

СЕЙСМОСТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА, ИСТОРИЯ ТЕКТОНИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ КАЙМЫСОВСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО РАЙОНА

Д.В. Конторович

*Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН,
630090, Новосибирск, просп. Академика Котляго, 3, Россия*

На базе комплексной интерпретации материалов сейсморазведки, ГИС и глубокого бурения осуществлено построение структурных карт и карт изопахит сейсмогеологических мегакомплексов. Выполнен анализ истории тектонического развития северо-западной части Каймысовского свода и прилегающих районов Юганской мегавпадины в мезозое и кайнозое, установлены основные этапы образования структур различных порядков. Анализ геолого-геофизических материалов показал, что, несмотря на схожее современное структурно-тектоническое строение Ларломкинского и Первомайско-Весеннего валов, история их формирования была принципиально отличной.

В результате проведенных исследований сделан вывод о том, что большинство локальных поднятий, в частности, Ларломкинская структура, с которой связана верхнеюрская нефтяная залежь, в рельефе баженовской свиты были сформированы в неокоме, благодаря унаследованному росту эрозионно-тектонических выступов (ЭТВ) доюрского основания, и впоследствии развивались слабо. Образование крупных положительных тектонических структур I порядка — Каймысовского свода и Юганской мегавпадины, а также Первомайско-Весеннего вала, представляющего собой крупную ловушку, с которой связано одно из наиболее крупных на юго-востоке Западной Сибири нефтяных месторождений, завершилось в кайнозое.

Структура, тектонические элементы, нефтегазоносность, палеозой, юра, неоком, апт—турон, кайнозой, сейсмогеологический мегакомплекс, отражающий горизонт, баженовская свита, кошайская пачка, кузнецовская свита, Западная Сибирь, Каймысовский свод, Юганская мегавпадина, Первомайско-Весенний вал, Ларломкинский вал.

SEISMOSTRATIGRAPHIC CHARACTERISTICS, TECTONIC EVOLUTION, AND PETROLEUM POTENTIAL OF THE NORTHWESTERN PART OF THE KAIMYSOVY PETROLIFEROUS REGION

D.V. Kontorovich

Structural and isopach maps of seismogeologic megacomplexes were constructed on the basis of an integrated interpretation of seismic prospecting, GIS, and deep-drilling data. The tectonic evolution of the northwestern part of the Kaimysovy arch and adjacent areas of the Yugan megadepression in the Mesozoic–Cenozoic was analyzed, and the main stages of formation of structures of different orders were established. An analysis of geological and geophysical data shows that the Larlomkiny and Pervomaiskoe–Vesennii swells have radically different formation histories despite their similar modern tectonic structure.

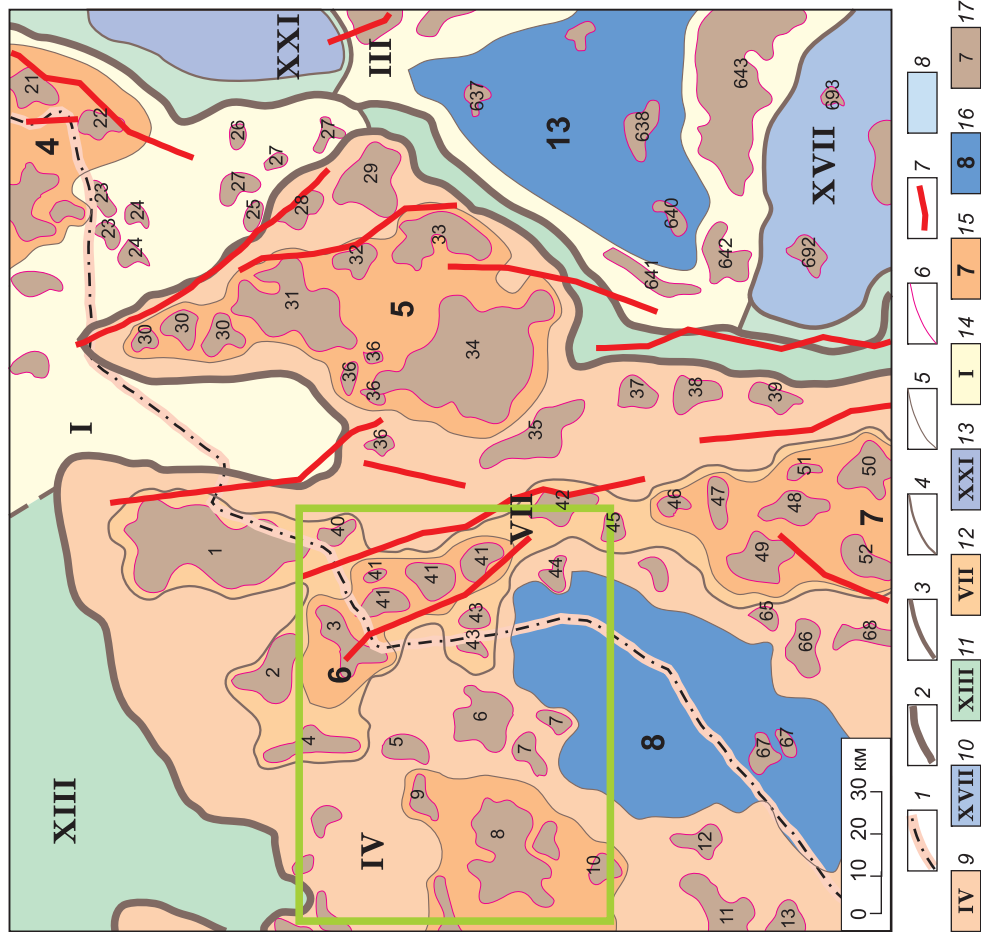
The results of the investigations suggest that most of the local uplifts in the Bazhenovka Formation, in particular, the Larlomkiny structure bearing an Upper Jurassic oil pool, formed in the Neocomian as a result of the inherited growth of erosional-tectonic salients (ETS) of the pre-Jurassic basement, and then developed only slightly. The large tectonic structures of the first order — the Kaimysovy arch and the Yugan megadepression and the Pervomaiskoe–Vesennii swell — a big trap associated with one of the largest oil fields of southeastern West Siberia, completed their formation in the Cenozoic.

Structure, tectonic elements, petroleum potential, Paleozoic, Jurassic, Neocomian, Aptian—Turonian, Cenozoic, seismogeologic megacomplexes, reflector, Bazhenovka Formation, Koshai Member, Kuznetsovo Formation, West Siberia, Kaimysovy arch, Yugan megadepression, Pervomaiskoe–Vesennii swell, Larlomkiny swell

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая работа посвящена анализу геологического строения и истории тектонического развития Ларломкинского-Весенней зоны нефтенакопления, расположенной в северо-западной части Каймысовского нефтегазоносного района.

В географическом и административном отношении район исследования расположен на юго-востоке Западно-Сибирской равнины, в Сургутском районе Ханты-Мансийского автономного округа и Каргасокском районе Томской области. В тектоническом плане он приурочен к северо-западной части Каймысовского свода — положительной структуры I порядка и к зоне его сочленения с Юганской мегавпадиной [Конторович и др., 2001] (рис. 1).



