

СЕЙСМОСТРАТИГРАФИЯ, ИСТОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И ГАЗОНОСНОСТЬ СТРУКТУР НАДЫМ-ПУРСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ (Западная Сибирь)

В.А. Конторович^{1,2}, Д.В. Аюнова¹, И.А. Губин¹, С.В. Ершов¹, А.Ю. Калинин¹,
Л.М. Калинина^{1,2}, М.С. Канаков¹, М.В. Соловьев^{1,2}, Е.С. Сурикова¹, Н.И. Шестакова¹

¹ Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН,
630090, Новосибирск, просп. Академика Коптюга, 3, Россия

² Новосибирский государственный университет, 630090, Новосибирск, ул. Пирогова, 2, Россия

Приведена сейсмогеологическая характеристика разреза мезозойско-кайнозойского осадочного чела Надым-Пурского междуречья. Рассмотрены морфологические особенности юрского и апт-альб-сеноманского осадочных комплексов, восстановлена история формирования структур и выполнен анализ геологических процессов, предопределившие формирование сеноманских газовых залежей.

Отражающий горизонт, сейсмогеологический комплекс, сеноман, тектоника, газоносность, структура, ловушка, залежь, месторождение.

SEISMIC STRATIGRAPHY, FORMATION HISTORY AND GAS POTENTIAL OF THE NADYM-PUR INTERFLUVE AREA (West Siberia)

V.A. Kontorovich, D.V. Ayunova, I.A. Gubin, S.V. Ershov, A.Yu. Kalinin, L.M. Kalinina,
M.S. Kanakov, M.V. Solov'ev, E.S. Surikova, and N.I. Shestakova

The study presents a seismic and geological characterization of the Meso-Cenozoic sedimentary cover of the Nadym-Pur interfluve area and discusses the morphology of the Jurassic and Aptian-Albian-Cenomanian sedimentary complexes, formation history of structures, and geologic processes responsible for the formation of Cenomanian gas accumulations.

Reflector, seismic sequence, Cenomanian, tectonics, gas potential, structure, trap, pool, field

ВВЕДЕНИЕ

Район исследований расположен на севере Западной Сибири, в Ямало-Ненецком автономном округе, в западной части Надым-Пурского междуречья. В нефтегазоносном отношении рассматриваемая территория находится в Надымском и Губкинском нефтегазоносных районах (НГР) Надым-Пурской нефтегазоносной области (НГО) (рис. 1).

Непосредственно на площади исследований расположены Медвежье, Юбилейное и Ямсовейское уникальные по запасам нефтегазоконденсатные месторождения, приуроченные к высокоамплитудным антиклинальным структурам. Основные запасы и ресурсы углеводородов Надым-Пурской НГО сконцентрированы в сеноманском песчаном горизонте ПК₁, залегающем под кузнецовским региональным флюидоупором. На Медвежьем, Юбилейном и Ямсовейском месторождениях промышленные залежи углеводородов сконцентрированы также в нижележащих апт-альбских резервуарах и шельфовых пластах неокома. На Юбилейном месторождении продуктивен батский горизонт Ю₂, на Ямсовейской площади промышленные притоки нефти получены из ачимовских песчаников.

Несмотря на то, что Медвежье, Юбилейное и Ямсовейское месторождения являются нефтегазоконденсатными, основные запасы в них связаны со свободным газом, на долю которого приходится 99.6 % суммарных запасов углеводородов; при этом запасы сухого газа, сконцентрированного в сеноманских резервуарах, составляют 94.8 % от общих запасов газа и 94.4 % суммарных запасов углеводородов на этих месторождениях. На долю залежей нефти и конденсата, сконцентрированных в горизонте Ю₂, в неокомских и апт-альбских песчаных пластах составляют 0.04 % суммарных запасов углеводородов.

СЕЙСМОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

В Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции наиболее крупные скопления нефти и газа содержатся в осадочных мегакомплексах, перекрытых регионально развитыми глинистыми пачками — мегарегиональными флюидоупорами [Казаринов, 1958, 1963; Гулари и др., 1968; Карогадин, 1974; Геология..., 1975]. В мезозойско-кайнозойском осадочном чехле Западной Сибири выделяются три региональных нефтегазоносных мегакомплекса: триас-юрский (T_{2-3} -J), неокомский (берриас-нижнеаптский) (K_1) и апт-альб-сеноманский (K_1 - K_2). Мегакомплексы, к которым приурочены основные скопления нефти и газа, закономерно омолаживаются с юга на север. В южной части бассейна на территории Томской и Новосибирской областей наибольший интерес в отношении нефтегазоносности представляют юрские, в первую очередь верхнеюрские, отложения. В центральной части Западной Сибири и Ханты-Мансийском автономном округе в качестве основного нефтегазоперспективного мегакомплекса выступают неокомские (берриас-нижнеаптские) отложения, в северных и арктических районах провинции наибольшим потенциалом обладает апт-альб-сеноманский мегакомплекс.

В верхней части осадочного чехла залегают турон-маастрихтский и кайнозойский осадочные мегакомплексы. В северо-восточной части Западной Сибири в составе турон-маастрихтского комплекса выделяются газ-салинская песчаная пачка и серия сантонских песчаных пластов, с которыми связаны промышленные залежи углеводородов. В Надым-Пурском междуречье на Медвежьем месторождении в турон-маастрихтском мегакомплексе также выделен песчаный горизонт, в котором сконцентрированы значительные запасы газа.

В качестве самостоятельного объекта исследований на территории Западно-Сибирской провинции выступают палеозойские отложения.

Все мезозойско-кайнозойские осадочные мегакомплексы контролируются в кровле регионально развитыми флюидоупорами. В кровле триас-юрского мегакомплекса залегает баженовская свита и ее возрастные аналоги (верхняя юра, волжский ярус-низы берриаса), в кровле неокомского мегакомплекса — кошайская (нейтинская) пачка (нижний мел, апт), в кровле апт-альб-сеноманского мегакомплекса — кузнецовская свита (верхний мел, турон). Турон-маастрихтский комплекс перекрыт глинами талицкой свиты, датируемой ранним палеоценом.

Характерной особенностью мегарегиональных флюидоупоров является то, что все они представлены выдержанными по толщине трансгрессивными морскими глинистыми пачками, сформировавшимися в эпохи тектонического покоя и получившими распространение на обширных территориях Западной Сибири. Мегарегиональные флюидоупоры обладают аномально низкими относительно вмещающих пород акустическими характеристиками, и к этим геологическим реперам приурочены наиболее энергетически выраженные отражающие сейсмические горизонты (табл. 1, рис. 2).

В соответствии с наличием региональных сейсмических реперов в разрезе мезозойско-кайнозойских отложений Западной Сибири выделено шесть сейсмогеологических мегакомплексов: триасовый, юрский, неокомский (берриас-нижнеаптский), апт-альб-сеноманский, турон-маастрихтский и кайнозойский (см. рис. 2, табл. 2). Зонально и локально развитыми глинистыми флюидоупорами, к которым также приурочены отражающие горизонты, мегакомплексы разбиты на комплексы [Конторович и др., 2001; Конторович, 2009].

В рассматриваемом регионе, в разрезе мезозойско-кайнозойского осадочного чехла выделяются все реперные сейсмические горизонты и сейсмогеологические мегакомплексы, получившие развитие на территории Западно-Сибирской геосинеклизы (рис. 3).

