

МЕЗОЗОЙСКО-КАЙНОЗОЙСКАЯ ТЕКТНИКА И НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

В.А. Конторович

*Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН,
630090, Новосибирск, просп. Коптюга, 3, Россия*

Дан анализ взаимосвязи нефтегазоносности Западно-Сибирской провинции с тектоническими процессами, происходившими в мезозое и кайнозое. Определены основные этапы формирования структур различных порядков и разрывных нарушений. Основой для проведения исследований послужили структурные карты и карты изопахит сейсмогеологических мегакомплексов, которые построены в Институте нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН в рамках системных работ по обобщению геолого-геофизических материалов по территории провинции, и результаты интерпретации региональных сейсмических профилей МОГТ. Со структурно-тектонических позиций, доминирующее влияние на нефтегазоносность крупнейшей в мире Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции оказал кайнозойский этап развития. В это время сформировался Колтогорско-Уренгойский мегажелоб, который стал основной зоной генерации углеводородов, и образовались крупные положительные структуры — зоны нефтегазонакопления, а также разрывные нарушения, выполняющие роль каналов для миграции углеводородов из нефтепроизводящих пород баженовской свиты в неокомские и апт-альб-сеноманские резервуары, с которыми на территории провинции связаны основные запасы и ресурсы нефти и газа.

Структура, тектонические элементы, разломы, разрывные нарушения, временные разрезы, региональные сейсмические профили, нефтегазоносность, юра, неоком, апт—альб, сеноман, турон, кайнозой, Колтогорско-Уренгойский мегажелоб, Западно-Сибирская нефтегазоносная провинция.

THE MESO-CENOZOIC TECTONICS AND PETROLEUM POTENTIAL OF WEST SIBERIA

V.A. Kontorovich

The relationship between the petroleum potential of the West Siberian province and the Mesozoic to Cenozoic tectonic processes is analyzed. The studies were based on structural and isopach maps of seismogeologic megacomplexes compiled from generalized geological and geophysical data on the province at the Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics as well as on the results of interpretation of regional seismic CDP (common depth point) profiles. The main stages of formation of structures of different ranks and faults have been established. It is shown that the petroleum potential of the province was determined mainly by its structure and tectonic processes at the Cenozoic stage of evolution. At that time, the Koltogory-Urengoi megatrench formed, which became the main zone of hydrocarbon generation, as well as large positive structures – petroleum accumulation zones. Also, disjunctions originated, which serve as channels for hydrocarbon migration from the oil source rocks of the Bazhenovo Formation to the main Neocomian and Aptian-Albian-Cenomanian petroleum reservoirs of the province.

Structure, tectonic elements, faults, disjunctions, time sections, regional seismic profiles, petroleum potential, Jurassic, Neocomian, Aptian-Albian, Cenomanian, Turonian, Cenozoic, Koltogory-Urengoi megatrench, West Siberian petroliferous province

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая работа посвящена анализу связи нефтегазоносности Западно-Сибирского бассейна с мезозойско-кайнозойскими тектоническими процессами и, в частности, с процессами дизъюнктивной тектоники.

В основе структурно-тектонических построений и изучения истории тектонического развития осадочных бассейнов традиционно лежит анализ структурных карт по реперным стратиграфическим уровням и карт изопахит осадочных комплексов. Структурные карты характеризуют современное строение различных стратиграфических уровней, а карты изопахит позволяют оценить тектонические процессы, происходившие на разных этапах развития региона.

Несмотря на то что история систематического изучения геологического строения Западной Сибири насчитывает более полувека, последнее крупное региональное обобщение геолого-геофизических материалов по этой территории в целом было выполнено в 1975 г. и опубликовано в монографии [Геология...

1975]. За прошедшие три десятилетия накоплен гигантский геолого-геофизический материал, обобщение, анализ и осмысление которого может открыть новый этап в истории Западно-Сибирской нефтегазональной провинции (НГП).

Такие обобщающие региональные работы в настоящее время проводятся в Институте нефтегазовой геологии и геофизики (ИНГГ) СО РАН в содружестве со специалистами большого количества научных и производственных геологических организаций.

В рамках этих исследований построен набор электронных структурных карт и карт изопахит осадочных комплексов нового поколения, учитывающих всю совокупность геолого-геофизической информации [Конторович В.А. и др., 2001]. Эти материалы, а также результаты интерпретации региональных сейсмических профилей МОГТ, обработанных на территории Западно-Сибирского бассейна, послужили основой при выполнении настоящих исследований.

НЕФТЕГАЗОПЕРСПЕКТИВНЫЕ И СЕЙСМОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ МЕГАКОМПЛЕКСЫ

На ранних этапах изучения Западно-Сибирского бассейна Ф.Г. Гулари, Т.И. Гурова, В.П. Казаринов, А.Э. Конторович, И.И. Нестеров, Г.Э. Прозорович и др. [Гулари и др., 1966] отмечали, что наиболее крупные скопления нефти и газа содержатся в отложениях, перекрытых выдержанными на значительные расстояния реперными глинистыми пачками — флюидоупорами. Тогда же они предложили выделять региональные, зональные и локальные флюидоупоры. Несколько позже в работах Ю.Н. Карогодина [1974], А.Э. Конторовича, Э.Э. Фотиади, В.И. Демина и др. [Прогноз..., 1981] был выделен дополнительный класс флюидоупоров — мегарегиональные.

В осадочном чехле Западной Сибири выделяются четыре нефтегазоперспективных мегакомплекса, контролируемых в кровле мегарегиональными флюидоупорами: *юрский, неокомский, апт-альб-сеноманский и турон-датский*. Зонально и локально развитыми глинистыми пачками мегакомплексы разбиты на нефтегазоперспективные комплексы.

Юрский мегакомплекс перекрыт баженовской свитой и ее возрастными аналогами (верхняя юра, волжский ярус), неокомский — кошайской пачкой алымской свиты (нижний мел, апт), апт-альб-сеноманский — кузнецовской свитой (верхний мел, турон), турон-датский — талицкой свитой (палеоцен, датский ярус).

Характерной особенностью мегарегиональных флюидоупоров является то, что все они сложены выдержанными по толщине морскими трансгрессивными глинистыми пачками, которые сформировались в эпохи тектонического покоя и были распространены на обширных территориях Западной Сибири. Эти обстоятельства позволяют предполагать, что на момент образования поверхности этих флюидоупоров представляли собой поверхности выравнивания, и, следовательно, они могут быть использованы при палеоструктурных и палеотектонических реконструкциях.

Принципиально важно также и то, что эти отложения обладают аномально низкими акустическими характеристиками, и к этим геологическим реперам приурочены наиболее энергетически выраженные отражающие сейсмические горизонты (рис. 1).

Выделяемые в разрезе мезозойско-кайнозойского осадочного чехла реперные отражающие горизонты традиционно картируются различными организациями на территории всего Западно-Сибирского бассейна, однако, по-разному индексируются специалистами, работающими в разных регионах. Принятые индексы и стратиграфическая приуроченность реперных сейсмических горизонтов приведены в таблице.