- Тектонические элементы**
- Структуры I порядка**
 IV Каймысовский свод
 XIII Северо-Демьянская мега-моноклиналь
 XVII Нюрольская мегавпадина
- Структуры II порядка (Томская область)**
 I Лебяжья мезоседловина
 III Черемшанская мезоседловина
 VII Нововасюганский мезовал
 XXI Колтогорский мезопрогиб
- Структуры III порядка (Томская область)**
 4 Ледовое куполовидное подня-тие (к.п.)
 5 Катыльгинское к.п.
 6 Первомайский вал
 7 Лонтыньяхский вал
 8 Южно-Турьянская впадина
 13 Южно-Колтогорская впадина
- Локальные структуры IV порядка (Томская область)**
 21 Северо-Ледовая
 22 Ледовая
 23 Южно-Юганская
 24 Голубая
 25 Лобная
 26 Мысовая
 27 Восточно-Столбовая группа поднятий (г.п.)
 28 Северо-Столбовая
 29 Столбовая
 30 Северо-Оленья г.п.
 31 Оленья
- Локальные структуры IV порядка (Тюменская область)**
 1 Аэросеймическая
 2 Верхнемахинская
 3 Северо-Весенняя
 4 Махинская
 5 Южно-Махинская
 6 Северо-Турьянская
 7 Малотурьянская
 8 Ларломинская
 9 Северо-Ларломинская
 10 Южно-Ларломинская
 11 Коимльхская
 12 Восточно-Коимльхская
 13 Южно-Коимльхская
 14 Западно-Коимльхская
- Локальные структуры IV порядка (Томская область)**
 32 Новоозерная
 33 Озерная
 34 Катыльгинская
 35 Западно-Катыльгинская
 36 Онтогайская г.п.
 37 Дуклинская
 38 Северо-Запесная
 39 Запесная
 40 Южно-Аэросеймическая
 41 Весенняя г.п.
 42 Первомайская г.п.
 43 Западно-Весенняя
 44 Западно-Первомайская
 45 Южно-Первомайская
 46 Северо-Лонтыньяхская
 47 Среднелонтыньяхская
 48 Лонтыньяхская
 49 Волковская
 50 Кельватская
 51 Восточно-Лонтыньяхская
 52 Западно-Кельватская
 55 Северо-Павловская
 58 Нововасюганская
 65 Западно-Волковская
 66 Среднекельватская
 67 Верховая
 68 Восточно-Дальняя
 74 Северо-Пограничная
 637 Усть-Черемшанская
 638 Зырянская
 639 Центрально-Черемшанская
 640 Восточно-Сосновская
 641 Южно-Катыльгинская
 642 Сосновская
 643 Южно-Черемшанская
 692 Южно-Сосновская
 693 Восточно-Айполовская

Рис. 1. Выкопировка из тектонической карты юрского структурного яруса осадочного чехла, Томская область (под редакцией А.Э. Конторовича) [Конторович, 2002].

1 — граница Томской области; 2–6 — границы структур; 2 — надпорядковых, 3 — I порядка, 4 — II порядка, 5 — III порядка, 6 — IV порядка; 7 — разрывные нарушения, секущие юрские отложения; 8–17 — структуры; 8 — надпорядковые отрицательные, 9–11 — I порядка; 9 — положительные, 10 — отрицательные, 11 — мегамоноклинали; 12–14 — II порядка; 12 — положительные, 13 — отрицательные, 14 — мезоседловины; 15, 16 — III порядка; 15 — положительные, 16 — отрицательные; 17 — IV порядка, положительные.

В Каймысовском нефтегазоносном районе (НГР), расположенном в пределах одноименной нефтегазоносной области, все месторождения являются нефтяными. Ловушками углеводородов являются верхнеюрские песчаные резервуары в горизонте Ю₁ васюганской свиты на антиклинальных структурах [Геология..., 1975]. Исключение составляет расположенное к северо-востоку от рассматриваемой территории Столбовое нефтяное месторождение, где наряду с основной верхнеюрской залежью промышленные притоки нефти получены из ачимовских пластов неокома. Непосредственно на исследуемой территории открыты Первомайское (Первомайско-Весеннее) и Ларломкинское нефтяные месторождения, приуроченные к одноименным положительным структурам: Первомайско-Весеннему валу и Ларломкинскому локальному поднятию.

Геолого-геофизическую основу работы составляют результаты комплексной интерпретации материалов сейсморазведки, ГИС и глубокого бурения. В районе пробурено 46 поисковых и разведочных скважин и отработано 58 сейсмических профилей МОГТ общей протяженностью 1210 км. Средняя плотность сети сейсмических наблюдений составляет 1.24 км/км². Эти материалы и послужили основой для анализа геологического строения изучаемой территории. Выполненные построения были реализованы с использованием разработанного в ИНГГ СО РАН многоцелевого интерпретационно-обрабатывающего программного комплекса W-Seis, который позволяет осуществлять комплексную интерпретацию сейсмических данных МОГТ и материалов ГИС, а также выполнять построение и редактирование сеточных моделей структурных и параметрических карт.

СЕЙСМОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

На ранних этапах изучения Западно-Сибирского бассейна В.П. Казаринов [1958, 1963], Ф.Г. Гурари [1966], А.Э. Конторович с соавторами [Геология..., 1975] отмечали, что наиболее крупные скопления нефти и газа содержатся в отложениях, перекрытых выдержанными на значительные расстояния реперными глинистыми пачками — флюидоупорами. Тогда же, в 1968 г., они предложили выделять региональные, зональные и локальные флюидоупоры. Несколько позже авторы работ [Карогодин, 1974; Прогноз..., 1981] добавили дополнительный класс флюидоупоров — мегарегиональные.

В разрезе мезозойско-кайнозойского осадочного чехла Западной Сибири отмечается несколько осадочных мегакомплексов, в верхней части которых на большей части территории бассейна залегают трансгрессивные глинистые пачки (мегарегиональные и региональные флюидоупоры).

В основании мезозойско-кайнозойского осадочного чехла выделяется юрский мегакомплекс, в кровле последнего залегают баженовская свита (верхняя юра, волжский ярус). Перекрывают юрские отложения берриас-нижнеаптский (неокомский) и апт-альб-сеноманский осадочные комплексы, в кровлях которых залегают соответственно кошайская пачка алымской свиты (нижний мел, апт) и кузнецовская свита (верхний мел, турон).

Такое строение мезозойских отложений, а именно наличие песчано-алевролитоглинистых осадочных толщ, содержащих значительное количество высокочемких песчаных пластов — резервуаров, способных концентрировать залежи углеводородов, и перекрывающих их глинистых пачек, выполняющих роль региональных флюидоупоров, создало благоприятные условия для образования уникальных скоплений нефти и газа в юрском, неокомском и апт-альб-сеноманском мегакомплексах. Зонально- и локально развитыми флюидоупорами мегакомплексы разделены на нефтегазоносные, для каждого из которых характерны специфические условия формирования осадков, типы резервуаров, ловушек и месторождений нефти и газа и т.д.

Залегающие в верхней части мезозойско-кайнозойского осадочного чехла отложения верхов мела и кайнозоя глинистой пачкой талицкой свиты разделены на два осадочных мегакомплекса — турон-датский и коньяк-кайнозойский. Они обладают незначительным потенциалом и не содержат промышленных залежей углеводородов. В то же время анализ геолого-геофизических материалов позволяет констатировать, что неотектонический этап развития наряду с юрскими и меловыми процессами оказал существенное влияние на нефтегазоносность Западно-Сибирской геосинеклизы [Конторович и др., 2001; Конторович, 2009].

Глинистые пачки в верхней части разрезов осадочных мегакомплексов формировались на этапах региональных трансгрессий, в эпохи тектонического покоя, выдержаны по толщине и распространены на огромных территориях Западно-Сибирского бассейна [Казаринов, 1958, 1963]. Это позволяет рассматривать их в качестве квазиизохронных поверхностей выравнивания и использовать при палеоструктурных и палеотектонических реконструкциях. Важно также то, что эти реперные глинистые пачки обладают аномально низкими относительно вмещающих пород акустическими характеристиками и на них формируются наиболее энергетически выраженные устойчивые отражающие сейсмические горизонты — сейсмические реперы, позволяющие выделять на временных разрезах сейсмогеологические ком-