Палеозойский сейсмогеологический мегакомплекс (комплекс основания). На рассматриваемой территории палеозой вскрыт двумя скважинами — Медвежья-1001 и Юбилейная-200, где он представлен известняками среднего девона.

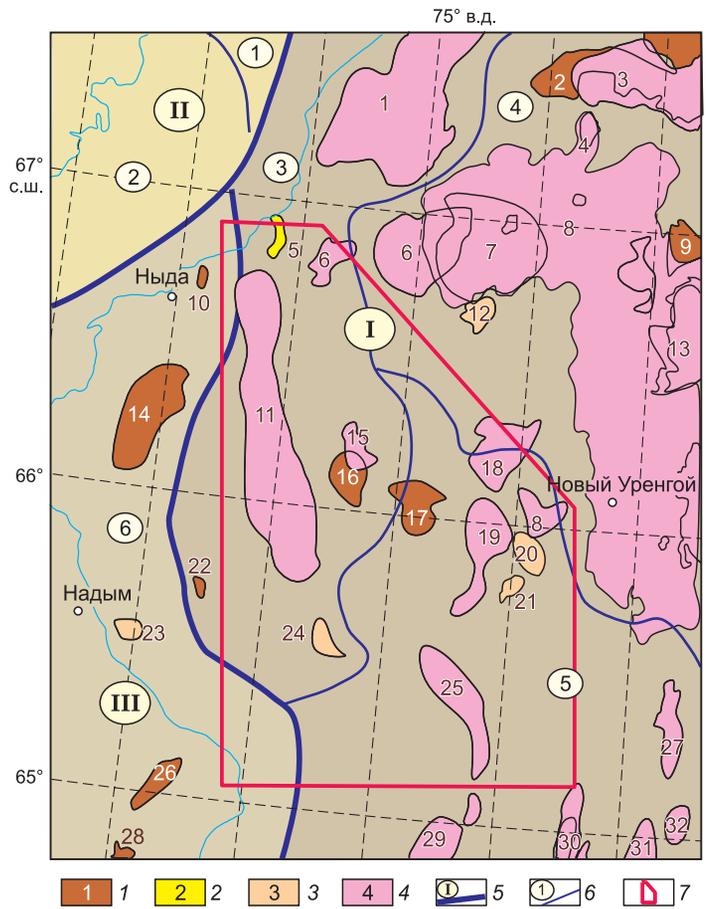
На большей части Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции палеозой перекрыт отложениями юры либо триаса. Триасовый комплекс пород имеет двучленное строение. Нижняя часть, выделяе-

Таблица 1. Стратификация реперных отражающих горизонтов

Индексация отражающих горизонтов	Стратиграфическая приуроченность (Западная Сибирь)
А	Подошва терригенного триаса / кровля красноселькупской серии триаса / кровля палеозоя
I ^a	Подошва юры / кровля терригенного триаса
Б	Кровля баженовской свиты и ее аналогов, верхняя юра, волжский ярус
М	Кровля кошайской пачки алымской свиты и ее аналогов, нижний мел, апт
Г	Кровля кузнецовской свиты, верхний мел, турон
С	Кровля ганькинской свиты, кровля мела

Рис. 1. Фрагмент схемы нефтегазогеологического районирования Западной Сибири.

1 — нефтяные, 2 — газовые, 3 — газоконденсатные, 4 — нефтегазоконденсатные месторождения; 5 — границы НГО, 6 — границы НГР, 7 — район исследования. Месторождения: 1 — Ямбургское, 2 — Оликуминское, 3 — Северо-Уренгойское, 4 — Пиричейское, 5 — Танусалинское, 6 — Западно-Песцовое, 7 — Песцовое, 8 — Уренгойское, 9 — Северо-Самбургское, 10 — Сандибинское, 11 — Медвежье, 12 — Южно-Песцовое, 13 — Самбургское, 14 — Лензитское, 15 — Южно-Падинское, 16 — Восточно-Медвежье, 17 — Западно-Юбилейное, 18 — Северо-Юбилейное, 19 — Юбилейное, 20 — Восточно-Юбилейное, 21 — Украинско-Юбилейное, 22 — Западно-Медвежье, 23 — Надымское, 24 — Пангодинское, 25 — Ямсовейское, 26 — Луцкаяхское, 27 — Стерховское, 28 — Средненадымское, 29 — Северо-Комсомольское, 30 — Северо-Губкинское, 31 — Западно-Таркосалинское, 32 — Дремучее.



Ярудейский мегавыступ
Правонадымская впадина
Медвежье-Нугинский наклонный мегавал
Южно-Ныдинская впадина
Нерутинская мегавпадина
Центрально-Уренгойский мезовал
Тазовский структурный мегазалив
Часельский наклонный вал

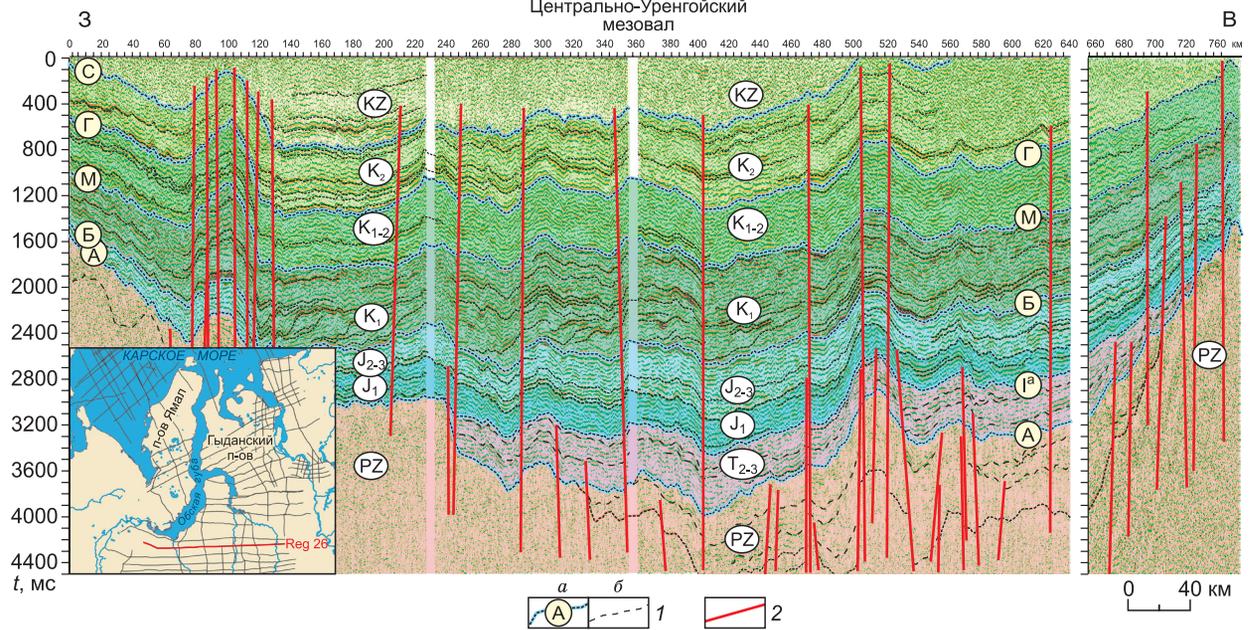


Рис. 2. Сейсмогеологический разрез по региональному профилю № 26.

