

УДК 551.24(571).6)

АЗИМУТАЛЬНЫЕ ПЕРЕСТРОЙКИ СТРУКТУРНЫХ ПЛАНОВ ПРИМОРЬЯ КАК ОТРАЖЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ОБСТАНОВОК ВОСТОЧНОЙ ОКРАИНЫ АЗИИ

© 2008 г. В. П. Уткин

Представлено академиком Ю.М. Пушаровским 19.06.2007 г.

Поступило 21.06.2007 г.

Доминирующими мезозойскими дислокациями Восточного Приморья (рис. 1) являются левые сдвиги, которые совместно с их структурными парагенезами, системой чешуйчато-складчатых структур северо-восточного простирания, формировались в условиях субмеридионального сжатия коры [1, 3]. Ими разрушены или значительно осложнены палеозойские структуры, отдельные фрагменты которых указывают на их формирование в условиях субширотного сжатия [4, 5], производные которого (субмеридиональная система складок) установлены также в Юго-Западном Приморье (Ханкайский массив) [6]. Анализ показал [4–6], что азимутальная перестройка структурного плана Приморья произошла на границе палеозоя и мезозоя и, по-видимому, отражает время смены сжатия континентальной окраины с субширотного на субмеридиональное направление. С целью подтверждения этих важных выводов, выявления границ времени действия субширотного сжатия, поиска других возможных геохронологических рубежей изменений стрессовых обстановок и их роли в азимутальных структурных перестройках исследовались тектонические дислокации образований широкого возрастного диапазона (протерозой–мезозой). Акцентировалось внимание на изучении зон динамического влияния долгоживущих глубинных разломов (сдвигов) как структур, кинематика которых наиболее чутко реагирует на изменения направлений сжатия. Были изучены полигоны, сосредоточенные вдоль Уссурийского сдвига (рис. 1).

Уссурийский сдвиг [5] – это сдвиговая зона, шириной до 30 км, с морфологически отчетливо выраженным магистральным разломом, который практически непрерывно трассируется прямолинейными участками рек (рис. 1). В дислокационном рисунке сдвиговой зоны отчетливо проявля-

но два комплекса структурных парагенезов, соответствующих лево- и правосторонней активизации сдвигов. Дискордантное наложение мезозойских левосдвиговых парагенезов на палеозойскую протоструктуру достаточно детально изучено на южном фланге Уссурийского сдвига (рис. 1) на примере развития Барабашской антиклинали (БА), сложенной пермскими образованиями (рис. 2). Это симметричная складка шириной около 10 и протяженностью до 35 км. Углы падения слоев в замковой части преимущественно 5° – 10° , на крыльях же часто до 40° – 50° . Субмеридиональное простирание складки соответствует ориентировке складчатых парагенезов Уссурийского разлома как правого сдвига, формирование которого происходило в условиях субширотного сжатия. На наличие второго (наложенного) плана деформаций, кроме изгиба оси БА в плане, указывают относительно мелкие субширотные складчатые структуры, гофрирующие крылья антиклинали и маркированные узором горизонтов известняков (рис. 2). Шарниры этих складок погружаются на восток-северо-восток и запад-юго-запад согласно падению крыльев БА. В наложенной на БА сквозной Известковой синклинали северо-восточного простирания наблюдаются фрагменты триасовых отложений (рис. 2). Кедровая синклинали, сложенная триасовыми отложениями, к юго-западу (в центриклинали) распадается на веерообразную систему северо-восточных складок, осложнивших восточное крыло БА (рис. 2). Западное крыло БА на юге смято в складки северо-восточного направления, углы падения крыльев которых достигают 40° – 60° (рис. 2).

