

5. Никитин Б.А. Нефтегазоносность шельфа морей Российской Арктики: взгляд в XXI в./ Б.А. Никитин // Геология нефти и газа. - 1999. - № 3. - С. 3-8.

6. Никитин Б.А. Перспективы открытия новых месторождений газа и нефти на шельфе Карского моря / Б.А. Никитин, Л.И. Ровнин // Геология нефти и газа. - 2000. - № 5. - С. 3-7.

7. Оруджева Д.С. Перспективы нефтегазопроисловых работ в Чукотском море / Д.С. Оруджева, А.Н.Обухов, Д.Д. Агапитов // Геология нефти и газа. - 1999. - № 3-4. - С. 28-33.

8. Рябухин Г.Б. Нефтегазоносные провинции и области СССР / Г.Б. Рябухин, М.С. Бурштар и др. - М. Недра, 1969.-316с.

9. Флоренсов Н.А. Мезозойские и кайнозойские впадины Прибайкалья / Н.А. Флоренсов. - М.-Л.:Изд-во АН СССР, 1960. - 258 с.

10. Хаин В.Е. Нефтегазоносность глубоководных и ультраглубоководных зон континентальных окраин /В.Е. Хаин, И.Д. Полякова//Литология и полезные ископаемые. -2004. - № 6. -С. 610-621.

В.В. Андреев

кандидат геолого-минералогических наук, доцент
Иркутский государственный университет

Н.Г. Коновалова

кандидат геолого-минералогических наук, доцент
Иркутский государственный университет

В.Ф. Лузин

кандидат геолого-минералогических наук, доцент
Иркутский государственный университет

ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ТЕКТониКИ И ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ЮГО-ЗАПАДНОГО ПРИБАЙКАЛЬЯ И ЗАБАЙКАЛЬЯ

Особенности геологического строения юго-западного Прибайкалья и Забайкалья определяются взаимодействием Сибирской платформы Евразийского континента (блока) и океанических плит. Именно этот процесс предопределил статику, кинематику и динамику формирования тектонических структур различного ранга, от надпорядковых до локальных. Это зафиксировано, кроме пликативных и дизъюнктивных структур, в развитии тектономагматических циклов, фациях и формациях пород, а также в рельефе.

Принято выделять два структурно-тектонических этажа: архей-протерозойский, представленный кристаллическими породами фундамента, и рифей-палеозойский, юрский и кайнозойский (неоген-четвертичный) осадочный чехол. Этажи разделены стратиграфическими, структурными и угловыми несогласиями. Наиболее существенными и крупными являются несогласия между кристаллическим фундаментом и рифей-палеозойским осадочным чехлом.

В рассматриваемой части Прибайкалья и Забайкалья выделяются следующие докембрийские комплексы: шарыжалгайский (Иркутский выступ Сибирской платформы), слюдянский и хамардабанский в Забайкалье. Шарыжалгайский комплекс представлен толщей гнейсов и кристаллических сланцев. Слюдянский комплекс – гнейсами, кристаллическими сланцами, мраморами, кремнисто-карбонатными породами. Особенностью комплекса является широкое

развитие карбонатных пород (не менее 50%) и углеродистых сланцев. Хамардабанский комплекс представлен сланцами, гнейсами, кварцитами, мраморами. Характерно также присутствие графитистых пород.

В горно-складчатом обрамлении Прибайкальского, Приморского, Баргузинского хребтов и Восточного Саяна широко распространены углеродистые формации. Известны десятки свит метаморфических первичноосадочных толщ в Присаянье, Восточном Саяне, Прибайкалье, Жуино-Патомском, Бодайбинском, Мамском, Средне-Витимском, Северо-Байкальском и Баргузинском регионах. По возрасту они относятся к архейским, протерозойским, рифейским и вендским образованиям. Среди них с определенной долей условности можно выделить четыре группы: 1) углистые, углисто-карбонатные, углисто-биотитовые, углисто-кварц-серицитовые; 2) углеродистые, углеродисто-серицит-кварцевые, углеродисто-кварц-мусковитовые, углеродисто-глинистые; 3) графитовые, графит-биотитовые, графит-пироксеновые, двуслюдяные с дистеном и графитом; 4) мраморы и известняки с графитом, углеродисто-глинистые и углеродисто-кремнистые с онколитами и строматолитами.