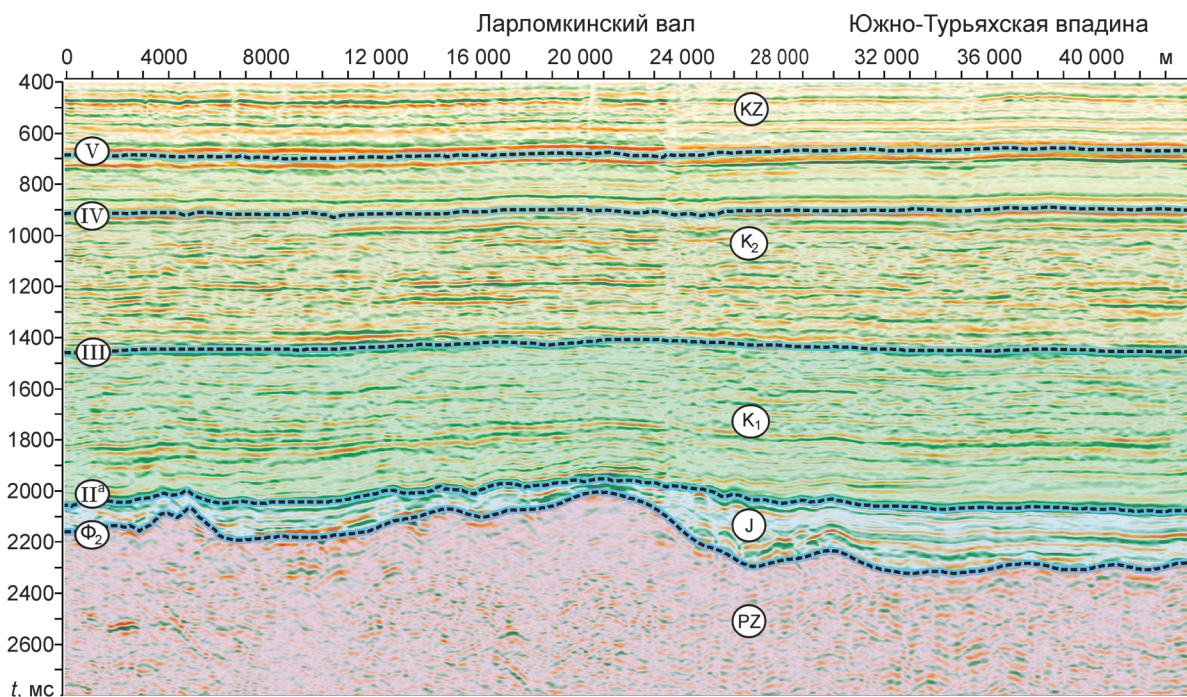


Рис. 2. Сейсмогеологическая характеристика разреза (компози́тный временной разрез по профилям 86419, 97610).

плексы, по объему отвечающие осадочным, нефтегазоносным мегакомплексам [Конторович и др., 2001; Конторович, 2009].

Юрский мегакомплекс контролируется отражающими горизонтами Ф₂ в подошве, II^a в кровле. К кровле берриас-нижнеаптского (неокомского) мегакомплекса приурочен отражающий горизонт III; на кузнецовской и талицкой свитах, завершающих разрезы, соответственно апт-альб-сеноманского и турон-датского осадочных мегакомплексов формируются отражающие горизонты IV и V (рис. 2).

Характеристика отражающих горизонтов

Отражающий горизонт Ф₂ приурочен к подошве осадочного чехла. Изменчивость литологического состава и акустических свойств горных пород, слагающих доюрское основание и перекрывающих его разновозрастных толщ, блоковое строение палеозойских отложений, а также обилие разрывных нарушений, секущих эту поверхность, отрицательно влияют на устойчивость волнового поля. Отражающий горизонт Ф₂ характеризуется динамической неоднородностью и носит прерывистый характер. Надежная корреляция этого горизонта требует, по возможности, большего привлечения данных глубокого бурения.

Отражающий горизонт II^a формируется на кровле и подошве баженовской свиты, которая на юго-востоке Западной Сибири является наиболее надежным геологическим и сейсмическим репером. Благодаря аномальности акустических свойств, выдержанности толщины свиты на значительных территориях и ее широкому распространению отражающий горизонт II^a обладает высоким энергетическим уровнем, динамической выразительностью и надежно коррелируется на временных разрезах.

Отражающий горизонт III, приуроченный к кошайской пачке алымской свиты, является наименее устойчивым среди постюрских реперных горизонтов. Энергетическая выразительность горизонта существенно меняется по площади, при этом в ряде случаев происходит перераспределение энергии между различными фазами волнового пакета. Фазы, имеющие наибольшие амплитуды в одной части площади, теряют энергетическую выразительность в другой, и наоборот. Несмотря на это, и в региональном плане, и на локальных площадях этот горизонт уверенно прослеживается по сейсмическим данным.

Отражающий горизонт IV, формирующийся на 30—40-метровой глинистой пачке кузнецовской свиты, является наряду с горизонтом II^a наиболее надежным сейсмогеологическим репером в мезозойско-кайнозойском разрезе Западной Сибири. Горизонт, как правило, обладает высоким энергетическим уровнем и легко поддается корреляции.

Отражающий горизонт V приурочен к кровле талицкой свиты. Он обладает высоким энергетическим уровнем и однозначно прослеживается на временных сейсмических разрезах.

СТРУКТУРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

В результате комплексной интерпретации материалов сейсморазведки и глубокого бурения по всем перечисленным выше реперным уровням были построены структурные карты, послужившие основой для анализа структурно-тектонического строения изучаемого района (рис. 3).

Кровля и подошва юры (см. рис. 3, а). Учитывая, что на данной территории наибольший интерес в отношении нефтегазоносности представляют верхнеюрские отложения и то, что в Западной Сибири рельеф баженовской свиты традиционно используется в качестве основы при построении тектонических карт, остановимся более подробно на особенностях строения этого стратиграфического уровня.

Главный объект настоящего исследования — Каймысовский свод в отличие от большинства крупных положительных тектонических элементов I порядка, таких как Александровский свод, Пудинский мегавал, Парабельский магавыступ и др., осложнен не только положительными, но и крупными отрицательными структурами. Так, в пределах района в структурном плане баженовской свиты выделяются две линейные положительные структуры — Ларломкинский и Первомайско-Весенний валы и расположенная между ними депрессионная зона — Южно-Турьяхская впадина (см. рис. 3, б).

В рельефе кровли юры Ларломкинский и Первомайско-Весенний валы вытянуты соответственно в северо-восточном и северо-западном направлениях и осложнены серией локальных поднятий. На севере структуры соприкасаются и формируют приподнятую клинообразную форму, внутри которой и расположена депрессионная зона — Южно-Турьяхская впадина.

В структурном плане баженовской свиты Ларломкинский и Первомайско-Весенний валы находятся на одном гипсометрическом уровне и оконтурены изогипсами, проведенными на отметке 2440 м.

Первомайско-Весенний вал (восточная часть исследуемой территории) имеет амплитуду 95 м и осложнен Верхневесенним, Весенним, Западно-Весенним и Первомайским локальными поднятиями. Находящееся в южной части вала Первомайское поднятие, оконтуренное на отметке 2410 м, в свою очередь, осложнено тремя контрастными куполами. К северу от Первомайско-Весеннего вала расположено Аэросейсмическое поднятие, к югу — Лонтыняхская структура.

Ларломкинский вал, расположенный на западе района, имеет амплитуду 105 м. Вал осложняют Ларломкинское, Узловое, Южно-Махнинское и Махнинское локальные поднятия.

Между двумя этими линейными положительными структурами находится Южно-Турьяхская впадина. В рельефе кровли юры депрессия имеет изометричную форму, амплитуду 75 м и контролируется изогипсой 2500 м.

К террасам, расположенным в зоне сочленения Ларломкинского вала и Южно-Турьяхской впадины, приурочена серия малоамплитудных локальных поднятий — Восточно-Ларломкинское, Турьяхское, Восточно- и Северо-Турьяхское. Поднятия имеют небольшие размеры и оконтурены изогипсами, проведенными на абсолютных отметках –2450...–2480 м.

В северо-западной и северо-восточной частях района находятся две симметрично расположенные депрессионные зоны. Западная — представляет собой юго-восточное окончание Юганской мегавпадины; восточная, отделяющая Первомайско-Весенний вал от Катыльгинского куполовидного поднятия (северная часть Каймысовского свода), получила название Западно-Катыльгинского прогиба. В этих депрессиях зафиксированы наибольшие абсолютные глубины залегания баженовской свиты в рассматриваемом районе, Южно-Турьяхская впадина находится примерно на 90 м выше этих депрессионных зон.

Сопоставление структурных карт по кровле и подошве юры показывает, что эти поверхности в значительной мере подобны. В рельефах отражающего горизонта Φ_2 и кровли юры выделены одинаковые тектонические элементы. Однако вверх по разрезу амплитуды структур уменьшаются и рельеф территории становится менее дифференцированным (см. рис. 3).