Разноранговая складчатость, дискордантно наложенная на протоструктуру, отражает начало существенной азимутальной перестройки деформаций БА в связи с изменением на границе палеозоя и мезозоя субширотного сжатия на субмеридиональное, что подтверждается развитием субширотных надвигов, а также сопряженных северо-восточных левых и северо-западных правых сдвигов, смещающих (до 4 км) горизонты известняков БА (рис. 2). В идентичных стрессовых

*Дальневосточный геологический институт
Дальневосточного отделения
Российской Академии наук, Владивосток*

условиях сформирована и система северо-восточных складок (в большинстве брахиформных) в мезозойских образованиях (рис. 2), в которых структуры, производные широтного сжатия, отсутствуют.

Мезозойские складки (рис. 2), как и сдвиговая складчатость Восточного Приморья (рис. 1), ориентированы так же косо по отношению к северо-восточным левым сдвигам и по аналогии могут рассматриваться как структурные парагенезы Уссурийской сдвиговой зоны, активизированной в мезозое синхронно со всей системой левых сдвигов Приморья в условиях субмеридионального сжатия. Амплитуда левостороннего смещения по Уссурийскому сдвигу установлена в его центральной части, к югу от оз. Ханка (рис. 1) [5]. Здесь (рис. 3) на 50 км левосторонне смещены кембрийские образования, маркированные телами известняков. На этой площади закартирован практически весь разрез палеозоя, охарактеризованный фауной и флорой [2]. Из-за сходности состава разновозрастных образований (вулканотерригенные комплексы) достоверно расчленены палеозой на отдельные структуры (за исключением кембрия) весьма затруднено. Однако, согласно замерам ориентировок слоев, весь палеозой смят в одном плане с образованием структур север-северо-восточного простирания (рис. 3). Следовательно, можно сделать вывод, что субширотное сжатие доминировало на протяжении всего палеозоя, структуры которого в мезозое были левосторонне смещены, но существенной внутренней перестройки не претерпели. Вместе с тем обращает на себя внимание, что на удалении от Уссурийской сдвиговой зоны маркирующая толща известняков ориентирована меридионально (рис. 3), возможно, отражая первичное простирание палеозойских структур, разворот которых на северо-запад произошел в мезозое вследствие левосторонней активизации сдвиговой зоны.

Узкий блок, сложенный ранне-позднепротерозойскими образованиями, ограничен Уссурийским и Западно-Сихотэ-Алинским сдвигами (рис. 1). Здесь закартированы протяженные маркирующие горизонты мраморов, известняков, конгломератов, амфиболитов (рис. 4), что позволило расшифровать структуру центральной части блока и его флангов, зон динамического влияния, ограничивающих блок сдвигов. Центральная часть блока смята в узкие, преимущественно широтные складки, формирование которых в протерозое было возможным в условиях меридионального сжатия (рис. 4). В этих же условиях, по-видимому, формировался и левый сдвиг северо-восточного простирания, рассекший блок по диагонали (рис. 4). В зонах Уссурийского и Западно-Сихотэ-Алинского разломов складчатые структуры, в том числе и сложенные девонскими образованиями, ориентированы на северо-запад и от-