По наличию региональных сейсмических реперов в разрезе мезозойско-кайнозойского осадочного чехла выделены пять сейсмогеологических мегакомплексов, которые в целом соответствуют нефтегазоперспективным мегакомплексам: юрский, берриас-аптский, альб-туронский, коньяк-датский и кайнозой-

Индексация и стратиграфическая приуроченность сейсмических горизонтов, принятые специалистами в различных регионах

Индексация, принятая в ХМАО, ЯНАО, Тюменской области	Индексация, принятая в Томской, Новосибирской, Омской областях	Стратиграфическая приуроченность
А	Φ ₂	Подосва осадочного чехла
Б		Кровля баженовской свиты и ее аналогов, верхняя юра, волжский ярус
	Π ^а	Подосва баженовской свиты и ее аналогов, верхняя юра, волжский ярус
М	III	Кошайская пачка алымской свиты и ее аналоги, нижний мел, апт
Г	IV	Кузнецовская свита, верхний мел, турон
С	V	Талицкая свита, палеоген, ранний палеоцен, датский ярус
Т	—	Кровля нижней юры

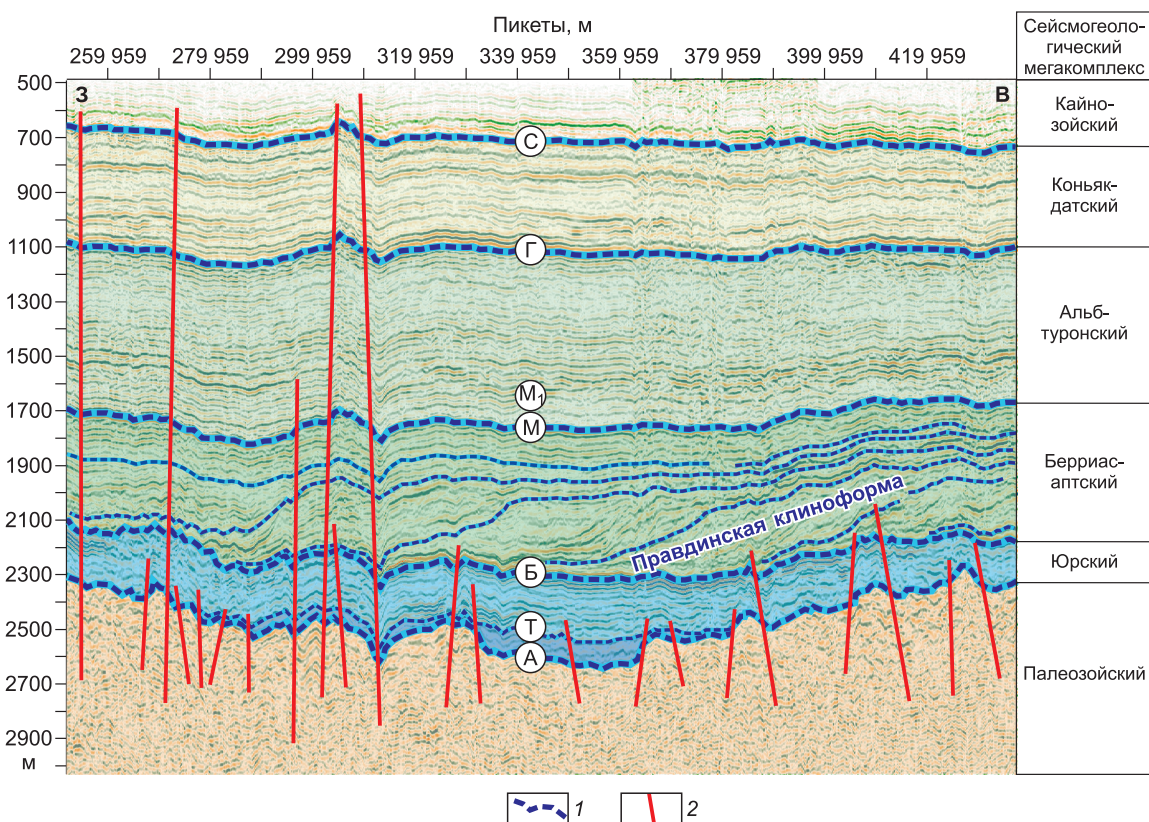


Рис. 1. Сейсмогеологические мегакомплексы (фрагмент временного разреза по региональному профилю № 4, Салымский район).

Здесь и далее: 1 — отражающие сейсмические горизонты, 2 — разрывные нарушения.

ский. Отличие в названиях нефтегазоперспективных и сейсмогеологических мегакомплексов объясняется тем, что при выделении первых глинистые пачки залегают в их основании. Так, в основании апт-альб-сеноманского комплекса залегают кошайская пачка алымской свиты и т.д. Реперные сейсмические горизонты приурочены к кровлям глинистых флюидоупоров и, как следствие, они залегают в кровле сейсмогеологических мегакомплексов. Очевидно, что принципиального значения это не имеет. Однако с нефтяных позиций такое взаимоотношение «резервуар—флюидоупор» представляется даже более логичным. Все вышеперечисленные сейсмические реперы надежно прослеживаются на территории Западной Сибири, включая акваторию Карского моря.

В качестве примера на рис. 2 приведены временные разрезы по профилям Reg 110D и n881006, свидетельствующие об идентичности геологического строения бассейна на континенте (пр. Reg 110D) и в акватории Карского моря (пр. n881006).

МЕЗОЗОЙСКО-КАЙНОЗОЙСКИЕ ТЕКТНИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУР

На **юрском этапе**, предшествующем формированию отложений осадочного чехла, палеозойские образования, которые подвергались на большей части территории Западной Сибири процессам герцинской складчатости, в раннетриасовое время претерпели на себе влияние рифтогенеза. После этого на значительной части территории бассейна наступил перерыв в осадконакоплении, о чем свидетельствует отсутствие в разрезе южных и центральных районов геосинеклизы отложений позднего триаса.

Этап тектонической активизации, совпавший по времени с древнекимерийской складчатостью, пришелся на раннюю юру. В это время на фоне погружения ослабленных надрифтовых зон, в пределах которых доюрские образования представлены главным образом базальтами, тенденцию к относительно росту испытывали макроблоки доюрского основания, сложенные преимущественно карбонатными и терригенными породами девона, карбона. Формирование надрифтовой депрессии Колтогорско-Уренгойского мегажелоба, в пределах которого накопилось максимальное количество юрских осадков, предопределило тот факт, что осевая часть Западно-Сибирской геосинеклизы располагалась в это время в зоне Колтогорско-Уренгойского грабен-рифта, там же, где она находится и сегодня.

