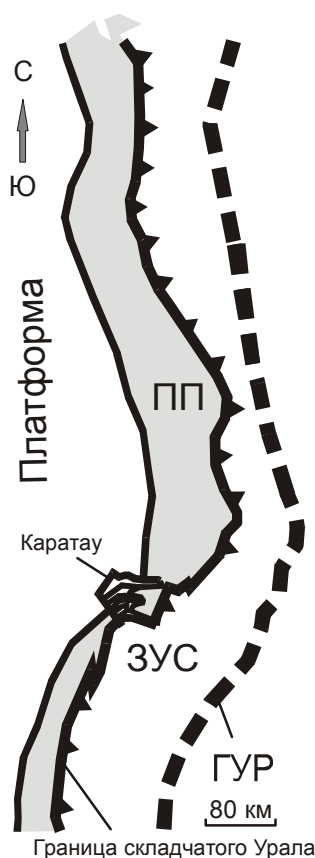


Рис. 1. Положение блока Каратау в зоне сочленения Русской платформы и Урала.

ПП – Предуральский прогиб; ЗУС – западноуральская зона складчатости с Центрально-Уральской мегазоной; ГУР – Главный Уральский разлом.

вначале 20-го века. Одни исследователи считали первопричиной образования блока Каратау горизонтальные силы, другие, напротив, – вертикальные. К первой группе относятся А.А. Блохин, Н.В. Дорофеев, В.Н. Рябинин, Л.С. Либрович, О.П. Горяинова, А.И. Иванов, Э.А. Фалькова и некоторые другие, изучавшие этот блок и прилегающую часть Урала в 30-50-е годы прошлого столетия. Шарьяжно-надвиговая структура западного склона Урала, которая наблюдалась ими почти повсеместно, позволяла трактовать происхождение и блока Каратау сходным образом. Позднее эти идеи получили развитие преимущественно в работах М.А. Камалетдинова [1974, и др.] и Ю.В. Казанцева [1984, и др.]. Все они, так или иначе, связывают происхождение Каратауской структуры с тангенциальными напряжениями сжатия, передаваемыми с Урала. Другая группа исследователей причину образования данной структуры связывает с вертикальными движениями [Тетяев, 1938, Шатский, 1945; Белосусов, 1954; Пушаровский, 1959; Богданов и др., 1964, и др.]. Поскольку все эти мнения относятся к одному относительно небольшому блоку и непосредственно касаются его

структурной позиции, рассмотрим аргументацию обеих групп исследователей.

Вертикальные движения

М.М. Тетяев [1938] пишет о Каратау так: «спокойная куполовидная структура всего соседнего района между Ашинским заводом и Бердяушем, а также характер здешних складчатых форм, абсолютно не допускает мысли о каких-нибудь крупных горизонтальных перемещениях, тем более что структура к югу плавно переходит в куполовидные формы Миньяра и Симского завода» (с. 181). Далее он обосновывает свою точку зрения на проблему следующим образом. «Характер разрыва, ограничивающего с северо-запада структуру Каратау, совершенно не дает основания говорить о нем, как о надвиге. Наконец, и внутренняя структура Каратау приближается к тем же куполовидным формам, не отличаясь от форм в прилегающих районах. Все это говорит нам о том, что генезис структуры этого массива надо именно **выводить из окружающей структурной обстановки, не прибегая к гипотезе крупного надвига или шарьяжа** (выделено А.К.)» [Тетяев, 1938, с. 181-182]. В итоге он приходит к выводу, что структура Каратау является «своеобразным крупным куполом». «Особенностью этого купола (блока Каратау А.К.) является образование с северо-запада дугообразного периферического разрыва, по которому его внутренняя часть по северо-западной окраине испытала более резкое поднятие, создавшее ненормальный контакт между породами Уфимского плато и поднятыми более глубинными частями купола Каратау» [Тетяев, 1938, с. 182].

В результате анализа и обобщения имеющегося материала по Волго-Уральской области, в целом, и блоку Каратау, в частности, Н.С. Шатский в 1945 году изложил свою точку зрения по данному вопросу, которая на длительное время была принята большинством геологов. «Весь Каратауский комплекс в целом представляет собой не что иное, как высокоподнятое и сильно перебитое разломами дно Уральского краевого прогиба, своего рода **поперечный перегиб** этой крупной синклинальной структуры (выделено А.К.)» [Шатский, 1964, с. 351]. С позиций вертикальных движений коры данный постулат выглядит вполне естественным. Но с позиций современных представлений о характере тектонических сил