1 — основные (а) и дополнительные (б) отражающие горизонты, 2 — разрывные нарушения.

Таблица 2.

Сейсмогеологические мегакомплексы

Сейсмогеологический мегакомплекс	Кровля сейсмокомплекса, отражающий горизонт	Подошва сейсмокомплекса, отражающий горизонт
Триасовый	А	I ^a
Юрский	I ^a	Б
Берриас-нижнеаптский (неокомский)	Б	М
Апт-альб-сеноманский	М	Г
Турон-маастрихтский	Г	С
Кайнозойский	С	

мая в составе красноселькупской серии, представлена главным образом базальтами, сформировавшимися в процессе раннетриасового рифтогенеза. Эта часть разреза наряду с палеозойскими образованиями, как правило, рассматривается в составе комплекса основания. В случае присутствия в разрезе раннетриасовых базальтов отражающий горизонт А, приуроченный к подошве мезозойско-кайнозойского осадочного чехла, контролирует кровлю этой толщи пород; при отсутствии в разрезе раннего триаса горизонт приурочен к кровле палеозоя.

На большей части Западно-Сибирского бассейна палеозойские отложения претерпели влияние процессов герцинской складчатости и раннетриасового рифтогенеза и представляют собой сильнометаморфизованные дислоцированные толщи. В этих зонах, на временных разрезах ниже отражающего горизонта А фиксируется хаотический энергетически невыразительный рисунок сейсмической записи. Именно такая волновая картина имеет место на исследуемой территории, где комплекс основания характеризуется хаотическими низкоамплитудными волновыми полями (см. рис. 3).

Триасовый сейсмогеологический мегакомплекс. На севере Западной Сибири в составе триаса выделены охарактеризованная выше красноселькупская и тампейская серии. Тампейская серия отвечает терригенному этапу седиментации, имевшему место в среднем—позднем триасе, красноселькупская — раннетриасовому вулканогенно-осадочному этапу седиментации [Казаков и др., 2002]. Тампейская серия, представленная терригенными породами — песчаниками, алевролитами и аргиллитами, выделена в составе триасового сейсмогеологического мегакомплекса. На рассматриваемой территории этот комплекс пород вскрыт в скв. Юбилейная-200.

На временных разрезах триасовый комплекс пород характеризуется переменнo-амплитудной субпараллельной сейсмofацией. Подошва терригенного триаса контролируется горизонтом А, кровля — отражающим горизонтом I^a (см. рис. 3). Триасовые терригенные отложения получили развитие на большей части исследуемой территории и отсутствуют только на западе; западная граница зоны распространения триасового комплекса проходит по осевой части Медвежьего мегавала (см. рис. 3).

Анализ временных разрезов свидетельствует о том, что терригенный триас развит на Ямсовейской и Юбилейной площадях. Максимальная мощность комплекса зафиксирована в Нерутинской мегавпадине, где она достигает 200—250 м. Отметим, что в скважинах СГ-6, СГ-7, расположенных в 100 км к востоку от исследуемой территории, терригенный триас имеет мощность соответственно 853 и 1372 м.

Юрский сейсмогеологический мегакомплекс. На временных сейсмических разрезах юрский мегакомплекс в подошве ограничен отражающим горизонтом I^a, в случае отсутствия терригенного триаса А, и отражающим горизонтом Б в кровле (см. рис. 3).

Отражающий горизонт Б (верхняя юра, волжский ярус) на большей части Западной Сибири связан с баженовской свитой. Благодаря аномальности акустических свойств, выдержанности толщины свиты на значительных территориях и ее широкому распространению, этот горизонт является наиболее надежным сейсмическим репером в Надым-Пурском регионе. На исследуемой территории, где толщина баженовской свиты, как правило, составляет 20—40 м, волновой пакет Б имеет длительность порядка 30—40 мс и представлен трехфазным колебанием; отражающий горизонт Б характеризуется высокой амплитудой, динамической выразительностью и устойчивостью.

Внутри юрского сейсмогеологического мегакомплекса выделяется серия квазипараллельных горизонту Б отражений Т-Т₅, формирующихся на углисто-глинистых пачках, выполняющих роль зональных флюидоупоров и позволяющих разделить мегакомплекс на серию сейсмогеологических комплексов (см. рис. 3, табл. 3).

Неокомский (берриас-нижнеаптский) мегакомплекс. На временных сейсмических разрезах основание неокомского комплекса контролируется отражающим горизонтом Б, кровля — горизонтом М.

Отражающий горизонт М (ранний мел, апт) на большей части Западной Сибири формируется на глинистой кошайской пачке, датируемой ранним аптом. В Надым-Пурском междуречье возрастным и генетическим аналогом кошайской пачки является нейтинская пачка, залегающая в средней части

