

Рис. 5. Схема свдиговых деформаций в районе месторождения Лазурное:

1 — правые свдиги юго-западного фланга Сеторымского разлома; 2 — зона растяжения с системой кварцевых жил северо-западного и субширотного направлений

развиты в районе месторождения Лазурное (см. рисунки 1, Д и 2, Е) интерпретируется двояко. Это или трещины отрыва, сформированные и размещенные вдоль всей зоны (по прогибанию) правосвдигового Сеторымского разлома, или они были образованы в обособленной зоне растяжения между двумя прерывистыми эшелонированными правыми свдигами. Последняя модель наиболее удовлетворительно объясняет концентрированное расположение кварцевых жил суб-

широтного и северо-западного направлений и других свдиговых структур на месторождении Лазурное (рис. 5).

Проведенные структурные исследования по тектоническому строению зон золоторудных месторождений Базовское и Лазурное позволили выявить в каждой из них особые индивидуальные черты развития разрывных и складчатых структур, в т.ч. кулисообразных систем трещин отрыва (жил), возникающих в разных тектонических полях напряжений: надвиговом (Базовское) и свдиговом (Лазурное). Установленные разнообразные типы тектонических структур и кинематические условия их образования следует учитывать при дальнейших геологических исследованиях и анализе структур рудных полей в районе данных месторождений.

Автор благодарит А.В.Прокатьева за обсуждение материалов данной статьи.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (гранты 01-05-65485, 04-05-64711, 06-05-96070, 06-05-64369).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гзовский М.В. Основы тектонофизики. —М.: Наука, 1975.
2. Парфенов Л.М., Рожин С.С., Третьяков Ф.Ф. О природе Адыча-Тарынской зоны разломов (Восточное Верхоянье) // Геотектоника. 1988. № 4. С. 90—102.
3. Тектоника, геодинамика и металлогения территории Республики Саха (Якутия) / Под ред. Л.М.Парфенова, М.И.Кузьмина. —М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2001.
4. Третьяков Ф.Ф. Региональный структурный анализ тектонических деформаций и сегменты Адыча-Тарынской зоны разломов (Восточная Якутия) // Отечественная геология. 2002. № 4. С. 54—58.
5. Третьяков Ф.Ф. Надвиговые дислокации Южно-Верхоянского синклиория // Отечественная геология. 2005. № 5. С. 85—87.

Сеймотектоника и современная геодинамика Нижнеалданской впадины

Л.П.ИМАЕВА, Б.М.КОЗЬМИН, В.С.ИМАЕВ, С.В.СЛЕПЦОВ

Цель настоящих исследований — установление современного геодинамического плана новейших структур и выявление местных сейсмогенерирующих зон в пределах предгорной Нижнеалданской впадины на основе комплексного анализа данных дистанционных съемок, геолого-геоморфологических исследований и проявлений сейсмичности. Нижнеалданская впадина, несмотря на кажущуюся простоту геологического строения, характерного для равнинно-низменных участков восточной части Сибирской платформы, в действительности представляет собой сложно построенную область, которая в позднем кайнозое находилась под влиянием сеймотектонических процессов, происходивших в соседних с ней горных сооружениях (юг Алданского щита Сибирской платформы, север и восток Верхоянской складчатой области). В результате действия сжимающих усилий со стороны горных областей, окружающих впадину (рис. 1, врезка), на ее северной окраине возникла Центрально-Верхоянская система субширотных левых свдигов и свдиго-взбросов (Верхоянский, Усть-Алданский) 5, 10, отделяющих широтную ветвь Верхоянской горной области от Приверхоянского прогиба. Под-

вижки по этим разломам привели к формированию небольших серповидных впадин растяжения (Таттинская, Усть-Алданская и др.), оказавшихся рассеченными в результате последующих горизонтальных смещений диагональной системой молодых свдигов, к которым тяготеют проявления современной сейсмичности (см. рис. 1).

С целью изучения деталей строения геологических структур и линеаментов, особенностей новейшей тектоники и геометрии молодых разломов, ограничивающих Нижнеалданскую впадину и контролирующих развитие в ней отдельных морфоструктур, были проанализированы геолого-геоморфологические и тектонические данные, а также данные дешифрирования космоснимков системы «Метеор» масштаба 1:2 500 000 (см. рис. 1).