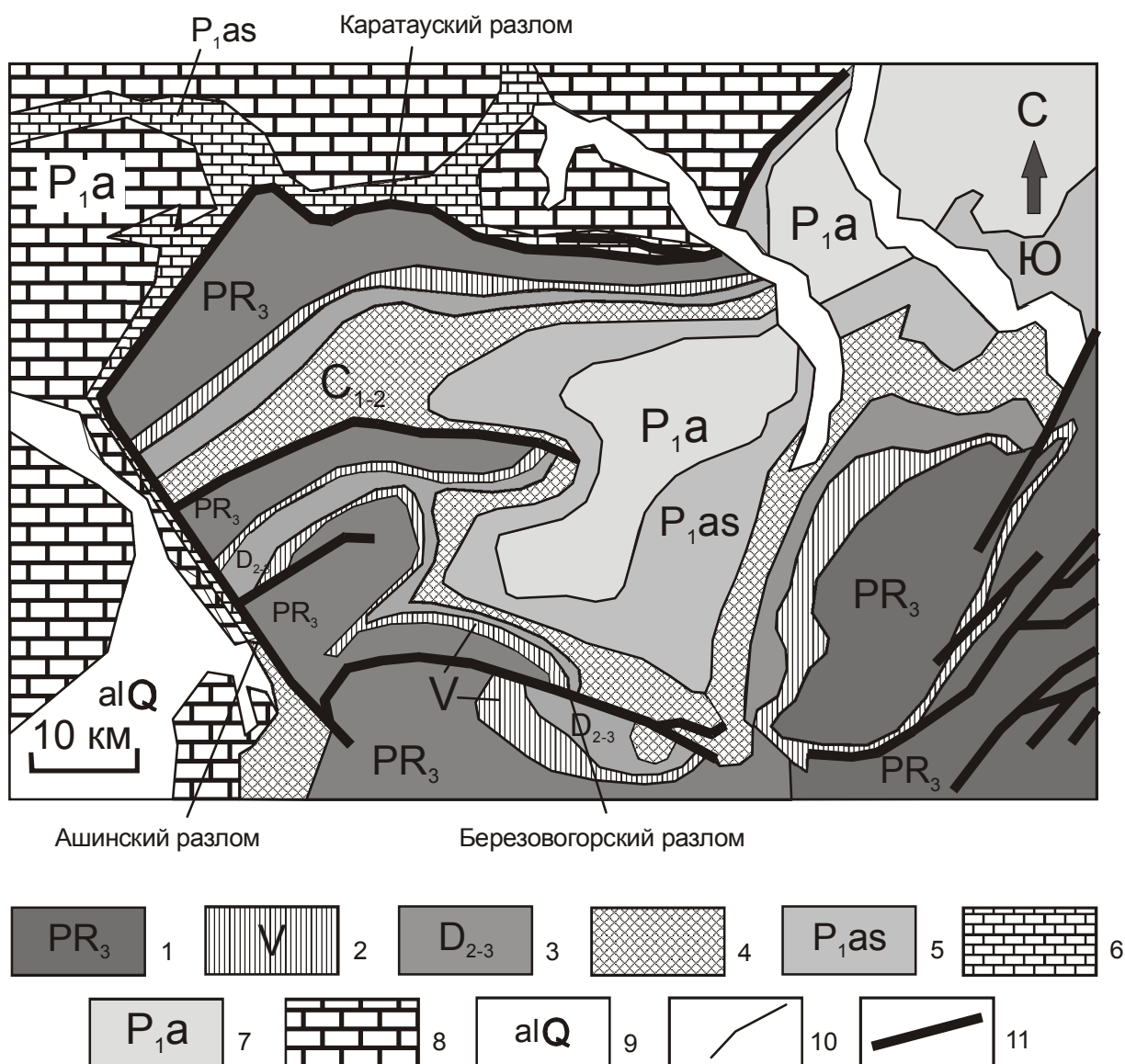


Рис. 2. Схематическая геологическая карта тектонического блока Каратау (с Геологической карты Урала м-ба 1 : 1 000 000. Ред. И.Д. Соболев. Адаптировано).

1 – доломиты, известняки, алевролиты, песчаники миньярской свиты; алевролиты, песчаники, аргиллиты инзерской свиты; доломиты, известняки катавской свиты; кварцевые песчаники, алевролиты, аргиллиты зильмердакской свиты позднего протерозоя; 2 – алевролиты, аргиллиты, песчаники ашинской серии венда; 3 – известняки, аргиллиты, песчаники среднего и верхнего девона; 4 – известняки и доломиты среднего и верхнего карбона; 5 – песчаники, алевролиты, мергели ассельского и сакмарского ярусов нижней перми Симской мульды; 6 – слоистые известняки того же возраста Уфимского плато; 7 – аргиллиты, песчаники, мергели артинского яруса Симской мульды; 8 – слоистые известняки артинского яруса Уфимского плато; 9 – четвертичные аллювиальные отложения речных долин; 10 – геологические границы; 11 – тектонические нарушения.

в земной коре это вызывает, как минимум, много вопросов.

В отличие от М.М. Тетяева, Н.С. Шатский считает Каратауский разлом (северо-западная и северная границы блока) надвигом (взбросом), имеющим крутое падение на юг. На юге же данный структурный комплекс он огра-

ничивает Березовогорским надвигом, падающим на север, т.е. под блок Каратау. В его представлениях Каратауский блок – это **крупная поперечная горстовая структура**, разрывающая Предуральский краевой прогиб на две части. Структурные исследования крупных складчатых форм в Каратауском комплексе показыва-

ли, что морфологически они отвечают **глыбовым** (коробчатым, штамповым, сундучным) складкам [Сычева-Михайлова, 1962]. Такой тип складчатости возникает при **поперечном изгибе** и хорошо изучен экспериментально. Признаками данного типа складчатости являются узкие круто наклоненные крылья и широкий почти плоский свод [Белоусов, 1962, и др.]. Антиклинальные складки Воробьиных гор, хр. Ажигардак и Березовой горы оказались именно такими (М.М. Тетяев отнес их к куполовидным складкам, вкладывая в этот термин тот же смысл, что и В.В. Белоусов вкладывает в термин «глыбовая складчатость»). Б.М. Келлер [1945] считает, что и по Ашинскому разлому Каратауский блок приподнят.

Все это показывает, что образование Каратауского структурного комплекса как крупного горстового поднятия хорошо аргументировано.

Горизонтальные движения

Какие же аргументы приводят сторонники горизонтальных движений? М.А. Камалетдинов [1974] совершенно справедливо замечает, что глубинные геологические исследования в районе блока Каратау показали весьма глубокое погружение кровли кристаллического фундамента. По результатам геофизического зондирования, она здесь располагается на глубине более 10 км [Богданов и др., 1964; Белоконов и др., 2001, и др.]. Однако М.А. Камалетдинов ограничивается лишь доказательствами надвиговой природы некоторых разломов. Но факт наличия надвигов еще не доказывает шарьяжно-надвиговую природу Каратау и не опровергает аргументы М.М. Тетяева и других сторонников вертикальных движений. Данной точке зрения противоречит и поперечное к Уралу простирание структур Каратауского блока. Шарьяжно-надвиговые структуры западного склона Урала образовались в результате смещения тектонических пластин от его оси [Блохин, 1932; Камалетдинов, 1974; Казанцев, 1984, и др.]. Однако, те силы, что создали Западно-уральскую зону складчатости (ЗУС), вряд ли могли создать тектонический покров типа блока Каратау (с его поперечными складками и моноклиналями). М.А. Камалетдинов [1974] объясняет поперечное положение данного блока наличием Ашинского крутопадающего разлома ССЗ простирания. Ашинский разлом ограничивает Каратауский блок с ЮЗ, выделяет-

ся по геологическим и геофизическим данным [Архипов и др., 1968]. Эти авторы называют его Каратауским глубинным разломом, протягивая его от г. Аши и почти до г. Ижевска. По мнению М.А. Камалетдинова, тектонический покров, перемещаясь от Урала на запад, при встрече с Ашинским разломом резко развернулся и стал перемещаться уже вдоль него на северо-запад. Но вряд ли можно фактами доказать данный сценарий для малоглубинной тектоники. Тем более что надо еще объяснить спокойное залегание пород между ЗУС и блоком Каратау, например, в Симской мульде, на что указывает М.М. Тетяев [1938].

Ю.В. Казанцев [1984], разделяя взгляды М.А. Камалетдинова, считает, что Каратауский комплекс был **развернут** поперек «корневой зоны Башкирского антиклинория» уже в **послеартинское время** (по результатам анализа фаций в Симской мульде). Каким образом произошел разворот тектонического блока, данным исследователем не разъясняется. Фронтальным надвигом он называет Каратауский разлом, ограниченный с обоих концов зонами сдвига СЗ простирания: Ашинским разломом на юго-западе и Юрюзанским на северо-востоке. По Ашинскому разлому, как считает Ю.В. Казанцев, смещение составило десятки километров (!), а по Юрюзанскому только около 5 км, что и вызвало разворот тектонического блока. С.Н. Соловьев [2001] отмечает, что Ашинский и Юрюзанский разломы, как и их сдвиговый характер, подтверждаются на профилях МОГТ, отработанных в 90-х годах XX в. Но Каратауский *пологий* разлом (подошва тектонической пластины) на них не отображается.