Меловые и кайнозойские структурные поверхности существенно отличаются от юрских. В структурном плане кошайской пачки алымской свиты западная часть рассматриваемой территории находится гипсометрически заметно ниже восточной (см. рис. 3, в). В рельефе этой поверхности Ларломкинский вал не существует в качестве линейной положительной структуры, а на его месте выделяется приподнятая зона, представляющая собой зону сочленения значительно увеличившихся в размерах Юганской мегавпадины и Южно-Турьяхской впадины. На этой вытянутой в северо-восточном направлении приподнятой зоне выделены Ларломкинское, Узловое и Южно-Махнинское локальные поднятия, расположенные гипсометрически значительно ниже Первомайско-Весеннего вала.

В зоне сочленения Южно-Турьяхской впадины и зоны Ларломкинского вала в рельефе кошайской пачки Турьяхское, Северо- и Восточно-Турьяхское, Восточно-Ларломкинское локальные поднятия не выделяются.

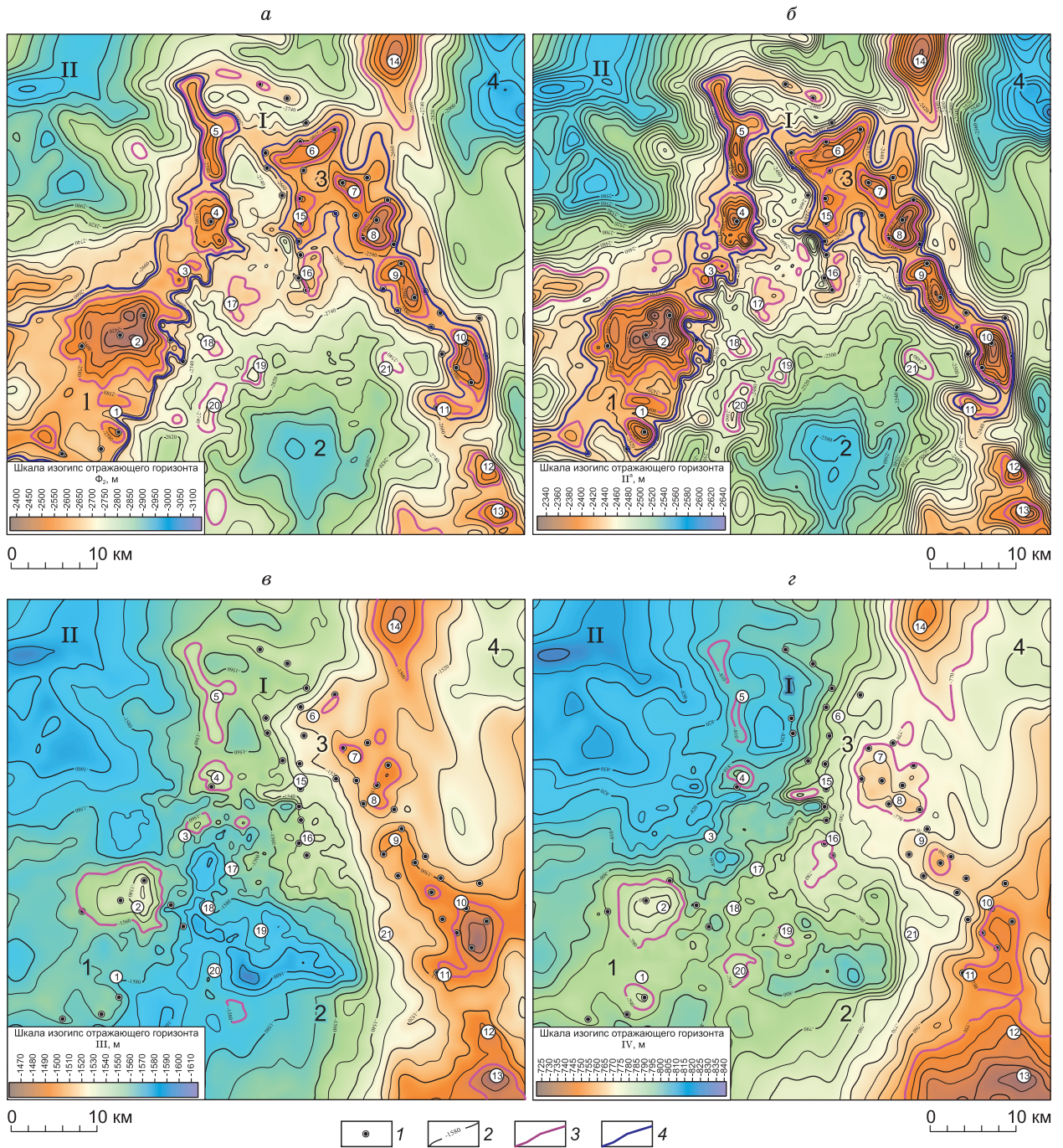


Рис. 3. Структурные карты по отражающим горизонтам: а — Φ_2 (кровля доюрского основания); б — Π^a (подошва баженовской свиты, верхняя юра, волжский ярус); в — Π^i (кровля кошайской пачки алымской свиты, нижний мел, апт); г — IV (кровля кузнецовской свиты, верхний мел, турон).

I — скважины поисковые и разведочные, 2 — изогипсы отражающих горизонтов (м), 3 — контуры положительных структур III порядка, 4 — контуры локальных поднятий.

Структуры I порядка: I — Каймысовский свод, II — Юганская мегавпадина; структуры III порядка: 1 — Ларломкинский вал, 2 — Южно-Турьяхская впадина, 3 — Первомайско-Весенний вал, 4 — Западно-Катыльгинский прогиб; цифры в кружках — локальные поднятия: 1 — Южно-Ларломкинское, 2 — Ларломкинское, 3 — Узловое, 4 — Южно-Махнинское, 5 — Махнинское, 6 — Верхневесеннее, 7 — Северо-Весеннее, 8 — Весеннее, 9 — Северо-Первомайское, 10 — Первомайское, 11 — Нижнепервомайское, 12 — Лонтыньяхское, 13 — Южно-Лонтыньяхское, 14 — Азросеймичское, 15 — Западно-Весеннее-1, 16 — Западно-Весеннее-2, 17 — Северо-Турьяхское, 18 — Турьяхское, 19 — Восточно-Турьяхское, 20 — Восточно-Ларломкинское, 21 — Западно-Первомайское.

Южно-Турьяхская впадина в структурном плане кровли берриас-нижнеаптского мегакомплекса находится гипсометрически существенно глубже, чем Западно-Катыльгинский прогиб (северо-восточная часть территории), но выше юго-восточной части Юганской мегавпадины.

Расположенный на востоке района Первомайско-Весенний вал в структурном плане отражающего горизонта III сохраняет свои очертания, но перестает существовать в качестве замкнутого тектонического элемента. При этом если в рельефе кровли юры северная и южная части вала располагаются примерно на одинаковых гипсометрических уровнях, то в структурном плане кошайской пачки Верхневесеннее локальное поднятие (северная часть территории) находится на 60 м глубже южного купола Первомайского поднятия.

В целом для рельефа кошайской пачки характерно региональное погружение поверхности в западном и северо-западном направлениях. Несмотря на то, что в структурном плане этой поверхности находят отражение большинство локальных структур, выделенных в рельефе отражающего горизонта II^a, их амплитуды существенно падают.

Структурные планы по основанию кузнецовской и талицкой свит подобны между собой и подобны рельефу по основанию кошайской пачки алымской свиты и принципиально отличаются от рельефа юрских поверхностей (см. рис. 3, з).

В рельефе IV и V горизонтов также имеет место региональное погружение поверхностей, но уже не в западном, а в северо-западном направлении — в направлении Юганской мегавпадины. При этом последняя расширяется на юг, а Южно-Турьяхская впадина, напротив, сокращается в размерах. Ларломкинское, Махнинское, Узловое и Южно-Махнинское локальные поднятия, которые в структурных планах юрских горизонтов осложняли Ларломкинский вал, становятся менее контрастными и уменьшаются в размерах.

В структурных планах верхнемеловых и кайнозойских горизонтов на месте Первомайско-Весеннего вала по-прежнему располагается приподнятая зона, однако на этих поверхностях она регионально погружается в северо-западном направлении, и ее южная часть находится гипсометрически значительно выше северной. На фоне регионального погружения верхнемеловых и кайнозойских поверхностей в северо-западном направлении в структурных планах кузнецовской и талицкой свит перестают существовать практически все локальные поднятия, осложнявшие Первомайско-Весенний вал в рельефе кровли юры.

