

ПЕРЕСТРОЙКЕ СТРУКТУРНОГО ПЛАНА СЕВЕРА ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ПЛИТЫ И ПОЛЯРНОГО УРАЛА В НОВЕЙШИЙ ЭТАП

Л.А. Сим, Г.В. Брянцева, К.В. Чекмарев

¹ – Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН

² – Геологический факультет, МГУ, Москва

³ – ФГУП ЦНИГРИ, Москва

Перестройка структурного плана Полярного Урала и севера Западно-Сибирской плиты представляет как практический, так и теоретический интерес в связи с оценкой перспектив обнаружения и прогноза месторождений полезных ископаемых, а также с решением проблем влияния активных современных процессов глобального уровня на формирование неотектонических структур. На севере Западно-Сибирской плиты сосредоточены уникальные месторождения газа, запасы которых превышают трлн. м³: Уренгойское – 9.5, Южно-Русское, Северо-Уренгойское, Медвежье – 1.0 и т.д., при этом время формирования газовых залежей газа в меловых отложениях считается палеоцен-четвертичным [Немченко и др., 1999], т.е., в новейший этап происходило не только формирование газоносных структур, но и продолжалось образование газа. Приведенные рассуждения определяют *цель настоящего исследования как изучение перестройки структурного плана севера Западно-Сибирской плиты и Полярного Урала* на основании исследования неотектоники и неотектонических напряжений приполярных областей Западно-Сибирской плиты (ЗСП) и Урала.

Современные напряжения севера Западно-Сибирской плиты и прилегающих частей Урала исследованы достаточно слабо в связи с отсутствием сети сейсмостанций и GPS [<http://sideshow.jpl.nasa.gov/mbh/series.html>] в этом регионе, которые давали бы о них и тектонических движениях этого региона объективную информацию. Но данные как о современных, так и о неотектонических напряжениях необходимы для понимания закономерностей распределения нефти и газа в пределах отдельных месторождений и условий ее добычи [Сим и др., 2007; Гогоненков и др., 2007], для разбивки геодезической сети с GPS-наблюдениями при мониторинге проседания дневной поверхности в районах откачивания нефти, а также при установке сети сейсмических станций для слежения за возбужденной (техногенной) сейсмичностью. Этот пробел в какой-то мере можно восполнить путем изучения неотектонических напряжений и активных новейших разломов. Для достижения

поставленной цели были изучены новейшие структуры исследуемой территории, составлены структурно-геоморфологические схемы, восстановлены неотектонические напряжения как на северную часть Западно-Сибирской плиты, так и Полярный Урал. Особое внимание уделялось выделению разломов. Под разломами на территории Западно-Сибирской плиты понимаются линеаменты, хорошо дешифрирующиеся по фотоснимкам и топографической основе, которые в большинстве совпадают с разломами фундамента или осадочного чехла. Такие линеаменты корректнее называть зонами динамического влияния разломов, которые сопровождаются на дневной поверхности повышенной трещиноватостью. Последняя формируется при смещениях по достаточно глубоко скрытым под чехлом разломами фундамента и (или) осадочного чехла, иными словами такие линеаменты представляют собой прорывающийся в верхние слои литосферы разломы.

Район исследований включает в себя территорию Западно-Сибирской плиты, ограниченную координатами 64°-68° с.ш., а также Полярный Урал. Граница Полярного Урала с Западно-Сибирской плитой на востоке является тектонической [Карта новейшей тектоники..., 1985]. При этом пограничная зона выделяется как надпорядковая Нижнеобская ступень, восточнее которой расположена Надым-Тазовская впадина сложного строения, расчлененная, в свою очередь, структурами первого порядка (рис. 1) [Новейшая тектоника..., 1981]. В пределах Надым-Тазовской впадины выделяются: Нижненадымский мегапрогиб, не имеющий ярко выраженного простирания, Медвежье-Нерутинская структурная ступень субмеридионального ЗСЗ простирания, Ямбургско-Уренгойский выступ, Большехетская относительно изометричная впадина, Хетско-Толькинская субширотная структурная ступень, субмеридиональные Пурский мегапрогиб, Часельский мегавал и Тазовская структурная ступень. На самом юге района на карте выделяется субширотная интенсивностью проявления новейших тектонических движений [Зятькова, 1979].

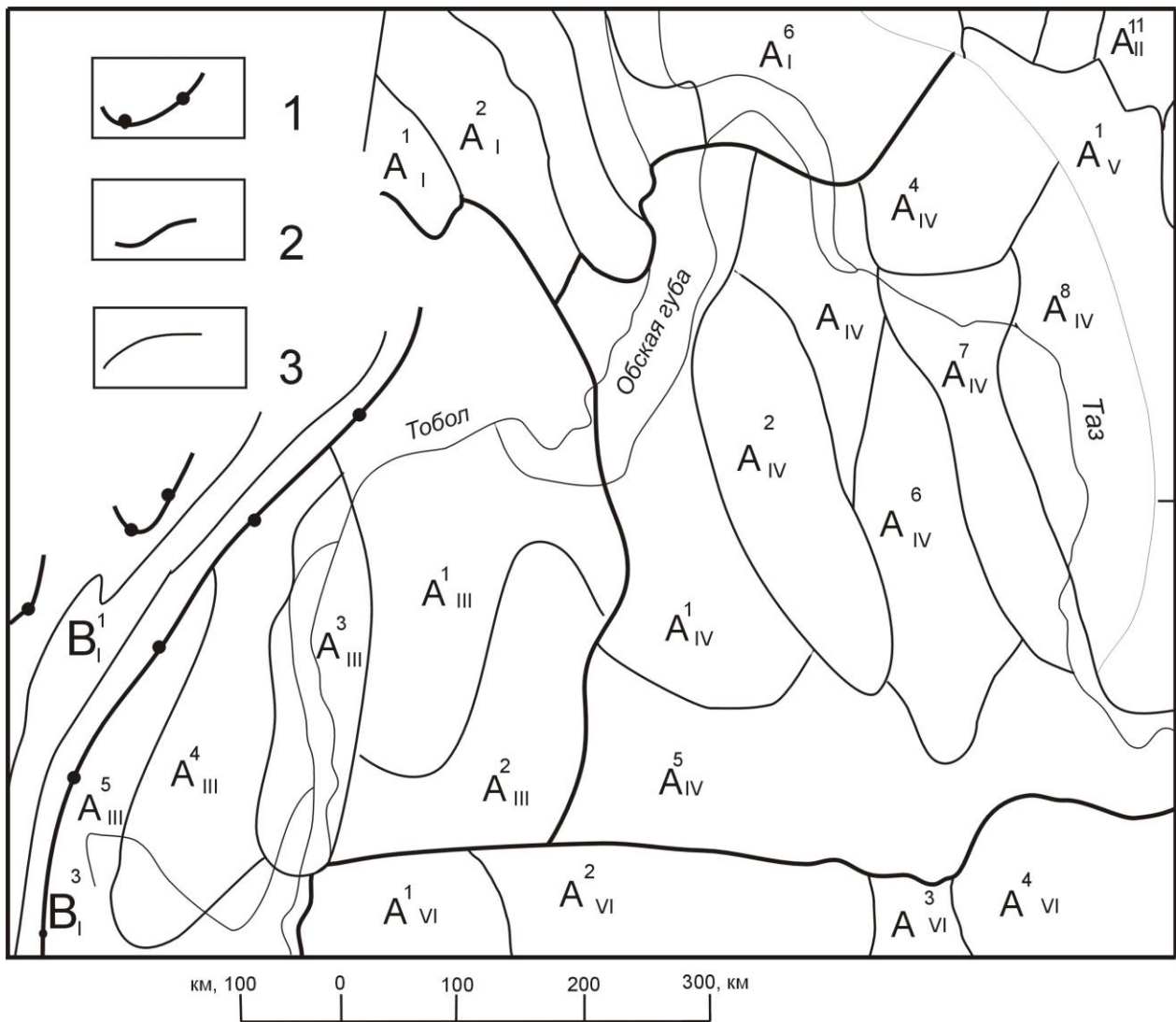


Рис. 1. Фрагмент карты новейших тектонических элементов Сибири [Варламов И.П. и др., 1981]. Границы неотектонических элементов: 1 – региональных; 2 – надпорядковых; 3 – первого порядка. **Западно-Сибирская плита:** A_I^6 – Антипаютинская структурная ступень. A_{III} – Нижнеобская крупная структурная ступень. A_{IV} – Надым-Тазовская крупная впадина сложного строения: A_{IV}^1 – Нижненадымский мегапрогиб, A_{IV}^2 – Медвежье-Нерутинская структурная ступень, A_{IV}^3 – Ямбургско-Уренгойский выступ, A_{IV}^4 – Большехетская впадина, A_{IV}^5 – Хетско-Толькинская структурная ступень, A_{IV}^6 – Пурский мегапрогиб, A_{IV}^7 – Часельский мегавал, A_{IV}^8 – Тазовская структурная ступень. A_{VI} – Сибирско-Увальская новейшая гряда: A_{VI}^2 – Пурско-Тромъеганское валообразное поднятие. B_I^2 – Центральноуральское сводово-глыбовое поднятие

Начало неотектонического этапа на ЗСП относится к позднему олигоцену – времени регрессии Журавского морского бассейна [Новейшая тектоника..., 1981]. Л.К. Зятькова отмечает начало проявления новейших движений этого района в конце эоценового-раннеолигоценного времени, при этом главная стадия относится ею к неоген-раннечетвертичному времени [Зятькова, 1979].

Весь новейший этап характеризуется многократными относительно резкими сменами восходящих и нисходящих движений. Последние зафиксированы в отложениях различных свит

миоцен-плиоценового и четвертичного возраста; свиты разделены между собой периодами поднятия территории и размывами. Согласно А.И. Некрасову и И.П. Сапчук, покров среднемиоцен-четвертичных отложений пере-крывает досреднемиоценовые структуры чехла по предпелымской ($N2^2 - Q$) эрозионной поверхности [Некрасов, Сапчук, 2007]. В среднем амплитуда новейших движений исследуемой территории колеблется от 50 до 100 м, минимальные амплитуды изменяются в интервале $-75 - +50$ м в Нижненадымском прогибе, а максимальные достигают $+300$ м в пределах Русского вала, входя-

щего в состав Часельского мегавала.