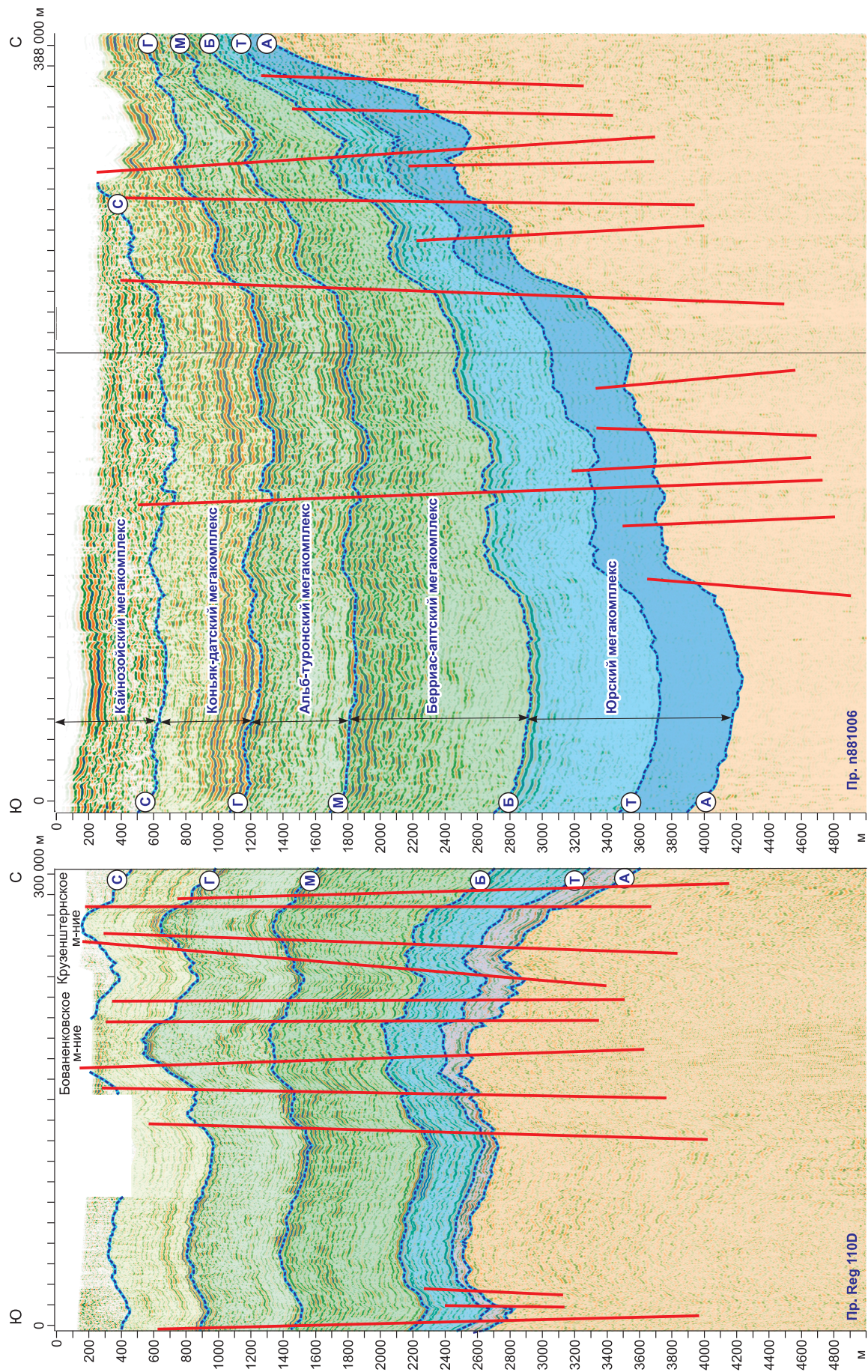


Рис. 2. Сопоставление волновых полей в континентальной части (Пр Reg 110D) и в акватории Карского моря (Пр n881006).

Расположенные по бортам Колтогорско-Уренгойского мегажелоба макроблоки доюрского основания, отвечающие в плане современным положительным структурам I порядка, таким как Нижневартовский, Каймысовский, Александровский своды, Среднеvasюганский мегавал и др., многочисленными разломами были разбиты на относительно монолитные эрозионно-тектонические выступы, которые по размерам отвечали структурам III, IV порядков — локальным, куполовидным поднятиям и валам (здесь и далее использована классификация ИНГГ СО РАН [Конторович В.А., 1999; Конторович В.А. и др., 2004]).

Несмотря на то что в целом макроблоки и локальные эрозионно-тектонические выступы фундамента испытывали тенденцию к росту на протяжении всего юрского периода, наиболее активно эти процессы протекали в ранней юре и аалене. По мере формирования отложений осадочного чехла интенсивность вертикальных тектонических движений существенно снижалась, и уже к байосу палеорельеф территории бассейна был практически полностью сnivelирован — в байосском палеорельефе не существовало крупных приподнятых и погруженных зон.

На это обстоятельство, в частности, указывает то, что нижняя юра получила развитие только в пределах депрессионных зон и отсутствует на крупных положительных структурах, а отложения байосбата и верхней юры формировались в пределах всего Западно-Сибирского бассейна. Исключение составляют единичные наиболее контрастные эрозионно-тектонические выступы фундамента, приуроченные к периклинальным частям крупных положительных структур I порядка, которые продолжали активно развиваться вплоть до волжского века. В частности, к таким блокам относятся Криволуцкий и Межовский гранитные массивы, на которых доюрские образования перекрыты баженовской свитой.

Юрские тектонические процессы сопровождались активным формированием разрывных нарушений. Учитывая, что наиболее интенсивные вертикальные движения происходили в ранней юре и аалене, большинство образовавшихся на этом этапе разломов затухают в базальных горизонтах осадочного чехла.

Берриас-аптский этап развития — этап тектонического покоя, максимум которого пришелся на момент формирования баженовской свиты, в конце волжского века вновь сменился тектонической активизацией. В это время в южных и центральных районах Западной Сибири на фоне начавшегося в поздней юре регионального недокомпенсированного прогибания бассейна, ось которого сместилась далеко на запад, унаследованную тенденцию к росту испытывали только небольшие по размерам относительно однородные эрозионно-тектонические выступы доюрского основания.

На этом этапе над локальными блоками фундамента в рельефе кровли юры были сформированы положительные структуры III, IV порядков — локальные, куполовидные поднятия и валы. Наиболее активно рост эрозионно-тектонических выступов и, как следствие, образование локальных поднятий в рельефе юрских отложений происходили на ранних этапах формирования неокомского комплекса, главным образом в берриас-валанжинское время.

Фрагмент временного разреза по профилю (рис. 3), пересекающему Герасимовское и Западно-Останинское локальные поднятия, свидетельствует о том, что именно над эрозионно-тектоническими выступами в рельефе баженовской свиты фиксируются антиклинальные структуры.

В то же время крупных положительных и отрицательных структур в аптском палеорельефе кровли юры не существовало. На оба этих обстоятельства, а именно на наличие локальных поднятий и отсутствие крупных тектонических элементов указывают следующие факты: 1) неокомские клиноформы «не замечают» современных положительных и отрицательных структур I порядка, огибая и те и другие; 2) еще на ранних стадиях изучения клиноформного комплекса отмечалось, что ачимовские песчаные пласты, обладающие улучшенными коллекторскими свойствами, приурочены к восточным склонам локальных поднятий, в то время как на западных склонах они представлены мелкозернистыми известковистыми песчаниками. Это объясняется наличием в рельефе баженовской свиты небольших по размерам палеоструктур, служивших препятствием на пути транспортировки крупнозернистого терригенного материала.

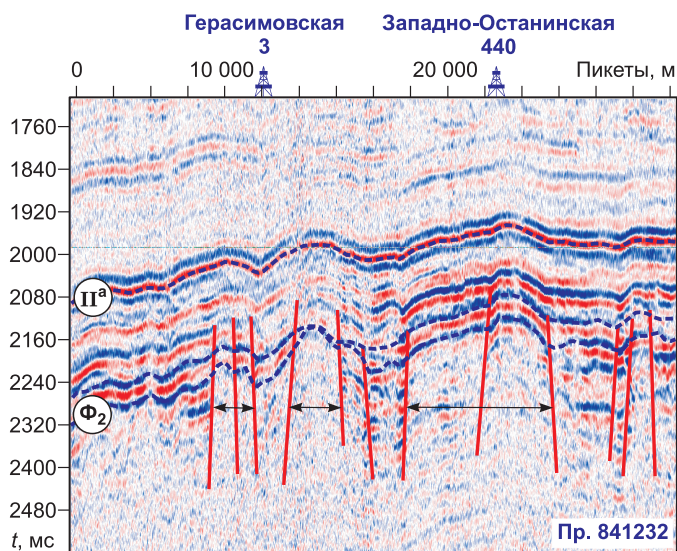


Рис. 3. Фрагмент временного разреза по профилю 841232. Герасимовская, Западно-Останинская площади.

Сделанные выводы также однозначно подтверждаются палеореконструкциями, выполненными по временным сейсмическим разрезам.

Два композитных временных разреза и серия палеоразрезов, приведенные на рис. 4, построены по профилям, пересекающим крупные положительные и отрицательные тектонические элементы, и характеризуют динамику изменения строения бассейна. Региональный профиль Reg IX пересекает Каймысовский свод, Нюрольскую мегавпадину и Пудинский мезовал; временной разрез по профилю Reg I проходит по линии Нижневартковский свод—Колтогорский мезопрогиб—Александровский свод—восточное обрамление плиты. Палеоразрезы, характеризующие строение территории в аптском веке (см. рис. 4, а), однозначно подтверждают вывод об отсутствии в это время крупных положительных и отрицательных структур в рельефе юрских отложений.

Сказанное выше касается, в первую очередь, структур, сформировавшихся над эрозионно-тектоническими выступами доюрского основания, которые в современном рельефе баженовской свиты, как правило, осложняют более крупные тектонические элементы. При этом, чем контрастнее эти выступы были в юре, тем интенсивнее они развивались и в неокоме. В северных районах Западной Сибири, где контрастных эрозионно-тектонических выступов практически не существовало (все они были перекрыты мощнейшей толщей отложений терригенного триаса и юры), положительные структуры на этом этапе практически не формировались.