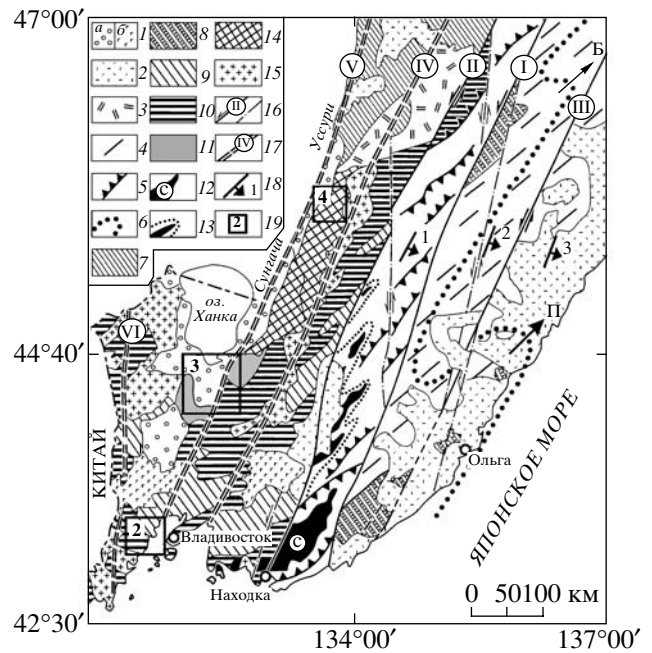


Рис. 1. Генеральный план мезозойских чешуйчато-складчатых сдвиговых структур Восточного Приморья и структурно-формационные комплексы Ханкайского массива. 1 – плиоцен-четвертичные отложения (а) и неогеновые базальты (б); 2, 3 – позднемеловые вулканы (2) и ранне-позднемеловые вулканотерригенные образования (3); 4, 5 – простирания чешуйчато-складчатых мезозойских структур Восточного Приморья, сложенные образованиями: раннемеловыми преимущественно терригенными (4), юрскими преимущественно терригенными с толщами олистостром и чешуируванными пластинами триас-палеозойских кремнисто-терригенных пород (5); 6 – генерализованная восточная граница берриас-валанжинских отложений, волнистость которой обусловлена косым эрозионным срезом чередующихся крупных антиклиналь-синклинальных складок [3] (стрелки – направление погружения Прибрежной (П) и Бикинской (Б) антиклиналей); 7 – триас-раннемеловые нерасчлененные кремнисто-базальтоидно-терригенные образования; 8 – юрско-раннемеловые, преимущественно терригенные отложения с чешуируванными пластинами карбонатно-кремнисто-терригенных образований триас-палеозоя; 9–15 – структурно-формационные комплексы Ханкайского массива: триас-раннемеловой континентальный, прибрежно-морской (9), палеозойский вулканотерригенный (континентально-рифтогенный) (10), кембрийский карбонатно-кремнисто-терригенный (11), раннепротерозойский метагаббро-гранитоидный (сергеевский) (12) и его фрагменты, вскрытые в горст-антиклиналях (13), протерозойский метаморфогенный (14), палеозойских гранитоидов (15); 16 – левые сдвиги: Центрально-Сихотэ-Алинский (I), Арсеньевский (II), Восточно-Сихотэ-Алинский (III); 17 – осевые линии сдвиговых зон с признаками знакопеременной сдвиговой (левые, правые) кинематикой: Западно-Сихотэ-Алинская (IV), Уссурийская (V), Западно-Приморская (VI); 18 – направления погружений структурно-формационных комплексов (этажей) (1 – нижнего триас-юрского, 2 – среднего раннемелового, 3 – верхнего позднемелового), слагающих моноклиналь Восточного Приморья [3]; 19 – детально изученные участки (цифры соответствуют номерам рисунков).