Широко развиты породы черно-сланцевой формации – углисто-глинистые сланцы, углеродисто-кремнистые сланцы, битуминозные карбонатные породы, шунгиты, графитоносные сланцы с высоким содержанием углерода, в том числе органического, различных свит. Наличие подобных толщ в разрезе указывает на обстановку осадконакопления, благоприятную для накопления органического вещества, его захоронения и преобразования в битумы нефтяного ряда. Такими толщами могли быть трехчленный байкальский комплекс, углеродистые сланцы тиновской свиты, углеродисто-карбонатные сланцы туколамийской свиты, углеродистые сланцы джемуканской, баруканской, инжигейской серий, графит-биотитовые сланцы конкудерской свиты, углеродистые и углеродисто-глинистые сланцы хоринской и астайской свит, углеродистые сланцы няндонинской и бурлинской свит, углеродисто-серицитовые сланцы итанцинской свиты, углеродистые сланцы Мариинской и согдиондонской свит, углеродистые, серицит-углеродисто-графитовые, углеродисто-кварцевые сланцы ангаро-канской, вачской, аунакитской, хомолхинской, устьуряхской и других свит нижнего протерозоя.

В Забайкалье диапазон подобных первичноосадочных толщ представлен архейскими, протерозойскими, нижнекембрийскими, пермскими, триасовыми, юрскими, меловыми и кайнозойскими породами, находящимися на различных стадиях метаморфизма и катагенеза (Андреев, 1987). Во многих из них имеются углеводороды или графит. Их суммарная мощность, например в Баргузинском и Икатском хребтах, превышает 2000 м.

Всеобщая распространенность углеродистых соединений, в том числе с шунгитом и шунгитоподобных может являться причиной чистоты байкальской воды по аналогии с Онежским озером. Из этих пород сложены берега озера Байкал, подводные склоны и все притоки, стекающие с окружающих хребтов, омывают углеродистые толщи.

В развитии докембрийских комплексов выделяются четыре тектоно-метаморфических цикла: раннеархейский, позднеархейский, ранне-среднепротерозойский, среднепротерозойский.

В раннеархейский цикл в седиментационном прогибе бассейна происходило формирование терригенно-вулканогенных толщ. При инверсии бассейна формировались складки и купола, и отмечено начало метаморфизма первично осадочных толщ.

В позднеархейский цикл заложение краевого шва Сибирской платформы происходило в условиях субгоризонтального сжатия. Это подчеркивают дайки интрузивных пород, внедрившиеся по сопряженным разломам.

В ранне-среднепротерозойский цикл тектонические движения активизировались. Под влиянием северо-западных сдвигов происходило дальнейшее раскрытие будущей Байкальской рифтовой зоны, особенно на юго-западе, образование складок и погружение под край платформы океанической плиты.

В средне-позднепротерозойский цикл в юго-западном Прибайкалье завершилось осадконакопление трёхчленного байкальского комплекса, и началась инверсия в результате поддвигания под край платформы не только мантии, но и земной коры. При этом верхние этажи земной коры могли надвигаться. Симметричное развитие испытывал и хамардабанский комплекс, но в условиях проявления северо-восточного тектонического вектора.

Надвиговые структуры образовались, по-видимому, до начала образования современной впадины оз. Байкал.

Остров Ольхон и п-ов Святой Нос находятся в зоне пересечения двух сопряженных зон сжатия – северо-восточного и юго-западного простирания при субширотном векторе сжатия.

На данной территории условия, благоприятные для формирования рифтовой структуры, существовали с архея и до настоящего времени. Развитие рифтовой структуры происходило унаследовано, но неравномерно. Являясь границей Евразийской плиты с другими плитами, Байкальская рифтовая зона представляет собой не просто ломаную линию, а состоит из структур, достигающих в ширину сотен километров и более, разветвляется и имеет острые или плавные изгибы. Структуры её составляющие имеют разный возраст, но близкие геометрию, кинематику и динамику развития. Важным в этом отношении является мезо-кайнозойский инверсионный этап развития юга Сибирской платформы. В частности, в Прибайкалье территория была поднята на 1000-800 м.