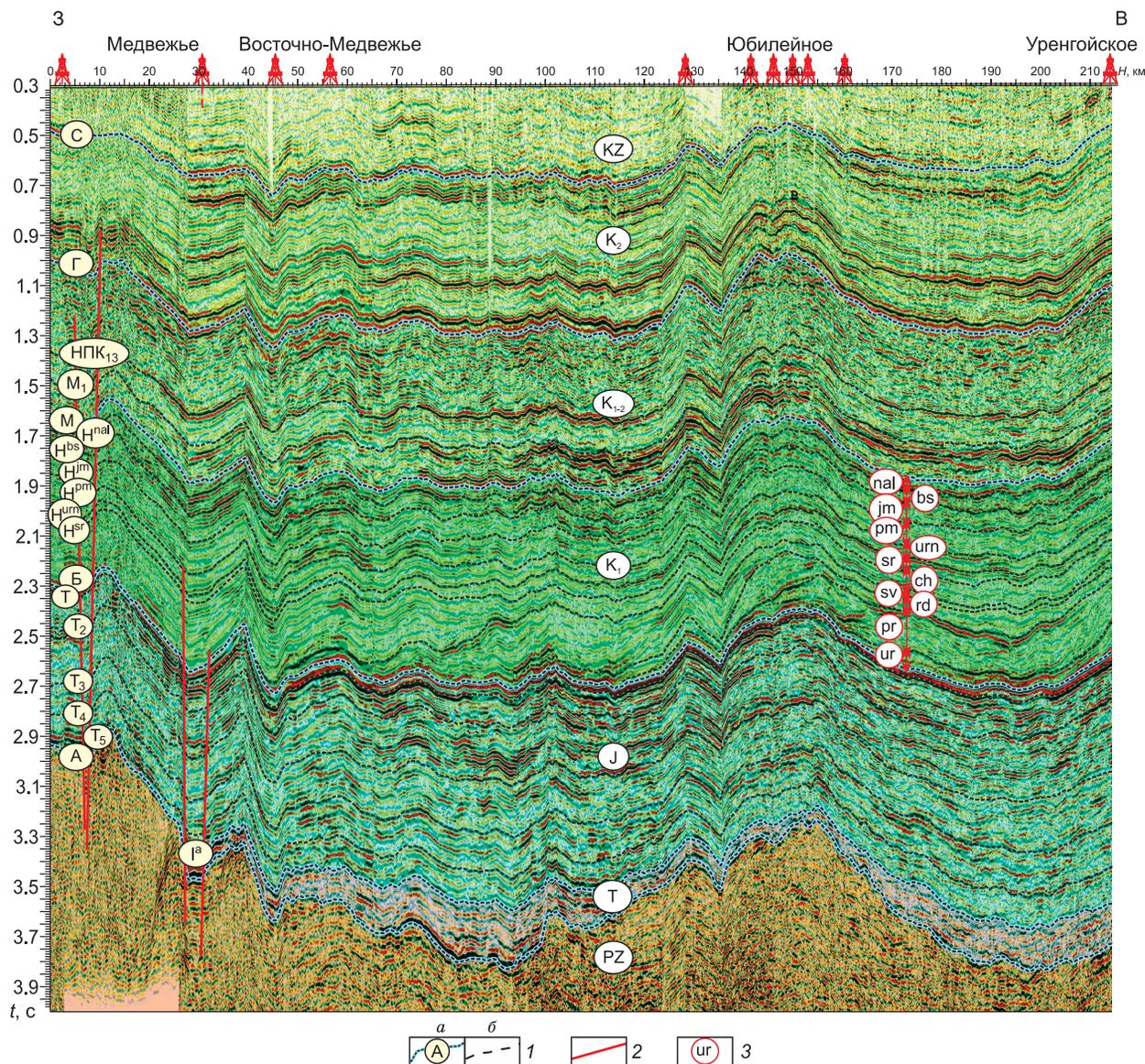


Рис. 3. Сейсмогеологический разрез по композитному профилю I (Надым-Пурский регион).

1 — основные (а) и дополнительные (б) отражающие горизонты, 2 — разрывные нарушения, 3 — сейсмические комплексы. Сейсмические комплексы: pr — пырейный СК, rd — родниковый СК, sv — савуйский СК, ch — чеускинский СК, sr — сармавовский СК, urn — уренгойский, pm — пимский СК, jm — ямбургский СК, bs — быстринский СК, nal — нижеальмский СК.

танопчинской свиты. Волновой пакет М представлен цугом колебаний, внутри которого происходит перераспределение энергии между отдельными фазами интерференционной волны. Этот горизонт характеризуется невысоким качеством прослеживания и является наименее надежным сейсмическим репером в осадочном чехле исследуемой территории.

В составе неокомского мегакомплекса выделяют клиноформный и шельфовый комплексы пород [Наумов и др., 1977; Нежданов, 1988; Карогодин и др., 2000]. Четкой отражающей границы, разделяющей клиноформный и шельфовый комплексы, нет. Клиноформная часть неокома отображается на временных разрезах серий косослойных отражающих горизонтов, последовательно приближающихся к горизонту Б. На большей части Западно-Сибирского бассейна и, в частности, на исследуемой территории неокомские отражающие горизонты наклонены в западном и северо-западном направлениях. Наиболее динамически выраженные и прослеживаемые на относительно больших расстояниях косослойные отражающие горизонты формируются на пачках трансгрессивных глин, которые обладают аномально низкими скоростями распространения продольных сейсмических волн и контролируют региональные клиноформы.

Таблица 3.

Отражающие горизонты триасового и юрского мегакомплекса

Индекс горизонта	Стратификация отражающих горизонтов	Песчаный пласт комплекса
А	Подошва осадочного чехла / кровля базальтов триаса — кровля палеозоя	
Г ^а	Кровля терригенного триаса / подошва юрского мегакомплекса	—
T ₅	Кровля геттанг-синемюрского сейсмокомплекса (резервуара)	Ю ₂₁
T ₄	Кровля плинсбахского сейсмокомплекса (резервуара)	Ю ₁₇₋₂₀
T ₃	Кровля тоарского сейсмокомплекса (резервуара)	Ю ₁₄₋₁₇
T ₂	Кровля аален-байосского сейсмокомплекса (резервуара)	Ю ₅₋₁₃
T	Кровля батского сейсмокомплекса (резервуара)	Ю ₂₋₄
Б	Кровля баженовской свиты/кровля юрского мегакомплекса (келловей-волжского сейсмокомплекса)	Ю ₁

В зоне шельфа, в ундаформной части отражающие горизонты, приуроченные к кровлям клиноформ, прослеживаются субпараллельно отражающему горизонту Б, при этом значения ΔT между этими горизонтами монотонно и незначительно уменьшаются в направлении падения клиноформ. В области склона углы наклона отражающих горизонтов резко увеличиваются, а в глубоководной зоне, в области фондоформы вновь выполаживаются. В Надым-Пурском междуречье неокомский комплекс пород имеет аналогичное строение — на временных разрезах фиксируется косослоистый рисунок сейсмических данных (см. рис. 3).

В рамках выполненных исследований осуществлена корреляция отражающих горизонтов и построены структурные карты по всем глинистым пачкам, контролирующим кровли клиноформ: (снизу вверх) урьевской, пырейной, родниковой, савуйской, чеускинской, сармановской, уренгойской, пимской, ямбургской, быстринской.

В Надым-Пурском междуречье ярко выраженное косослоистое строение имеют пырейная, родниковая, савуйская и чеускинская клиноформы, остальные глинистые пачки залегают квазипараллельно горизонту М. Стратиграфическая приуроченность неокомских отражающих горизонтов Надым-Пурского междуречья приведена на рис. 4.

Апт-альб-сеноманский мегакомплекс. На временных разрезах апт-альб-сеноманский мегакомплекс контролируется отражающими горизонтами М в подошве и Г в кровле.

Отражающий горизонт Г (верхний мел, турон), формирующийся на пачке аргиллитов кузнецовской свиты, наряду с горизонтом Б, является наиболее надежным сейсмическим репером в Западной Сибири — на большей части территории бассейна горизонт обладает высоким энергетическим уровнем, динамической выразительностью и устойчивостью.

Отражающий горизонт Г разделяет два сейсмогеологических мегакомплекса, характеризующихся различными рисунками сейсмической записи. Для преимущественно континентальных отложений апт-альб-сеномана характерны прерывистые, хаотически распределенные отражения; для перекрывающих морских отложений турон-маастрихтского мегакомплекса — выдержанные, энергетически выраженные отражающие горизонты с протяженными осями синфазности.

Отсутствие в разрезе апт-альб-сеномана регионально выдержанных глинистых пачек предопределяет прерывистый, динамически невыразительный характер сейсмической записи этой части разреза. На локальных площадях внутри апт-альб-сеноманского мегакомплекса выделяются приуроченные к локальным и зональным флюидоупорам относительно устойчивые отражающие горизонты, интенсивность и динамическая выразительность которых существенно меняются по площади. В основании апт-альб-сеноманского комплекса получили развитие два относительно устойчивых отражающих горизонта М₁ и НПК₁₃ (см. рис. 3).

Выше было отмечено, что в Надым-Пурском междуречье в сеноманских песчаных резервуарах, залегающих под кузнецовским флюидоупором, сконцентрированы уникальные по запасам залежи газа. Залежи по типу массивные и контролируются контрастными антиклинальными структурами. На таких объектах, на временных разрезах четко фиксируются отражающие горизонты, которые формируются на газоводяных контактах (ГВК). Эти отражения, как правило, квазигоризонтальны, либо имеют выпуклую вниз форму. На уровне замыкания антиклинальных ловушек горизонты, связанные с ГВК, сливаются с отражающим горизонтом Г, приуроченным к подошве кузнецовской свиты. Выпуклые вниз формы отражающих горизонтов, контролирующих ГВК, определяются существенным падением скоростей распространения продольных сейсмических волн в газонасыщенной части разреза. На исследуемой территории газоводяные контакты надежно отбиваются на временных разрезах, пересекающих Юбилейное и Ямсовейское месторождения. На Медвежьей площади ГВК на сейсмических разрезах не фиксируются

Рис. 4. Схема сопоставления пластов и отражающих горизонтов валанжин-нижнеаптских отложений Надым-Пурского междуречья.