Таким образом, аргументы сторонников шарьяжно-надвиговой тектоники в отношении образования структурного комплекса Каратау не выглядят убедительными.

Итак, сторонниками вертикальных движений хорошо обосновано горстовое строение комплекса Каратау. Но предлагаемый ими механизм образования этого горста противоречит реально наблюдаемой геологической ситуации. Вертикальные движения блоков столь глубоко погруженного фундамента не могли создать горстовое поднятие Каратау в таком виде, в каком он представлен сейчас. Осадочные породы большой мощности, по представлениям М.М. Тетяева [1938], при восходящих движениях блока фундамента должны были сформировать купольную структуру. Именно такой ку-

Рис. 3. Идеализированная модель общекоровой складчатости в плане.

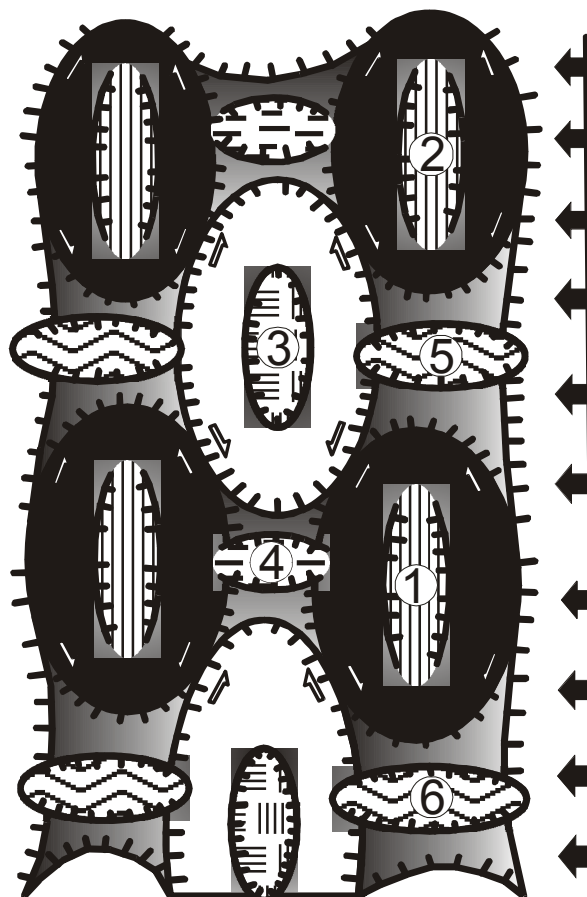
Цифрами обозначены структуры, которым могут соответствовать некоторые позднепалеозойские структуры восточной окраины Русской платформы. Пояснения в тексте.

польной структурой он считает и блок Каратау. Но, хорошо известно, что при поперечном изгибе в слоистой пластичной толще возникают условия горизонтального растяжения [Гзовский, 1975, и др.]. Горстовая (купольная) структура при этом действительно возникает, но **несет все признаки образования в условиях горизонтального растяжения**. В блоке Каратау, напротив, присутствуют признаки одноосного субмеридионального горизонтального сжатия, обусловившего внутреннее его строение. Это противоречит представлениям о блоковых движениях фундамента.

Несостоятельность подхода к обсуждаемой проблеме с позиций шарьяжно-надвиговой тектоники достаточно хорошо аргументирована их идейными противниками. Что же остается, в таком случае?

Б.М. Келлер [1945] высказался, что данная структура могла образоваться в результате «активного вертикального подъема всего Каратау в целом в условиях сжатия» [Келлер, 1945, с. 97]. Несомненно, эта идея заслуживает внимания. Однако, чтобы не попасть под критические аргументы М.М. Тетяева, надо решить вопрос: какое сжатие вызвало подъем блока? И, второе: сжатие – это еще не горизонтальные движения и может существовать локально. Может, именно такое сжатие предполагалось Б.М. Келлером? Но в таком случае, нужно объяснить причину и механизм возникновения столь локального сжатия. Ниже мы еще вернемся к этой идее.

В последние десятилетия наблюдается ревизия многих представлений о происхождении тех или иных структур Урала. В одних случаях это обусловлено новым фактическим материалом, в других – сменой геодинамических концепций. Однако блок Каратау в новых схемах пока изображается так же, как и прежде. Даже В.Н. Пучков [2000], детально рассматривая палеогеодинамику Урала и Приуралья, пока очень осторожно отзывается об этом блоке. Он отмечает, что «поднятие Каратау» «возникло на поздних стадиях развития прогиба (в конце поздней перми?) и наследует простира-



древнего фундамента; обрамляющие его разломы имеют сдвиговую и надвиговую природу» (с. 6). Из идей последнего времени заслуживает внимание высказывание С.Н. Солоницына [2001], сравнивающего Каратау с «ороклинами» М.Л. Коппа [1997]. Эта идея тесно переплетается с теоретическими разработками Н.С. Шатского [1945, и др.] о происхождении поперечных структур за счет наличия на границе платформы внутренних и внешних углов, но с позиций вертикальных движений. Близко это и к идеям А.П. Карпинского [1947], еще в 1919 году объяснявшим конфигурацию Среднего Урала влиянием «подземного горста» (т.е. жесткого блока) на горизонтальные перемещения Урала. К этому мы также еще вернемся ниже.

Некоторые сведения о геологическом строении района и структурного комплекса Каратау

Для установления природы Каратауского структурного комплекса важно понять его взаимоотношение с Уфимским плато, с одной стороны, и с Башкирским антиклинорием (подня-

тием) – с другой, а также их связи с Предуральским прогибом. Если связь блока Каратау с Башкирским антиклинорием еще как-то обсуждается в геологической литературе, то в отношении его связей с Уфимского плато, после М.М. Тетяева [1938] и Н.С. Шатского [1945], вопрос даже и не поднимается.

Геологическое строение блока Каратау описано многими исследователями, перечисленными выше, поэтому здесь приведем только те сведения, которые позволяют судить о его структурной позиции. Многими отмечается **простое** геологическое строение данного блока: верхний рифей-венд-средний девон и т.д. (рис. 2). Такой разрез имеет и прилегающая часть Русской платформы, включая Уфимское плато и Юрюзано-Сылвинскую депрессию. В Башкирском антиклинории палеозойский разрез начинается ордовиком. Таким образом, геологический разрез блока прекрасно коррелируется с ближайшим его платформенным окружением.

Уфимское плато

В представлениях Н.С. Шатского [1945], Уфимское плато – это плакантиклиналь, т.е. крупная положительная структура, образовавшаяся в результате вертикальных блоковых движений фундамента. В построениях М.М. Тетяева [1938], «антиклинальное поднятие Уфимского плато» является северным продолжением «западного (ныне – Башкирского – А.К.) антиклинория». Н.С. Шатский [1945] также отнес блок Каратау к **центральной части** поднятия Уфимского плато. Таким образом, М.М. Тетяев и Н.С. Шатский объединяют Уфимское плато, блок Каратау и Башкирский антиклинорий в единое целое.