Значительное отличие структурных планов реперных геологических границ, приуроченных к различным стратиграфическим уровням, показывает, что на различных этапах мезозойско-кайнозойской истории исследуемая территория развивалась по разным законам и имевшие на ней место тектонические процессы не всегда носили унаследованный характер.

ИСТОРИЯ ТЕКТОНИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ, ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУР

Анализ истории тектонического развития южных и центральных районов Западно-Сибирской геосинеклизы показал, что тектонические движения юрского периода в значительной мере предопределили современное структурно-тектоническое строение этого региона [Конторович и др., 2001; Конторович, 2009]. Выполненные исследования показали, что в ранней юре на фоне погружения ослабленных раннетриассовых рифтовых зон, над которыми в рельефе доюрского основания образовывались крупные депрессии, пришли в движение блоки доюрского основания различных размеров, от крупных макроблоков, отвечающих по площади структурам I порядка, до локальных эрозионно-тектонических выступов. Благодаря этим процессам к началу ранней юры в южных и центральных частях Западно-Сибирского бассейна был сформирован дислоцированный расчлененный рельеф с перепадами отметок высот до 1000 м. Приподнятые блоки фундамента в это время интенсивно разрушались, поставляя грубообломочный терригенный материал в близлежащие депрессии. Интенсивность вертикальных тектонических движений, активно протекавших в геттанг-ааленские века, по мере образования отложений осадочного чехла падала, и уже в байосе рельеф территории был практически сnivelирован. В байос-волжское время сохранилась тенденция некоторого унаследованного воздымания приподнятых блоков фундамента относительно погруженных зон, однако эти процессы протекали вяло.

Таким образом, юрский этап развития привел к тому, что к волжскому веку в палеорельефе доюрского основания были сформированы разноранговые положительные и отрицательные структуры. При этом сам палеорельеф баженовской свиты в районе исследования в конце юры — начале берриаса представлял собой квазигоризонтальную поверхность.

Последовавшие в меловую и кайнозойскую эры разнонаправленные тектонические движения привели к тому, что над палеовыступами фундамента, существовавшими в юре, в рельефе баженовской свиты были сформированы разноранговые положительные структуры, над палеодепрессиями — впадины. При этом определяющим для образования современного облика локальных поднятий стал неоконечный этап развития, для крупных тектонических элементов I порядка — кайнозойский.

Анализ геолого-геофизических материалов позволяет констатировать, что рассматриваемая в настоящей работе территория развивалась по традиционной для южных и центральных районов Западной Сибири схеме.

Для восстановления истории тектонического развития исследуемого региона и определения главных этапов формирования структур был выполнен анализ карт толщин сейсмокомплексов, основанный на «методе мощностей».

Методика палеотектонических реконструкций, основанная на анализе мощностей, впервые была предложена Н.С. Шатским [1924]. Дальнейшее развитие метод получил в работах [Белоусов, 1940; Гаецкий, Яншин, 1960; Машкович, 1976].

Анализ изменения толщин осадочных мегакомплексов позволяет в первом приближении восстанавливать тектонические процессы, протекавшие на разных этапах развития территории. В условиях Западной Сибири, испытавшей погружение на протяжении всего мезозоя и кайнозоя, зонам увеличенных толщин мегакомплексов будут отвечать области более интенсивного прогибания, наименьших — области менее интенсивного прогибания — области относительного роста [Конторович и др., 2001].

Остановимся на результатах проведенного анализа.

Юрский этап. Анализ карты изопахит юрских отложений (рис. 4, а), которая в первом приближении отображает палеорельеф доюрского основания на время формирования баженовской свиты, показывает, что в рассматриваемом районе толщины юры меняются в широком диапазоне — от 60 м в наиболее приподнятых участках палеорельефа до 420—490 м в палеодепрессиях.

Эпицентры погружения территории располагались в северо-западной, северо-восточной и южной частях изучаемого района, которые в плане отвечают современным депрессиям — Юганской мегавпадине, Южно-Турьяхской впадине и Западно-Катыльгинскому прогибу. На фоне погружения и формирования депрессионных зон в юрский период тенденцию к относительному росту испытывали небольшие по размерам относительно монолитные эрозионно-тектонические выступы фундамента, над которыми впоследствии были образованы локальные поднятия в рельефе кровли юры. Так, в юре активно формировались Ларломкинский, Южно-Махнинский, Махнинский, Узловой эрозионно-тектонические выступы, находящиеся в пределах современного Ларломкинского вала, а также Первомайский, Весенний, Верхневесенний и другие блоки, осложняющие современный Первомайско-Весенний вал. Процесс относительного воздымания близкорасположенных локальных эрозионно-тектонических выступов фундамента, выстроенных в цепочки северо-восточного и северо-западного простираний, вытягивал за собой и находящиеся между этими выступами относительно погруженные зоны и приводил к формированию более крупных положительных тектонических элементов — Ларломкинского и Первомайско-Весеннего валов. Необходимо отметить, что в юрский период активную тенденцию к относительному росту испытывали не только эти структуры, но и эрозионно-тектонические выступы, расположенные в зоне сочленения Первомайско-Весеннего и Ларломкинского валов с Южно-Турьяхской впадиной. Так, на карте изопахит юры находят отражение Турьяхское, Южно- и Восточно-Турьяхское, Восточно-Ларломкинское и Западно-Весеннее локальные поднятия.

Берриас-нижнеаптский (неокомский) этап развития (см. рис. 4, б). Тектонические движения, имевшие место в юре, предопределили развитие исследуемой территории в берриас—апте. На этом этапе новый импульс к относительному росту получили небольшие по размерам относительно монолитные выступы доюрского основания, над которыми в рельефе баженовской свиты были образованы локальные поднятия. На рис. 5 приведены фрагменты временных разрезов, пересекающих Ларломкинское и Верхневесеннее локальные поднятия. Видно, что эти структуры, выделяемые в современном рельефе кровли юры, сформированы над контрастными эрозионно-тектоническими выступами. В первом случае приподнятый блок сложен гранитами, во втором — терригенными породами — сланцами. К аналогичным блокам фундамента, представленным породами различного состава, приурочены все локальные положительные структуры района.

В неокоме достаточно активно развивались и более крупные тектонические элементы: Ларломкинский и Первомайско-Весенний валы и все расположенные в пределах исследуемой территории депрессии. Вместе с тем в аптском веке гипсометрическое положение этих структур в рельефе кровли юры существенно отличалось от современного. В берриас-раннеаптскую эпоху наибольшую тенденцию к росту испытывал Ларломкинский вал, современный облик и строение которого к апту были уже практически сформированы. Первомайско-Весенний вал на этом этапе развивался менее интенсивно, наиболее активно в это время образовывались Верхневесеннее, Весеннее, Северо-Весеннее поднятия, осложняющие его северную часть. Южная часть структуры, представленная Первомайским поднятием, и Лонтыньяхское поднятие, которые в современном рельефе кровли юры находятся на одном гипсометрическом уровне с группой Весенних поднятий, в нижнеаптском палеорельефе баженовской свиты располагались существенно ниже. В целом в пределах Первомайско-Лонтыньяхской линзойной приподнятой зоны отмечается погружение территории в южном направлении.