ся, что связано с длительной разработкой и значительной обводненностью сеноманской залежи на этом месторождении (рис. 5).

Турон-маастрихтский и кайнозойский мегакомплекс. Залегающие в верхней части мезозойско-кайнозойского осадочного чехла отложения верхов мела и кайнозоя регионально-развитой глинистой пачкой талицкой свиты разделены на два осадочных мегакомплекса: турон-маастрихтский и кайнозойский.

Турон-маастрихтский сейсмогеологический мегакомплекс контролируется отражающим горизонтом Г в подошве, С — в кровле; кайнозойский мегакомплекс — отражающим горизонтом С в подошве и дневной поверхностью (линией приведения) в кровле. В Надым-Пурском междуречье отражающий горизонт С характеризуется высоким энергетическим уровнем, динамической устойчивостью и надежно прослеживается на временных сейсмических разрезах.

Турон-маастрихтский мегакомплекс характеризуется высокоамплитудным субпараллельным рисунком сейсмической записи, кайнозойский — преимущественно хаотическими волновыми полями.

СТРУКТУРНО-ТЕКТОНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

В рамках проведенных исследований были построены структурные карты по всем реперным отражающим горизонтам, проанализирована история развития основных структур и выполнена оценка влияния тектонических процессов на формирование сеноманских газовых залежей.

Кратко остановимся на сравнительной характеристике структурных планов кровли юры и сеномана.

Кровля юры. В структурном плане кровли юры на рассматриваемой территории выделяется Нерутинская и Верхнетанловская мегавпадины, расположенные соответственно в юго-западной и северо-восточной частях рассматриваемого района и серия положительных структур III—II порядков (рис. 6, А, табл. 4).

В северо-западной части района исследований расположены Медвежий вал, осложненный Южно-Медвежьим и Северо-Медвежьим локальными поднятиями, и Ныдинское локальное поднятие.

В рельефе кровли юры Медвежий вал, контролируемый изогипсой –3330 м, вытянут в северном направлении, имеет площадь 2040 км² и амплитуду 350 м. Ныдинское поднятие также несколько вытянуто в северном направлении и оконтурено на отметке –3260 м. Площадь структуры составляет 225 км², амплитуда — 85 м.

В западной части рассматриваемой территории находится Юбилейное поднятие, имеющее площадь 370 км². В рельефе кровли юры структура имеет изометричную форму, оконтурена на абсолютной глубине 3520 м и имеет амплитуду 230 м.

К югу от Юбилейной площади расположены Ямсовейское и Ярэйское локальные поднятия. Ямсовейское поднятие, контролируемое изогипсой –3300 м, несколько вытянуто в северо-западном направлении, имеет площадь 617 км² и амплитуду 390 м. Ямсовейская структура в рельефе кровли юры расположена в северной части Северного свода, контролируется изогипсой –3110 м, имеет площадь 128 км² и амплитуду 70 м.

Кровля сеномана. В рельефе кровли сеномана на исследуемой территории также выделяются две крупные депрессии I порядка — Нерутинская и Верхнетанловская мегавпадины (см. рис. 6, Б, табл. 4).

Ярус	Клиноформа	Медвежье	Уренгойское, Ямсовейское	Отражающий горизонт
АПТ		Кошайская (нейтинская) пачка		M
		ТП16-19	АУ6 АУ7	H ^{nal}
		Нижнеалымская пачка		
БАР-РЕМ	Быстринская	ТП20-26	АУ8 АУ9	H ^{bs}
		Быстринская пачка		
ГОТЕРИВ	Ямбургская	АН9	АУ10	H ^{im}
		АН10		
		Нижнеарктическая пачка		
		АН11	АУ11	
		БНО	БУ0	
	Пимская	БН1	БУ1-2	H ^{pm}
		БН2		
		БН3		
		БН4		
		Еньяхинская пачка		
	БН5	БУ3-4	H ^{pm}	
БН6				
Пимская пачка				
Уренгойская	БН7	БУ5		H ^{um}
	БН8	БУ6		
	БН8-2	БУ7		
	Уренгойская пачка (шоколадных глин)			
Сармановская	БН9	БУ8-0 БУ8	H ^{sr}	
	Сармановская пачка			
ВАЛАНЖИН	Чеускинская	БН10	БУ9	H ^{ch}
		БН11		
		БН12	БУ10	
		БН13	БУ11	
		БН14		
	БН15	БУ12-0		
	Чеускинская пачка			
Савуйская	БН16	БУ12	H ^{sv}	
Родниковая		Савуйская пачка	БУ13	H rd
		БУ14		
Пырейная		Родниковая пачка	БУ15	H ^{pr}
		Пырейная пачка		
Урвевская		БУ16		

Скелетовые и дистальные фацции

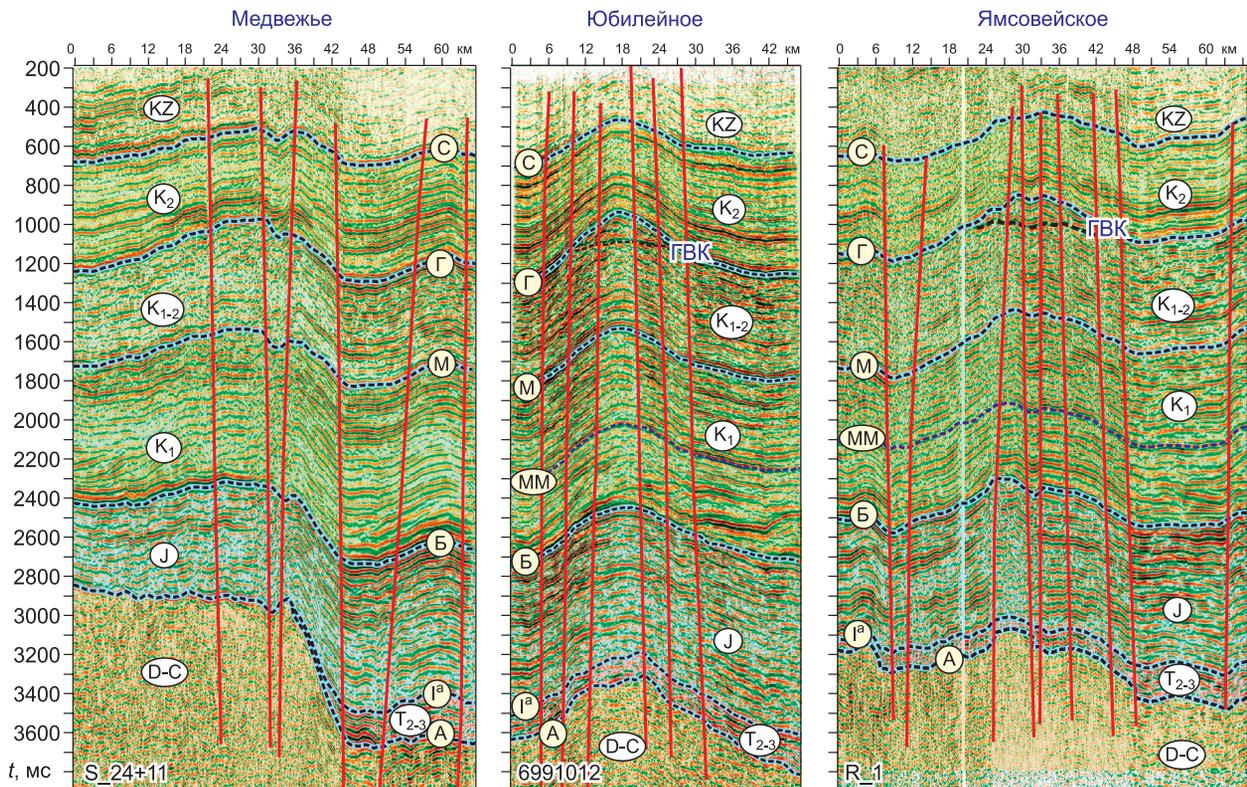


Рис. 5. Временные сейсмогеологические разрезы по профилям газоконденсатных месторождений: S_24+11 (Медвежье), 6991012 (Юбилейное) и R_1 (Ямсовейское).