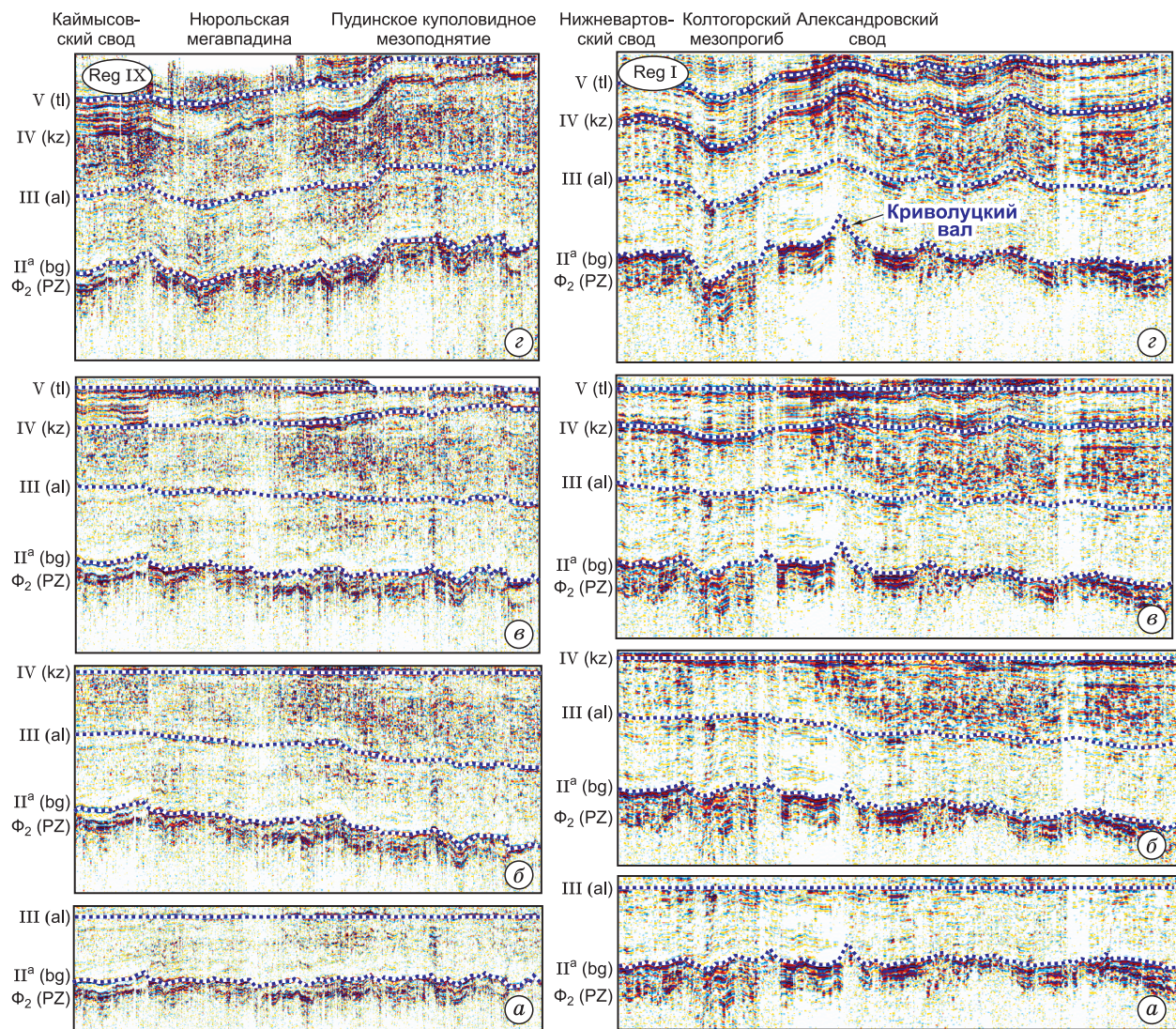


Рис. 4. Палеоразрезы, выровненные по верхней границе кошайской пачки (al — алымская свита, нижний мел, апт) (а), кузнецовской свиты — kz (верхний мел, турон) (б), таличковой свиты — tl (ранний палеоцен, датский ярус) (в) и современный разрез (г) по региональным профилям IX и I; bg — баженовская свита.

В частности, к такой «безкорневой», не тяготеющей к выступу фундамента структуре, относится Центрально-Уренгойский мезовал, к которому приурочено Уренгойское месторождение. В то же время в пределах Етыпуровского, Вынгапуровского мезовалов, Северного свода и др. локальные блоки испытывали некоторую тенденцию к росту.

На крайнем севере бассейна в берриас-аптское время в рельефе баженовской свиты начали формироваться крупные изометричные депрессии, такие как Карская, Антипаютинско-Тадебеяхинская и Большехетская мегасинеклизы.

Таким образом, выполненный анализ показал, что берриас-аптский этап развития стал основным для формирования в структурных планах юрских и неокомских отложений относительно небольших по размерам тектонических элементов III, IV порядков. В это время происходили преимущественно вертикальные тектонические движения, в которые были вовлечены относительно монолитные незначительные по размерам блоки доюрского основания. В южных и центральных районах Западной Сибири к концу аптского века в палеорельефе баженовской свиты уже сформировались практически все структуры IV, III порядков — куполовидные поднятия, вали, впадины и прогибы. В то же время они не были объединены в крупные тектонические элементы более низких порядков, и их гипсометрическое положение относительно друг друга было далеко от современного.

Анализ сейсмических материалов свидетельствует о том, что берриас-аптский этап развития сопровождался достаточно активным формированием разрывных нарушений, секущих баженовскую свиту и затухающих в неокоме. В частности, такая ситуация наблюдается в южной части Каймысовского свода, на Александровском мегавале и т.д. Учитывая, что на этом этапе развития вертикальные тектонические движения испытывали относительно монолитные выступы домезозойского основания, отвечающие по размерам структурам III—IV порядков, сформировавшиеся в это время разрывные нарушения характеризуются разнонаправленностью и незначительной протяженностью.

Альб-туронский этап развития. Процессы, происходившие в позднемиоценовое время, практически не оказали влияния на современное тектоническое строение южных и центральных частей региона — на этом этапе развития не было активных вертикальных тектонических движений. Приведенные на рис. 4, б палеоразрезы, выровненные по верхней границе кузнецовской свиты, свидетельствуют о том, что в туронском веке палеорельеф юры существенно не отличался от аптского.

В южных и центральных частях бассейна крупных положительных структур, таких как Каймысовский, Нижневартовский, Александровский, Северный своды, Етыпуровский, Вынгапуровский мезовалы, Часельский мегавал и др., в туронском палеорельефе баженовской свиты и кошайской пачки не существовало. Не было здесь ни крупных прогибов, ни впадин.

В то же время на севере провинции к туронскому веку уже была практически сформирована Ямало-Карская региональная депрессия и все осложняющие ее мегасинеклизы — Карская, Антипаютинско-Тадебеяхинская и Большехетская. Следует также отметить, что к моменту формирования кузнецовской свиты в рельефе баженовской свиты близкие к современным очертания приобрела и Мессояхская гряда.

Кайнозойский (посттуронский) этап тектонической активизации оказал наибольшее влияние на современную архитектуру Западно-Сибирской мегасинеклизы. В это время происходило два принципиально важных региональных процесса: интенсивное погружение центральной части бассейна относительно обрамления плиты и формирование в структурных планах юрских и меловых горизонтов Колтогорско-Уренгойского мегажелоба — крупнейшей надрифтовой депрессии, пересекающей территорию практически всего бассейна с юга на север.

Оба этих процесса находят отражение на временных разрезах (см. рис. 4). Выше отмечалось, что временные разрезы по профилям Reg I и Reg IX получены по профилям, пересекающим Нюрольскую мегавпадину и Колтогорский мезопрогиб, которые представляют собой осложняющие Колтогорско-Нюрольский мегажелоб депрессии. При этом профиль Reg I проходит в широтном направлении практически до восточного обрамления Западно-Сибирской геосинеклизы, а профиль Reg IX идет с северо-запада на юго-восток.