На территории последнего бурением установлено разрывное нарушение, амплитуда вертикального смещения по которому по кровле сеномана составляет 240 м, а по восстановленной поверхности позднего олигоцена – 45 м. Крутое погружение восточного крыла Часельского мегавала в сторону смежных впадин указывает на наличие здесь крупного субмеридионального нарушения, активизированного в новейшее время [Новейшая тектоника..., 1981, с. 44].

По кровле регионально распространенной бажендовской свиты (J3 – K1?) [Деев, Зиновьев, 1999] в пределах севера ЗСП выделяются крупные морфотектонические районы: Надымский, Таркосалинский, Пурский, Русско-Часельский, Толькинский и Большехетский (рис. 2). Из приведенной карты видно, что между широтами 64°–67° в кровле нижнего структурного яруса чехла ЗСП доминируют субмеридиональные структуры; исключение составляют структуры Надымского района, в котором они имеют относительно изометричные очертания. На самом севере изучаемой территории, в Большехетском морфотектоническом районе, структуры отчетливо приобретают субширотную ориентировку, за исключением структур на восточном побережье Обской губы и Юрхаровской положительной структуры, имеющей округлые очертания.

В фундаменте Западно-Сибирской плиты Н.В. Шаблинская [1982], по работе которой про-

изводится дальнейшая характеристика разломов, к наиболее крупным из них относит «пояса разломов докембрийского заложения»: разломы ССЗ и меридионального простираний, входящие в Вартовско-Пайхойский и Томско-Ямальский. К последнему отнесены ярко выраженные субмеридиональные разломы, ограничивающие Колтогорско-Уренгойский грабен.

Субширотный разлом на севере района контролирует резкое изменение мощности чехла и сильную неотектоническую активизацию; такое же простирание имеют Тэйский и Полуйский разломы, характеризующиеся прерывистостью в пространстве. К крупным разломам северо-восточного простирания относится отрезок Арало-Хатангского разлома, в районе исследования совпадающий с долиной р. Пякупур.

По возрасту заложения и времени максимальной активизации разломы СЗ простирания относятся к протерозойским, меридиональные – к палеозойским, а широтные и северо-восточные – к мезозойско-кайнозойским. При этом последние пересекают разломы остальных систем, вызывая их смещение и в основном являются сдвигами. Причем они «не влияют на формирование структурного плана и лишь искажают уже ранее сложившиеся структурные формы. Это выражается в перемещениях и сдвигах в плане отдельных частей структур, т.е. изменяются ориентировка и общие контуры лишь мелких структурных форм» [Шаблинская, 1982 с. 47].

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

По всей исследованной территории широко использована камеральная методика структурно-геоморфологических исследований. Изучаемая часть Западно-Сибирской плиты представляет собой низкую аккумулятивную равнину с гипсометрическими отметками, не превышающими 150 м и относится к геокриозоне с широким развитием солифлюкционных потоков и покровов, значительной заозеренности, аласами и другими формами микрорельефа, свойственными деятельному слою. В связи с перечисленными особенностями рельефа применялась модифицированная методика, заключающаяся в целенаправленном анализе очертаний участков повышенной заозеренности, направлений главных солифлюкционных потоков, радиальных рисунков эмбрионального линейного стока и ручьев. Такой анализ позволил выделить ряд куполовидных и брахиформных структурных форм – поднятий – зарождающихся возвышенностей, подчеркнутых не только вышеперечисленными

элементами рельефа, но и суммой косвенных признаков [Костенко, Брянцева, 2000].

В процессе работы для выделения разломов широко использовалось дешифрирование космических снимков различного масштаба.

В комплексное изучение разломов входило сопоставление с опубликованными картографическими, геологическими, геофизическими, геоморфологическими данными, а по Восточно-Таркосаленской площади – и с фондовыми геолого-геофизическими материалами.

На Полярном Урале методика исследований включала полевое картирование новейших структур и реконструкцию тектонических напряжений кинематическим методом, опирающимся на анализ закономерностей пространственного расположения векторов тектонических перемещений (борозд и штриховок скольжения) [Гущенко, 1979]. На всей территории изучение тектонических напряжений производилось в основном структурно-геоморфологическим (СГ)

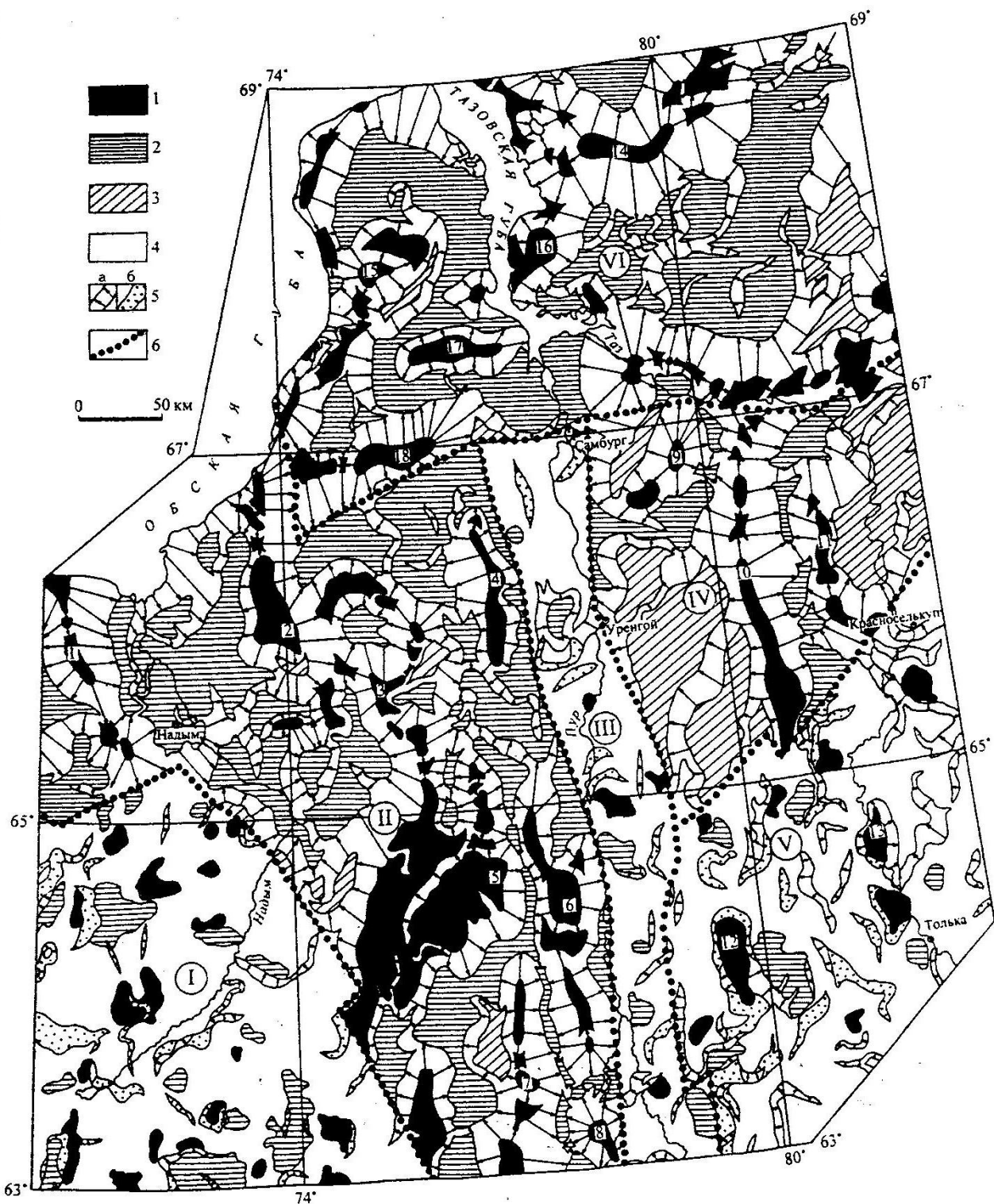


Рис. 2. Морфотектоническая карта кровли нижнего структурного яруса чехла Западно-Сибирской плиты (Надым-Тазовское междуречье) [Деев и др., 1981].

1 – вершинные поверхности поднятий; 2 – днища впадин; 3 – наиболее крупные склоновые площадки (ступени); 4 – области малоамплитудных поднятий и впадин; 5 – склоновые зоны: а – высокоградиентные, б – средне- и низкоградиентные; 6 – границы морфотектонических районов (I – Надымский, II – Таркосалинский, III – Пурский, IV – Русско-Часельский, V – Толькинский, VI – Большехетский); 1 – 18 основные поднятия Надым-Тазовского междуречья: 1 – Ярудейская, 2 – Медвежья, 3 – Танловская, 4 – Нижнепурская, 5 – Пурпейская, 6 – Етыпуровская, 7 – Вынпуровская, 8 – Тагринская, 9 – Заполярная, 10 – Часельская, 11 – Красноселькупская, 12 – Харампурская, 13 – Северо-Толькинская, 14 – Мессояхская, 15 – Ямбургская, 16 – Юрхаровская, 17 – Оликуминская, 18 – Песцовая

методом [Сим, 1991], который базируется на данных о закономерной ориентировке разрывов

оперения в зоне динамического влияния сдвига. Ориентация оперяющих разрывов в зонах сдви-

гов была откартирована различными исследователями непосредственно на обнажениях, а также получена при физическом моделировании сдвигов; результаты ориентации разрывов оперения в зонах сдвигов были обобщены М.В. Гзовским [Гзовский, 1975]. Он предложил варианты взаимной ориентировки зоны сдвига и оперяющих разрывов как при различных углах скола, так и при дополнительном сжатии или растяжении, которые ориентированы по нормали к плоскости зоны сдвига.

Особенностью разломов с преобладанием сдвиговых перемещений является их крутое падение. Как показывает исследование разломов на платформах, в верхней части коры до глубин 5–7 км плоскости разломов являются крутопадающими, т.е. их падение не противоречит возможности их формирования в сдвиговых полях напряжений, при которых сколовые плоскости (отличающиеся по ориентировке от плоскостей действия максимальных касательных напряжений на угол скола) должны быть субвертикальными. Кроме этого, отсутствие сопротивления напряжениям в верхней части коры со стороны дневной поверхности априори приводит к субгоризонтальному положению осей максимального и минимального главных нормальных напряжений. Далее в работе эти оси будут упрощенно называться осями сжатия и растяжения.