На основе морфотектонических методов анализа космических снимков, топографических и геологических карт различных масштабов были выделены зоны активизированных разломов и определена их кинематика. Преимуществом таких методов в совокупности с космодешифрированием являлась возможность изучения рельефа, благодаря его обзорности и предельной картографической объ-

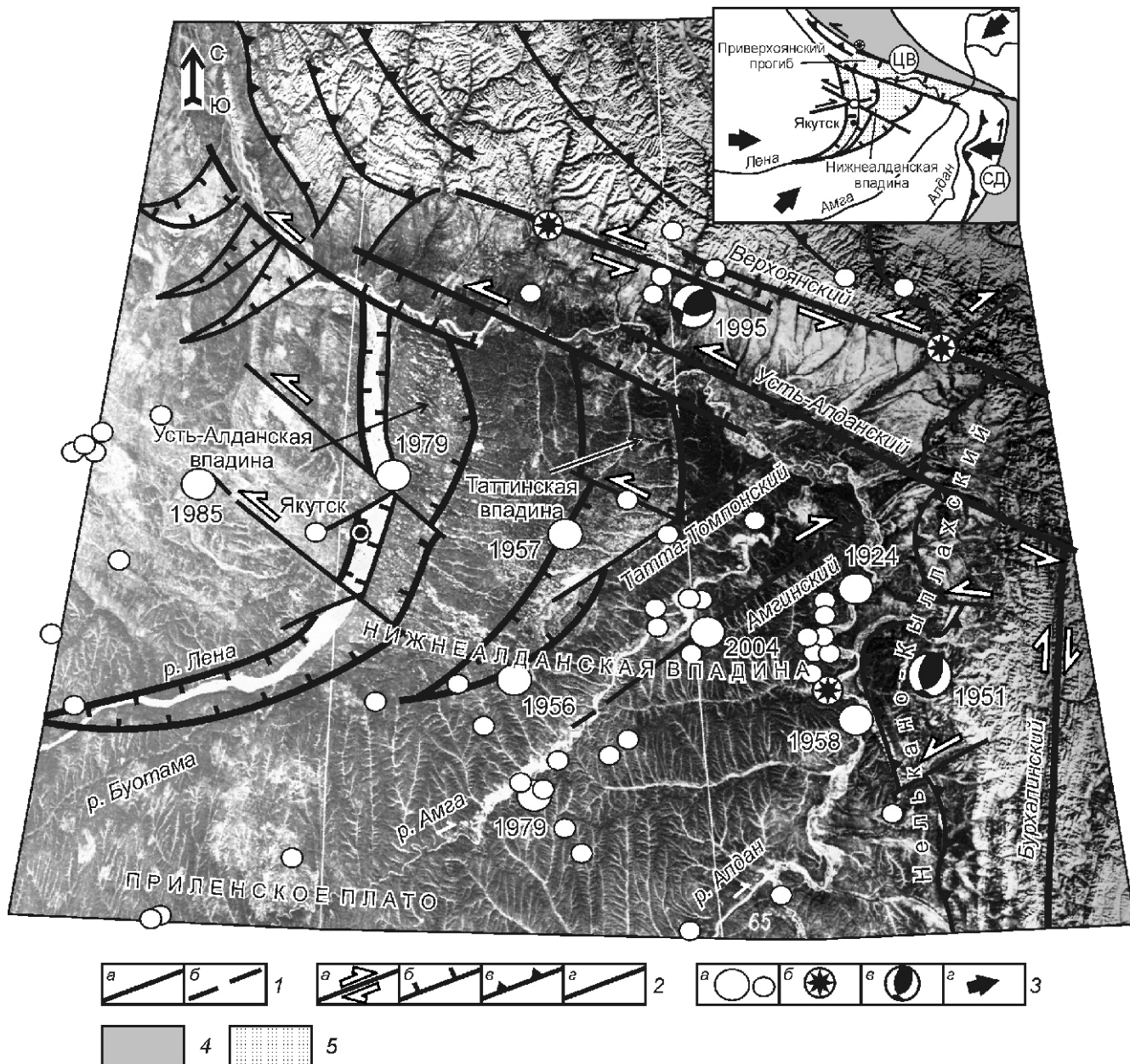


Рис. 1. Схема сейсмотектоники:

1 — активные разломы: *а* — установленные, *б* — предполагаемые; 2 — кинематика разломов: *а* — сдвиги, *б* — сбросы, *в* — взбросы и надвиги, *г* — неустановленный тип движения; 3 — эпицентры землетрясений с К 11 и К 10: *а* — для ощутимых землетрясений рядом проставлен год их возникновения, *б* — сейсмодислокации, *в* — фокальные механизмы Сетте-Дабанского (1951) и Верхоянского (1995) землетрясений (внутри диаграммы: белые области — действие напряжений сжатия, черные — растяжения), *г* — направление регионального сжатия; на врезке — схема современной геодинамики Сибирской платформы: 4 — горные области, 5 — впадины и прогибы; сдвиговые системы: ЦВ — Центрально-Верхоянская, СД — Сете-Дабанская

ективности. При этом современный рельеф рассматривался как структурно-динамический слой, отражающий характер взаимодействия эндогенных и экзогенных процессов и все типы тектонических движений, наблюдаемых в пределах земной коры.

Изучение разрывных нарушений включало ряд последовательных операций: их выявление, определение морфологических, метрических и генетических характеристик. Отображение разрывов на космоснимках и картах отличается многообразием и зависит как от характера разрывных деформаций (генезис, морфология, размер) и обнаженнос-

ти района, так и от условий космической съемки (фокусное расстояние, масштаб). По крупномасштабным космическим снимкам и топографическим картам (масштабы 1:200 000 и 1:500 000) проводилось детальное дешифрирование разрывов. Сначала изучались локальные нарушения или элементы крупных разрывных структур и устанавливалась их определенная структурно-тектоническая зональность. Затем они увязывались воедино и проводились линии региональных и генеральных разломов, которые в сравнении с локальными разрывами выражены обычно более отчетливо из-за значительного смещения в зоне кон-

такта разновозрастных и разнодислоцированных толщ, наличия мощных зон смятия, дробления, расслаивания, а также вследствие резкого изменения простирания структур.

Выявление разрывных нарушений проводилось как по отдельным признакам, так и их сочетаниям. В открытых районах с уверенной дешифрируемостью разломов преобладали структурно-геологические или прямые признаки обнаружения разрывных нарушений. Геоморфологические, гидрографические и другие особенности служили индикаторами разрывов главным образом в закрытых районах. На кинематический тип активных разломов, ограничивающих структурные элементы, непосредственно указывала и морфология неотектонических блоков (см. рис. 1). Например, блоки в виде клиньев линзовидной формы ограничены сдвигами и взбросами (Верхоянский сдвиг-взброс и Бурхалинский сдвиг). Морфоструктуры в виде сегментов и трапеций обычно оконтурены линиями извилистой, прерывистой формы, которые представляли собой надвиги (Нелькано-Кыллахский надвиг). Границами треугольных и многоугольных блоков чаще служат сложные разломные зоны с комбинированной кинематикой, как это видно на примере фрагментов северного борта Нижнеалданской впадины. Ромбическая форма некоторых впадин, располагающихся на концах кулис параллельных левых сдвигов (Усть-Алданский и Верхоянский), позволила отнести их к присдвиговому мини-впадинам растяжения типа «pull-apart». Кроме того, морфологические приемы дешифрирования и анализа рельефа постоянно сопровождались структурно-геологическими исследованиями: наблюдениями за трещиноватостью горных пород, слоистостью, малыми структурными формами и др. Это дало возможность получить набор дешифровочных признаков для более надежного выявления неотектонических структур и активных разломов. Различные проявления разрывных на-

рушений, как правило, сопутствовали или сменяли друг друга вдоль трассы дизъюнктива, и таким образом набиралась их совокупность, позволяющая с достаточной уверенностью диагностировать тип движения по разлому.

Район исследований расположен на востоке Приленского плато, южную часть которого занимают водораздельные пространства, сложенные юрскими песчано-глинистыми отложениями, перекрывающими кембрийские, обнаруживаемые лишь в придолинных понижениях. Значения абсолютных высот колеблются в пределах 350—450 м, возрастая с запада на восток. Для данного участка территории характерна большая ширина и сравнительная пологость склонов, бронированных плотными пластами горизонтально залегающих алевролитов или аргиллитов. В долинах рек Алдан и Амга широко развиты низкие и средние, реже высокие аккумулятивные террасы, состоящие в основном из песчано-глинистого материала с включением горизонтов галечника и валунов 1. Перечисленные структуры различаются на космоснимках цветом фототона и степенью выраженности в силу разной контрастности и дешифрируемости литологических комплексов.