К настоящему времени представления по геологии этого района кардинальным образом изменились. Уфимское плато является геоморфологическим выражением **позднепалеозойских** платформенных структур и в своей наиболее приподнятой части фиксирует Кунгурско-Красноуфимский **позднепалеозойский** свод. Происхождение свода нами связывается с продольным положительным изгибом платформенной коры в результате горизонтального субширотного (в современных координатах) сжатия [Кисин и др., 2002; Кисин, 2006, и др.]. Такое сжатие в это время испытывала и площадь смежного Урала. Южная граница свода исследователями достоверно не определена. По на-

шим представлениям, она проходит по широтному отрезку р. Уфы (от устья р. Ай до устья р. Тую), с востока на запад пересекающей Уфимское плато (до этого следовавшей по его восточной границе – от г. Красноуфимска на юг до устья р. Ай). Данное предположение следует не только из факта широтного пересечения рекой Уфимского поднятия, но и по причине тектонических нарушений в известняках (брекчирование, зеркала скольжения), иногда наблюдаемых в береговых обнажениях на данном отрезке долины реки. Кроме того, на западной границе этого участка плато, на правом борту долины р. Тую, глубокой скважиной, пробуренной нефтяниками Республики Башкортостан в 3-х км от русла реки, на глубине 3,4 км вскрыто тело лерцолитов. Лерцолиты здесь залегают среди рифейских осадочных толщ, что можно объяснить только нахождением их в зоне глубинного разлома, достигающего как минимум кровли нижней коры. Именно по долине р. Тую проводится ЮЗ граница Кунгурско-Красноуфимского свода [Кисин, 2006]. Согласно модельным построениям, положительные и отрицательные изгибы коры разделяются надвигами или флексурами. Углы их падения составляет 45° и более. Если русло р. Тую приурочено непосредственно к зоне надвига, как это предполагалось в наших построениях, то данная скважина пересекла именно это тектоническое нарушение, которое в соответствии с моделью падает на юго-запад, под смежную отрицательную структуру.

Лучше всего Кунгурско-Красноуфимский свод проявлен в кровле артинских отложений нижней перми [Софроницкий, 1969; Шершневу, 1971, и др.], представленных преимущественно известняками. А дырчатые брекчиевые известняки (ДБИ) кунгурского возраста уже накапливались у подножья Уфимского палеоплато [Наливкин, 1949, 1950; Дорофеев, 1950; Чувашов и др., 1990; Мизенс, 2002]. Иначе говоря, появление палеоплато было весьма быстрым. **Происхождение ДБИ обязано резкой и массовой дегазации коры, вызванной ее продольным изгибом при горизонтальном сжатии** [Кисин, 2004], что сопровождалось разрыхлением и разжижением верхних горизонтов осадочных пород (в условиях суши) и сползанием их на участки пониженных форм рельефа. Иначе говоря, образование ДБИ связано с формированием сводового поднятия и процессами, проходящими в его ядре. Следовательно,

формирование свода и связанного с ним палеоплато происходило **в послеартинское время и завершилось до конца кунгурского времени**. И совершенно справедливо некоторые исследователи выделяют кунгурское время как особый период, в течение которого сформировался современный облик зоны сочленения Русской платформы и Урала [Наливкин, 1949; Казанцев, 1984; Пучков, 2000; Чувашов, 2000, и др.]. Эти и другие факты показывают, что Кунгурско-Красноуфимский свод является наложенной структурой раннепермского (послеартинского?) времени. Примечательно, что в это время возник и Каратауский блок [Пучков, 2000], или он испытал вращение [Казанцев, 1984].

Все исследователи едины во мнении, что Предуральский прогиб был заложен в позднем карбоне на платформенном основании. В геодинамическом плане, структура Предуральского прогиба формировалась на позднем этапе развития складчатости, «когда шарьированные на край платформы геосинклинальные образования, служившие поставщиком обломочного материала, заняли относительно высокое гипсометрическое положение, выйдя из-под уровня моря» [Казанцев, 1984, с. 174]. «Ведущим процессом эволюции структуры краевых прогибов является горизонтальное сжатие» [Там же, с. 177]. Таким образом, образованию Уфимского плато и блока Каратау предшествовало формирование ЗУС и заложение предгорного прогиба.

Уфимское плато, в виде небольшой возвышенности вдоль западной границы краевого прогиба, прослеживается к северу от Кунгурско-Красноуфимского свода вплоть до Тимана. Плато распадается на несколько крупных структур. Севернее Кунгурско-Красноуфимского свода расположены Бабкинский седловидный прогиб и Пермский свод. Этот свод примечателен своей **широтной ориентировкой**, почти аналогичной блоку Каратау. Севернее его располагается Камская моноклираль. Однако к западу от Соликамской впадины Предуральского прогиба современная гидросеть рисует крупное сводовое поднятие субмеридиональной ориентировки. Структурное картирование по кунгурским отложениям позволило Н.Г. Чочия [1955] подтвердить данное предположение и выделить наложенный малоамплитудный Камский свод. Протягивается Уфимское плато и к югу от Кунгурско-Красноуфимского свода вплоть до блока Каратау. В.Д. Наливкин [1949]

показал, что тектоническому блоку Каратау предшествовало местное поднятие рельефа.

Благодаря такой картине, Б.И. Чувашов [2000] отнес всю прилегающую к Уралу окраину платформы к структурам типа «форбальдж» (краевой вал), возникших в результате надвигания Урала на край платформы и роста гравитационной нагрузки. Безусловно, такие силы существовали и в какой-то степени обеспечили возникновение краевого поднятия в паре с краевым прогибом. Но в чистом виде такая (только гравитационная) нагрузка должна была создать цилиндрическую складку коры, не осложненную ундуляциями и поперечными структурами. Пересечение такой складки речными долинами было бы практически невозможным. Образование «форбальджа» имеет место при надвигании горного сооружения на край платформы. Но движение по надвигу происходит в горизонтальной и вертикальной плоскостях одновременно. Какая составляющая здесь имеет большее значение для структурообразования? Представляется, что главными структурообразующими силами здесь должны быть горизонтальные силы, вызывающие образование складок продольного изгиба. Ундуляция складок и поперечные осложнения в них заложены генетически. Но в любом случае, обе эти составляющие (горизонтальные и вертикальные) участвуют в структурообразовании. Поэтому, вероятно, «форбальдж» и общекоровая складчатость могут формироваться и существовать в одно время и в одном месте (с учетом того, что «форбальдж» – это только антиформа и структура единичная, а складчатость имеет разные знаки и занимает некую область).