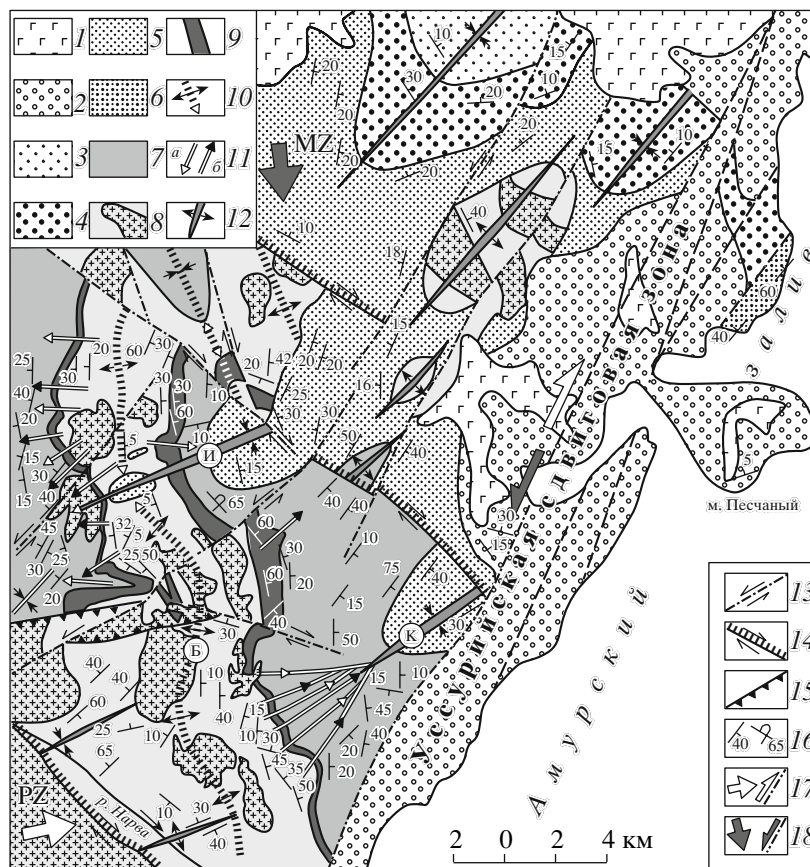


Рис. 2. Дискордантное наложение мезозойских дислокаций на палеозойские протоструктуры. 1 – базальты (неоген); 2 – плиоцен-четвертичные отложения; 3–6 – мезозойские осадочные комплексы: поздне-раннемеловые терригенные (3), раннемеловые терригенные (4), познетриасовые (5) и нерасчлененные ранне-средне-поздетриасовые (6) терригенные и туфогенно-терригенные; 7, 8 – формации позднепермской барабашской свиты: терригенно-базальт-риолитовая (7) и нижележащая терригенно-базальтоидная с многочисленными телами позднепермских гранитоидов (комагматов риолитов) (8); 9 – маркирующие горизонты позднепермских известняков и известковистых песчаников; 10 – оси палеозойских складок и направления их ундуляции (полая стрелка); 11 – оси мезозойских складок, наложенных на крылья Барабашской (Б) палеозойской антиклинали (стрелки – направления погружения их осей: а – синклиналей, б – антиклиналей); 12 – оси крупных мезозойских складчатых структур, в том числе Известковой (И) и Кедровой (К) синклиналей; 13 – сдвиги (пунктир без точки – перекрытые и предполагаемые); 14 – сдвиги, трансформированные в сбросы; 15 – надвиги; 16 – элементы залегания слоистости; 17, 18 – направления регионального сжатия и, соответственно, предполагаемого правостороннего (палеозой) (17) и установленного левого (мезозой) (18) смещений по Уссурийскому сдвигу.

вечают положению структурных парагенезов этих разломов как правых сдвигов, формировавшихся в условиях субширотного сжатия (рис. 4). По-видимому, в результате смены (не позднее девона) субмеридионального сжатия на субширотное в палеозое начали формироваться Уссурийский и Западно-Сихотэ-Алинский правые сдвиги, в зонах динамического влияния которых происходил поворот по часовой стрелке протерозойских широтных складчатых структур на север-северо-западное направление, отвечающее ориентировке палеозойской складчатой системы (рис. 2, 3).

В мезозое, в условиях меридионального сжатия, палеозойские складчатые структуры Ханкайского массива, как показано, были значительно осложнены дискордантно наложенными складками (см.,

например, рис. 2), в некоторых случаях (рис. 3) их, возможно, первичная меридиональная ориентировка в зонах левых сдвигов приобрела северо-западное направление вследствие сосдвиговой ротации, но в целом они не были затушеваны мезозойскими дислокациями и четко отражают субмеридиональную ориентировку палеозойской складчатой системы. Иная степень мезозойских дислокаций наблюдается на восточном обрамлении Ханкайского массива. Здесь, в связи с длительным развитием, прежде всего Центрально-Сихотэ-Алинского и Арсеньевского левых сдвигов (рис. 1), с амплитудами смещений до первых сотен километров, в зонах их динамического влияния формировалась Восточно-Сихотэ-Алинская чешуйчато-складчатая система северо-восточно-