Таким образом, можно ожидать, что закономерности ориентировок оперяющих разрывов в зоне динамического влияния сдвигов, полученные, в частности, при двумерном моделировании, должны реализовываться на платформах в трехмерном пространстве. Если на платформенной структуре отдешифрованы линеаменты, вблизи которых развита сеть мелких прямолинейных элементов рельефа, названных *мегатрещинами*, которые ориентированы по отношению к линеаменту так же, как разрывы оперения в зонах сдвигов, то можно утверждать, что линеамент, равно как и мегатрещины, имеет разломную природу, при этом у разлома преобладает сдвиговая компонента перемещений. В результате анализа совместной ориентировки такого линеамента-разлома и мегатрещин вблизи него можно восстановить положение в горизонтальной плоскости осей максимального и минимального сжатия, направление сдвиговой подвижки по разлому и геодинамическую обстановку формирования разлома. Под процессом формирования разлома понимается прорыв плоскости сместителя разлома фундамента и (или) осадочного чехла сквозь молодые отложения платформенных плит под воздействием тектонических напряжений

[Сим, Михайлова и др., 2007]. По данным моделирования сдвигов платформ над разломом фундамента в основании осадочного чехла и у дневной поверхности возникают максимумы касательных напряжений, ответственные за формирование оперяющих разрывов (математическая модель [Ребецкий, 1987]). При физическом моделировании на 1-й стадии сдвигового перемещения блоков фундамента оперяющие разрывы возникают у подошвы осадочного чехла; на 2-й стадии эта группа разрывов разрастается, при этом начинает развиваться отдельная группа разрывов у дневной поверхности. И лишь на 3-й стадии эти 2 группы разрывов объединяются с образованием единой зоны магистрального разлома [Михайлова, 2006; Сим и др., 2007]. По аналогии с данными моделирования выраженность оперяющих разрывов в рельефе позволяет считать, что разлом находится либо на 2-й, либо на 3-й стадии развития; точное определение стадии формирования сдвига в осадочном чехле требует дополнительных данных. Возраст восстановленных сдвиговых перемещений и ориентировок осей сжатия и растяжения принимается за неотектонический (и четвертичный) по возрасту разбитых мегатрещинами отложений, развитых в районе исследования на дневной поверхности. Пример восстановления поля сдвигового поля напряжения приведен на рис. 3. Отдешифрованные вдоль выделенного линеамента мегатрещины образуют две системы (триады), одна из которых позволяет определить формирование разлома в геодинамической обстановке растяжения (вариант «а» ориентации оси сжатия), вторая – в трехосном напряженном состоянии (вариант «б»). М.В. Гзовский показал, что при формировании зоны сдвига в трехосном напряженном состоянии ось сжатия ориентирована под углом 45° к плоскости разлома, в обстановке растяжения – под углом меньше 45° , в обстановке сжатия – под углом больше 45° . Таким образом, при устойчивом знаке сдвига (правый или левый) по одному и тому же разлому изменяющаяся геодинамическая обстановка формирования может приводить к изменению ориентировки оси сжатия (и, соответственно, растяжения), на 30° .

Обычно на схеме полей напряжений восстановленные оси сжатия показаны непосредственно на участке разлома, на котором развиты мегатрещины соответствующего простирания. На рис. 3, приведенном с целью демонстрации СГ метода, оси сжатия перенесены на северо-восточное окончание разлома, дабы они не затушевывали мегатрещины вдоль разлома. По приведенному фрагменту фотоснимка видно, что на месте отрисовки осей напряжений

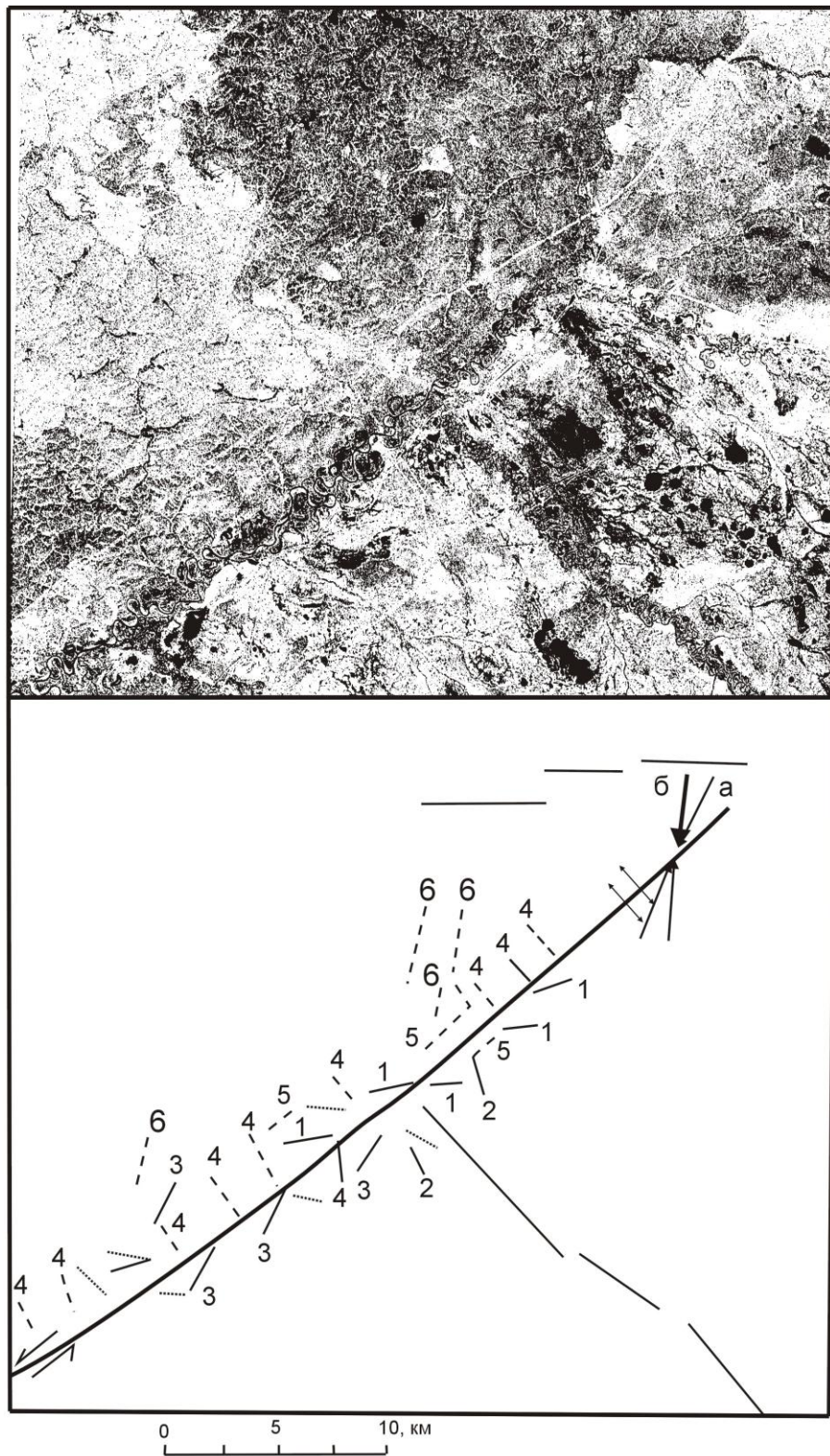


Рис. 3. Реконструкция направления сдвигового перемещения структурно-геоморфологическим (СГ) методом. 1 – Разломы: а – основной, вдоль которого произведена реконструкция осей главных нормальных напряжений в горизонтальной плоскости, 2 – оперяющие мегатрещины при варианте формирования разлома в геодинамической обстановке: а – растяжения, б – трехосного напряженного состояния, в – неизвестного генезиса. Ориентация осей сжатия показана встречными стрелками на северо-восточном окончании разлома. Номера мегатрещин: 1, 4 – правые, 2, 5 – левые сдвиги, 3, 6 – отрывы. Мегатрещины, формирующиеся при разной ориентации оси сжатия: 1–3 – в обстановке растяжения, 4–6 – трехосного напряженного состояния

разлом практически не дешифрируется (или он меняет простирание на ССВ), поэтому его изображение на этом участке носит условный характер. На схемы полей напряжений намеренно наносятся лишь ориентировки осей сжатия для их лучшего чтения, при этом по умолчанию принимается, что в тех же точках оси растяжения ориентированы нормально к осям сжатия.

Наиболее важным доводом в пользу применения СГ метода на Западно-Сибирской плите являются приведенные выше данные Н.В. Шаблинской о преобладании сдвиговых перемещений по разломам в новейший этап и интерпретация данных сейсмоки 3D, приведенная в работе [Гогоненков и др., 2007]. Данные о современных движениях, приведших к авариям в Сургуте (прорыву газопровода и канализационного коллектора), свидетельствуют о существенных горизонтальных амплитудах – 47 мм и 57 мм при соответствующих вертикальных амплитудах 108 мм и 92 мм [Леонтьев, 2005]. Преобладание вертикальной составляющей современных перемещений по разломам может быть связано с их локальным уровнем; для корректного ранжирования разломов, с современными движениями по которым А.В. Леонтьев предположительно объясняет аварии, требуются детальные исследования.