Из всего вышесказанного следует, что в позднепалеозойское время окраина платформы была затронута общекоровой складчатостью. Однако на всех тектонических и структурных схемах позднепалеозойский структурный план площади показан с позиций блоковых движений фундамента (не считая схемы М.А. Камалетдинова, протягивающего шарьяжно-надвиговую тектонику Урала далеко на запад). На рис. 3 показан идеализированный модельный план общекоровой складчатости. Геологическая предыстория и конкретные условия деформации внесли бы в него существенные коррективы. Тем не менее, он дает представление о происхождении тех или иных структур при горизонтальном тектоническом сжатии. На основании анализа структурных схем различных ав-

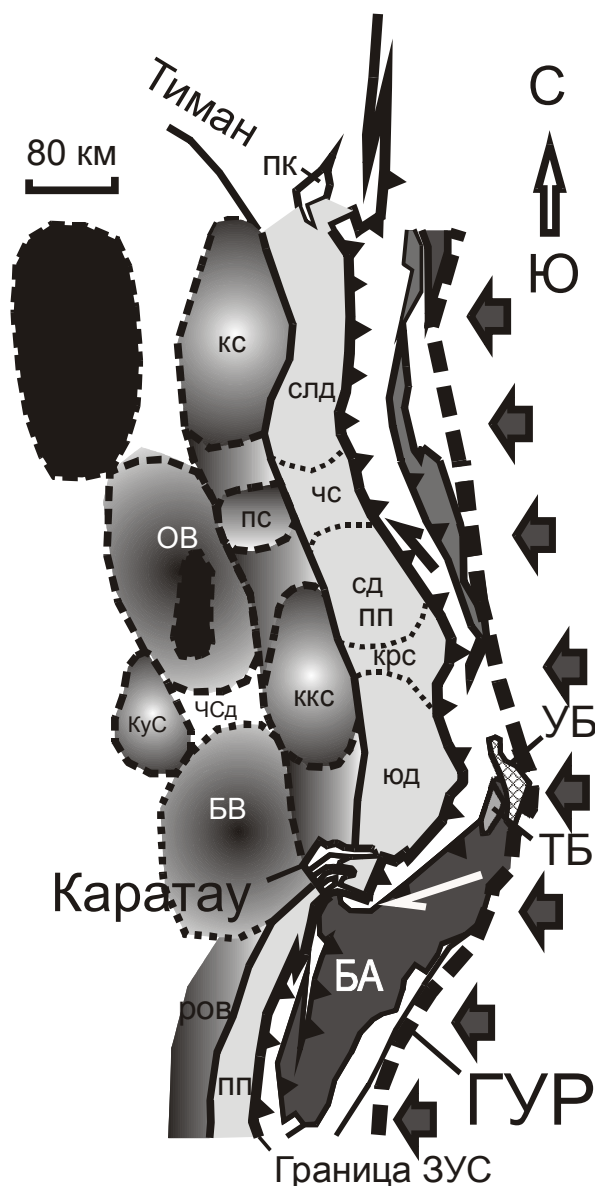


Рис. 4. Схема расположения платформенных структур, предположительно принадлежащих к общекоровой складчатости раннепермского времени.

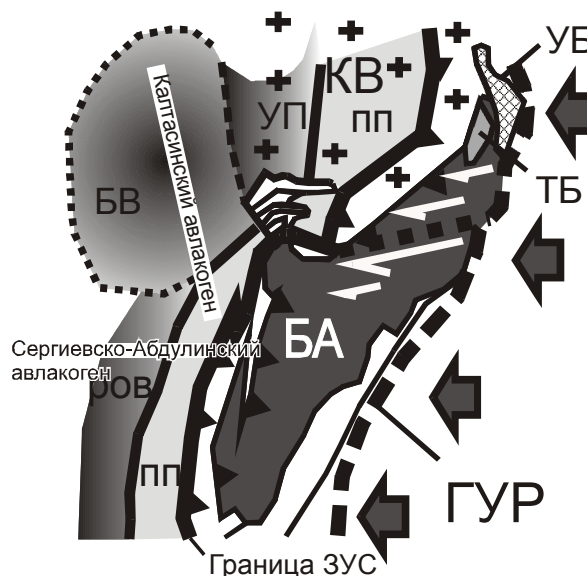
КПС – Коми-Пермяцкий свод; КС – Камский свод; ПС – Пермский свод; ККС – Кунгурско-Красноуфимский свод; КУС – Куединский свод; ОВ – Осинская впадина; О – Осинское осевое поднятие; БВ – Бирская впадина; ЧСД – Чернушенское седловидное поднятие; РОВ – Рязано-Охлебнинский вал; ПП – Предуральский прогиб (СЛД – Соликамская депрессия; ЧС – Косвинско-Чусовская седловина; СД – Сылвинская депрессия; КРС – Красноуфимская седловина; ЮД – Юрюзанская депрессия). БА – Башкирский антиклинорий; ТБ – Тараташский блок; УБ – Уфалейский блок; ПК – блок Полудова Камня. Большие стрелы показывают направление фронта деформаций. Полустрелы показывают места и направление сдвиговых деформаций. Пояснения в тексте.

торов по восточной окраине Русской платформы [Софроницкий, 1969; Шершневу, 1971; Новоселицкий и др., 1985; Неганов и др., 2000, и др.] автором выделены некоторые структуры, которые несут признаки принадлежности к общекоровой складчатости. Применительно к обсуждаемой площади, здесь под цифрой 1 мог бы быть Кунгурско-Красноуфимский свод, а под цифрой 2 – Камский свод. Камско-Бельская система прогибов, расположенная к западу от Уфимского плато, достаточно конформно ложится в полосу отрицательного изгиба коры. При этом под цифрой 3 располагалась бы Осинская впадина, осложненная в осевой части Осинским поднятием. К югу от Осинской впадины располагается Чернушенское седловидное поднятие (цифра 4). Сводовые (антиклинорные) структуры по простиранию разделяются седловидными прогибами, **осложненными поперечной складчатостью и горстовыми образованиями** (тектоническими клиньями). С этих позиций Пермский свод (позиция обозначена цифрой 5) относится к поперечному горстовому поднятию, осложняющему седловидный прогиб. По крайней мере, таким представлениям вполне удовлетворяют результаты изучения глубинного строения Пермского свода, изложенные М.С. Чадаевым и др. [1999]. Аналогичную позицию должен бы занимать структурный блок Каратау (цифра 6). Поясним это.

Уфимское плато к югу от Кунгурско-Красноуфимского свода фиксирует уже не сводовую структуру, а седловидный прогиб, осложняющий положительную складку продольного изгиба. Возникновение этой структуры обусловлено тем, что второе Главное напряжение σ_2 – тоже сжимающее, и ориентировано в горизонтальной плоскости, перпендикулярно вектору Главного напряжения σ_1 . Это вызывает образование поперечной (в смысле простирания) складчатости того же масштаба. В отличие от основной складчатости, вызванной напряжениями σ_1 , поперечная складчатость не сопровождается сокращением коры, и напряжения σ_2 не передаются на расстояния: они релаксируются там, где и возникают. Поэтому эта складчатость несколько отличается от общекоровой складчатости показанной нами ранее [Кисин и др., 2002; Кисин, 2006, и др.]. Положим, что в результате действия напряжений сжатия σ_1 возник блок положительного изгиба. Если σ_2 мы приравняем к нулю, то складка бу-

Рис. 5. Структурная позиция блока Каратау среди древних и позднепалеозойских структур.