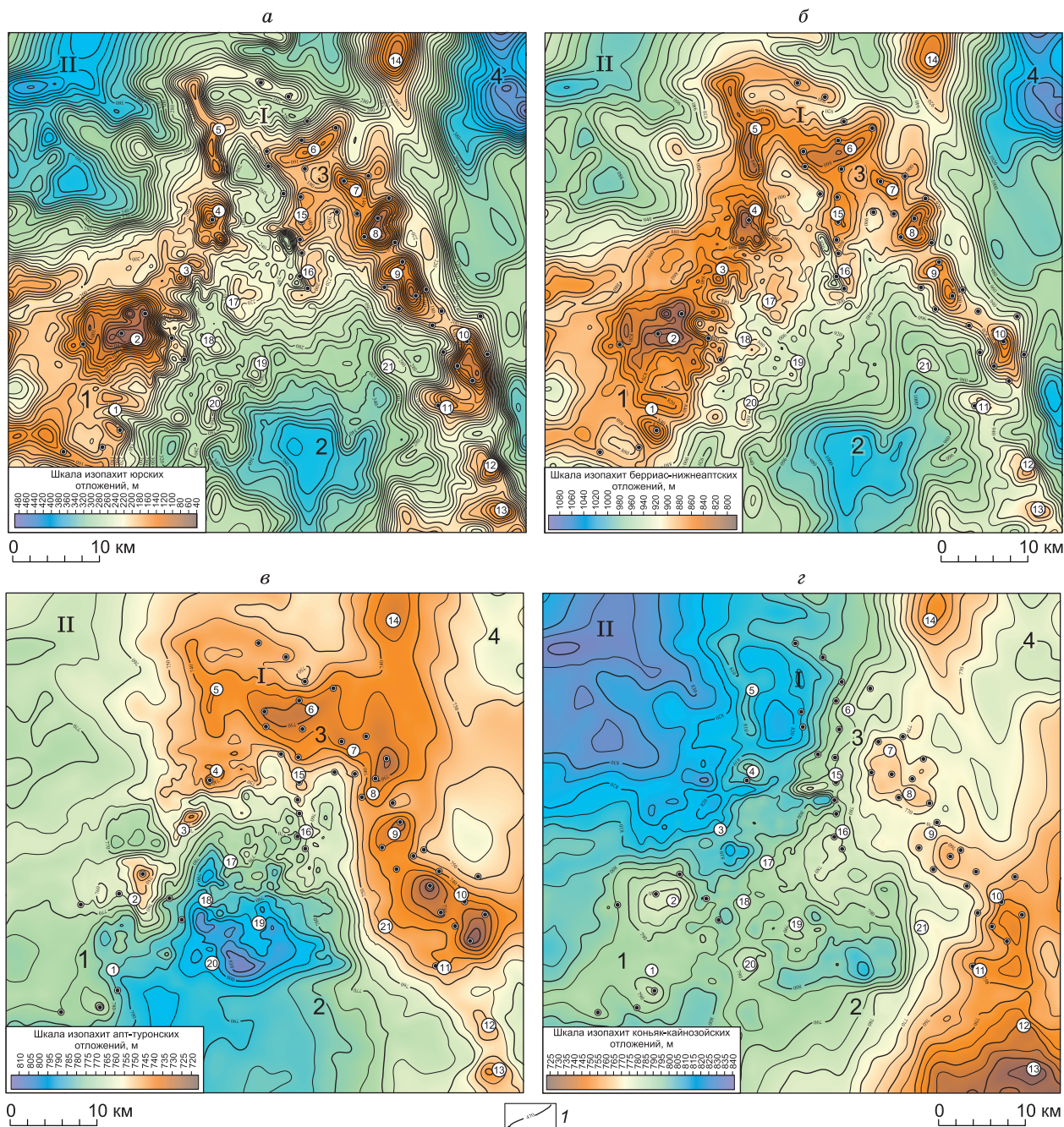


Рис. 4. Карта изопакит юрских (а), берриас-нижнеаптских (б), апт-туронских (в), коньяк-кайнозойских (г) отложений.

I — изопакиты мезозой-кайнозойских отложений (м). Остальные усл. обозн. см. на рис. 3.

Из числа депрессионных структур в неоме наиболее активно развивался Западно-Катыльгинский прогиб, ограничивающий Первомайско-Весенний вал с востока, менее интенсивно — Южно-Турьяхская впадина и южная часть Юганской мегавпадины. Максимальные толщины берриас-нижнеаптских отложений в этих депрессиях составляют соответственно 1090, 1010 и 990 м.

Анализ палеорельефа баженовской свиты к началу апта показывает, что в неоме современный рельеф исследуемой территории был в главных чертах сформирован. К этому времени в структурном плане кровли юры уже выделялись практически все локальные поднятия и структуры II порядка. В частности, хотя Первомайско-Весенний вал находился гипсометрически существенно ниже Ларломкинско-

го, и оба этих тектонических элемента не представляли собой замкнутые структуры, они имели очертания, близкие к современным.

Апт-туронский этап развития (см. рис. 4, в). На данном этапе геологической истории Западно-Сибирской геосинеклизы стиль региональных тектонических движений существенно изменился. На карте изопахит апт-туронского комплекса виден региональный тренд увеличения мощностей в западном и юго-западном направлениях (см. рис. 4, в).

Ларломкинский вал как единая приподнятая зона на этом этапе не развивался, а Первомайско-Весенний, напротив, активно формировался. При этом, как и в неокоме, в это время наибольшую тенденцию к относительному росту испытывали северные и центральные районы Первомайско-Весеннего вала и расположенная к северу от него Аэросейсмическая структура. Лонтыньяхское и Первомайское поднятия в аптском палеорельефе кошайской пачки и баженовской свиты находились на существенно больших глубинах.

В апт-туронский период в рельефе баженовской свиты незначительно увеличились амплитуды большинства локальных поднятий, осложняющих современные Ларломкинский и Первомайско-Весенний валы, и практически не развивались положительные структуры, находящиеся в относительно погруженных зонах.

Следует отметить, что на этом этапе иначе, чем в предшествующие периоды, развиваются депрессионные зоны. В берриас-раннеаптское время активно формировалась расположенная на юге исследуемой территории Южно-Турьяхская впадина и значительно менее интенсивно погружались южная часть Юганской мегавпадины и Западно-Катлыгинский прогиб.

В посттуронское (коньяк-кайнозойское) время (см. рис. 4, г) региональная направленность тектонических движений вновь резко изменилась. Мощность коньяк-кайнозойских осадков увеличивается в северо-восточном направлении от 420 м в районе Лонтыньяхской структуры до 540 м в южной части Юганской мегавпадины. Интенсивное опускание Юганской мегавпадины относительно Каймысовского свода и, как следствие, формирование в рельефе кровли юры двух этих крупных тектонических элементов — главная особенность истории тектонического развития на этом этапе геологической истории.

Посттуронский этап развития практически не сопровождался вертикальными движениями небольших по размерам блоков фундамента, что предопределило отсутствие в структурных планах кузнцовской и талицкой свит Ларломкинского вала и большинства локальных поднятий. Некоторую тенденцию к относительному росту в это время испытывала Лонтыньяхско-Аэросейсмическая приподнятая зона, к которой приурочен Первомайско-Весенний вал. Однако, в отличие от берриас-нижнеаптского и апт-туронского этапов развития, когда наиболее интенсивно росли центральная и особенно северная часть этой линейной положительной зоны, в кайнозое наибольшую тенденцию к росту испытывали ее южные, приближенные к центральной части Каймысовского свода районы, в пределах которых расположены Первомайская и Лонтыньяхская площади.

Выделим наиболее важные моменты истории тектонического развития северо-западной части Каймысовского свода.

1. На протяжении мезозойско-кайнозойской истории направленность тектонических движений неоднократно менялась. При этом менялись и размеры блоков, вовлеченных в вертикальные тектонические движения.

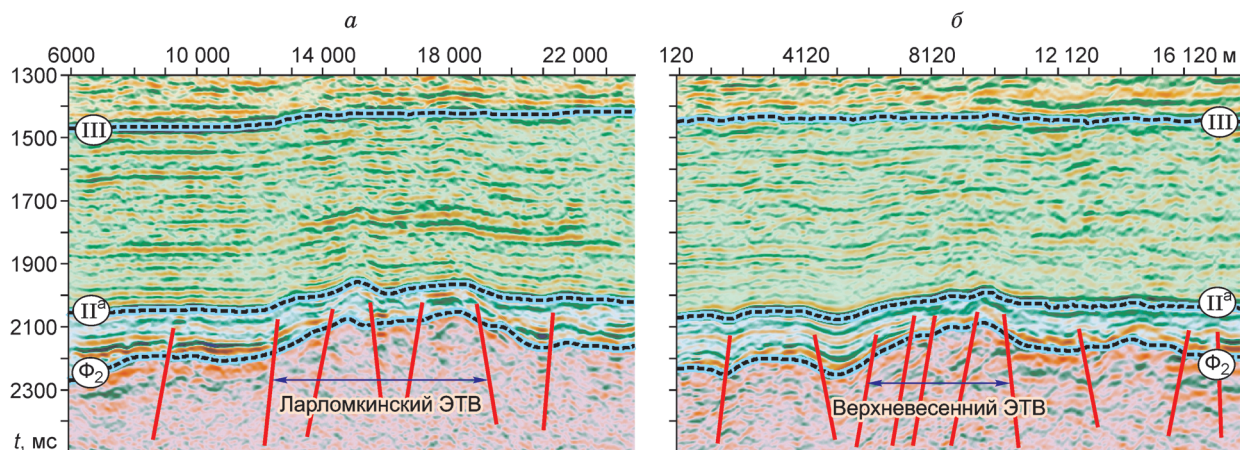


Рис. 5. Сейсмогеологическая характеристика Ларломкинского (а) и Верхневесеннего (б) локальных поднятий.