Существенным методическим элементом является выделение рангов неотектонических разломов. К разломам 1-го ранга относились

протяженные разрывные структуры, вдоль которых на разных участках неоднократно восстанавливались однонаправленные сдвиговые перемещения. При этом геодинамическая обстановка их формирования (прорыва сквозь верхние слои осадочного чехла) может изменяться. Неустойчивость геодинамической обстановки может быть вызвана различными локальными причинами: изгибом слоев в своде положительной структуры, который приводит (независимо от механизма ее формирования) к возникновению обстановки растяжения в верхней части свода; расположением пункта, где развиты закономерно ориентированные по отношению к разлому оперяющие разрывы (например, во фронтальной части крыла сдвига, где с неизбежностью должна возникать обстановка локального сжатия) и т.д. При детальных исследованиях в отдельных случаях видно, что на пересечении разнонаправленных сдвигов возникают участки локального сжатия, вызывающие формирование мелких положительных структур (замкнутая изогипса 80 м), а вблизи участков локального растяжения один из разломов иногда может формироваться в геодинамической обстановке растяжения (рис. 4). Особенно уверенно разломы относились к 1-му рангу в случае их совпадения с известными разломами фундамента или осадочного чехла, а также тогда, когда они определяют морфологию новейших структур, являясь структуроформирующими.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Западно-Сибирская плита. На основе дешифрирования топографической карты масштаба 1:1 000 000 на всю территорию, масштаба 1:100 000 на территорию Восточно-Таркосаленской площади и космических снимков LANDSAT-7 масштаба 1:250 000 и 1:50 000 (специализированная аэрофотосъемка), а также структурно-геоморфологических исследований на север Западно-Сибирской плиты составлены схемы неотектонических структур и полей напряжений (рис. 5, 6). В связи с лучшей тектонофизической изученностью северо-восточной части плиты обсуждение полученных результатов исследования целесообразно начать именно с этой части структуры. Складчатые новейшие деформации района выражены в виде положительных структур, четко образующих западную и восточную группы, разделенные долиной р. Пур. На морфотектонической карте кровли нижнего структурного яруса чехла Западно-Сибирской плиты вдоль долины р. Пур выделен Пурский морфотектонический район (рис. 1) [Деев, Зиновьев, 1999]. По

Л.К. Зятьковой часть структур западной группы образует единый брахиформный Нижнепурский, а восточная группа – Часельский валы; оба вала имеют ярко выраженное меридиональное простирание [Зятькова, 1979] и нанесены на рис. 5. Вдоль долины р. Пур по космическим снимкам и топографическим картам в южной части района исследований отчетливо дешифрируются субмеридиональные линеаменты. В северной половине района выделяются разломы ССЗ простирания, смещенные разломами северо-восточного простирания. Все разломы вдоль р. Пур входят в Пурский морфотектонический район. Эти разломы в общих чертах соответствуют отдельным разломам фундамента в пределах Колтогорско-Уренгойской системы разломов [Карта разломов..., 1980; Сурков, 2002 и др.]. Они уверенно отнесены к новейшим разломам, т.к. мегатрещины, отдешифрированные вдоль них, имеют простирания, соответствующие ориентировке систем сколов и отрывов, сопровождающих формирование сдвигов (см. «методика исследований»). Вдоль обоих отрезков разлома в

северной части восстановлены левые сдвиги. Меридиональный разлом в южной части соот-

ветствует «интродурированному» разлому по Н.В. Шаблинской [1982].

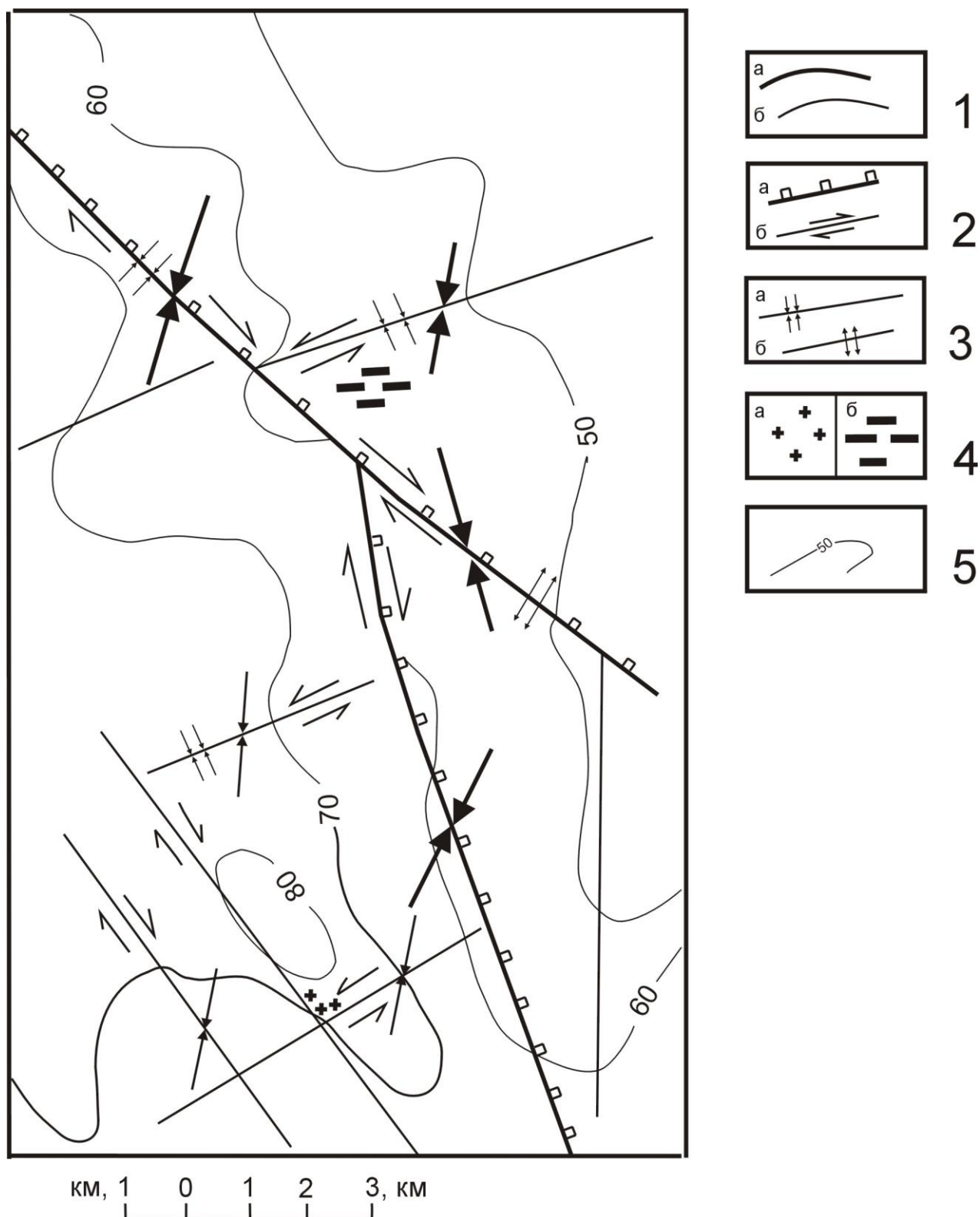


Рис. 4. Геодинамические обстановки формирования разломов и локальные обстановки сжатия и растяжения на пересечении разнонаправленных сдвигов (Восточнотаркосаленская площадь).

1 – разломы: а – 1-го, б – 2-го рангов; 2 – кинематические типы разломов: а – сдвиги, б – сбросы; 3 – геодинамические обстановки формирования разломов: а – сжатия, б – растяжения; 4 – локальные обстановки на пересечении разнонаправленных сдвигов: а – сжатия, б – растяжения; 5 – обобщенные изогипсы рельефа

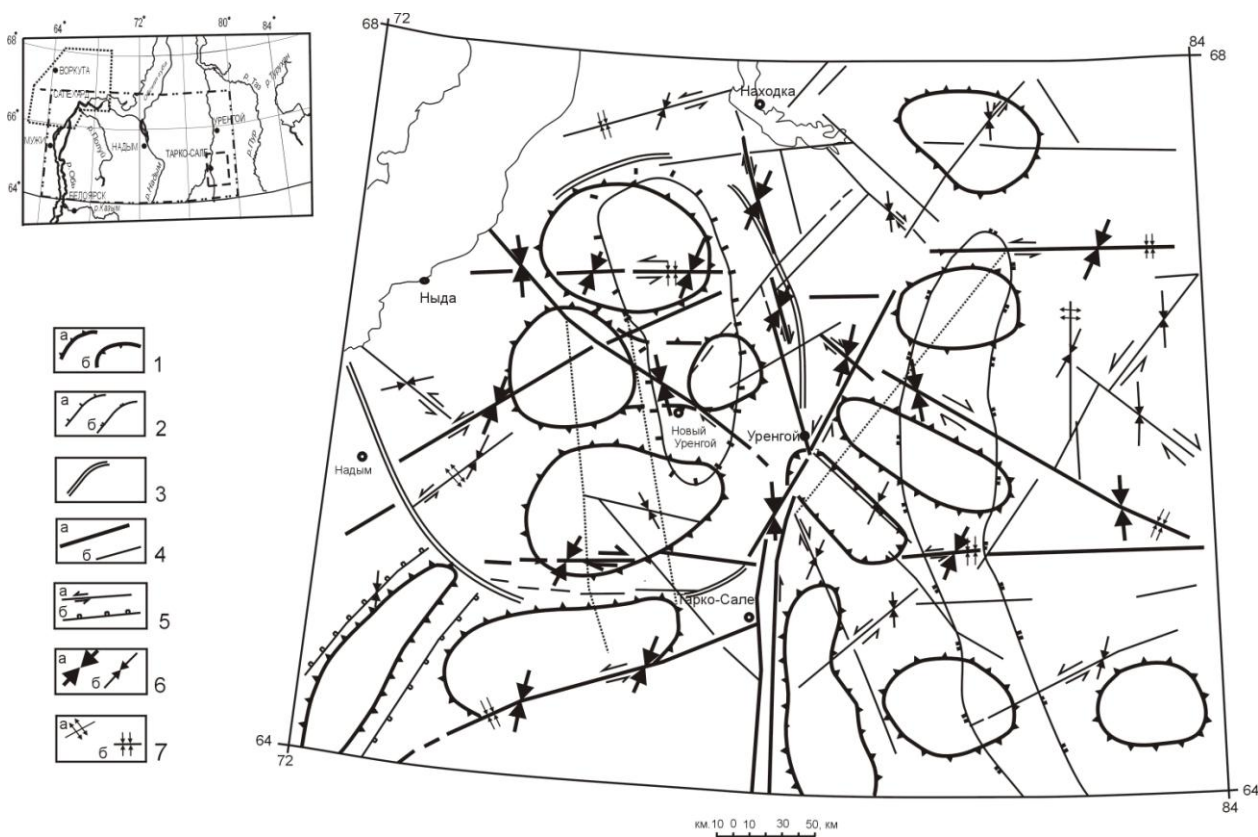


Рис. 5. Схема неотектонических структур и полей напряжений северо-востока Западно-Сибирской плиты. 1 – Новейшие складчатые структуры (по [Костенко, Брянцева, 2000]): а – поднятия, б – впадины; 2 – границы валов (по [Зятькова, 1979]): а – Нижнепурского, б – Часельского; 3 – кольцевая структура (по карте разломов территории СССР..., 1980); 4 – новейшие разломы (по Л.А. Сим, 2007): а – 1-го ранга, б – прочие; 5 – кинематические типы разломов: а – сдвиги, б – сбросы (взбросы), зубцы в сторону опущенного крыла; 6 – ориентация оси сжатия в горизонтальной плоскости: а – 1-го ранга, б – прочие; 7 – геодинамическая обстановка формирования разломов: а – растяжения (транстенсии), б – сжатия (транспрессии)

Несмотря на очевидную самостоятельность положительных структур, выделенных западнее и восточнее Пурского морфотектонического района, намечается их некоторая общность в широтном распределении. Так, самые северные куполовидные структуры образуют первую субширотную группу. Положительные структуры дешифрируются преимущественно по радиальному растеканию ручьев в их привершинной части, причем западное неотектоническое поднятие соответствует Песцовой структуре [Деев, Зиновьев, 1999] и совпадает с северной частью новейшего Нижнепурского вала (по Л.К. Зятьковой); восточная характеризуется растеканием верховьев рек Лимбяха, Хэяха, Ямбатаркаяха и др. и соответствует безымянной структуре на рис. 1. Относительная ее вытянутость в субширотном направлении может быть обусловлена прослеживаемым протяженным широтным разломом, совпадающим с Хадуттейским. Песцовая структура осложнена отрезком субширотного Тэйского разлома (названия разломов по [Шаблинская, 1982]); его восточная часть служит южной границей для восточного поднятия. По

обоим отрезкам разлома СГ методом восстановления левосдвиговая кинематика, при этом сдвиг реализуется в обстановке сжатия. На западном отрезке ориентация мегатрещин в зоне динамического влияния позволила восстановить дважды направления горизонтального сжатия. Сходство геодинамической обстановки формирования сдвига в самых молодых отложениях района и устойчивый кинематический тип позволили отнести новейший Тэйский сдвиг к разломам 1-го ранга.