Анализ этих материалов позволяет подтвердить высказанные ранее тезисы:

1. Мощностные посттуронские, в первую очередь, кайнозойские отложения регионально уменьшаются в восточном и юго-восточном направлениях, что отвечает региональному погружению осевой части Западно-Сибирского бассейна относительно обрамления плиты. В частности, это обстоятельство предопределило то, что в современных структурных планах юрских и меловых горизонтов Пудинское мезоподнятия расположено гипсометрически существенно выше, чем Каймысовский свод, а Александровский свод выше, чем Нижневартовский (см. рис. 4).

2. Вплоть до формирования талицкой свиты, датированной ранним палеоценом, крупных тектонических элементов в структурных планах юрских и меловых стратиграфических уровней не существовало. Только в кайнозойское время, благодаря формированию Колтогорско-Уренгойского надрифтового мегажелоба, в состав которого входят Нюрольская мегавпадина и Колтогорский мезопрогиб, в качестве

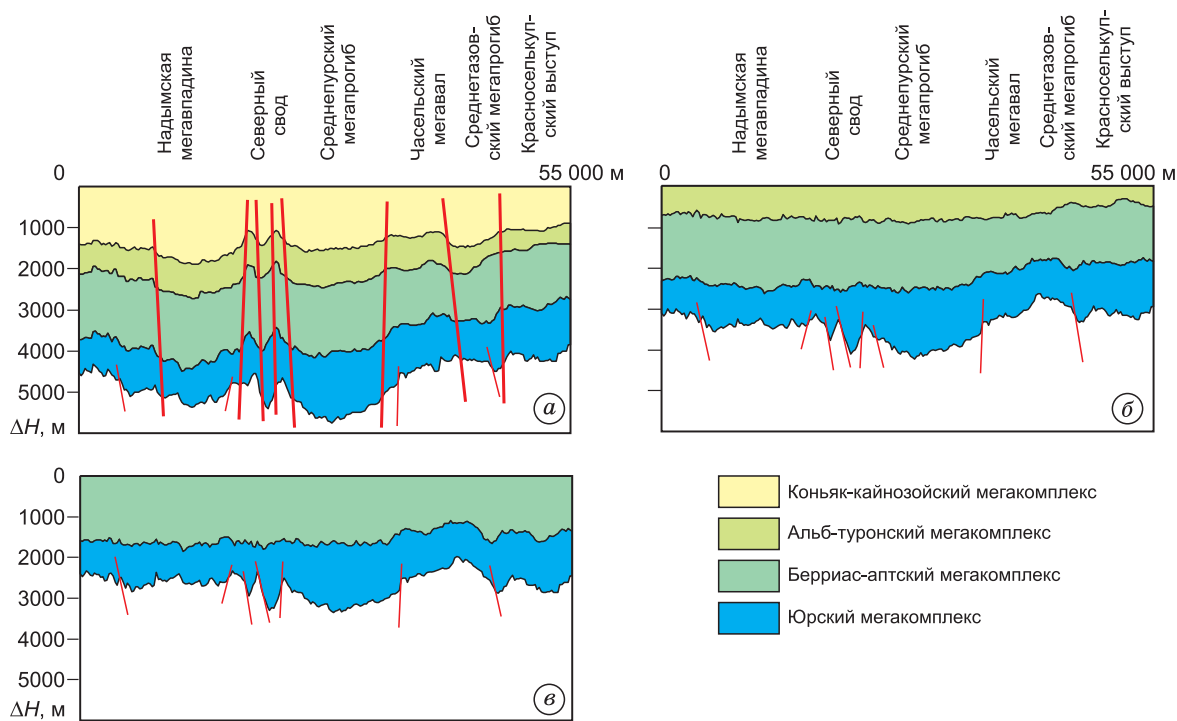


Рис. 5. Современный глубинный разрез и палеоразрезы, выровненные по верхней границе кузнецовской свиты, турон (а) и кошайской пачки, апт (б), по региональному профилю 23 (в), Ямало-Ненецкий автономный округ.

крупных положительных структур обособились Нижнеуртовский, Александровский, Каймысовский своды и Пудинский мезовал.

В северных районах Западной Сибири, в частности, в Надым-Пурской нефтегазоносной области, где Колтогорско-Уренгойский мегажелоб существенно расширяется, положительные тектонические элементы имеют относительно небольшие размеры и ярко выраженную линейную форму — отношение длин осей составляет не 1:3, что достаточно для выделения линейных структур, а достигает 1:10. При этом практически все относительно крупные положительные структуры приурочены к зоне Колтогорско-Уренгойского грабен-рифта, ориентированы параллельно его оси и формировались главным образом в кайнозойское время. На этом этапе развития были образованы Етыпуровский, Вынгапуровский, Центрально-Уренгойский мезовалы, Часельский мегавал, Северный свод и др.

В качестве мотивировки этого тезиса на рис. 5 приведены современный глубинный разрез и серия палеоразрезов, построенные по региональному широтному профилю 23, расположенному в Ямало-Ненецком автономном округе (ЯНАО). Исходя из этих материалов следует, что надрифтовая депрессионная зона (Среднепурский мегапрогиб) и наиболее крупная в этом районе положительная структура (Северный свод), которые находят отражение в волжском палеорельефе доюрского основания, в рельефе баженовской свиты и меловых горизонтов до конца туронского века не существовали. Современный облик этих тектонических элементов также был сформирован только в кайнозое. Анализ временного разреза (см. рис. 2) позволяет констатировать, что находящиеся на крайнем севере структуры, к которым приурочены Крузенштернское и Бованенковское месторождения, сформировались в это же время. К аналогичной осложненной разрывными нарушениями кайнозойской структуре приурочено и расположенное в Карском море Ленинградское месторождение.

Следует отметить, что благодаря формированию в кайнозое надрифтовой депрессии (Колтогорско-Уренгойского мегажелоба — осевая) наиболее погруженная в настоящее время часть Западно-Сибирского бассейна, располагавшаяся в неокоме в Приуральской зоне, вновь сместилась в центр бассейна.

Кайнозойский процесс формирования Колтогорско-Уренгойского мегажелоба сопровождался активным образованием разрывных нарушений, секущих практически весь мезозойско-кайнозойский чехол. На бортах надрифтовой депрессии и на склонах сопредельных с ней положительных структур в это время образовывались высокоамплитудные разрывные нарушения северо-северо-восточного простирания, которые формировали региональную систему разломов, протягивающуюся на сотни километров от

Средневажуганского мегавала и Каймысовского свода на юге до Мессояхской гряды и далее на север. При этом амплитуды смещений по этим разломам существенно увеличиваются в северном направлении.

Подводя итог вышесказанному, отметим, что на формирование ловушек нефти и газа и на нефтегазоносность Западной Сибири в целом принципиальное влияние оказали берриас-аптский и особенно посттуронский этапы развития.

В берриас-аптское время в южных и центральных частях бассейна в структурных планах юрских, в первую очередь верхнеюрских, и неокомских стратиграфических уровней были сформированы локальные и куполовидные поднятия — ловушки, с которыми связано подавляющее большинство залежей нефти.

В посттуронское время образовалась наиболее крупная Колтогорско-Уренгойская депрессия, выполняющая на территории бассейна роль основного очага генерации углеводородов и крупных положительных структур — основных зон аккумуляции. На севере бассейна в это время было сформировано большинство ловушек, с которыми связаны залежи углеводородов. Учитывая, что именно в кайнозое баженовская свита, служившая основным источником углеводородов в Западной Сибири, оказалась в главной зоне нефтегазообразования (ГЗНГ), коэффициент эмиграции углеводородов достиг максимума [Геология..., 1975]. На основании этого можно констатировать, что данный этап развития является в значительной мере определяющим для формирования уникальной Западно-Сибирской НПП.

ДИЗЬЮНКТИВНАЯ ТЕКТНИКА И НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ

Формирование разрывных нарушений напрямую связано с интенсивностью тектонических процессов, происходивших на разных этапах развития региона. Очевидно, что протяженность и характер (сдвиг, смещение, амплитуда и т.д.) разломов определяются, в первую очередь, размерами блоков, испытывающих на себе различного рода тектонические воздействия и приходящих в движение.