В структурном плане этой поверхности Медвежий вал и Ныдинское поднятие на абсолютной глубине –1150 м объединены в единый тектонический элемент — Медвежий мегавал. Структура имеет ярко выраженную линейную форму, вытянута в северном направлении, имеет площадь 2310 км² и амплитуду — 155 м.

Юбилейная структура в рельефе отражающего горизонта Г также увеличивается в размерах, захватывая расположенный к югу небольшой купол и приобретая вытянутую в северном направлении форму. Поднятие оконтурено на отметке –1080 м, имеет площадь 475 км² и амплитуду 140 м.

Аналогичная тенденция имеет место и в районе Ямсовейской и Ярэйской площадей. В структурном плане кровли сеномана эти поднятия на абсолютной отметке –1060 м объединяются в единую замкнутую вытянутую в северном направлении положительную структуру — Ямсовейский вал, площадь которого составляет 1315 км², амплитуда — 285 м.

Параметры структур в рельефах отражающих горизонтов Б и Г приведены в табл. 4.

Сравнительный анализ структурных планов кровли юры и сеномана позволяет отметить, что вверх по разрезу амплитуды всех замкнутых положительных структур несколько уменьшаются, а их площади, напротив, существенно возрастают.

ИСТОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУР

Остановимся кратко на истории формирования положительных структур в мелу и кайнозое. Выше было отмечено, что все мегарегиональные флюидоупоры, перекрывающие нефтегазоперспективные мегакомплексы, формировались на этапах трансгрессий в морских обстановках и в условиях тектонического покоя. Эти реперные глинистые пачки имеют выдержанные толщины и получили развитие на обширных территориях Западной Сибири. Эти обстоятельства позволяют рассматривать мегарегиональные флюидоупоры в качестве квазиизохронных поверхностей выравнивания и использовать их при палеоструктурных реконструкциях, выполняемых с использованием метода мощностей [Белюсов, 1940; Гарецкий, Яншин, 1960; Машкович, 1976].

На рис. 6, В приведена карта толщин отложений, залегающих между баженовской и кузнецовской свитами, которая отображает тектонические процессы, имевшие место на исследуемой территории в

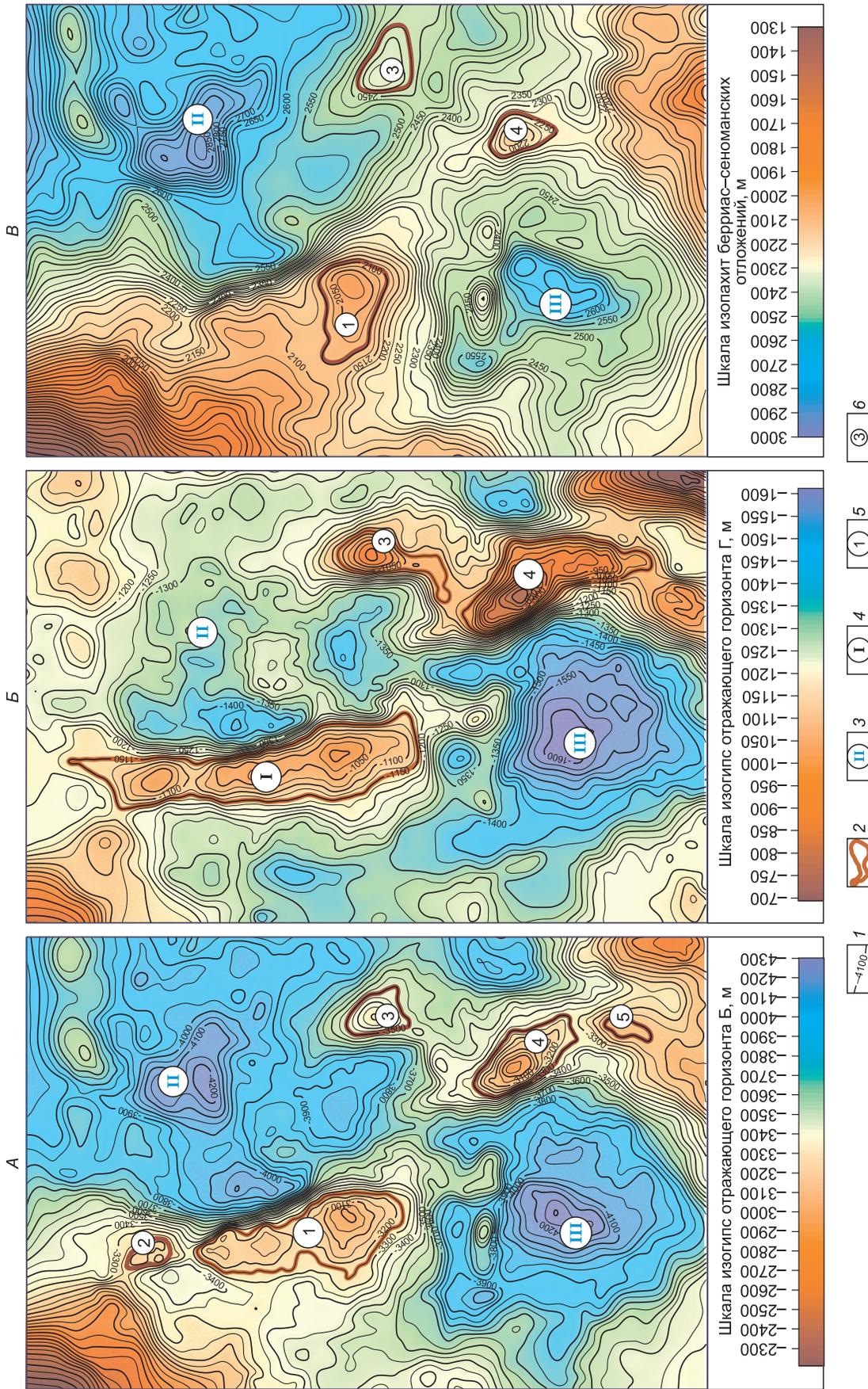


Рис. 6. Структурные карты по отражающим горизонтам Б (кровля юры) (А), Г (кровля сеномана) (Б), карта толщин берриас-сеноманских отложений (В).