Вторая субширотная группа новейших структур примерно параллельна предыдущей. Структуры этой группы с юга ограничены прерывистыми широтными разломами, которые, по всей вероятности, входят в состав Нуновато-Полуйской системы. На западе выделены две структуры, представляющие собой брахискладки с широтными длинными осями. Северная из них несколько сужается в своей центральной части и совмещается в своей западной части с Медвежьей структурой (рис. 2) в мезозойских отложениях, а в восточной – с центральной частью Нижнепурского вала. Так как центральная часть

структуры дешифрируется менее выразительно, она показана пунктиром. Складка осложнена разломом СЗ простирания, определенным СГ методом как правый сдвиг. По протяженности и устойчивости кинематического типа он отнесен к 1-му рангу.

В пределах этой структуры расположены общеизвестные газовые месторождения (Медвежье, Уренгойское). Южнее выделена структура неправильной куполовидной формы в междуречье Правой Хетты и Танловы; на незначительной площади она пересекается с самой южной периклиналью Нижнепурского новейшего вала, а в баженовской свите соответствует северной периклинали сложной Пурпейской структуры (рис. 2). Поднятие осложнено мелкими разрывами, по которым восстановлена сдвиговая кинематика. Субширотный разлом является правым сдвигом. Контуры структур отчетливо определяются по рисунку ручьев, конфигурации солифлюкционных потоков и ореола интенсивной заозеренности в основании склона. Оба поднятия вместе с расположенной севернее Пес-

цовой структурой удовлетворительно вписываются в кольцевую структуру, выделенную ранее [Карта разломов..., 1980] (рис. 5), и являются, вероятно, локальными структурами, усложняющими единое сводовое поднятие, на северо-западе которого расположена Надымская впадина.

К этой же субширотной группе на востоке отнесены три структуры, из которых северное куполовидное поднятие хорошо выделяется по обтеканию реками Юредейха и Тотыдэоттаяха; южнее него выделена брахискладка с ЗСЗ длинной осью. Обе положительные структуры совпадают с разными частями Часельского вала и дешифрируются по окаймляющим их полосам заозеренности, а также характерному развитию солифлюкционных потоков. С востока на расстоянии 20-30 км вдоль обеих структур отдешифрирован меридиональный новейший разлом, совпадающий с долиной р. Таз. Его наличие в кровле баженовской свиты предполагалось по крутому изгибу структурной поверхности (см. выше).

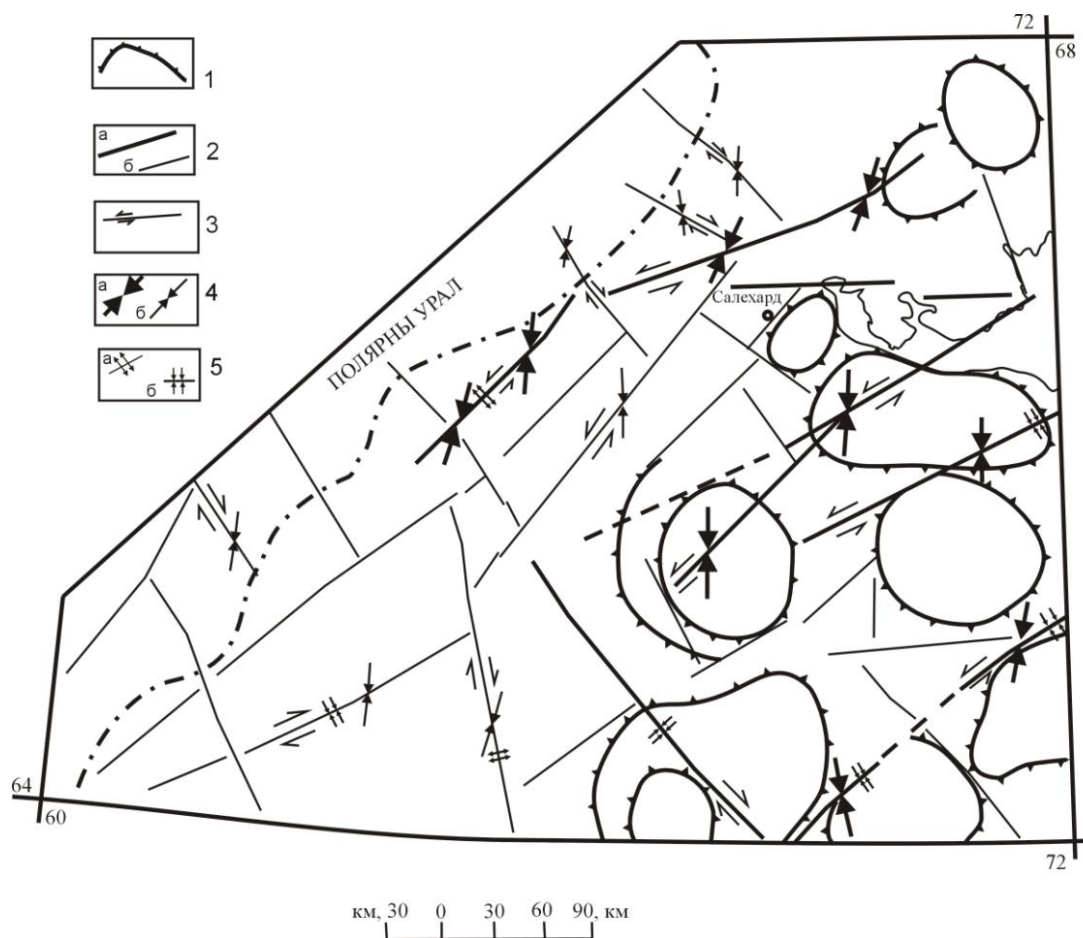


Рис. 6. Схема неотектонических структур и полей напряжений северо-запада Западно-Сибирской плиты. 1 – Новейшие складчатые структуры; 2 – новейшие разломы: а – 1-го ранга, б – прочие; 3 – сдвиги; 4 – ориентация оси сжатия в горизонтальной плоскости: а – 1-го ранга, б – прочие; 5 – геодинамическая обстановка формирования разломов: а – растяжения (транстенсии), б – сжатия (транспрессии)

На правобережье р. Пур в этой полосе субширотных структур в долинах рек Вэнткокойяха и Б.Хадырьяха дешифрируется соизмеримая с выделенными поднятиями впадина, которая соответствует северной периклинали Верхнепурского мегапрогиба. Впадина практически целиком расположена в пределах Пурского морфотектонического района (рис. 1) и контролируется разломами СЗ простирания. Кинематический тип последних определен как правый сдвиг со сбросовой составляющей в сторону впадины.

В третьей группе новейших поднятий на самом юго-западе района выделен Левохеттинский вал СВ простирания, совпадающий с одноименной структурой. Вал ограничен новейшими разломами СВ простирания, Левохеттинский разлом (название условное) определен как левый сдвиг. Повидимому, СЗ крыло его опущено. Восточнее этого вала выделены две положительные структуры, разделенные разломом ВСВ простирания и имеющие параллельные ему длинные оси. Ось первой из них совпадает с долиной р. Пурпей. По структуроконтролирующему разлому на двух участках удалось восстановить тектонические напряжения; разлом определен как левый сдвиг, причем его ЮЮЗ часть формируется в обстановке сжатия, а ВСВ – в обстановке растяжения. Возможно, последняя обусловлена близостью меридиональной впадины вдоль долины р. Пур. Оба обсуждаемых поднятия совпадают, соответственно, с центральной и южной частями Пурпейской структуры по кровле баженовской свиты. Восточную подгруппу структур составляют три поднятия. На правобережье р. Пур на широте пос. Тарко-Сале выделен субмеридиональный вал, морфология которого определяется, по всей видимости, разломом из Колтогорско-Уренгойской системы, являющимся западным ограничением структуры. Деформирование восточной границы вала вызвано, по всей вероятности, левосдвиговым перемещением по осложняющему его разлому СВ простирания. Северная часть этой структуры изучена в масштабе 1:100 000 по топографической основе и по дешифрированию фотоснимков масштаба 1:50 000, а также сопоставлена с фондовыми геолого-геофизическими материалами. Как в масштабе 1:1 000 000, так и при более детальном дешифрировании, установлено, что структура осложняется серией диагональных разломов. При этом разломы СЗ простирания являются правыми, а СВ – левыми сдвигами. При более детальном исследовании этой структуры было выяснено, что наиболее крупные отдешифрированные новейшие разломы прослеживаются по кровле баженовской свиты, по кровле девонских

отложений и по структурной карте поверхности фундамента. В структурах по кровле девона и поверхности фундамента новейшим разломам соответствуют сгущения субпараллельных им изолиний, а на структурной карте по кровле баженовской свиты практически все выделяемые на поверхности разломы «вычитываются» в виде структурных носов, характерных осложнений структуры, сгущению изолиний вдоль них и т.д. На рис. 4 вынесены лишь наиболее крупные из разломов, исследованных в масштабе 1:100 000. Особенностью более детальных исследований новейших структур явилось обнаружение усыхания верховых озер и существенное изменение их очертаний за время, прошедшее между топографической съемкой (80-е годы) и специализированной аэрофотосъемкой 2004 г., что является, по Л.К. Зяtkовой, признаком роста поднятий [Зяtkова, 1979]. Две самые восточные структуры этой южной системы представляют собой куполовидные поднятия, незначительно вытянутые в широтном направлении. Обе они расположены по разные стороны от южной периклинали Часельского новейшего вала.