Нижнеалданская впадина, выполненная мощными толщами олигоцена и неогена, занимает северную часть рассматриваемого района, примыкая к широтной ветви Верхоянской горной области. Депрессия имеет асимметричное строение, характерное для предгорных впадин, заполнявшихся осадками одновременно с ростом смежного хребта 6, 11. По схеме рельефа цоколя палеоген-неогеновых образований (рис. 2), представленных отложениями аллювиальных песков, озерно-болотных глин и глинистых песчаников, установлено, что их максимальные мощности (до 950 м) наблюдаются в областях растяжения кулис левого сдвига, трассируемого по долине р. Алдан (Усть-Алданский разлом). В наиболее прогнутом северном борту впадины (Приверхоянский прогиб) отложения

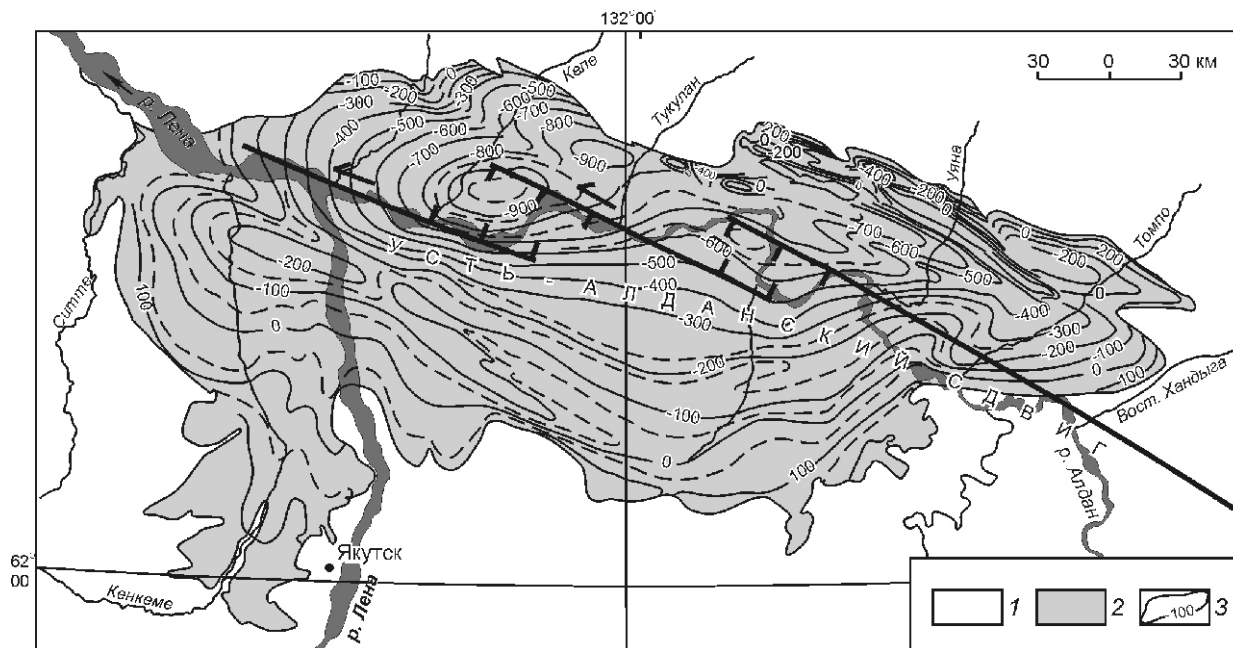


Рис. 2. Схема рельефа позднеплиоцен-четвертичных образований Нижнеалданской впадины. По 6, 11 с дополнениями:

отложения: 1 — олигоцен-неогеновые, 2 — докайнозойские; 3 — изогипсы поверхности докайнозойского фундамента, м (абсолютные высоты); вдоль долины р. Алдан показана трасса Усть-Алданского сдвига, на концах левых кулис которого диагностируются впадины «pull-apart» с наибольшими (600—900 м) мощностями кайнозойских отложений; см. услов. обозн. на рис. 1

олигоцена составляют большую часть разреза (до 770 м). В олигоценовой и неогеновой частях разрезов присутствуют продукты размыва, принесенные как со стороны Верхоянского хребта, так и Алдано-Становой области. Основной обломочный материал доставлялся с юга древними реками — Алдан и Лена. Рассматриваемые отложения северного борта впадины залегают местами под углами 20—30° и осложнены надвигами, несогласно перекрытыми покровом из горизонтальных пластов позднеплиоценовых песков, слагающих верхнюю террасу долин рек Лены и Алдана. В свою очередь, они разорваны поперечными локальными сдвигами с видимой амплитудой смещения 7—10 км, которые выявлены по материалам среднемасштабной геологической съемки и дешифрируются в виде контрастных линий на космоснимках. Возраст надвигов и сопряженных с ними деформаций датируется концом миоцена — началом плиоцена 2, 6, 11.