Древние структуры: КВ (и поле обозначенное +) – Красноуфимский выступ фундамента. Позднепалеозойские структуры: УП – крайняя складка положительного изгиба коры, пространственно совпадающая со структурой типа «форбальдж»; РОВ – структура типа «форбальдж» (возможно, с наложенной положительной складкой коры). Остальные обозначения см. на рис. 4. Пояснения в тексте.



дет цилиндрической. Но в природе $\sigma_2 \neq 0$. Выше нейтральной поверхности (НП) она меньше нуля (растяжение), а ниже НП $\sigma_2 > 0$ (сжатие). Как и при продольном изгибе, напряжения прямо пропорциональны расстоянию до НП. Но для релаксации напряжений сжатия, в толще расположенной ниже НП, есть проблема свободного пространства. Снять напряжения сжатия можно всеми известными способами (перемещением вещества, фазовыми переходами, метаморфическими реакциями, перекристаллизацией и т.д.), кроме аркообразования, т.е. образования синусоидальной складчатости. Перемещение вещества из зоны сжатия вверх – наиболее эффективный способ снятия сжимающих напряжений. Но перемещение вещества вверх по всей длине цилиндрической складки одновременно невозможно. Поток непременно будет локализован уже только в силу анизотропии коры. Соответственно на данном участке возникнет положительный изгиб ориентированный перпендикулярно простиранию основной складчатости. Локализованное перемещение вещества из зоны сжатия в зону растяжения (кулообразование, сводовое поднятие) создаст локальные условия сжатия в объеме коры, расположенном выше НП. Между двумя такими сводами возникает отрицательный изгиб поперечной складчатости.

С этих позиций становится понятным появление на плато к северу от блока Каратау выходов более древних пород (каменноугольных отложений среди нижнепермских), описанных еще В.Д. Наливкиным [1949], они подняты поперечной складчатостью. Но главную

роль в снятии тектонических напряжений σ_2 играла поперечная горстовая структура (тектонический клин) Каратау. Сундучные складки, куполовидные структуры и моноклинальные тектонические пластины в данном блоке становятся вполне естественными и даже обязательными.

Таким образом, общекоровая складчатость достаточно непротиворечиво объясняет некоторые особенности геологического строения данного района. Но остаются вопросы: а) почему блок Каратау частично захватил Предуральский прогиб? б) где южное продолжение Уфимского плато? Есть и другие вопросы.

Краевое поднятие («форбальдж») и краевой прогиб – генетически связанные структуры и пересекаться не могут по определению. Следовательно, положительная складка продольного изгиба коры, фиксируемая Уфимским плато, пересечь Предуральский прогиб не может и Башкирский антиклинорий не может быть продолжением Уфимского плато. Кроме того, данный антиклинорий имеет совершенно другое происхождение, судя по профилю УР-СЕЙС-95 [Кисин, 2008]. Он состоит из пакета пластин древних осадочных пород, поднятых вверх и перемещенных в направлении платформы. Генетически Уфимскому плато, вероятно, отвечает **Рязано-Охлебнинский вал**, граничащий с Предуральским прогибом к югу от блока Каратау и находящийся в той же структурной позиции «форбальджа» (рис. 4). Но здесь эти структуры сильно смещены к западу, относительно оси Уфимского плато. На широтные сдвиговые деформации и возможную их роль в формировании блока Каратау указы-

вают многие исследователи [Камалетдинов, 1974; Казанцев, 1984; Чувашов 1984, и др.]. Появление таких деформаций вполне естественно и объясняется наличием Красноуфимского выступа архейского кристаллического фундамента, «подземного горста» А.П. Карпинского [1947]. Наличие здесь «жесткого» блока отмечалось многими исследователями [Шатский, 1945; Нечеухин и др., 1986; Пучков, 2000; Чувашов, 2000; Романов и др., 2003, и др.]. Возникновение его обусловлено образованием системы глубоких авлакогенов, заполненных рифейскими осадочными комплексами. Калтасинский авлакоген отделил Красноуфимский блок от Татарского свода на западе и Камского свода (древнего) на севере. Южным концом Калтасинский авлакоген уходит под горное сооружение Южного Урала, где сочленяется с Сергиевско-Абдулинским субширотным авлакогеном. Впоследствии здесь сформировалась обширная и глубокая Бельская впадина. Поэтому, поверхность древнего кристаллического фундамента на Кунгурско-Красноуфимском своде находится на глубине всего около 3 км, а в районе Каратау – уже на глубине больше 10 км и далее к югу продолжает погружаться. Именно сочетание «жесткого» кратонизированного блока с перикратонным крупным опусканием обусловило различную реакцию платформенной коры на горизонтальное давление со стороны позднепалеозойского Урала. Фронт деформаций складчатого Урала на участке Бельской впадины продвинулся на платформу глубже, нежели на участке выступа фундамента. На границе различных по жесткости блоков возникла широкая зона субширотного правого сдвига (рис. 5). Этот сдвиг слепой, поскольку затухает по простиранию и фиксирует только разницу в продвижении фронта деформаций. Но он проходит по южной границе блока Каратау и частично захватывает его, что сопровождается незначительным вращением блока по часовой стрелке. Такая картина складывается и из результатов дешифрирования космоснимков, полученных через систему Google. На хр. Воробьиные горы видна система скалывания, отражающая характер деформаций блока. Именно наличие субширотного сдвига, на мой взгляд, обусловило столь большое вертикальное перемещение данного блока, хотя возник он как поперечный тектонический клин, осложняющий седловидный прогиб.

Зона субширотного сдвига **прервала** краевой прогиб (но не разорвала!). Другая, южная часть краевого прогиба возникла в то же время южнее блока Каратау, но она уже изначально была смещена к западу. И Рязано-Охлебнинский вал, как аналог Уфимского плато и структуры «форбальдж», изначально возник западнее плато. Огромная мощность осадочных пород, не обладающих достаточной упругостью, не позволила развиваться в полной мере структурам краевого прогиба, «форбальджа» и, вероятно, общекоровой складчатости. Но это тема специальных исследований.