При анализе мезозойско-кайнозойских тектонических процессов были выделены три основных этапа тектонической активизации, сопровождавшихся формированием разрывных нарушений: раннеюрский, берриас-валанжинский и посттуронский (кайнозойский), которые позволяют выделить основные классы разломов, проникающих

- в юру (время формирования геттанг—аален);
- в нижнемеловые горизонты (берриас—валанжин);
- в кайнозойские отложения (поздний палеоцен).

Разломы, проникающие в юру. При анализе юрских тектонических процессов отмечалось, что относительно монолитные эрозионно-тектонические выступы палеозоя испытывали тенденцию к росту в ранней юре и аалене. Этот процесс сопровождался формированием и обновлением приуроченных к ним разломов.

Картирование этих разрывных нарушений, контролирующих палеозойские блоки, которые сложены породами, различными по составу и возрасту, имеет принципиальное значение при построении моделей залежей углеводородов и выявлении нефтегазоперспективных объектов в нефтегазоносном горизонте зоны контакта (НГГЗК) палеозойских и мезозойских отложений. На рис. 3 приведен фрагмент временного разреза по профилю, пересекающему Герасимовское месторождение, в пределах которого залежь углеводородов сконцентрирована в глинисто-кремнистых дезинтегрированных породах карбона.

Юрские разломы, не связанные непосредственно с эрозионно-тектоническими блоками, также получили широкое распространение в Западной Сибири. Учитывая, что наиболее активные тектонические процессы в юрское время протекали в геттанге—аалене, эти разрывные нарушения, как правило, затухают в базальной части осадочного чехла, редко проникая в байосские и вышележащие отложения.

С позиции нефтегазоносности картирование этих разломов представляет интерес главным образом для выявления объектов типа «врезов» — линейных депрессионных зон, приуроченных к грабенообразным прогибам, которые в ранней юре могли служить основаниями палеорек. Классическим примером объектов такого рода является Талинская зона нефтегазонакопления, расположенная на Красноленинском своде.

Временной разрез получен по профилю (рис. 6), пересекающему Новонадеждинский врез — объект, в пределах которого интерес в отношении нефтегазоносности представляют отложения нижней юры и аалена.

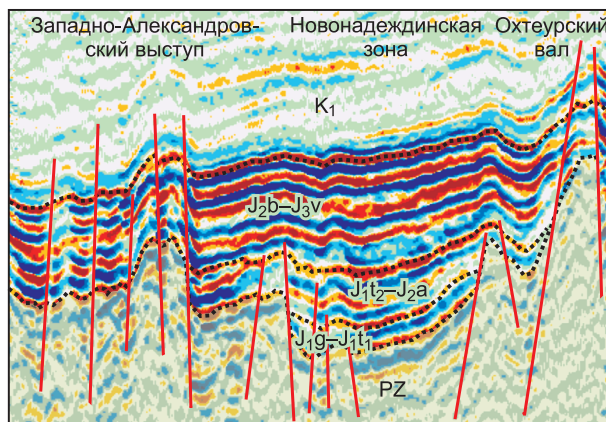


Рис. 6. Новонадеждинский врез.

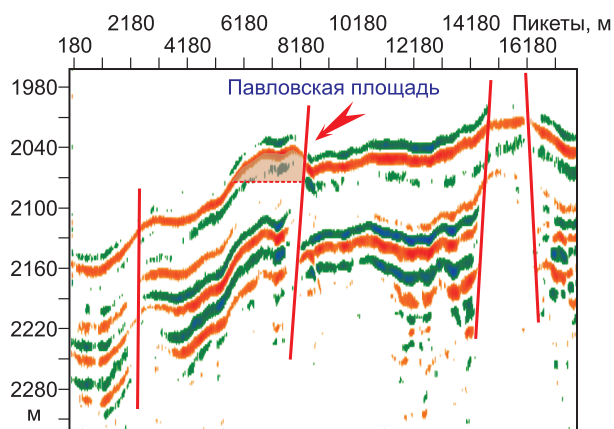


Рис. 7. Фрагмент временного разреза по профилю 910466. Павловская структурно-тектоническая ловушка.

геохимии углеводородов, посвященные, в частности, проблеме изучения связей «нефтематеринские породы—нефти» [Конторович А.Э. и др., 1999], которые проводились в последнее десятилетие в ИНГГ СО РАН, показали, что свыше 80 % общей массы геологических ресурсов западно-сибирской нефти и газа генетически связаны с кремнисто-глинистыми породами баженовской свиты.

Учитывая, что на большей части Западной Сибири отложения баженовской свиты перекрыты мощной толщей глинистых пород, служащих надежным флюидоупором, который препятствует миграции углеводородов из нефтепроизводящих пород в меловые песчаные горизонты, логично предположить, что именно разрывные нарушения могли выполнять роль каналов для миграции. Заметим, что еще в 1966 г. Ф.Г. Гулари, А.Э. Конторович и Г.Б. Острый высказывали аналогичное предположение [Гулари и др., 1966].

Берриас-аптские разломы были сформированы на этапе, когда баженовская свита — основной «генератор» углеводородов — находилась на относительно небольших глубинах. К моменту, когда нефтепроизводящие породы оказались в главной зоне нефтеобразования, эти разрывные нарушения, вероятно, были уже «залечены» и не могли служить каналами для миграции. В то же время берриас-аптские разломы часто выполняют роль тектонических экранов для залежей в верхней юре.

В частности, такая ситуация наблюдается в южной части Каймысовского свода, где значительное количество залежей углеводородов связано с тектонически экранированными ловушками. Временной разрез, прошедший процедуру амплитудной фильтрации, получен по профилю, пересекающему Павловскую структурно-тектоническую ловушку, к которой приурочена залежь нефти в отложениях горизонта Ю₁ васюганской свиты (рис. 7).

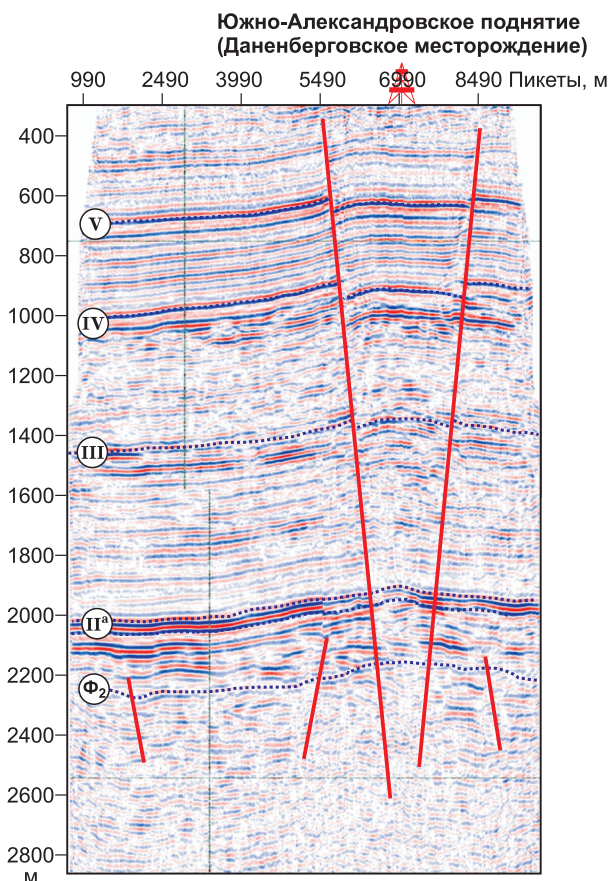
Время формирования **кайнозойских разломов** совпало с моментом, когда нефтематеринские породы находились в главной зоне нефтеобразования, а коэффициент эмиграции углеводородов достиг максимума [Геология..., 1975]. Вероятно, именно эти разрывные нарушения служили каналами для миграции углеводородов из баженовской свиты в выше лежащие меловые горизонты.

Характер распределения открытых на территории Западной Сибири залежей нефти и газа свидетельствует о том, что большая часть меловых месторождений тяготеет к центральной и северной частям Колтогорско-Уренгойского мегажелоба, где вертикальные тектонические движения происходили чрезвычайно активно.