2. В юрском периоде тенденцию к росту испытывали небольшие по размерам относительно монолитные эрозионно-тектонические выступы доюрского основания. Процесс воздымания близкорасположенных локальных эрозионно-тектонических блоков, выстроенных в цепочки северо-восточного и северо-западного простираний, вытягивал за собой и находящиеся между этими выступами относительно погруженные зоны и приводил к формированию в рельефе фундамента более крупных положительных структур — Ларломкинского и Первомайско-Весеннего валов.

3. Несмотря на то, что к волжскому веку палеорельеф исследуемой территории был практически сnivelирован и в нем отсутствовали контрастные положительные и отрицательные структурные формы, именно в юрское время был заложен импульс тектонических движений, предопределивших современное структурно-тектоническое строение района в рельефе баженовской свиты.

4. Неокомские тектонические движения в главных чертах унаследовали юрские. На этом этапе развития наибольшую тенденцию к росту также испытывали локальные эрозионно-тектонические выступы доюрского основания, благодаря чему в рельефе кровли юры были образованы все локальные поднятия.

5. Ларломкинский вал наиболее активно формировался в неокоме, а Первомайско-Весенний вал — в апт-поздне меловое и кайнозойское время. Благодаря этим процессам, происходившим на разных этапах развития территории, в современном рельефе кровли юры эти структуры расположены на одном гипсометрическом уровне.

6. В кайнозойскую эру происходило региональное погружение Юганской мегавпадины относительно Каймысовского свода, которое и предопределило образование этих крупных тектонических элементов в рельефе кровли юры.

ТЕКТОНИКА И НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ

Области нефтеобразования и нефтенакпления. В практике нефтегазогеологического районирования традиционно выделяют области преимущественного нефтегазообразования и нефтегазонакпления — области генерации и аккумуляции углеводородов [Геология..., 1975]. В качестве зон нефтеобразования выступают крупные депрессии, в пределах которых степень катагенеза органического вещества в нефтепроизводящих толщах достаточно высока и может обеспечить значительные объемы генерации углеводородов. В качестве крупных зон нефтегазонакпления выступают положительные структуры I порядка. Такая ситуация имеет место и в рассматриваемом районе. Анализ геолого-геофизических материалов показал, что в данном регионе наибольшим генерационным потенциалом баженовская свита обладает в Юганской мегавпадине, расположенной в северо-западной части исследуемой территории. Здесь зафиксированы наибольшие мощности волжских отложений и наибольшая концентрация в них уникального по качеству аквагенного органического вещества.

В Юганской мегавпадине отложения баженовской свиты находятся в главной зоне нефтеобразования и отвечают градации катагенеза МК [Контарович и др., 1999], что обеспечивает большие объемы генерации углеводородов. Основные ловушки, способные концентрировать залежи нефти, расположены в северной части Каймысовского свода, в пределах крупной положительной структуры, представляющей собой зону нефтенакпления.

Вернемся к анализу тектонических процессов, предопределивших образование этих зон, приуроченных соответственно к Юганской мегавпадине и Каймысовскому своду. В целом формирование этих областей происходило на протяжении всего мезозоя и кайнозоя. Импульс к образованию структур I порядка был заложен в ранней юре. В меловое время Юганская мегавпадина продолжала несколько погружаться относительно Каймысовского свода, однако этот процесс протекал менее интенсивно, чем формирование Южно-Турьяхской впадины и Западно-Катыльгинского прогиба, которые в современном рельефе баженовской свиты осложняют Каймысовский свод. Интенсивное погружение Юганской мегавпадины относительно Каймысовского свода и, как следствие, формирование в рельефе баженовской свиты этих крупных тектонических элементов связано с «молодыми» тектоническими процессами, которые происходили главным образом в кайнозойское время, на этапе, когда баженовская свита вошла в главную зону нефтеобразования и процессы генерации и миграции углеводородов достигли максимума [Геология..., 1975].

Анализируя перспективы нефтегазоносности Каймысовского нефтегазоносного района в целом, можно отметить, что в его пределах наибольшая концентрация нефтяных месторождений имеет место в зоне сочленения Каймысовского свода с крупными депрессиями — Нюрольской и Юганской мегавпадинами и Колтогорским мегапрогибом. В центральной части свода залежи углеводородов отсутствуют. Вероятно, такое распределение нефтегазоносности в первую очередь связано со структурно-тектоническим строением района — со взаимоотношением крупных положительных и отрицательных структур, предопределившим пути миграции и аккумуляции углеводородов.

Ловушки нефти и газа. Выше было отмечено, что в северной части Каймысовского нефтегазодносного района все залежи углеводородов сконцентрированы в песчаных пластах горизонта Ю₁ васюганской свиты и приурочены к антиклинальным поднятиям, выделенным в структурном плане кровли юры. Непосредственно на исследуемой территории расположены Ларломкинское и Первомайско-Весеннее месторождения. Первое контролируется локальной изометричной структурой, второе — валом, осложненным серией поднятий и куполов.

Остановимся кратко на динамике изменения рельефа баженовской свиты во времени, обратив особое внимание на этапы формирования антиклинальных структур, с которыми связаны залежи углеводородов.

Анализ приведенных на рис. 6 карт позволяет констатировать, что к моменту образования кошайской пачки алымской свиты Ларломкинское поднятие было практически сформировано и впоследствии