Неотектоническая активизация

Позднепалеозойское тензорное поле напряжений в зоне сочленения Русской платформы и Урала в общих чертах было подобно современному полю и отличалось, вероятно, лишь величиной напряжений. Об этом можно судить по следующим данным:

- горизонтальным напряжениям сжатия субширотной ориентировки фиксирующимся в настоящее время в уральском регионе [Кашубин, 2001; Зубков, 2002; Юдахин и др., 2003; Блинова, 2003, и др.], которые подобны полю стрессовых напряжений позднепалеозойского времени [Щукин, 1996; Юдахин и др., 2003];

- неотектонической активизации позднепалеозойских структур, выраженной в слабых землетрясениях, приуроченных к тектоническим границам некоторых геологических структур, например, к восточной границе Уфимского плато и границам Пермского свода [Чадаев и др., 1999; Кашубин, 2001; Блинова, 2003, и др.];

- обновлению рельефа Урала и восточной окраины Русской платформы, направленному на нарушение изостатического равновесия [Блинова, 2003];

- срезанию и искривлению колонн обсадных труб в некоторых глубоких скважинах в Бельском прогибе [Казанцев и др., 2006], горным ударами в глубоких выработках на некоторых месторождениях Урала [Зубков, 2002];

- переуглублению долины р. Уфы в Предуральском прогибе и к западу от Уфимского плато [Соколов, 1948], подпруживанию ее по восточной границе плато;

- наличию речного аллювия на вершинах некоторых гор Уфимского плато в районе пос. Н.-Иргинский (характер косой слоистости указывает на восточное направление течения палеореки).

В интерпретациях различных исследователей геолого-геофизического профиля УРСЕЙС-95 [Глубинное..., 2001] современный Южный Урал рассматривается как асимметричное веерное, западновергентное поднятие блокового строения [Михайлов и др., 2001]. Рельеф горного сооружения молодой. По оценкам В.Г. Трифонова [1960], скорость современных поднятий рельефа в окрестностях г. Миасса составляет около 4,5 мм/год (!). Согласно исследованиям М.Л. Коппа и Е.Ю. Егорова [2002] на границе Мугоджар и Южного Урала имеют место молодые субширотные сдвиговые деформации. Иначе говоря, кора Южного Урала испытывает горизонтальные смещения. В сочетании с молодым горным рельефом Южного Урала и данным по УРСЕЙС-95 это означает, что горизонтальные движения коры на этом участке снижаются крупномасштабными деформациями.

В связи с этим, обращает на себя внимание и обновленный горный рельеф структурного комплекса Каратау. Весьма примечательна долина р. Миньяр, разделяющая горстовую структуру на две почти равные части. Истоки реки находятся на хр. Каратау, на севере, откуда она, слабо извиваясь, течет почти на юг до р. Сим, рассекая хребет Воробьиных гор и другие, более мелкие широтно ориентированные поднятия. Истоки р. Миньяр имеют абсолютные отметки около 500-550 м над уровнем моря, а устье располагается на отметке 168 м. Протяженность долины около 40 км. Такое положение долины предполагает ее приуроченность к крупному тектоническому нарушению, возникшему в результате горизонтального субширотного растяжения. Такое растяжение возникает в кровле складки продольного изгиба. Система же субширотных тектонических пластин с крутопадающими плоскостями сместителей указывает на условия субмеридионального горизонтального сжатия, которое возникло в результате наложенного отрицательного изгиба. Неотектоническое поднятие структурного комплекса в прежних границах свидетельствует в пользу незавершенности процесса структурообразования, начатого еще в позднепалеозойское время. Режим субширотного сжатия в области современного Урала активизировал и краевые платформенные структуры.

Все приведенные выше признаки неотектонической активизации свидетельствуют в пользу того, что формирование современного структурного плана Урала, начатое еще в по-

зднепалеозойское время, не завершено и сейчас [Кисин, 2008].

Выводы

1. Структурное положение блока Каратау непротиворечиво определяется моделью общекоровой складчатости, в которой он занимает позицию поперечного горста, осложняющего седловидный прогиб. Каратауский структурный комплекс не «перебивает днище Предуральского прогиба», как считал Н.С. Шатский [1945], поскольку должен относиться к одноранговой платформенной структуре: к положительной складке продольного изгиба коры, пространственно совпавшей здесь со структурой типа «форбальдж». Аналогом Каратау, вероятно, является Пермский свод (горст?), расположенный севернее в той же платформенной структуре и в той же позиции. А вот блок Полудова Камня, в Красновишерском районе, не принадлежит этой структуре и не является аналогом блока Каратау. Особое положение блока Каратау заключается в нахождении его в зоне субширотного сдвига, обусловленного неравномерными деформациями платформенной коры разного типа в условиях горизонтального давления со стороны Урала. В результате этого, блок Каратау пространственно совмещен с Башкирским антиклинорием.

2. Современное поле тектонических напряжений на Урале и прилегающей части Русской платформы в основных чертах подобно таковому раннепермского периода, что сопровождается обновлением рельефа Горного Урала. Это может свидетельствовать о незавершенности процесса деформации коры на Урале и прилегающей части Русской платформы, начатой в позднепалеозойское время.

Список литературы

- Архипов В.И., Ахмадиев Ю.Х., Овдина Г.К., Огаринов И.С. Аномалии силы тяжести и глубинная тектоника Южного Урала // Глубинное строение Урала. М.: Наука, 1968. С. 94-100.
- Белоконь Т.В., Горбачев В.И., Балашова М.М. Строение и нефтегазоносность рифейско-вендских отложений востока Русской платформы. Пермь: ИПК «Звезда», 2001. 108 с.
- Белоусов В.В. Основные вопросы геотектоники. М.: Госгеолтехиздат, 1954. 606 с.
- Белоусов В.В. Проблема происхождения складчатости // Складчатые деформации земной