Из приведенного материала видно, что новейшая структура севера Западно-Сибирской плиты деформируется в поле напряжений с субмеридиональной ориентацией сжатия и субширотной – растяжения. Широтные разломы в таком поле напряжений должны испытывать дополнительное сжатие, что отмечено на отрезках Тэйского разлома, а субмеридиональные должны формироваться как сбросо-раздвижки в геодинамической обстановке растяжения. С этим согласуются реконструкции поля напряжений по разлому ССЗ простирания из Колтогорско-Уренгойской системы в низовьях р. Пур и по меридиональному разлому в восточном обрамлении Часельского вала.

Проведенное выделение неотектонических структур севера Западно-Сибирской плиты и сопоставление их с опубликованными данными показывает, что в результате исследований не только детализировано строение новейших Нижнепурского и Часельского валов, но установлена преимущественно широтная ориентация выделенных локальных поднятий, которые группируются в полосы, разделенные широтными разломами фундамента. Отдешифрированные разломы в большинстве являются отражением разломов фундамента и осадочного чехла, которые выборочно активизированы в новейший этап и часто являются структуроконтролирующими, определяя морфологию поднятий и иногда являясь их границами.

На северо-западе Западно-Сибирской плиты (рис. 6) новейшие поднятия выделяются лишь в

пределах Надым-Газовской крупной впадины [Новейшая тектоника..., 1981, рис. 1]. Между структурами Полярного Урала и указанной впадиной выделены лишь новейшие разломы и определен их кинематический тип, соответствующий характеристикам разломов северо-восточной части плиты. Широтный Тэйский разлом достаточно уверенно дешифрируется по широтной долине низовьев р. Оби (Малая и Надымская Обь). Южная Нуновато-Полуйская система широтных разломов выражена слабее, но оба перечисленных разлома хорошо расчленяют новейшие поднятия на три субширотные группы. По сравнению с восточной частью исследованной территории, эти структуры имеют более изометричные формы, за исключением широтно вытянутого поднятия на южном берегу Надымской Оби. Обращает на себя внимание то, что крупные диагональные разломы формируются в обстановке сжатия. Может быть, это вызвано влиянием новейшего орогенеза Урала. Разлом ССЗ простирания (165° - 365°) в южной части рассматриваемой территории, проведенный по долине р. Малая Обь, формируется в обстановке растяжения, что характерно для субмеридиональных разломов района.

Восстановленные неотектонические напряжения, в сочетании с изучением новейших структур, дали возможность более обоснованного ранжирования новейших разломов. По диагональным разломам 1-го ранга уверенно восстанавливаются субмеридиональные ориентировки оси сжатия, что позволяет характеризовать региональное поле напряжений района исследований как сдвиговое с левосдвиговыми смещениями по разломам северо-западного и правосдвиговыми – по разломам северо-восточного простираний. Эти разломы близки по ориентировкам к плоскостям действия максимальных касательных напряжений, поэтому амплитуды перемещений по ним должны быть максимальными. Широтные разломы в таком поле напряжений должны быть «зажаты», либо при некоторой изменчивости простираний осей максимального сжатия, а также некоторого наклона как осей напряжений, так и плоскости сместителя по ним могут происходить небольшие сдвиговые перемещения. При этом они, по всей вероятности, являются барьерами, способствующими концентрации сжимающих напряжений и формированию субширотных локальных новейших поднятий.

Субмеридиональные разломы должны быть сбросо-раздвигами с подчиненной ролью сдвиговой компоненты перемещений. Впадина, откартированная на правобережье р. Пур, вероятнее всего, обусловлена локальными

растяжениями в тылу сдвиговых перемещений по разломам разного простирания (рис. 4) и близостью субмеридиональных разломов Колтогорско-Уренгойской системы, которые должны иметь в установленном поле напряжений раздвиговую составляющую. Выделенные новейшие структуры не только детализируют меридиональные валы, выделенные как по горизонтам осадочного чехла, так и в новейшей структуре, но и показывают, что локальные структуры образуют структурный план, наложенный на мезозойский.

По всей видимости, субмеридиональная ориентация структур, унаследованная от триасового рифтогенного этапа, претерпела перестройку в связи с начавшимся в эоцене раскрытием в Арктическом бассейне [Хаин, Лимонов, 2004]. По мнению В.С. Суркова «гигантские газовые месторождения сеноманского комплекса севера Западно-Сибирского бассейна сформировались благодаря горизонтальной миграции углеводородов в связи со спредингом в Арктическом бассейне» [Сурков, 2002, с. 36]. Этот вывод, на наш взгляд, имеет большое значение, особенно если учесть, что возраст формирования газовых залежей по геохимическим данным, «омоложен» до палеоцен-четвертичного [Немченко и др., 1999]. С влиянием процесса спрединга в Арктике по времени и месту хорошо увязываются данные о наибольшей суммарной активности неотектонических движений именно на севере Западно-Сибирской плиты, о чем упоминалось выше. Предложенное Л.К. Зятьковой начало новейшего этапа в конце палеоцена – начале эоцена соответствует времени раскрытия пролива Фрама между Норвежско-Гренландским и Евразийским бассейнами. Резкое замедление в олигоцене и окончательное раскрытие пролива в позднем миоцене [Хаин, Лимонов, 2004] соответствует отмеченной ранее Л.К. Зятьковой (независимо от этих данных) максимальной активности неотектонических движений в неоген-четвертичное время [Зятькова, 1979].

Полярный Урал. В рельефе Полярного Урала четко выражены два хребта северо-восточного простирания – собственно Полярный Урал, наиболее высокой вершиной которого является гора Пайер (1472 м), и восточнее его – Малый Урал. Полярный или Малый Урал представлен системой пологих хребтов с абсолютными высотами отдельных вершин, не превышающих 350-400 м. От расположенной на юго-востоке Западно-Сибирской плиты Малый Урал отделяется Обским тектоническим уступом, названным Нижнеобской структурной ступенью (рис. 2) [Немченко и др., 1999].

В результате дешифрирования топографических карт м-ба 1:1 000 000 и 1:500 000, а также космических снимков системы LANDSAT м-ба 1:200 000 составлена неотектоническая схема Полярного Урала (рис. 7). В пределах сводовых поднятий – морфоблоков Полярного и Малого Урала, отнесенных к структурам 1-го ранга (в масштабах исследования), – отдешифрированы поднятия 2-го ранга, разделенные разломами [Костенко, Брянцева, 2002; Сим, Чекмарев, 2006].

На основании сопоставления выделенных разломов с имеющимися геологическими материалами, а также полевыми наблюдениями, установлено, что они активны в новейший этап. Разломы достаточно уверенно подразделяются по своей структурообразующей роли, величине и амплитуде, а также по площади распространения своего влияния на региональные и локальные. Разделение разломов, также как и поднятий, произведено в масштабах исследования. Положение региональных разломов продольного северо-восточного простирания, которые в северной части Полярного Урала меняют свое простирание на восток – северо-восточное, унаследовано с герцинского этапа. К этой группе разломов относятся Варчато-Таньуский, Собский, Новогодненский, Пензяхский и др. В их зонах картируются традиционные признаки разломов: смещения разновозрастных отложений, гидротермально-метасоматические изменения пород и т.д. В продольном плане они делят рельеф восточного склона Полярного Урала на систему кулисообразных малых хребтов и межгорных впадин, при этом хребтам свойственно асимметричное строение. Характерным в этой асимметрии является то, что на Полярном Урале крутыми являются северо-западные, а на Малом Урале – юго-восточные склоны. Это может быть связано с герцинскими смещениями по разломам Полярного Урала: на взброшенных и надвинутых юго-восточных крыльях при последующей эрозии сформировались крутые северо-западные склоны. На Малом Урале падение плоскостей системы Обских или Восточно-Уральских разломов крутое и преимущественно юго-восточное с опущенными под Западно-Сибирскую плиту юго-восточными крыльями. Соответственно, их размытые поднятые крылья, слагающие склоны Малого Урала, имеют большую крутизну, чем его северо-западные склоны.

Продольные разломы северо-восточного простирания имеют левосдвиговую составляющую, выделяемую по смещениям относительно друг друга поднятий Карового на Полярном и Янас-Тэре на Малом Урале. Такое же смещение фиксируется и по другим поднятиям (Хармата-

лоу относительно Собского, Рай-Изского по отношению к Харпскому и др.). Левосдвиговые смещения усложняют и сами поднятия: северная часть Надаяхинской структуры смещена на юго-запад по Пензяхскому разлому.

Региональные поперечные разломы северо-западного и субмеридионального простираний делят структуры Полярного и Малого Урала на несколько блоков. К ним относятся Среднетаньуский, разделяющий Харбейский и Ланготъеганский поднятия Малого Урала, Харбейский – пограничный между одноименным поднятием и Ханмейским блоком Полярного Урала, а также между Новогодненской и Лаптаеганской структурами Малого Урала и т.д. Блоки различаются развитием и расчлененностью разновысоких поверхностей выравнивания, характером и степенью унаследованности более древних структур, широтой проявления четвертичных ледниковых процессов. Поперечные разломы северо-западного простирания имеют правосдвиговую составляющую перемещений, которая видна по относительному перемещению новейших поднятий: Харбейское смещено относительно Ханмейского в своей юго-восточной части, в то время как последнее смещено по отношению к поднятию Рай-Из. Необходимо отметить, что на ближайшей территории Приполярного Урала также закартированы новейшие постледниковые сдвиги [Говорова и др., 2000]. По всей вероятности, сдвиговая новейшая разломная тектоника является для Урала достаточно распространенным явлением.

Отдельными исследователями предполагается, что наиболее крупные поперечные разломы унаследованы еще с океанической стадии развития Палеоуральского бассейна и первично они являлись трансформными разломами (Геолого-геоморфологические основы..., ред. Н.П. Юшкин, 1988-ф.).

Локальные разломы имеют те же основные простирания, при этом значительная часть их также унаследована с герцинского этапа. Они определяют мелкоблоковую тектонику и имеют подчиненное значение в формировании новейшей структуры района. Кроме разломов основных простираний в меньшем количестве выделяются субширотные и меридиональные разломы, часть их которых может быть оперяющими разрывами по отношению к выделенным региональным разломам.