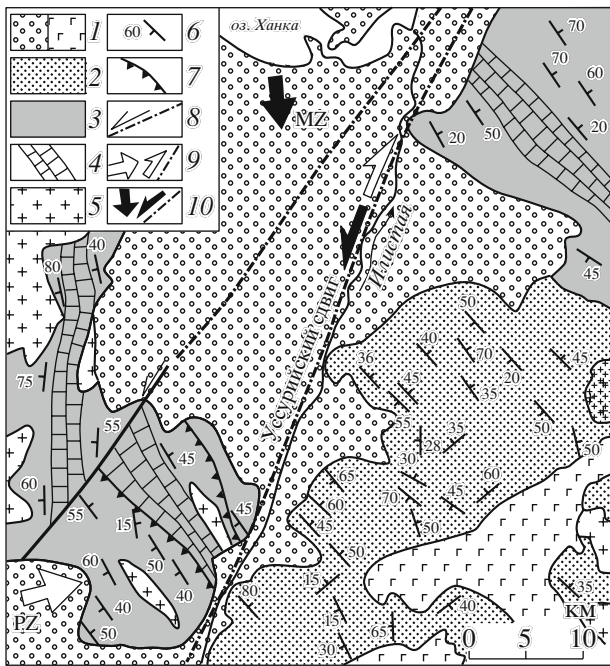


Рис. 3. Формирование и сдвигание палеозойских складчатых структур Уссурийским сдвигом в условиях последовательной смены направлений сжатия. 1 – плиоцен-четвертичные отложения и неогеновые базальты; 2 – палеозойские нерасчлененные, преимущественно вулкано-терригенные комплексы; 3, 4 – кембрийский вулкано-кремнисто-карбонатно-терригенный комплекс (3) и его маркирующие тела, сложенные преимущественно известняками (4); 5 – палеозойские гранитоиды; 6 – элементы залегания слоев; 7 – надвиги; 8 – сдвиги (пунктир с точкой – перекрытые четвертичными отложениями); 9, 10 – направления сжатий и соответствующих смещений по Уссурийскому сдвигу в палеозое (9) и мезозое (10).