Иркутский амфитеатр, обрамленный с юго-запада и северо-востока Передовым хребтом Присаянья и Приморским хребтом Прибайкалья, представляет угол квадранта деформации в системе сопряженных зон скалывания. Долины левых и правых притоков верховьев р. Ангара представляют рисунок оперяющих трещин Ангарского разлома: р. Курма, падь Волчья, Узкая, Большая Речка, Ушаковка. Юго-восточное крыло Иркутского амфитеатра состоит из четырех шарьяжных покровов, обращенных выпуклостью в сторону платформы. Первый покров прослеживается от истоков р. Ангара до устья р. Бугульдейка, второй – от с. Бугульдейка до мыса Елохин, третий – от мыса Елохин до пос. Луговской. При этом на геологической карте и в рельефе четко выделяется амфитеатр (назовем его Прибайкальским), более контрастный, чем известный Уфимский, но не описанный в геологической литературе. Его смыкающиеся крылья расположены на побережье оз. Байкал на участке мыс Рытный – мыс

Заворотный. Юго-западнее Прибайкальского амфитеатра располагается Куртунский амфитеатр, выраженный не так рельефно. В его смыкающем углу расположены Куртунские складки. Направление сжимающих и растягивающих (сдвиговых) воздействий изменялось с широтных на меридиональные, включая промежуточные румбы. Это способствовало формированию надпорядковых структур взаимодействия платформ (плит) и горноскладчатых систем при субдукции и коллизии. Погружаясь в северном направлении, океаническая плита Палеоазиатского океана (Тетиса) двигалась под Сибирский континент.

Реликт субдукции сохранился на участке от истока р. Ангара до угла Прибайкальского амфитеатра. Северо-западный берег оз. Байкал оказался приподнятым. При этом в теле платформы возникли шарнирные разломы – Жигаловский, Божеханский и Хандинский. В северо-восточном направлении подвиг переходит в надвиг и в этом же направлении увеличивается горизонтальная амплитуда надвига. В определенной мере это подтверждается расположением вулканических аппаратов: к северо-северо-востоку от дер. Косая степь, южнее бухты Солонцовой, северо-западнее мыса Заворотного, южнее мыса Мужинай. При конвергенции границ изрезанной формы и неоднородной коре генеральные движения дифференцируются на местные, которые могут быть конвергентными, дивергентными и трансформными.

Таким образом, особенности строения и развития докембрийских комплексов юго-западного Прибайкалья и Забайкалья обусловлены коллизией Евроазиатской плиты и океанических плит в условиях левостороннего сдвига по Главному Саянскому разлому и правостороннего по Приморскому сбросу.

Главный Саянский разлом. Главный Саянский разлом является крупной структурой северо-западного простирания, пересекающей Восточный Саян, расположенный в средней части горного пояса Южной Сибири. Разлом протягивается от бассейна р. Мана в юго-восточном направлении до южной оконечности оз. Байкал. В зоне Главного Саянского разлома на протяжении длительной истории, начиная с раннего протерозоя, проявлялись сдвиговые, надвиговые и сбросовые движения. Они накладывались друг на друга или существовали на разных участках одних и тех же разломов.

Мнения о кайнозойской кинематике Главного Саянского разлома расходятся (Ружич, 1999). Если для кайнозойского времени он классифицирован как правосторонний сбросо-сдвиг с амплитудой горизонтальных смещений около 40-50 км, вертикальных 2,5-9 км, то направления новейших движений по разлому разные исследователи определяют по разному. В.В. Ламакин и др., считают, что и в эпоху кайнозойской активизации Главный Саянский разлом проявлял себя как левосторонний сбросо-сдвиг, с амплитудой сдвига около 11 км и сброса около 3 км. Другие исследователи доказывают, что неотектонические деформации происходили в условиях сжатия. Так, например, С.В. Рассказов (Рассказов, 1990) зафиксировал плиоцен-четвертичный надвиг на юге Окинского плоскогорья. Чипизубов и др. (Чипизубов, 1994) в ходе палеосейсмогеологических работ в зоне Главного Саянского разлома выделили сеймотектонические деформации протяженностью 45 км (Восточно-Саянская палеосейсмодислокация). Анализ внутренней структуры показал, что основным типом движений позднего кайнозоя является левый взбросо-сдвиг.

Приморский разлом. Приморский разлом является составной частью Прибайкальского разлома, простирающегося на северо-восток вдоль Приморского, Байкальского, Аkitканского хребтов до нижнего течения р. Витим и верховьев р. Большой Туюкан.

Большая часть исследователей относит время заложения Прибайкальского разлома в целом (и Приморского в частности) к раннему протерозою. Многочисленные геологические данные свидетельствуют о неоднократной тектонической активизации разлома, последний этап которой связан с кайнозойским рифтогенезом.