- коры, их типы и механизм образования. М.: Изд. АН СССР, 1962. С. 3-8.
- Блинова Т.С.* Прогноз геодинамически неустойчивых зон. Екатеринбург: УрО РАН, 2003. 163 с.
- Блохин А.А.* Новые данные о геологическом строении Южного Урала // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1932. Т. X. Вып. 1. С. 193-207.
- Богданов А.А., Келлер Б.М., Хатьянов Ф.М.* Тектоника промежуточной области (Западный склон). Предуральский прогиб // Геология СССР. Т. XIII. Башкирская ССР и Оренбургская область. Ч. I. Геологическое описание. М.: Недра, 1964. С. 544-554.
- Гзовский М.В.* Основы тектонофизики. М.: Наука, 1975. 536 с.
- Глубинное строение и геодинамика Южного Урала (проект УРАЛСЕЙС). Тверь: Изд-во ГЕРС, 2001. 286 с.
- Дорофеев Н.В.* Геологическое строение северной части Уфимского плато (район рр. Шуртана и Сараны) // Тр. ВНИГРИ. Новая сер. 1950. Вып. 44. С. 61-147.
- Зубков А.В.* Напряженное состояние земной коры Урала // Литосфера. 2002. № 3. С. 3-18.
- Казанцев Ю.В.* Структурная геология Предуральского прогиба. М.: Наука, 1984. 185 с.
- Казанцев Ю.В., Казанцева Т.Т., Камалетдинов М.А.* Сейсмоструктурная как новый метод поиска углеводородов // Углеводородный потенциал фундамента молодых и древних платформ: Перспективы нефтегазоносности фундамента и оценка его роли в формировании и переформировании нефтяных и газовых месторождений. Мат-лы Междунар. науч. конф. Казань: Казанский госуниверситет, 2006. С. 111-114.
- Камалетдинов М.А.* Покровные структуры Урала. М.: Наука, 1974. 230 с.
- Карпинский А.П.* Очерки геологического прошлого Европейской России. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1947. 206 с.
- Кашубин С.Н.* Сейсмическая анизотропия и эксперименты по ее изучению на Урале и Восточно-Европейской платформе. Екатеринбург: УрО РАН, 2001. 181 с.
- Келлер Б.М.* Тектоника Уральского Каратау и Казаякской нефтеносной зоны // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1945. XX (5-6). С. 93-113.
- Кисин А.Ю.* К вопросу о происхождении лемазинских дырчатых брекчиевых известняков на Уфимском плато // Ежегодник-2003. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2004. С. 53-57.
- Кисин А. Ю.* Уфимское плато: некоторые аспекты позднепалеозойской геодинамики и минерализации // Ежегодник-2005. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2006. С. 57-63.
- Кисин А.Ю.* Общекоровая складчатость мобильных поясов и горообразование // Общие и региональные проблемы тектоники и геодинамики. Мат-лы XLI Тектонического совещ. Т. 1. М.: ГЕОС, 2008. С. 400-404.
- Кисин А.Ю., Коротеев В.А., Сазонов В.Н.* Проявление эруптивного магматизма на Уфимском плато // Докл. РАН. 2002. Т. 385. № 1. С. 80-82.
- Копп М.Л.* Структуры латерального выжимания в Альпийско-Гималайском коллизионном поясе. М.: Научный Мир, 1997. 314 с.
- Копп М.Л., Егоров Е.Ю.* Новейшее поле деформаций Южного Урала (по данным кинематического изучения трещиноватости) // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 2002. Т. 77. Вып. 3. С. 14-19.
- Мизенс Г.А.* Седиментационные бассейны и геодинамические обстановки в позднем девоне-ранней перми юга Урала. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2002. 190 с.
- Михайлов В.О., Киселева Е.А., Смольянинова Е.И. и др.* Оценка региональных и локальных полей напряжений вдоль профиля УРАЛСЕЙС // Глубинное строение и геодинамика Южного Урала (проект УРАЛСЕЙС). Тверь: Изд-во ГЕРС, 2001. С. 275-283.
- Наливкин В.Д.* Стратиграфия и тектоника Уфимского плато и Юрюзано-Сылвенской депрессии // Тр. ВНИГРИ. Вып. 46. М., 1949. 206 с.
- Наливкин В.Д.* Фации и геологическая история Уфимского плато и Юрезано-Сылвенской депрессии // Тр. ВНИГРИ. Вып. 47. М., 1950. 126 с.
- Неганов В.М., Родионовский В.И., Зотеев М.С.* Геологическое строение Пермского Прикамья по данным геолого-геофизических исследований // Геофизика. Спец. Выпуск, 2000. С. 11-22.
- Нечеухин В.М., Берлянд Н.Г., Пучков В.Н., Соколов В.Б.* Глубинное строение, тектоника, металлогения Урала. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1986. 106 с.
- Новоселицкий В.М., Проворов В.М., Шилова А.А.* Физические свойства пород осадочного чехла севера Урало-Поволжья. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1985. 133 с.
- Пучков В.Н.* Палеогеодинамика Южного и Среднего Урала. Уфа: Даурия, 2000. 146 с.
- Пуцаровский Ю.М.* Краевые прогибы, их тектоническое строение и развитие. М.: Изд-во АН СССР, 1959. 154 с.
- Романов В.А., Ишерская М.В., Мустафин Ш.А.* Особенности строения южной части Юрюзано-Сылвенского прогиба, по данным сейсморазведки МОГТ // Геологический сборник № 3. Информ. мат-лы ИГ УНЦ РАН. Уфа, 2003. С. 19-24.
- Соколов Д.С.* О новейшей геологической истории Уфимского плато // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1948. Т. XXIII (3). С. 65-71.
- Солоницин С.Н.* Тектоническое строение Юрюзано-Айской впадины в связи с перспективами нефтегазоносности // Автореф. канд. дисс. Уфа, 2001. 23 с.
- Софроницкий П.А.* Предуральский краевой прогиб. Западноуральская внешняя зона складчатости

СТРУКТУРНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ТЕКТОНИЧЕСКОГО БЛОКА КАРАТАУ

сти. // Геология СССР. Т. XII. Ч. 1. Геологическое описание. Кн. 2. М.: Недра, 1969. С. 29-43.

Сычева-Михайлова А.М. О взаимоотношении глыбовых складок и тектонических разрывов в Уральском Каратау и южной части Башкирского антиклинория // Складчатые деформации земной коры их типы и механизм образования. М.: Изд-во АН СССР, 1962. С. 265-283.

Тетяев М.М. Геотектоника СССР. Л.-М.: ГОНТИ, 1938. 298 с.

Трифонов В.Г. Основные особенности неотектоники Урала // Геоморфология и новейшая тектоника Волго-Уральской области и Южного Урала. Уфа, 1960. С. 293-300.

Чадаев М.С., Балашова М.М., Гершанок В.А. Особенности геологического строения Пермского свода // Вестник Пермского университета. Геология. 1999. Вып. 3. С. 21-24.

Чочия Н.Г. Геологическое строение Колво-Вишерского края. М.-Л.: Гостоптехиздат, 1955. 406 с.

Чувашов Б.И. О характере сочленения Русской платформы и Предуральского прогиба // Мета-

морфизм и тектоника западных зон Урала. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1984. С. 111-120.

Чувашов Б.И. Структура форбальджа в Предуральском краевом прогибе: принципы диагностики, краткая характеристика, история развития, перспективы на полезные ископаемые // Докл. РАН. 2000. Т. 374. № 5. С. 660-666.

Шатский Н.С. Очерки тектоники Волго-Уральской нефтеносной области и их классификация. Избранные труды. Т. 2. М.: Наука, 1964. С. 288-368. (Материалы к познанию геол. строения СССР, нов. серия, 2[6]. М., 1945).

Шершнев К.С. Геологическое строение протерозойско-палеозойского комплекса Пермского Приуралья в связи с его нефтегазоносностью // Канд. дисс. Пермь, 1971. 275 с.

Щукин Ю.К. Глубинная сейсмоструктура Северной Евразии // Недра Поволжья и Прикаспия. Спец. выпуск. № 13. 1996. С. 6-11.

Юдахин Ф.Н., Щукин Ю.К., Макаров В.И. Глубинное строение и современные геодинамические процессы в литосфере Восточно-Европейской платформы. Екатеринбург: УрО РАН, 2003. 300 с.

Рецензент доктор геол.-мин. наук В.Б. Болтыров