Кинематические типы разломов определялись также СГ методом реконструкции тектонических напряжений [Сим, 1991], с помощью которого подтверждена левосдвиговая составляющая смещений у продольных разломов, ранее установленная по новейшей структуре; такой же

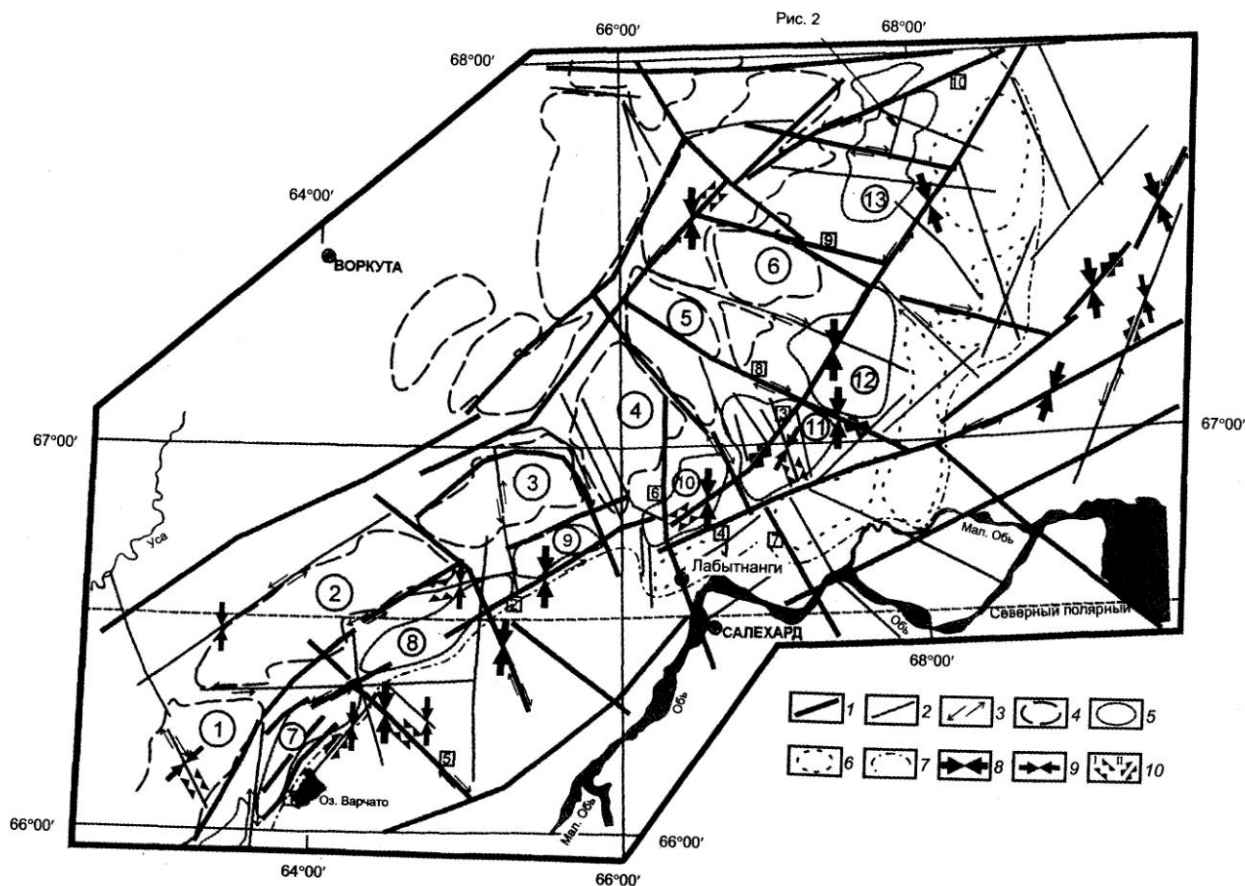


Рис. 7. Схема новейшей тектоники Полярного Урала.

1 – главные (региональные) неотектонические разломы (в квадратах: 1 – Варчато-Таньюский; 2 – Собский, 3 – Лаптаеганский, 4 – Новогодненский, 5 – Среднетаньюский, 6 – Малоханмейский, 7 – Харбейский, 8 – Ланготьеганский, 9 – Щучинский, 10 – Пензехский); 2 – второстепенные (локальные) разломы; 3 – сдвиговые составляющие по разломам; 4 – структуры поднятий Полярного Урала (в кружках: 1 – Каровое, 2 – Хараматолоу, 3 – Рай-Из, 4 – Ханмейское, 5 – Харбейское, 6 – Сьумкев); 5 – структуры поднятий Малого Урала (в кружках: 7 – Янас-Тэре, 8 – Собское, 9 – Харпское, 10 – Новогодненское, 11 – Лаптаеганское, 12 – Ланготьеганское, 13 – Надаяхинское); 6 – структуры Западно-Сибирской плиты, вовлеченные в воздымание в четвертичное время; 7 – границы новейшей Обской впадины Западно-Сибирской плиты; 8, 9 – оси сжатия в горизонтальной плоскости: 8 – региональные, 9 – локальные; 10 – геодинамические обстановки формирования разломов: I – сжатия, II – растяжения

тип перемещений восстановлен для разломов, усложняющих структуру Обской впадины. При этом заметно различие геодинамических обстановок, в которых происходила активизация разломов: отрезки, приуроченные к зонам их разветвления, характеризуются обстановкой растяжения, а отрезки четко выраженного единичного дизъюнктива – обстановкой сжатия. Ветвление разломов дешифрируется в основном на крупномасштабных снимках.

Для Лаптаеганского и Новогодненского разломов, входящих в состав продольных региональных разломов Обской ступени, СГ методом также восстановлены сдвиговые составляющие, которые были подтверждены полевыми наблюдениями. При этом установлено, что среди разломов Обской ступени преобладают сбросы с вертикальной амплитудой, достигаю-

щей 80-120 м (Варчато-Таньюский, Собский, Новогодненский).

При полевых исследованиях у некоторых разломов закартировано наличие и даже преобладание вертикальной составляющей по системам мелких нарушений в четвертичных отложениях. Например, на правом берегу р. Надаяха обнажаются верхнелейстоценовые водно-ледниковые отложения, представленные чередованием несортированных грубозернистых песков полимиктового состава с обилием гравия и галек (вплоть до валунов) и горизонтов косо-слоистых песков с прослойками алевритов и супесей (рис. 8). Общая ширина обнажения около 100 м, высота 30 м. На участке шириной до 50 м в серии взбросовых нарушений восточного падения с амплитудой до 0.5 м закартированы следующие разновидности разрывов: либо отчет-

ливо выделяется основная плоскость сместителя (показана жирной линией, рис. 8, А), либо взбросовая зона носит рассеянный характер с микроамплитудами по мелким разрывам и трещинам (рис. 8, Б). Вдоль большинства мелких разрывов из-за рыхлости и пластичности отложений наблюдаются мелкие приразломные складки. При этом подтверждено наличие сдвиговой компоненты по всей локальной зоне, в которую входит описанное обнажение.

Перечисленные разрывы не связаны ни с гляциодислокациями, ни с современным оползневыми процессами, т.к. моренные отложения развиты за пределами исследованной области, а взбросовые перемещения поднимают вверх по склону висячие крылья разрывных нарушений. Этот локальный разлом меридионального простирания усложняет Надаяхинское поднятие, общие вертикальная и горизонтальная амплитуды по нему соизмеримы и составляют около 20 м, что позволяет отнести его к достоверному активному взбросо-сдвигу. В пределах этого же Надаяхинского поднятия в зоне Пензянского разлома ВСВ простирания на разных крыльях оперяющих его разрывов мощности тех же вводно-ледниковых отложений, в которых были зафиксированы тектонические нарушения

(рис. 8), отличаются на 10–15 м, что, несомненно, подтверждает новейший возраст разломов.

По поперечным разломам также зафиксированы вертикальные составляющие перемещений. Так, в долине р. Харбей в приразломной зоне одноименного разлома наблюдается различный уровень речных голоценовых террас на разных берегах – амплитуды смещений составляют 3–5 м. Максимальная вертикальная амплитуда, достигающая 40–45 м, отмечена по Ланготьюганскому разлому. Правосдвиговая составляющая перемещений по перечисленным разломам зафиксирована в поле по перехватыванию долин и смещению водотоков.

Практически все определения ориентировок осей сжатия по разломам имеют субмеридиональную ориентацию. Лишь на самом юге территории СГ методом по мелкому поперечному разлому восстановлена ось сжатия в горизонтальной плоскости, которая имеет северо-восточное простирание. В этой части происходит разворот поднятий Полярного Урала (Карового и Хараматолоу), с которым, возможно, связана и аномальная ориентировка оси сжатия.

На участках пересечения разнонаправленных диагональных сдвигов должны формироваться накрест лежащие сектора, раскрытые на север и



Рис. 8. Фото – современные смещения по разломам Полярного Урала. Пояснения в тексте

юг и характеризующиеся локальным сжатием (пересечение фронтальных частей перемещающихся крыльев), а также сектора с локальным растяжением, раскрытые на запад и восток (пересечение, соответственно, тыльных частей сдвигающихся крыльев). Эти сектора локального сжатия и растяжения не зависят от общей геодинамической обстановки, в которой формируются оперяющие разрывы в зонах сдвигов (см. методу), а обусловлены исключительно собственно сдвиговыми перемещениями. При пересечении Лаптаганского продольного и Ланготьюганского поперечного сдвигов в северо-восточном крыле последнего в секторе растяжения, раскрытом на восток, в сторону Обской впадины, отмечаются повышенные мощности четвертичных флювиогляциальных отложений; при этом в секторе сжатия, раскрытом на север, те же толщи значительно дислоцированы и залегают под углом 60° к горизонту.

Перечисленные особенности распространения четвертичных отложений подтверждают неотектоническую активизацию разломов и направление восстановленной компоненты горизонтальных смещений по ним. В целом сектора локального растяжения на участках пересечения разнонаправленных сдвигов на региональном уровне подчеркиваются развитием расширенных участков водно-ледниковых и речных долин, а на локальном – развитием малых эрозионно-структурных депрессий.

Установленные для крупных продольных и поперечных разломов кинематические типы характерны и для локальных разломов такого же простирания. При этом на локальном уровне однозначно определяются раздвиги и впадины растяжения, имеющие меридиональное простирание, что говорит в пользу общего субширотного растяжения.