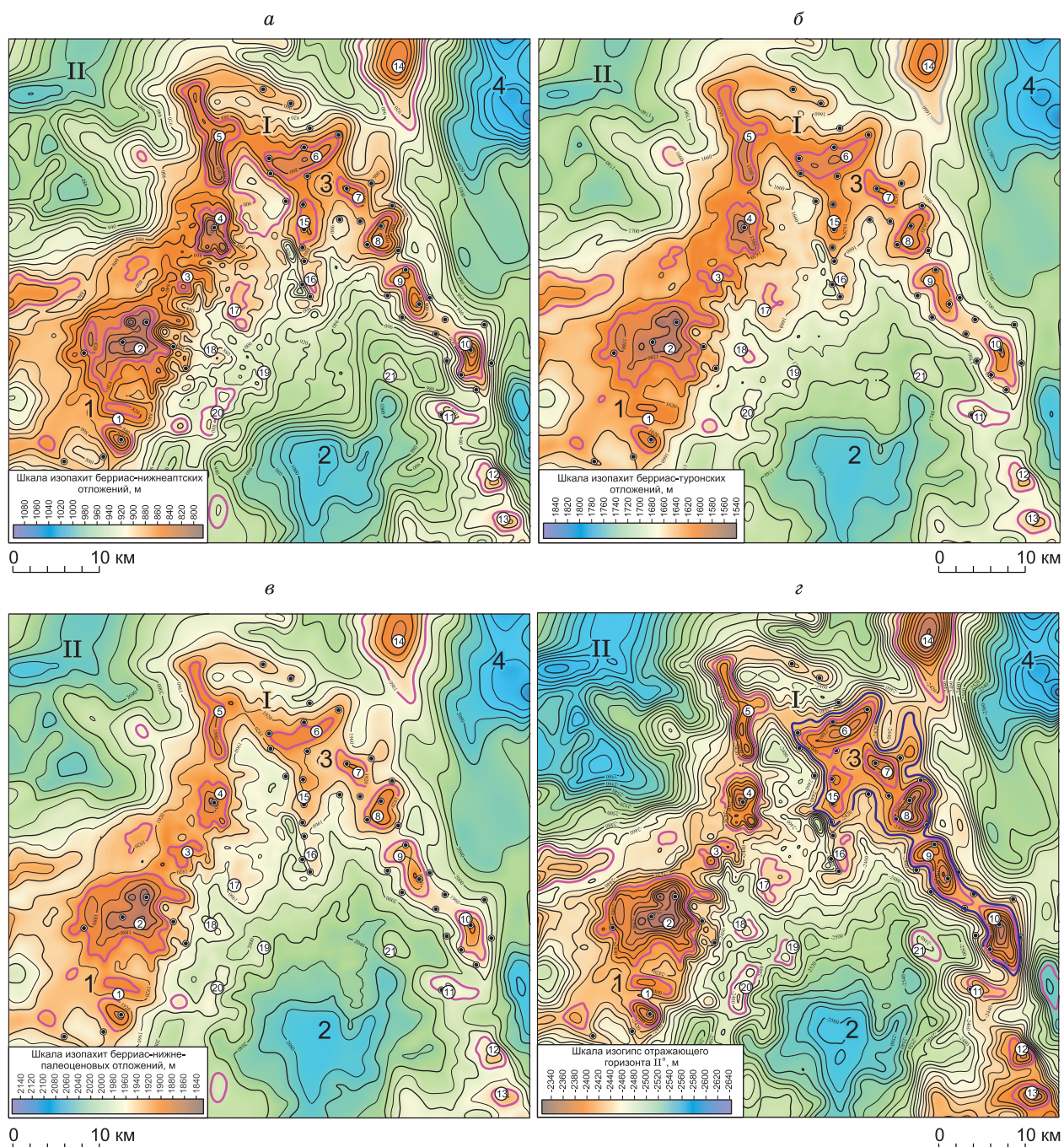


Рис. 6. Рельеф баженовской свиты на время формирования кошайской пачки алымской свиты (а), кузнецовской свиты (б), талицкой свиты (в) и современный рельеф баженовской свиты (г).

Усл. обозн. см. на рис. 3.

не меняло конфигурации. Палеоамплитуда Ларломкинского поднятия в структурном плане кровли юры в раннем апте составляла 55 м, в современном рельефе кровли юры — 80 м. Если учесть, что неокомский этап составляет 25 млн лет, а пострanneаптские процессы протекали на протяжении 120 млн лет, то можно сделать вывод, что неокомский всплеск тектонической активизации протекал наиболее интенсивно и предопределил формирование этой ловушки. Аналогичным образом образовывались все структуры, осложняющие Ларломкинский вал и поднятия, расположенные в зоне его сочленения с Южно-Турьяхской впадиной — Махнинское, Южно-Махнинское, Узловое, Турьяхское, Южно-Турьяхское и т.д.

В берриас-раннеаптское время за счет роста локальных эрозионно-тектонических выступов фундамента также была сформирована Аэросейсмическая структура и все купола, расположенные в пределах Первомайско-Весенней зоны — Первомайское, Весеннее, Северо-Весеннее, Верхневесеннее и т.д. В то же время Первомайско-Весеннего вала в качестве единой замкнутой структуры не существовало вплоть до кайнозоя. Выше было отмечено, что на протяжении большей части мелового периода наибольшую тенденцию к относительному росту испытывали центральная и особенно северная часть Первомайско-Весеннего вала. Это приводило к тому, что в палеорельефе баженовской свиты группа Весенних структур на протяжении всего мелового периода располагалась существенно выше Первомайского и находящегося к югу от него Лонтыньяхского поднятий. В посттуронское, особенно в кайнозойское время региональное погружение Юганской мегавпадины относительно Каймысовского свода привело к тому, что вовлеченная в этот процесс группа Весенних поднятий оказалась на одном гипсометрическом уровне с Первомайской структурой. Именно этот процесс кайнозойского регионального погружения крупной Юганской депрессии относительно Каймысовского свода и предопределил формирование единой замкнутой антиклинальной структуры Первомайско-Весеннего вала — ловушки, к которой приурочено одно из наиболее крупных на юго-востоке Западной Сибири нефтяное месторождение. В данном случае образование крупной замкнутой антиклинальной структуры — ловушки, с которой связана наиболее крупная в этом районе нефтяная залежь, произошло не за счет вертикальных движений отдельных блоков фундамента, а под влиянием региональных тектонических движений.

Следует отметить, что с позиции нефтегазоносности Ларломкинский вал существенно уступает Первомайско-Весеннему. В настоящее время в пределах этой структуры пробурено восемь скважин, лишь одна из которых оказалась продуктивной. Со структурно-тектонических позиций Ларломкинский вал представляет собой благоприятный для формирования залежей углеводородов объект — в рельефе кровли юры имеет место крупная структура, осложненная серией локальных контрастных поднятий. Отсутствие притоков в данном случае связано исключительно с низкими коллекторскими свойствами песчаных пластов горизонта Ю₁ в наиболее приподнятых частях Ларломкинского вала, где и пробурено большинство поисково-оценочных скважин. Анализ геолого-геофизических материалов позволяет предполагать, что в пределах этой структуры можно рассчитывать на открытие структурно-литологических залежей, приуроченных к склонам поднятий.

ВЫВОДЫ

Подводя итог проведенного анализа, отметим два наиболее важных момента.

1. Несмотря на схожее структурно-тектоническое строение Ларломкинского и Первомайско-Весеннего валов в современном рельефе кровли юры, образование этих тектонических элементов происходило по разным законам. Ларломкинский вал активно формировался в неокоме и впоследствии практически не развивался, образование Первомайско-Весеннего вала связано главным образом с кайнозойскими тектоническими движениями. Благодаря этим не совпадающим по времени процессам в современном рельефе баженовской свиты Ларломкинский и Первомайско-Весенний валы занимают одинаковое гипсометрическое положение и характеризуются близкими значениями амплитуд.

2. Формирование крупных тектонических элементов Юганской мегавпадины и Каймысовского свода, представляющих собой соответственно зоны нефтегазообразования и нефтенакопления, происходило на протяжении всей мезозойско-кайнозойской истории, однако определяющим для образования этих структур стал кайнозойский этап развития. Отметим, что именно в конце мела — начале кайнозоя нефтепроизводящие породы баженовской свиты оказались в главной зоне нефтеобразования и процессы генерации и миграции углеводородов достигли максимума. В это же время в качестве крупной замкнутой антиклинальной ловушки был сформирован и Первомайско-Весенний вал, с которым связано одно из наиболее крупных в Каймысовском НГР нефтяное месторождение.

ЛИТЕРАТУРА

Белоусов В.В. Мощность отложений как выражение режима колебательных движений земной коры // Советская геология, 1940, № 2—3, с. 14—28.

Гарецкий Р.Г., Яншин А.Л. Тектонический анализ мощностей // Методы изучения тектонических структур. М., Изд-во АН СССР, 1960, с. 115—166.

Геология нефти и газа Западной Сибири / Под ред. А.Э. Конторовича, И.И. Нестерова, Ф.К. Салманова, В.С. Суркова, А.А. Трофимука, 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.

Казаринов В.П. Мезозойские и кайнозойские отложения Западной Сибири. М., Гостоптехиздат, 1958, 324 с.

Казаринов В.П. Этажи нефтегазоносности в мезозойских осадках Сибири // Проблемы сибирской нефти. Новосибирск, Изд-во СО АН СССР, 1963, с. 46—57.

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. Тектоника и нефтегазоносность мезозойско-кайнозойских отложений юго-восточных районов Западной Сибири. Новосибирск, Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2002, 253 с.

Конторович В.А. Мезозойско-кайнозойская тектоника и нефтегазоносность Западной Сибири // Геология и геофизика, 2009, т. 50 (4), с. 461—474.

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.

Машкович К.А. Методы палеотектонических исследований в практике поисков нефти и газа. М., Недра, 1976, 221 с.

Прогноз месторождений нефти и газа / Под ред. А.Э. Конторовича, Э.Э. Фотиади, В.И. Демина, В.Б. Леонтовича, А.А. Растегина. М., Недра, 1981, 307 с.

Шатский Н.С. О тектонике северной окраины Донецкого бассейна // Бюл. МОИП, 1924, № 3, с. 15—30.

Поступила в редакцию

5 апреля 2011 г.