На правом берегу р.Алдан в предгорьях широтной ветви Верхоянской горной области широко распространены среднеплейстоценовые флювиогляциальные отложения (до 60 м), представленные галечниками, валунниками и песками, состоящими из терригенных пород, характерных для Верхоянского хребта. В нижнем течении р.Келе (правый приток р.Алдан) они рассечены молодыми диагональными сдвигами протяженностью примерно 10 км северо-западного и северо-восточного простираний с соответственно лево- и правосдвиговой кинематикой. В сторону хребта флювиогляциальные отложения сменяются грядами конечных морен. Наряду со среднеплейстоценовыми, здесь установлены и позднеплейстоценовые ледниковые образования, распространенные к северо-западу от устья р.Алдан вдоль долины р.Лена почти до ее дельты и в предгорьях долготной ветви Верхоянского хребта 11.

Для выявления современного геодинамического плана новейших структур Лено-Алданского междуречья кроме дешифрирования космоснимков анализировались также особенности развития речных долин на конец четвертичного времени. Одна из таких характеристик, выраженная наиболее ярко, — тенденция рек к выработке своих долин вопреки топографии и геологическому строению. Известно, что поверхность Приленского плато имеет уклон к северу и северо-востоку. В этом же направлении погружаются почти горизонтально залегающие пласты кембрийских отложений 1, 2, 11. Данные обстоятельства, казалось бы, должны играть определяющую роль в ориентации рек и их эрозионно-аккумулятивной деятельности, но наблюдаемые здесь явления не соответствуют обычному сценарию развития гидросети. Наглядно подтверждает это план современных речных долин небольших правых притоков р.Лена (Туолбачан, Туолба и Буотама), впадающих в нее между крупными притоками Олёкма и Алдан, а также бассейна р.Амга, притока р.Алдан (см. рис. 1). Левые притоки перечисленных рек, текущие с севера на юг, в ряде случаев противоположно течению главной реки, вопреки уклону общей поверхности плато и падению пластов кембрия, очень многочисленны, обычно в 1,5—2 раза более протяженны, а их долины лучше разработаны, чем правые притоки, развитию которых казалось бы должны способствовать и орографические, и геологические условия, что свидетельствует об асимметричности водоразделов рек Амга, Туолбачан, Туолба, Буотама и других, особенно на участках их субширотного течения. При этом южный склон водораздела пологий с развитой сетью притоков, а

северный крутой с редкими притоками. Такой асимметричный характер имеют междуречья Буотама и Лены, Амга и Буотама, Алдана и Амга и др. Тенденция к сдвиганию русел рек на юг, т.е. «вверх» по уклону местности и падению пластов, проявляется в строении речных долин, характере распределения глубин и участков наибольших скоростей течения. В частности, в бассейнах рек Лена, Амга и других на субширотных участках их долин интенсивно подмывается исключительно правый берег, где наблюдается повышенная скорость течения водного потока и образуются максимальные глубины. Такие морфологические особенности и характер строения долин рек и их притоков особенно наглядно прослеживаются на обзорных космоснимках (см. рис. 1) и могут свидетельствовать о возможной инверсии здесь тектонического режима.

Другим фактором, подтверждающим указанные процессы, может служить изменение особенностей развития речных долин в пределах Лено-Алданского междуречья. Так, русло р.Амга между притоками Хохой и Муостуя пересекает полосу поднятий, «игнорируя» гораздо более удобные участки понижения рельефа, которые наблюдаются в ее верховьях. Притоки р. Лена Туолбачан и Туолба в своем среднем течении также текут через возвышенные участки рельефа. С относительно пониженных территорий в относительно повышенные перемещаются многие левые притоки р.Лена и т.д. Предполагается, что такой характер развития гидросети, связанный с antecedentным врезом рек в локальные, постепенно воздымающиеся морфоструктуры, может быть обусловлен новейшими вертикальными тектоническими движениями, возникшими в условиях сжатия.