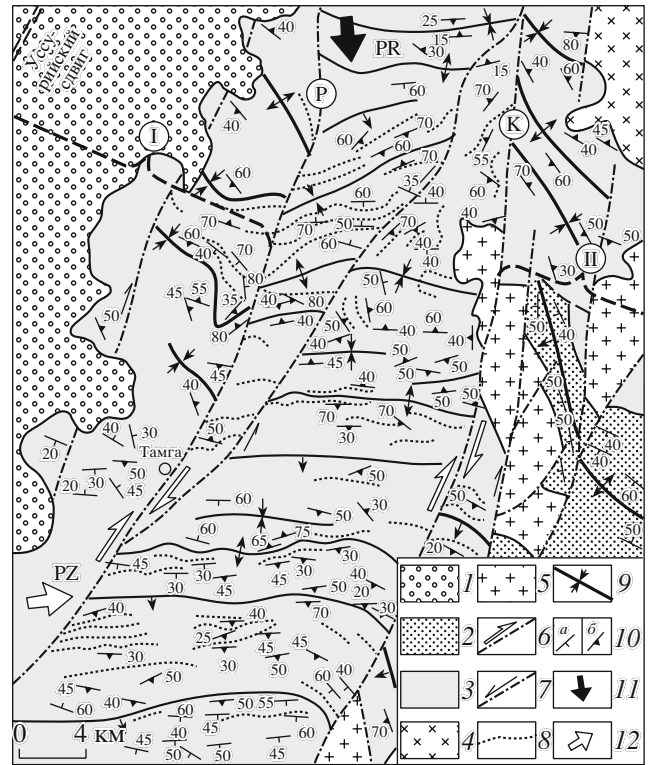


Рис. 4. Разноплановые деформации протерозойских образований Ханкайского массива. 1 – плиоцен-четвертичные отложения; 2 – нижний девон (филлиты, метапесчаники, кварциты, сланцы, известняки); 3 – протерозой (сланцы серицит-хлоритовые, графитовые, мусковитовые, двуслюдяные, гнейсы биотитовые, амфибол-биотитовые, гранат-кордиеритовые, графитовые, кварциты); 4 – раннемеловые граниты; 5 – раннепалеозойские граниты; 6 – правые сдвиги: P – Рождественский, K – Кедровый, ограничивающие зоны динамического влияния соответственно Уссурийского (I) и Западно-Сихотэ-Алинского (II) правых сдвигов; 7 – прочие сдвиги высоких порядков; 8 – маркирующие горизонты мраморов, известняков и реже конгломератов, амфиболитов; 9 – антиклинали, синклинали и моноклинали; 10 – элементы залегания слоистости (а), метаморфической полосчатости и гнейсоватости (б); 11, 12 – направления сжатия в протерозое (11) и в палеозое (12).

го простираения, а домезозойские структуры подверглись значительной переработке. На примере развития Барабашской антиклинали (рис. 2) показан начальный этап структурной перестройки палеозойских складок в мезозое. На восточной окраине Ханкайского массива этот процесс, по-видимому, привел к практически полной переработке палеозойских протоструктур с развитием сквозных наложенных складок северо-восточного простираения, конкордантных складкам мезозойских образований (рис. 1).

Из изложенного выше вытекают следующие основные выводы: 1) в протерозое меридиональное сжатие коры формировало широтные структуры сжатия; 2) на границе протерозоя и палеозоя меридиональное сжатие сменилось широтным, действующим на протяжении палеозоя с формированием субмеридиональной системы структур сжатия и северо-восточных правых сдвигов, в зонах динамического влияния которых протерозойская широтная складчатость развернулась на северо-запад; 3) на границе палеозоя и

мезозоя широтное сжатие вновь сменилось на близкое к меридиональному, которое привело к трансформации северо-восточных правых сдвигов на левые с формированием их структурных парагенезов, прежде всего чешуйчато-складчатой системы Сихотэ-Алиня. В этих же условиях происходила структурная перестройка палеозойской системы субмеридиональных складок, с развитием наложенной складчатости северо-восточного простираения, конкордантных складкам мезозойских образований.

Изменение направлений сжатия коры и, как следствие, азимутальная перестройка планов деформаций окраины Азиатского континента, по-

видимому, отражает многократную смену латеральных смещений, сочленяющихся мегаблоков континентальной и(или) океанической литосферы. Наряду с возможными разнонаправленными смещениями Тихоокеанской плиты в изменениях геодинамических обстановок, по нашему мнению, доминирующую роль играла смена направлений смещения Азиатского континента вследствие ротационных факторов Земли [4, 5]. Результаты проведенных исследований согласуются с этими представлениями, так как установленные меридиональное и широтное сжатия соответствуют направлениям главных, ротационно обусловленных сил: полюсобежных, направленных от полюсов к экватору, и инерционных, действующих вдоль па-

раллелей. Их чередование объясняется неравномерной скоростью вращения Земли.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Иванов Б.А.* // ДАН. 1961. Т. 138. № 4. С. 900–903.
2. *Изосов Л.А., Горошко М.В.* // Отеч. геология. 2006. № 3. С. 33–44.
3. *Уткин В.П.* // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1977. № 3. С. 101–112.
4. *Уткин В.П.* // ДАН. 1979. Т. 249. № 2. С. 425–429.
5. *Уткин В.П.* Сдвиговые дислокации, магматизм и рудообразование. М.: Наука. 1989. 166 с.
6. *Уткин В.П., Неволин П.Л., Митрохин А.Н.* // ДАН. 2003. Т. 389. № 1. С. 75–79.