В пределах Рай-Изского массива ультрабазитов ранее были восстановлены тектонические напряжения по массовым замерам ориентировок тектонических перемещений (борозд и штриховок скольжения) кинематическим методом. Ориентация оси сжатия, определенная этим более надежным методом, также свидетельствует о субгори-зонтальном меридиональном сжатии [Васильев и др., 1985]. Более позднее привлече-

ние замеров борозд скольжения на восточном фланге массива позволило восстановить общее для массива субгоризонтальное сжатие север – северо-западного простирания [Сим, 1991]. Строго говоря, борозды скольжения, измеренные в офиолитах Урала (массивы Рай-Из, Войкар-Сыньинский, ультрабазиты, вскрытые в верховьях рек Няйс и Иоутынья, всего 1165 измерений), наиболее уверенно свидетельствуют о позднегерцинских тектонических напряжениях. Однако необходимо учитывать, что по серпентинитам образование борозд и штриховок скольжения значительно облегчено из-за физических свойств пород. Поэтому их прекрасная сохранность может говорить в пользу возраста подвижек в последнюю по времени тектоническую активизацию, имевшую место на неотектоническом этапе.

Таким образом, для Полярного Урала по комплексу полевых и камеральных методов восстановлены неотектонические напряжения сдвигового типа, которые характеризуются субмеридиональной ориентацией осей максимальных и субширотной – осей минимальных сжимающих напряжений. Восстановленные СГ методом оси сжатия и растяжения, по-видимому, ориентированы не строго горизонтально, а наклонно, что требуется для обеспечения вертикальных составляющих перемещений по разломам. Такое меридиональное сжатие может объясняться положением восточного склона Полярного Урала во фронтальной части восточного крыла левого сдвига по всему Уралу [Копп, 2000]. Новейшая структура Полярного Урала сохранила в общем виде северо-восточное и восток – северо-восточное простирание герцинских структур, сформировавшихся, по геологическим данным, при северо-западной ориентации оси сжатия во взбросовом поле напряжений с преобладанием надвиговых перемещений по продольным разломам. Изменение поля напряжений на новейшем этапе достоверно фиксируется лишь в молодых четвертичных отложениях района исследований, но вероятнее всего оно приближается к начавшемуся в эоцене процессу спрединга в Арктике [Сурков, 2002; Хаин, Лимонов, 2004], обусловившему субмеридиональное сжатие близлежащих структур.

ВЫВОДЫ

В результате изучения неотектонических структур северных частей Западно-Сибирской плиты установлено, что поднятия являются наложенными на мезозойский структурный план. Поле напряжений всей области характеризуется сдвиговым типом с пологими осями максималь-

ных сжимающих напряжений, ориентированных субмеридионально и с субширотными минимальными сжимающими напряжениями. Такое поле напряжений вызвало формирование локальных структур в пределах меридионально вытянутых валов на севере Западно-Сибирской

плиты, которые в целом имеют субширотную ориентировку. Неотектонические структуры Полярного Урала на новейшем этапе испытывают преобладающие блоковые перемещения по продольным и поперечным разломам. Сохраняя постгерцинский генеральный структурный план, сформировавшийся при северо-западном сжатии, в неотектонический этап блоки испытывают сдвиговые перемещения относительно друг друга. Субмеридиональное пологое сжатие неотектонического этапа в исследованных полярных структурах обусловлено спредингом в Арктическом бассейне. Эта взаимосвязь подтверждается геологическими данными предшественников. Так, начало новейшего этапа на Западно-Сибирской плите синхронно с началом рифтогенеза в Арктике; максимально интенсивное проявление неотектонических движений свойственно северным частям Западно-Сибирской плиты; особая активность новейших движений характерна для миоцена – времени соединения Атлантического и Арктического зон спрединга; формирование газовых залежей в сеноманских

угленосных горизонтах на севере плиты произошло в новейший этап. Таким образом, проведенные исследования свидетельствуют о наложенном характере новейших локальных структур на мезозойский структурный план на территории севера Западно-Сибирской плиты и об изменении кинематических типов разломов Полярного Урала в новейший этап. Неотектонические напряжения полярных частей Урала и Западной Сибири обусловлены раскрытием Арктического океана.

Авторы искренне благодарят Н.П. Костенко за помощь и консультации при дешифрировании новейших поднятий в районе исследований, А.С. Кордадзе и С.Н. Аникеева – за организацию детальных исследований в пределах отдельных месторождений, Ю.Л. Ребецкого, А.В. Михайлову, Г.Н. Гогоненкову и А.И. Тимурзиеву – за конструктивные дискуссии по данным моделирования сдвигов платформ, а также М.Г. Ломизе и Н.В. Макарову – за обсуждение и полезные замечания к результатам работ по Полярному Уралу.

ЛИТЕРАТУРА

- Васильев Н.Ю., Каплин О.А., Сим Л.А.* К тектонофизическим условиям формирования Райизского хромитоносного рудного поля // Вопросы оруденения в ультрамафитах. М.: 1985. С. 43–45.
- Говорова Н.Н., Скобелев С.Ф., Загубный Д.Г.* Молодые тектонические нарушения Приполярного Урала как проявление особенностей уральской тектоники // Общие вопросы тектоники. Тектоника России. М-лы XXXIII Тект. сов. 2000. М.: ГЕОС. С. 129–132.
- Гзовский М.В.* Основы тектонофизики. М.: 1975. 535 с.
- Гогоненков Г.Н., Кашик А.С., Тимурзиев А.И.* Горизонтальные сдвиги фундамента Западной Сибири // Геология нефти и газа. 2007. № 3. С. 3–10.
- Гущенко О.И.* Метод кинематического анализа структур разрушения при реконструкции полей тектонических напряжений // Поля напряжений и деформаций в литосфере. М.: Наука. 1979. С. 7–25.
- Деев, Зиновьев,* 1981. Морфотектоника кровли нижнего структурного яруса чехла Западно-Сибирской плиты в Надым-Тазовском междуречье // Геология нефти и газа. 1999. № 7-8. С. 2–9.
- Зятыкова Л.К.* Структурная геоморфология Западной Сибири. Наука, Сиб.отд. 1979. 200 с.
- Карта разломов территории СССР и сопредельных стран. Масштаб 1:2 500 000 // Ред. Н.А. Белявский, В.А. Унксов. М.: Мингео СССР. 1980.
- Карта новейшей тектоники СССР и сопредельных областей. Масштаб 1:4 000 000 // Гл. ред. Н.И. Николаев. М.: ГУГК СМ СССР. 1985.
- Копп М.Л.* Новейшие деформации Южного Урала и Мугоджар и их вероятное происхождение // Геотектоника. 2005. № 5. С. 43–52.
- Костенко Н.П., Брянцева Г.В.* Неотектоника Надым-Тазовской синеклизы (Ново-Уренгойской регион) // Общие вопросы тектоники. Тектоника России. М-лы XXXIII Тект. сов. 2000. М.: ГЕОС. С. 251–253.
- Костенко Н.П., Брянцева Г.В.* Орогенные формы южной части Полярного Урала // Вестн. Моск. Ун-та. Сер. геол. 2002. С. 9–13.
- Леонтьев А.В.* Некоторые особенности геодинамики массива горных пород в урало-сибирских регионах // Геодинамика и напряженное состояние недр Земли. Тр. Научной конференции. Новосибирск: 2005. С. 203–218.
- Михайлова А.В.* Геодинамические характеристики структур, образовавшихся в слое над активными разломами фундамента (по данным тектонофизического моделирования) // Геофизика XXI столетия: 2006 г. Труды 8 геофиз. чтений им. В.В. Федынского 2-4 марта 2006 г. Москва. М.: ИНТЕК-ГЕОН.С. 111–118.
- Некрасов А.И., Сапчук И.П.* Альпийская тектоника Западно-Сибирской геосинеклизы // Изменяющаяся геологическая среда: про-

- странст.-времен. взаимодействия эндоген. И экзоген. процессов. Междунар. конф. Казань. Казанский гос. ун-т. 2007. С. 47–52.
- Немченко Н.Н., Ровенская А.С., Шоелл М.* Происхождение природных газов гигантских газовых залежей севера Западной Сибири // Геология нефти и газа. 1999. № 1-2. С. 45–56.
- Новейшая тектоника нефтегазоносных областей Сибири // Ред. Н.А. Флоренсов, И.П. Варламов. М.: Недра. 1981. 239 с.
- Ребецкий Ю.Л.* Напряжённое состояние слоя при продольном горизонтальном сдвиге блоков его фундамента // Поля напряжений и деформаций в земной коре. М.: Наука. 1987. С. 41–57.
- Сим Л.А.* Изучение тектонических напряжений по геологическим индикаторам (методы, результаты, рекомендации) // Изв. вузов. Геол. и разв. 1991. № 10. С. 3–22.
- Сим Л.А., Юрченко О.С., Сироткина О.Н.* Тектонические напряжения северных частей Урала // Геофиз. Журн. 2005. Т. 27, № 1. С. 110–120.
- Сим Л.А., Фурсов А.Я., Постников Е.В., Постников А.В.* Влияние неотектонических напряжений на распределение нефтегазоносности платформенных областей // Тектонофизика сегодня. М.: РАН ОИФЗ. 2002. С. 244–247.
- Сим Л.А., Чекмарев К.В.* Новейшая разломная тектоника Полярного Урала // Бюлл. МОИП, отд. геол. 2006. Т. 81, вып. 5. С. 51–56.
- Сим Л.А., Михайлова А.В., Войтенко В.Н.* Сдвиговая тектоника платформ (по данным моделирования и реконструкции неотектонических напряжений) // М-лы Всерос. Сов. «Проблемы современной сейсмологии и гео-динамики Центральной и Восточной Азии». 18–24 сент. 2007 г. Т. 2. Иркутск: 2007. С. 147–151.
- Сурков В.С.* Рифтогенез и нефтегазоносные бассейны Сибири // Геол. нефти и газа. № 10. 1998. С. 33–36.
- Сурков В.С.* Особенности формирования Урало-Сибирской молодой платформы в неогее // Геол. и геофизика. 2002. Т. 43, № 8. С. 754–761.
- Хаин В.Е., Лимонов А.Ф.* Региональная геотектоника. М.: 2004. 270 с.
- Шаблинская Н.В.* Разломная тектоника Западно-Сибирской и Тимано-Печорской плит и вопросы нефтегазоносности палеозоя // Труды ВНИГРИ. Л.: Недра. 1982. 155 с.
- <http://sideshow.jpl.nasa.gov/mbh/series.html>