Результаты повторного нивелирования, выполненного Якутским аэрогеодезическим предприятием Республики Саха (Якутия) 3, 4, также показывают, что на фоне стабильной (скорость вертикальных движений — 0 мм/год) части территории Нижнеалданской впадины и ее отдельных участков слабых опусканий (до 2 мм/год) существует ряд районов, которые воздымаются со скоростями до 2—4 мм/год, что согласуется с параметрами фокальных механизмов Сетте-Дабанского (1951 г.) и Верхоянского (1995 г.) землетрясений (см. рис. 1), когда подвижки типа взброса и сдвига-взброса в их очагах произошли в обстановке близгоризонтального сжатия 7. Все это позволяет считать, что в данном регионе господствует современное поле тектонических напряжений сжатия, под влиянием которого происходят блоковая дифференциация рельефа с появлением воздымающихся морфоструктур, контролируемых «живыми» разломами, и перестройка речной сети.

На действующей нормативной карте «Общее сейсмическое районирование Российской Федерации» (ОСР-97) масштаба 1:8 000 000 Лено-Алданское междуречье расположено в 6—8-балльной зоне сейсмических воздействий (шкала MSK-64, 8). Помимо местных землетрясений слабой и средней интенсивности (3—6 баллов) эта территория может испытывать транзитные воздействия от сильных (7—9 баллов) землетрясений, происходящих в соседних регионах: Байкальская рифтовая зона, хребты Становой, Верхоянский и Сетте-Дабан 5, 7, 11.

Для определения степени активизации и уровня потенциальной сейсмичности новейших и разрывных структур на рис. 1 также показаны проявления местной сейсмичности. Пространственное распределение эпицентров землетрясений, прежде всего, указывает на современную тектоническую активность всего Приленского плато, в т.ч. его

восточной части — Лено-Алданского междуречья. За последние 80 лет здесь произошло более 50 местных землетрясений с энергетическим классом К 6—16 (интервал магнитуд M 1,5—6,5), из которых самым сильным было Сетте-Дабанское землетрясение 1951 г. с M 6,5 вблизи Нелькано-Кыллахского надвига с 7-балльными эффектами в эпицентре (см. рис. 1). Оно ощущалось в Усть-Майском районе Республики Саха (Якутия) на площади около 140 тыс. км². Сейсмические воздействия от 3 до 6 баллов также фиксировались при 9 землетрясениях, произошедших в Нижнеалданской впадине за период инструментальных наблюдений (1924—2004 гг.). Последнее из них M 4 было зарегистрировано сейсмическими станциями Якутского филиала геофизической службы СО РАН 11 октября 2004 г. на водоразделе рек Амга и Алдан (рис. 3). Оно проявилось в двух ближайших к эпицентру населенных пунктах: села Дая-Амга Таттинского района и Мырыла Чурапчинского района Республики Саха (Якутия) силой до 4—5 баллов. Вот описание этого события, которое произошло в 3 часа ночи по местному времени: «многие жители проснулись от страшного глухого гула, казалось, будто дом разрывается на части, некоторые подумали, что их дома ломает бульдозер. Скрипели полы и потолки, дребезжала посуда, дрожала мебель, с печи падала посуда».

Наблюдается отчетливая приуроченность эпицентров землетрясений к выявленному тектоническим структурам (см. рис. 1). Наиболее сейсмоактивен Амгинский разлом с правосторонней кинематикой, ограничивающий с северо-запада Алдано-Амгинское междуречье. Водораздел между Амгой и Алданом имеет четко выраженный уклон поверхности к востоку от линии Амгинского разлома. При этом русла рек первого порядка (Амга и Алдан) прослеживаются на северо-восток, а притоки более низких порядков — на восток и юго-восток. Река Амга в среднем и нижнем течении практически не имеет правых притоков, что свидетельствует о приподнятом (висячем) восточном крыле по сравнению с опущенным (лежащим) западным крылом Амгинского разлома и обосновывает присутствие в смещениях по нему сбросовой компоненты. Легко заметить, что рассматриваемый дизъюнктив на всем протяжении сопровождается эпицентрами местных землетрясений, в чис-