Кинематический тип разлома в кайнозое рядом исследователей (С.И. Шерман, Р.М. Лобацкая и др.) определяется как правосторонний сдвиг-сброс. По отдельным оперяющим разрывам С.И. Шерманом, К.Г. Леви, В.А. Саньковым, Р.М. Лобацкой, С.Б. Кузьминым зафиксированы левосторонние смещения (Саньков, 1999, Леви, 1995, Семинский, 2001). Однако горизонтальные перемещения имеют минимальную амплитуду по сравнению с вертикальными.

Ангарский разлом. Ангарский разлом пространственно совпадает с долиной р. Ангары и протягивается в северо-западном направлении от её истока вглубь Сибирской платформы, ориентировочно до коленообразного изгиба реки в районе Седаново, где закартированы Ангарские дислокации. В юго-восточном направлении он зафиксирован в районе пос. Танхой. Время его заложения определяется протерозоем. За время его развития вполне определенно выделяются вендский и юрский этапы его активизации. В современную эпоху с ним связываются землетрясения в г. Иркутске в 1999 г.

Ангарский надвиг. Надвиг кристаллических архей-протерозойских пород на юрские отложения на Байкале, в истоке реки Ангары, известен с 1914 г. (М.М. Тетяев, В.А. Обручев, Н.В. Думитрашко, В.П. Маслов).

Угол плоскости смещения составляет в среднем $25-30^\circ$ (В.Н. Данилович). Ангарский надвиг пересекает р. Олха в 2,5 км за пос. Ханчин, угол падения сместителя $35-40^\circ$. Фронтальная линия надвига в плане изогнута.

По степени и особенностям проявления деструктивного метаморфизма в пределах Ангарского надвига выделяются три зоны: аллохтонная, шовная и автохтонная. В аллохтоне процессы милонитизации и катаклаза носят неравномерный характер и зависят от интенсивности тектонических подвижек и состава кристаллических пород. Рассланцевание и перекристаллизация участками проявлены весьма интенсивно. Примечательно, что ориентировка кливажа и гнейсовидности в аллохтоне, как правило, крутая, и лишь в низах пластин гнейсовидность субпараллельна контакту (Сизых, 2005).

Юрские отложения Иркутского амфитеатра достигают береговой линии оз. Байкал северо-восточнее истока р. Ангара (район высоты 1178 м, г. Хамар-Дабан). Примечательно то, что наибольшая гипсометрическая отметка на Прибайкальском хребте от п. Култук до мыса Крестового на протяжении около 200 км приурочена к полю развития осадочных пород юрского возраста. Ширина поля, сложенного юрскими породами не более 5 км. Естественно, что в юрское время ширина была значительно больше, до 50 км как минимум: от верховьев р. Курма до г. Хамар-Дабан. По сути дела, байкальский берег от пос. Култук до г. Хамар-Дабан представляет собой часть Присаянского горно-складчатого

пояса и юрский Присаянский прогиб. В настоящее время его большая часть перекрыта метаморфической шарыжалгайской серией, прорванной гранитоидами архейского возраста (листвянским, тепраканским, саянским комплексами).

В Забайкалье широко распространены мезо-кайнозойские впадины – структуры растяжения. На этой территории даже противники «теории шарьяжей» отмечают присутствие надвигов – структур сжатия. По своей природе впадины Забайкалья могут иметь различное происхождение. Например, впадины растяжения и впадины-окна имеют не только единое северо-восточное простирание. Дархатская, Хубсугульская, уильчанская впадины вытянуты по меридиану. Тункинская, Сангино-Харачужирская, Мылинская, Брянская, Тачинская, Безымянная и Хилинская вытянуты по широте. Илкинская, Таксимская, Урда-Окинская впадины имеют северо-западное простирание. Есть впадины треугольной или более сложной конфигурации – Торская, Санагинская, Усть-Баргузинская, Гегетуйская.

В начале кайнозоя (палеоцен, эоцен) рельеф был пенепленизирован, формировались коры выветривания на юрских породах, кембрийских и докембрийских породах. Контрастность рельефа проявлялась в зонах взаимодействия плит и террейнов различного ранга. Рельеф и палеогеография были близки к современным. Продолжает формироваться Байкальская рифтовая зона и впадины Забайкалья. Во внутриконтинентальных бассейнах накапливаются осадки танхойской свиты и её аналогов. В этапы бессточного формирования котловины оз. Байкал и других впадин происходит накопление сапропелей.