Рис. 8. Временной разрез по профилю А040114 (Даненберговское многопластовое месторождение в отложениях неокома).

В то же время очевидно, что раннеюрские и ааленские разломы не могли оказать влияния на формирование залежей углеводородов в верхнеюрских, неокомских и апт-альб-сеноманских отложениях, с которыми на территории Западной Сибири связаны основные запасы и ресурсы нефти и газа.

Разломы, проникающие в неоком и кайнозой. В Западно-Сибирской НГП основная масса залежей углеводородов приурочена к верхнеюрским (на юге) и меловым отложениям. Исследования



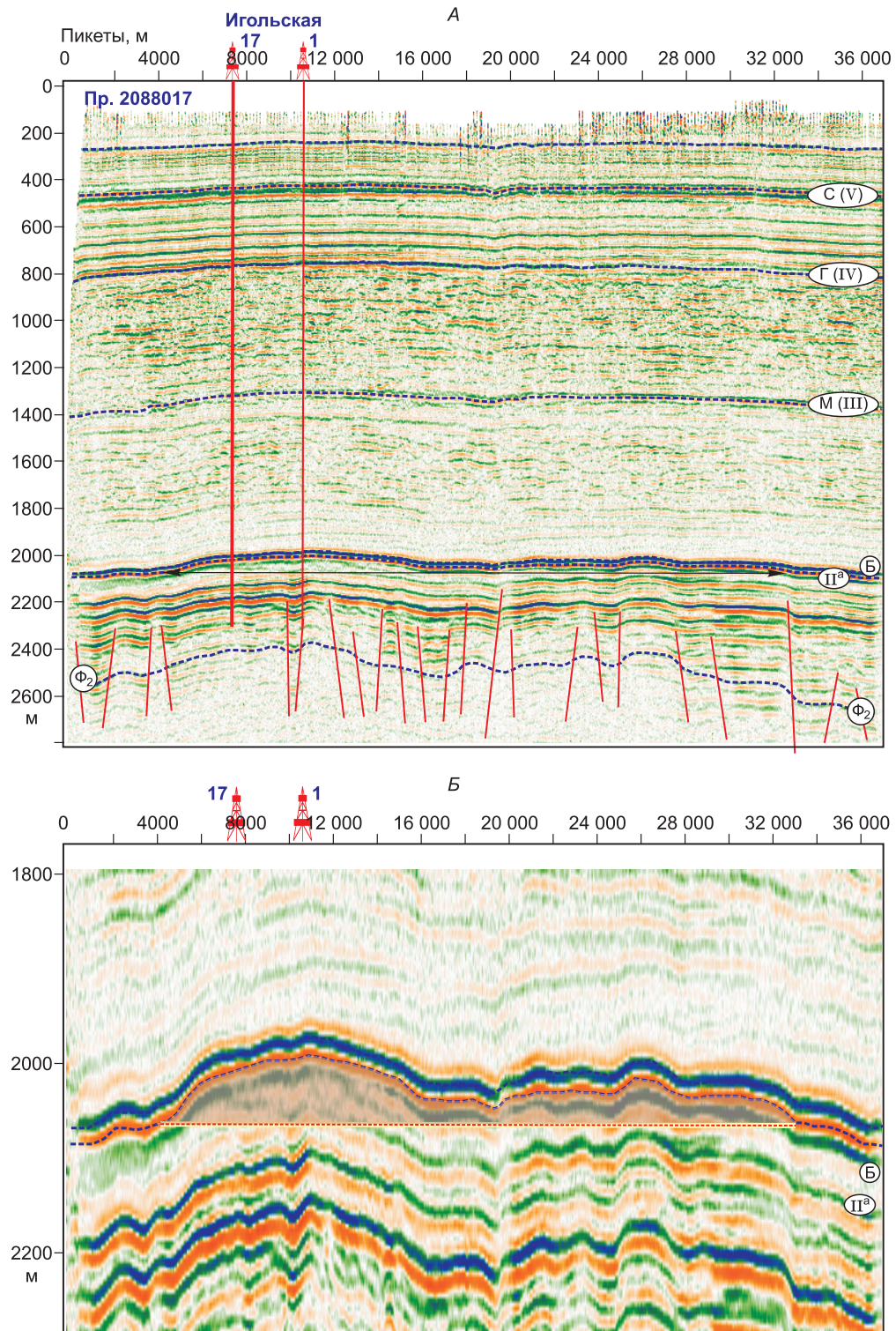


Рис. 9. Сейсмическая характеристика Игольско-Талового месторождения (А) и фрагмент (Б) (горизонт Ю₁ васюганской свиты, верхняя юра, оксфорд).

В качестве аргумента, подтверждающего верность такого предположения, можно отметить и то, что подавляющее большинство залежей углеводородов в неокомских и апт-альб-сеноманских отложениях многопластовые.

Выше отмечалось, что осадочные мегакомплексы, к которым приурочены основные скопления нефти и газа на территории Западно-Сибирской провинции, закономерно омолаживаются с юга на север. В южной части бассейна на территории Томской и Новосибирской областей наибольший интерес в отно-

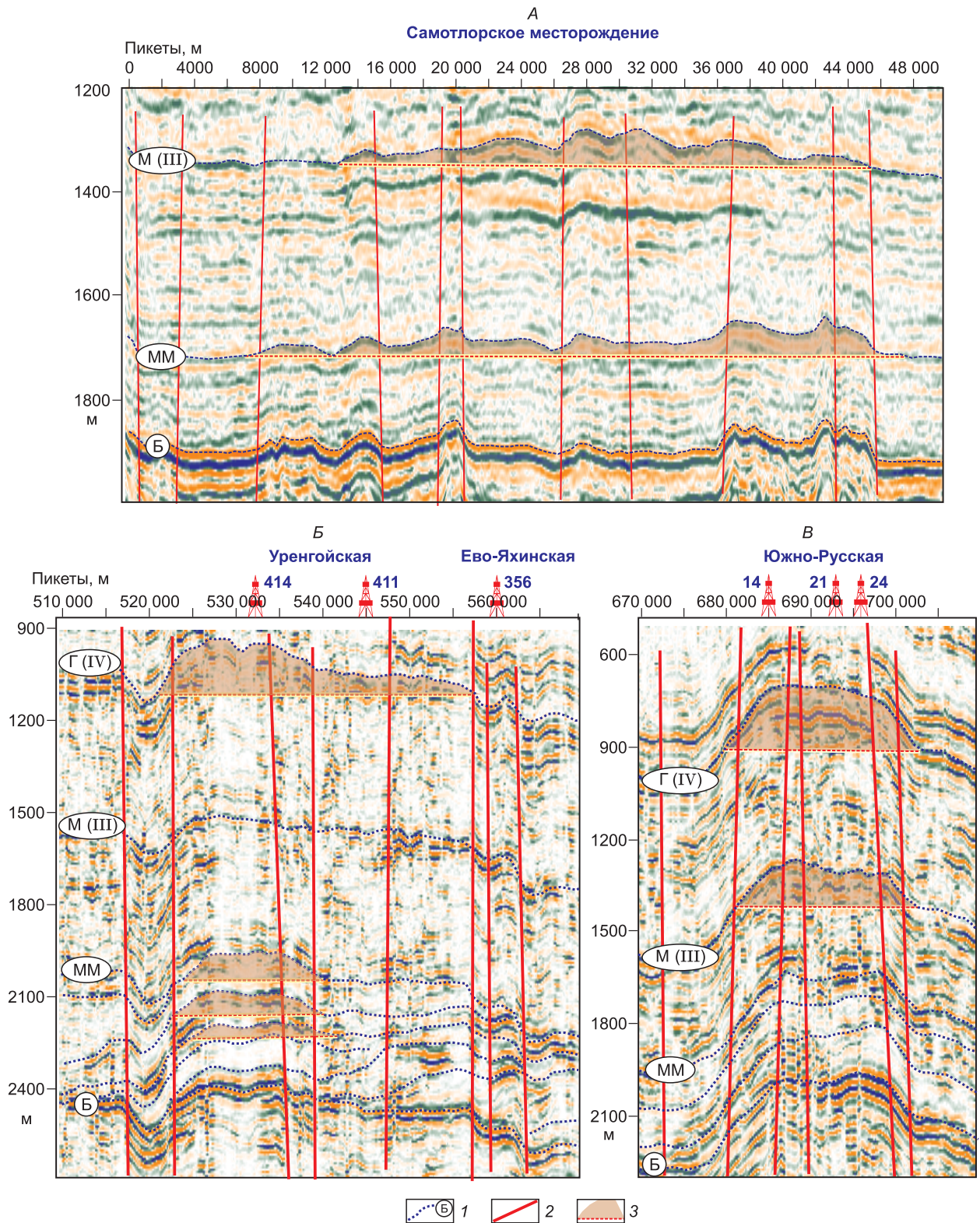


Рис. 10. Сейсмическая характеристика Самотлорского (А), Уренгойского (Б) и Южно-Русского (В) месторождений.