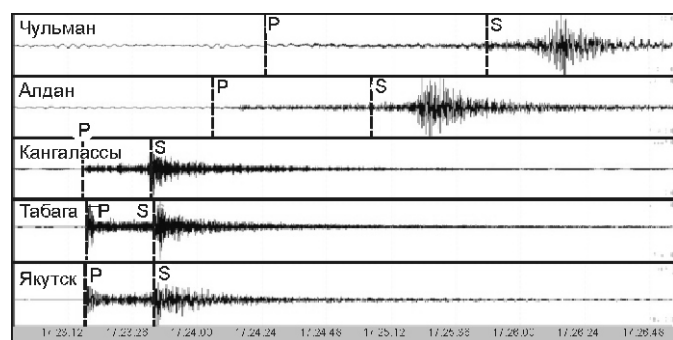


Рис. 3. Записи продольных (P) и поперечных (S) сейсмических волн:

Амгинское землетрясение 11 октября 2004 г.; цифровые сейсмостанции ЯФ Геофизической службы СО РАН: Якутск (эпицентральное расстояние 210 км), Кангалассы (212 км), Табага (215 км), Алдан (560 км), Чульман (724 км)

ле которых два события 1979 и 2004 годов были ощутимыми.

Параллельно Амгинскому сдвигу в пределах Нижнеалданской впадины дешифрируется ряд других разрывных нарушений, из которых наиболее ярко выражен Татта-Томпонский правый сдвиг, вытянутый в северо-восточном направлении. Отмечается также наличие молодых разломов северо-западного простирания (Кангаласский, Табагинский и другие левые сдвиги), сопряженных и образующих динамопары с правыми сдвигами. Максимальные амплитуды смещения по левым сдвигам составляют 3—5 км, обычно — сотни метров 2, 5. Подвижки по таким разломам смещают края серповидных Усть-Алданской и Таттинской впадин (см. рис. 1) и соответствуют более поздним деформациям земной коры. Мобильность этой сети дизъюнктивов подтверждается приуроченностью к ним очагов землетрясений разных энергетических классов. Так, в 1979 г. вблизи г. Якутск в зоне влияния Кангаласского сдвига был отмечен подземный толчок с 5-балльными эффектами в эпицентре. На активность данного разлома также указывают источники слабоминерализованных и ультрапресных вод («Булу»), которые не замерзают и в зимнее время, а также наледные проявления, фиксируемые в долине р. Лена (севернее Кангаласского мыса). Кроме того, Татта-Томпонский разлом, продолжающийся на правобережье р. Алдан, смещает в Приверхоанском прогибе флювиогляциальные отложения, а в месте пересечения им трассы Верхоянского сдвига деформирует горный рельеф с образованием предположительно сейсмодислокации, отчетливо дешифрируемой на разномасштабных космических снимках. Не менее активен Верхоянский разлом. Его кинематика соответствует сдвигу с взбросовой компонентой, на что указывают параметры фокального механизма землетрясения 1995 г., возникшего в зоне его влияния (см. рис. 1). К разлому также тяготеют больше десятка местных землетрясений, а вдоль его трассы отмечено несколько сейсмодислокаций, дешифрированных с помощью космоснимков. На карте градиентов скоростей новейших вертикальных тектонических движений Верхоянский разлом выражен сгущением изоград и резким переходом от максимальных к минимальным значениям градиента 5. Другой структурообразующий разлом — Усть-Алданский левый сдвиг северо-западного простирания, прослеживающийся от субширотной (приустьевой) части долины р. Алдан до Нелькано-Кыллахского надвига и Бурхалинского сдвига. Он образует с параллельным ему Верхоянским разломом той же кинематики узкую и протяженную структуру растяжения, соответствующую широтной части Приверхоанского краевого прогиба. К северо-западу Усть-Алданский сдвиг продолжается по долине р. Лена и касательно трассируется вдоль Китчанского выступа Верхоянского свода. Сдвиг также обозначен на карте неотектонического мегакомплекса 4.

Итак, в условиях современной геодинамической обстановки сжатия Нижнеалданская депрессия была, скорее всего, заложена как компенсационная структура растяжения на южном крыле Центрально-Верхоянской сдвиговой системы (Верхоянский и Усть-Алданский разломы) (см. рис. 1 и врезку). Движения по этой разрывной системе способствовали образованию внутри самой депрессии нескольких меньших впадин растяжения (Таттинская, Усть-Алданская, Вилюйская, Кобяйская и др.) однотипного морфологического облика с вытянутым к юго-западу

окончанием. Кроме того, здесь же была развита система сопряженных правых и левых сдвигов соответственно северо-восточного и северо-западного простираний, смещающих сбросовые ограничения выявленных впадин, при этом их более поздние деформации принадлежат левым сдвигам северо-западной ориентации. Схема сеймотектоники и современной геодинамики, представленная авторами (см. рис.1), согласуется с экспериментальными моделями, полученными при тех же условиях на упругих оптически активных материалах 9.