1 — изолинии (м), 2 — контуры положительных структур, 3 — отрицательные структуры I порядка (II — Верхнетанловская, III — Нерутинская метавадина), 4—б — положительные структуры: I порядка (4) (I — Медвежий метавал), II порядка (5) (I — Медвежий, 4 — Ямсовейский вал), III порядка (6) (1 — Медвежье, 2 — Ныдинское, 3 — Юбилейное, 4 — Ямсовейское, 5 — Ярэйское локальные поднятия).

Таблица 4.

Параметры положительных структур

Отражающий горизонт Б (кровля юры)			Отражающий горизонт Г (кровля сеномана)				
Район	<i>L</i>	<i>S</i>	<i>A</i>	Район	<i>L</i>	<i>S</i>	<i>A</i>
Медвежий вал	–3330	2040	350	Медвежий мегавал	–1150	2310	155
Ньдинское поднятие	–3260	225	85	Юбилейное поднятие	–1080	475	140
Юбилейное поднятие	–3520	370	230	Ямсовейский вал	–1060	1315	285
Ямсовейское поднятие	–3300	617	390				
Ярэйское поднятие	–3110	128	70				

Примечание. *L* — оконтуривающая изогипса (м), *S* — площадь (км²), *A* — амплитуда (м).

берриас-сеноманское время; на рис. 6, *Б* — структурная карта по кровле сеномана (карта толщин турон-кайнозойских отложений), которая характеризует процессы, имевшие место в конце позднего мела и в кайнозое.

Анализ карты изопахит берриас-сеноманских отложений позволяет отметить, что на этом этапе развития происходило региональное погружение северо-восточных районов исследуемой территории, на фоне которого активно формировалась Нерутинская депрессия и некоторую тенденцию к относительному опусканию испытывала Верхнетанловская мегавпадина.

Линейные, вытянутые в северном направлении положительные структуры в берриас-сеномане образовывались; в это время некоторую тенденцию к относительному росту испытывали только небольшие купола.

Благодаря этим процессам к туронскому веку в рельефе кровли юры были сформированы Южно-Медвежье, Юбилейное и Ямсовейское поднятия, имевшие незначительные размеры и изометричные формы. Амплитуды Южно-Медвежьего, Юбилейного и Ямсовейского палеоподнятий в туронском палеорельефе кровли юры составляли 60—80 м — порядка 25 % от амплитуд структур, выделенных в современном рельефе кровли юры.

Анализ результатов структурных, палеоструктурных построений и сейсмических материалов свидетельствует о том, что формирование относительно крупных, высокоамплитудных, вытянутых в северном направлении структур, с которыми связаны крупные газовые залежи, началось в конце позднего мела и наиболее интенсивно происходило в кайнозое. Учитывая, что в туронском веке рельеф кузнецовской свиты представлял собой слабодислоцированную квазиизохронную поверхность выравнивания, очевидно, что в рельефе этой поверхности формирование антиклинальных структур происходило исключительно в посттуронское время. Эти же процессы в значительной мере предопределили и формирование относительно крупных поднятий в структурных планах юрских, неокомских и апт-альбских резервуаров, с которыми на исследуемой территории также связаны промышленные залежи углеводородов.

Анализ временных сейсмических разрезов позволяет сделать вывод о том, что все высокоамплитудные положительные структуры Надым-Пурского междуречья осложнены постсеноманскими разломами, секущими практически весь мезозойско-кайнозойский осадочный чехол. Это обстоятельство также свидетельствует об интенсивности кайнозойских тектонических процессов.

На рис. 7 приведена серия палеоразрезов, характеризующих строение территории на время формирования нейтинской пачки (низы апта), кузнецовской свиты (турон) ганькинской свиты (ранний палеоцен), и современный временной разрез по композитному профилю, пересекающему Медвежье, Юбилейное и Ямсовейское месторождения. Эти материалы также свидетельствуют о доминирующем влиянии постсеноманских, в первую очередь, кайнозойских тектонических процессов на формирование антиклинальных ловушек, контролирующих залежи углеводородов.

НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ

Выше было отмечено, что в Надым-Пурском междуречье уникальные залежи газа сконцентрированы главным образом в сеноманских песчаных резервуарах и контролируются высокоамплитудными антиклинальными структурами.

По состоянию на начало 2015 г. в Надымском и Губкинском НГР более 90 % всех запасов углеводородов связано с сеноманскими резервуарам, залегающими под кузнецовским флюидоупором [Казанков и др., 2014]. В то же время в этом регионе промышленные залежи нефти и газа сконцентрированы также в среднеюрском горизонте Ю₂, неокомских и апт-альб-сеноманских песчаных пластах.

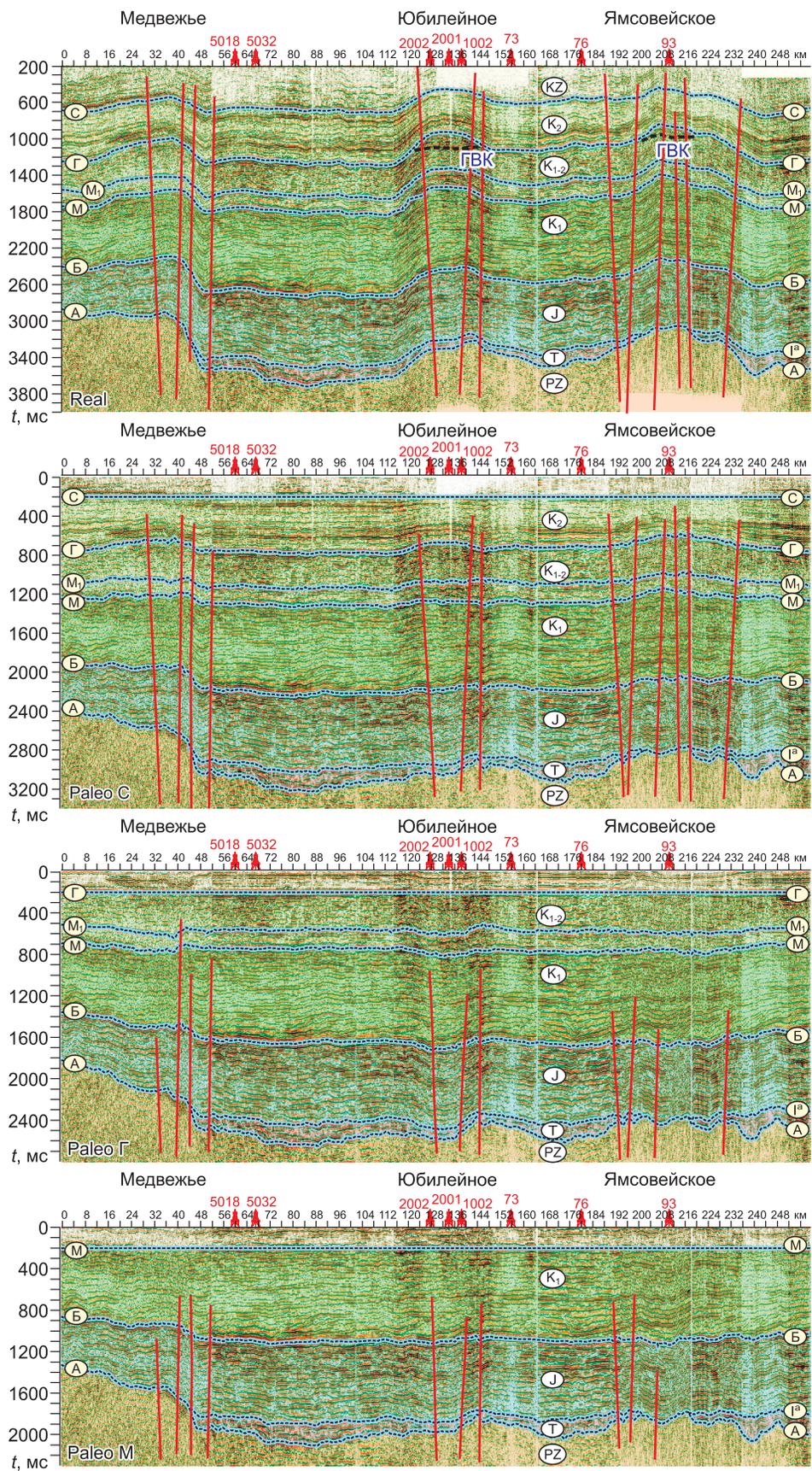


Рис. 7. Современный временной разрез (Real) и палеоразрезы, выровненные на кровлю аптского (Paleo M), туронского (Paleo Г) яруса, и на начало кайнозоя (Paleo C) по композитному профилю П.