Неогеновые и палеогеновые отложения накапливались в Байкальской рифтовой зоне, забайкальских впадинах и некоторых котловинах юга Сибирской платформы. Отложения представлены терригенными осадками, бурыми углями, сапропелитами. Все другие территории были областями размыва.

В результате палинологических исследований на Байкальском полигоне были установлены спорово-пыльцевые комплексы тропических и субтропических растений (пыльца каштановых и др.). В неогене обнаружено большое количество растительных остатков (болотный кипарис, тсуга), свидетельствующих о субтропическом климате. В этот период накапливались прослой бурых углей. В бортовых частях Усть-селенгинской впадины в неогене накапливались преимущественно грубообломочные отложения, в центральной части впадины – более тонкозернистые (чередование глин, песчаников, аргиллитов). Такое распределение осадочных пород свидетельствует о том, что грубообломочный материал поставлялся с окружающих впадину гор. Слоистость в песках, глинах и песчаниках параллельная, горизонтальная, слабо волнистая, иногда с карманами и западинами. Залегают они как на миоценовых отложениях (без видимого несогласия), так и на глубоко размытой поверхности докембрия. В сложении неогеновой толщи главную роль играют дельтовые и озерные фации, определенное место занимают болотные, предгорные и другие отложения.

В антропогене в Забайкалье был один из центров оледенения, сказавшийся на палеогеографии, формировании осадков и развитии органического мира. Осадки накапливались в речных долинах, забайкальских впадинах и в Байкальской рифтовой зоне. Максимальная толщина осадков в оз. Байкал, дельте р.

Селенги и в Баргузинской долине. В бессточных котловинах накапливались сапропели.

Литература

1. Андреев В.В., Мнацаканян С.А. Состав газов черносланцевых толщ Холонинского колчеданно-полиметаллического месторождения (Северное Прибайкалье). // Геология и полезные ископаемые Восточной Сибири. – Иркутск, 1987. – С. 91 – 93.
2. Леви К.Г. Активная тектоника Байкала / К.Г. Леви [и др.] // Геология и геофизика. – 1995. – Т.36, № 10. – С.154-163.
3. Рассказов С.В. Плиоцен-четвертичный надвиг на юге Окинского плоскогорья (Восточный Саян) // Геология и геофизика. – 1990. - № 5. – С.134 - 138.
4. Ружич В.В. Современные движения в зонах разломов Прибайкалья и механизмы их инициирования / В.В. Ружич [и др.] // Геология и геофизика. – 1992. – Т.40. № 1. – С. 360 - 372.
5. Саньков В.А. Современные и голоценовые горизонтальные движения на Байкальском геодинамическом полигоне / В.А. Саньков [и др.] // Геология и геофизика. – 1999. – Т.40, № 3. – С.422 – 430.
6. Семинский К.Ж. Внутренняя структура разломов и её учет при изысканиях под строительство сейсмостойких сооружений (на примере нового моста через р. Ангару в Иркутске) / К.Ж. Семинский [и др.] // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. – Иркутск, 2001. - № 1. – С.5 – 10.
7. Чипизубов А.В. Взбросово – сдвиговые палеосейсмодислокации по зоне Главного Саянского разлома / А.В. Чипизубов [и др.] // Докл. АН СССР. – 1994. – Т.338, № 5. – С.672 – 674.

В.С. Кедрин

кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры менеджмента
Братский филиал Иркутского государственного университета

МЕТОДИКА МОДИФИЦИРОВАННОГО СИНГУЛЯРНОГО АНАЛИЗА НА БАЗЕ ГРАФИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ КАЧЕСТВА ПРИ ОЦЕНКЕ ДИНАМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СЛОЖНЫХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

В настоящее время существует множество теоретических подходов и алгоритмов к построению моделей разного вида, исходя из целей управления. Одним из интенсивно развивающихся направлений является использование непараметрических моделей динамических систем в виде частотных характеристик, позволяющих по экспериментальным данным "вход — выход" этой системы выявить динамические свойства и оценить качества переходного процесса и запасы устойчивости систем. При этом нет исследований, посвященных анализу факторов, влияющих на состоятельность и разработку практических рекомендаций в области идентификации и синтеза цифровых моделей с нестационарными свойствами. Поэтому проблема создания методик и алгоритмов для повышения состоятельности оценок моделей сложных реальных систем с не-