Таким образом, сеймотектонический анализ совокупности геолого-геофизических данных на примере Нижнеалданской впадины показывает, что:

1. Используемые методы (космодешифрирование, морфотектонические, геолого-морфологические, сейсмологические и др.) эффективны для выявления геодинамической обстановки обширных, слабоизученных и труднодоступных участков территории Сибири и Северо-Востока России.

2. Блоковый характер рельефа морфоструктур, их аномальный топографический уклон, изменения в развитии речных долин свидетельствуют о структурной перестройке данного региона в современное время, обусловленной региональным тангенциальным сжатием. На фоне стабильной части территории Нижнеалданской впадины и ряда участков слабых опусканий имеет место воздымание отдельных структурных элементов со скоростями до 2—4 мм/год 3, 4.

3. Ведущую морфотектоническую роль в формировании Нижнеалданской впадины и структур растяжения внутри нее играет Центрально-Верхоянская сдвиговая система (Верхоянский и Усть-Алданский разломы), между левыми кулисами которой была заложена широтная часть Приверхоянского краевого прогиба.

4. Самыми молодыми дизъюнктивами здесь являются динамопары правых и левых сдвигов соответственно северо-восточного и северо-западного простираний (Амгинский, Татта-Томпонский, Кангаласский, Табагинский и др.), которые смещают сбросовые границы Нижне-

алданской впадины. К линиям разломов и зонам их пересечения (тектоническим узлам) в основном приурочены все эпицентры местных землетрясений интенсивностью в очаге до 6—8 баллов, а также мерзлотно-наледные явления.

5. Зоны разломов Центрально-Верхоянской левосдвиговой системы, по-видимому, являются сопряженной динамопарой с системой разрывных нарушений Южно-Верхоянского сектора Верхоянского складчато-надвигового пояса (Нелькано-Кыллахский надвиг и Бурхалинский сдвиг) 11. Их взаимодействие и объясняет повышенный уровень сейсмической активности всего Лено-Алданского междуречья.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Адаменко О.М.* Современный рельеф и морфоструктуры // Плоскогорья и низменности Восточной Сибири. —М.: Наука, 1971. С. 15—68.
2. *Баранова Ю.П., Ильина И.А., Никитин В.П.* и др. Миоцен Мамонтовой горы. —М.: Наука, 1976.
3. *Бочаров Г.В., Гусев Г.С., Есипова Л.И., Спектор В.Б.* Карта современных движений территории Якутской АССР // Геотектоника. № 3. 1982. С. 60—63.
4. *Гусев Г.С., Петров А.Ф., Фрадкин Г.С.* и др. Структура и эволюция земной коры Якутии. —М.: Наука, 1985.
5. *Имаев В.С., Имаева Л.П., Козьмин Б.М.* Сеймотектоника Якутии. —М.: ГЕОС, 2000.
6. *Камалетдинов В.А., Гриненко В.С., Сластенов Ю.Л.* Геологическая карта Якутии. Центрально-Якутский блок. Масштаб 1:500 000. —С-Пб., 1999.
7. *Козьмин Б.М.* Сейсмические пояса Якутии и механизмы очагов их землетрясений. —М.: Наука, 1984.
8. *Медведев С.И., Шпонхойер В., Карник В.* Шкала сейсмической интенсивности MSK-64. —М., 1965.
9. *Осокина Д.Н., Цветкова Н.Ю.* Изучение локального поля напряжений и прогноз вторичных нарушений в окрестностях тектонических разрывов и в очагах землетрясений с учетом третьего главного напряжения // Поля напряжений и деформаций в литосфере. —М.: Наука, 1979. С. 163—184.
10. *Ситников В.С., Спектор В.Б.* Вилюйско-Алданская система дислокаций // Геофизические исследования в Якутии. —Якутск, 1978. С. 35—45.
11. *Тектоника, геодинамика и металлогения территории Республики Саха (Якутия).* —М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2001.