Залежи нефти, конденсата и жирного газа, сконцентрированные в юре и неокоме, связаны с юрскими нефтепроизводящими толщами; залежи сухого газа-метана, приуроченные к песчаным резервуарам апт-альб-сеномана, формировались главным образом за счет генерации углеводородов угленосными формациями, залегающими в низах покурского горизонта, выше нейтинской пачки [Геология..., 1975; Конторович и др., 1999; Ермилов и др., 2004].

Анализ результатов структурных построений позволяет отметить два момента:

1. В настоящее время нейтинская пачка, выше которой залегают основные угленосные формации апта, на Медвежьей, Ямсовейской и Юбилейной площадях находится на глубинах 1850—2100 м; в Нерутинской и Верхнетанловской мегавпадинах — на глубинах 2300—2600 м.

2. На исследуемой территории мощность кайнозоя составляет на поднятиях 500—600 м, в мегавпадинах — 700—900 м.

Эти данные позволяют сделать вывод о том, что к началу кайнозоя глубина залегания аптских угленосных формаций составляла 1400—1700 м, т.е. эта толща пород находилась на глубинах, при которых наиболее интенсивно протекает генерация метана в верхней зоне газообразования [Геология..., 1975].

Следует также отметить, что по результатам исследований, выполненных в ИНГГ СО РАН, был сделан вывод о том, что на севере Западной Сибири литификация глин кузнецовской свиты до стадии флюидоупора произошла приблизительно 65 млн лет назад, т.е. в начале палеоцена [Конторович и др., 2013].

Таким образом, в конце позднего мела и в кайнозое произошла серия принципиально важных геологических процессов:

— формирование в рельефе кузнецовской свиты крупных высокоамплитудных антиклинальных структур — ловушек;

— литификация глин кузнецовской свиты и формирование туронского мегарегионального флюидоупора;

— интенсивная генерация газообразных углеводородов (метана) аптскими угленосными формациями.

Именно совокупность этих процессов предопределила формирование газовых залежей на месторождениях исследуемого региона, а отсутствие в разрезе апт-альб-сеномана Надым-Пурского междуречья регионально развитых флюидоупоров обеспечило полное заполнение ловушек и максимальную концентрацию газа в сеноманских песчаных пластах, залегающих под кузнецовским региональным флюидоупором.

Анализ геолого-геофизических материалов позволяет сделать вывод о том, что по аналогичному сценарию с незначительными вариациями происходило формирование ловушек и уникальных альб-сеноманских газовых залежей на большинстве месторождений северных и арктических районов Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции.

Отличие месторождений крайнего севера, расположенных в Нурминском НГР и, особенно, в Гыданской НГО, заключается в том, что здесь основные запасы газа сконцентрированы не в сеномане, а в альбских планах группы ТП, залегающих в верхней части таноппинской свиты [Казаненков и др., 2014]. Связано это с тем, что в этих районах в верхней части альба получила развитие морская толща осадков яронгской свиты, в основании которой залегают мощная глинистая пачка, являющаяся надежным флюидоупором и препятствующая миграции газа в вышележащие сеноманские резервуары.

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., Гурова Т.Н., Казаринов В.П., Конторович А.Э., Нестеров И.И., Перозио Г.Н., Прозорович Г.Э., Ростовцев Н.Н., Сорокина Е.Г. Литолого-геохимические факторы формирования и размещения залежей нефти и газа в мезозойских отложениях Западно-Сибирской плиты // Материалы по литологии и геохимии нефтегазоносных бассейнов Сибири. Новосибирск, СНИИГГиМС, 1968, с. 5—10.

Ермилов О.М., Карогодин Ю.Н., Конторович А.Э., Тер-Саакян Ю.Г., Агалаков С.Е., Беляев С.Ю., Борисова Л.С., Букреева Г.Ф., Бурштейн Л.М., Гордеев В.Н., Дмитрук В.В., Жилина И.В., Конторович В.А., Красавчиков В.О., Супруненко О.И., Чупова И.М., Фурсенко Е.А. Особенности

геологического строения и разработки уникальных залежей газа крайнего севера Западной Сибири. Новосибирск, Изд-во СО РАН, 2004, 140 с.

Казаков А.М., Константинов А.Г., Курушин Н.И., Могучева Н.К., Соболев Е.С., Фрадкина А.Ф., Ядренкин А.В., Девятков В.П., Смирнов Л.В. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Триасовая система. Новосибирск, Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2002, 322 с.

Казаненков В.А., Ершов С.В., Рыжкова С.В., Борисов Е.В., Пономарева Е.В., Попова Н.И., Шапорина М.Н. Геологическое строение и нефтегазоносность региональных резервуаров юры и мела в Карско-Ямальском регионе и прогноз распределения в них ресурсов углеводородов // Геология нефти и газа, 2014, № 1, с. 27—49.

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

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

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

Карогодин Ю.Н., Казаненков В.А., Рыльков С.А., Ершов С.В. Северное Приобье Западной Сибири. Геология и нефтегазоносность неокома: системно-литологический аспект / Ред. А.Э. Конторович. Новосибирск, Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2000, 200 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 А.Э., Бурштейн Л.М., Малышев Н.А., Сафронов П.И., Гуськов С.А., Ершов С.В., Казаненков В.А., Ким Н.С., Конторович В.А., Костырева Е.А., Меленевский В.Н., Лившиц В.Р., Поляков А.А., Скворцов М.Б. Историко-геологическое моделирование процессов нефтидогенеза в мезозойско-кайнозойском осадочном бассейне Карского моря (бассейновое моделирование) // Геология и геофизика, 2013, т. 54 (8), с. 1179—1226.

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.

Наумов А.Л., Онищук Т.М., Биншток М.М. Об особенностях формирования разреза неоконских отложений Среднего Приобья // Геология и разведка нефтяных и газовых месторождений Западной Сибири. Тюмень, ТИИ, 1977, с. 39—49.

Нежданов А.А. Основные закономерности строения сейсмостратиграфических комплексов неокома Западной Сибири // Геофизические методы при обосновании объектов нефтепоисковых работ в центральных районах Западной Сибири. Тюмень, ЗапСибНИГНИ, 1988, с. 62—70.

*Рекомендована к печати 24 сентября 2015 г.
А.Э. Конторовичем*

*Поступила в редакцию
3 августа 2015 г.*