1 — отражающие сейсмические горизонты; 2 — разрывные нарушения; 3 — залежи углеводородов.

шении нефтегазоносности представляют юрские, в первую очередь верхнеюрские отложения. В центральной части Западной Сибири, в Ханты-Мансийском автономном округе (ХМАО), в качестве основного нефтегазоперспективного мегакомплекса выступают неокомские отложения, в северных и арктических районах провинции наибольшим потенциалом обладает апт-альб-сеноманский мегакомплекс.

Результаты этих исследований позволяют предположить, что такое распределение, в первую очередь, связано с интенсивностью формирования кайнозойских разрывных нарушений.

Ранее отмечалось, что на юге Западной Сибири, в зоне, где Колтогорско-Уренгойский мегажелоб имеет наименьшую ширину и процесс его формирования протекал наименее активно, наибольший потенциал имеют юрские отложения. При этом все немногочисленные неокомские залежи нефти, выявленные в этом регионе, приближены к надрифтовым депрессиям и осложнены разломами, секущими юрские и меловые отложения. Временной разрез, пересекающий Южно-Александровскую структуру, расположен в западной части Александровского свода, в зоне его сочленения с Колтогорским мезопрогибом (рис. 8). Наличие на этом разрезе проникающих в кайнозой разрывных нарушений послужило основанием для выдачи рекомендаций на постановку глубокого бурения на данном объекте с целью поиска залежей углеводородов в отложениях неокома. Бурение в 2005 г. поисково-оценочной скважины привело к открытию многопластового Даненберговского месторождения.

В целом для южных районов Западной Сибири характерна иная картина. Временной разрез, приведенный на рис. 9, пересекает одно из наиболее крупных на юго-востоке бассейна Игольско-Таловое нефтяное месторождение, на котором залежь углеводородов сконцентрирована в верхнеюрских отложениях горизонта Ю₁. Анализ этого разреза позволяет отметить, что верхнеюрская ловушка, сформированная не позднее валанжина, не осложнена разломами, а поведение меловых и кайнозойских отражающих горизонтов свидетельствует о чрезвычайно низкой тектонической активности, наблюдающейся на этой территории в постваланжинское время.

В Широтном Приобье и северных районах Западной Сибири, где формирование кайнозойских разломов протекало существенно более активно, залежи углеводородов сконцентрированы главным образом в неокомских и апт-альб-сеноманских отложениях и территориально дифференцированы как по комплексам, так и по типам флюида.

На рис. 10 приведены временные разрезы, пересекающие Самотлорское месторождение, расположенное на территории ХМАО, а разрезы, пересекающие Уренгойское, Южно-Русское месторождения, — на севере провинции, на территории ЯНАО.

Анализ временного разреза, характеризующего строение Самотлорского месторождения, позволяет отметить: во-первых, здесь однозначно фиксируются разрывные нарушения, секущие практически весь осадочный чехол. Во-вторых, наиболее приподнятой его части, выделенной в рельефе отражающего горизонта М, который приурочен к кошайской пачке альмской свиты, в структурном плане кровли юры (отражающий горизонт Б) отвечает депрессионная зона. Это означает, что поднятие отнюдь не унаследовано и сформировано благодаря молодым тектоническим процессам.

Временные разрезы, пересекающие Уренгойское и Южно-Русское месторождения, свидетельствуют о том, что амплитуды этих поднятий существенно возрастают вверх по разрезу. При этом наиболее контрастные поднятия выделяются в структурном плане отражающего горизонта Г, приуроченного к кузнецовской свите. На момент формирования она представляла собой поверхность, близкую к поверхности выравнивания, из этого следует, что и Уренгойская, и Южно-Русская структуры сформировались благодаря посттуронским тектоническим процессам. Характер волновых полей также позволяет сделать однозначный вывод о нарушенности этих структур многочисленными разрывными нарушениями кайнозойского возраста.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполнен анализ взаимосвязи нефтегазоносности Западно-Сибирской провинции с тектоническими процессами, происходившими в мезозое и кайнозое. Основой для проведения исследований послужили структурные карты и карты изопахит сейсмогеологических мегакомплексов, которые построены в ИНГГ СО РАН в рамках системных работ по обобщению геолого-геофизических материалов по территории провинции, и результаты интерпретации региональных сейсмических профилей МОГТ.

Определены основные этапы формирования структур различных порядков, время формирования и глубина проникновения разрывных нарушений.

Выполненные исследования позволили сделать вывод о том, что доминирующее влияние на нефтегазоносность крупнейшей в мире Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции оказал кайнозойский этап развития.

В это время произошло уникальное совпадение серии геологических процессов, предопределивших нефтегазоносность бассейна:

- формирование Колтогорско-Уренгойского мегажелоба, основной зоны генерации углеводородов и образование крупных положительных структур — зон нефтегазонакопления, способных концентрировать значительные объемы нефти и газа;

- погружение баженовской свиты — основного источника углеводородов в бассейне на глубины главной зоны нефтегазообразования;
- формирование разрывных нарушений, способных выполнять роль каналов для миграции углеводородов из нефтепроизводящих пород баженовской свиты в неокомские и апт-альб-сеноманские резервуары, с которыми на территории провинции связаны основные запасы и ресурсы нефти и газа.

ЛИТЕРАТУРА

Геология нефти и газа Западной Сибири / А.Э. Конторович, И.И. Нестеров, Ф.К. Салманов, В.С. Сурков, А.А. Трофимук, Ю.Г. Эрвье. М., Недра, 1975, 679 с.

Гурари Ф.Г., Конторович А.Э., Острый Г.Б. О роли дизъюнктивных нарушений в процессе формирования залежей нефти и газа в юрских и меловых отложениях Западно-Сибирской низменности // Геология нефти и газа, 1966, № 2, с. 5—11.

Карогодин Ю.Н. Ритмичность осадконакопления и нефтегазоносность. М., Недра, 1974, 196 с.

Конторович А.Э., Данилова В.П., Костырева Е.А., Меленевский В.Н., Москвин В.И., Фомин А.Н., Махнева Е.Н. Нефтематеринские формации Западной Сибири: старое и новое видение проблемы // Органическая геохимия нефтепроизводящих пород Западной Сибири. Новосибирск, Изд-во СО РАН, 1999, с. 10—12.

Конторович В.А. История тектонического развития юго-восточных районов Западной Сибири в юрский период // Геология нефти и газа, 1999, № 1—2, с. 7—16.

Конторович В.А., Беляев С.Ю., Конторович А.Э., Красавчиков В.О., Конторович А.А., Супруненко О.И. Тектоническое строение и история развития Западно-Сибирской геосинеклизы в мезозое и кайнозое // Геология и геофизика, 2001, т. 42 (11—12), с. 1832—1845.

Конторович В.А., Беляев С.Ю., Конторович А.Э. Критерии классификации платформенных структур // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. М., ВНИИОЭНГ, 2004, с. 47—58.

Прогноз месторождений нефти и газа / А.Э. Конторович, Э.Э. Фотиади, В.И. Демин, В.Б. Леонтович, А.А. Растигин. М., Недра, 1981, 307 с.

*Поступила в редакцию
21 октября 2008 г.*