

СТРАТИГРАФИЯ И НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ

УДК 551.7.02:551.762.3 (571.1)

БАЖЕНОВСКИЙ ГОРИЗОНТ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ:
СТРОЕНИЕ, КОРРЕЛЯЦИЯ И ТОЛЩИНЫ

С.В. Рыжкова^{1,2}, Л.М. Бурштейн^{1,2}, С.В. Ершов¹, В.А. Казаненков¹, А.Э. Конторович^{1,2},
В.А. Конторович^{1,2}, А.Ю. Нехаев¹, Б.Л. Никитенко^{1,2}, М.А. Фомин^{1,2}, Б.Н. Шурыгин^{1,2},
А.Л. Бейзель¹, Е.В. Борисов¹, О.В. Золотова¹, Л.М. Калинина^{1,2}, Е.В. Пономарева¹

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

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

На основе комплексного анализа палеонтологической, литологической, геофизической (каротаж скважин, сейсморазведка МОГТ) и геохимической информации на территории Западно-Сибирского бассейна выделены типовые разрезы баженовского горизонта и свит, входящих в него. Баженовский горизонт прослежен по территории всего Западно-Сибирского осадочного бассейна. Предложены критерии выделения кровли и подошвы горизонта для районов распространения стратиграфических аналогов баженовской свиты. Выполнено фациально-стратиграфическое районирование баженовского горизонта, отражающее пространственное положение всех свит, входящих в его состав. Построена карта толщин баженовского горизонта, которые в области распространения баженовской и тутлеймской свит изменяются от 15 до 25 м, мулымьинской — 30—35 м, даниловской — до 45 м, марьяновской — 40—65 м, гольчихинской — до 100 м, яновстанской — до 350 м и более, баганской — до 35 м, максимьярской — 35—40 м. Вдоль Восточно-Сибирской суши выделен маргинальный, по А.П. Лисицыну, фильтр.

Баженовский горизонт, баженовская свита, корреляция скважин, маргинальный фильтр, Западная Сибирь.

THE BAZHENOV HORIZON OF WEST SIBERIA: STRUCTURE, CORRELATION, AND THICKNESS

S.V. Ryzhkova, L.M. Burshtein, S.V. Ershov, V.A. Kazanenkov, A.E. Kontorovich,
V.A. Kontorovich, A.Yu. Nekhaev, B.L. Nikitenko, M.A. Fomin, B.N. Shurygin, A.L. Beizel',
E.V. Borisov, O.V. Zolotova, L.M. Kalinina, and E.V. Ponomareva

The type sections of the Bazhenov Horizon and formations recognized within this horizon have been identified based on a comprehensive analysis of paleontological, lithological, geophysical (well-log and CDP seismic data), and geochemical data on the West Siberian Basin. The Bazhenov Horizon was traced throughout the entire West Siberian sedimentary basin. The criteria for the recognition of the top and base of this horizon within the stratigraphic equivalents of the Bazhenov Formation were suggested. The proposed facies-stratigraphic zonation of the Bazhenov Horizon reflects the spatial location of all formations identified within this horizon. As seen on the newly proposed thickness map, the Bazhenov Horizon reaches a thickness of 15–25 m within the Bazhenov and Tutleim Formations, 30–35 m within the Mulym'ya Formation, 30–45 m within the Danilov Formation, 40–65 m within the Mar'yanovka Formation, up to 100 m within the Golchikha Formation, >350 m within the Yanov Stan Formation, up to 35 m within the Bagan Formation, and 35–40 m within the Maksimkin Yar Formation. A marginal filter (according to A.P. Lisitzin) has been identified along the East Siberian land.

Bazhenov Horizon, Bazhenov Formation, well-to-well correlation, marginal filter, West Siberia

ВВЕДЕНИЕ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОНЯТИЯ «БАЖЕНОВСКИЙ ГОРИЗОНТ»

В работе [Конторович и др., 1975] в качестве одного из региональных стратиграфических подразделений в мезозойско-кайнозойском разрезе Западно-Сибирской геосинеклизы было предложено выделять горизонты. Решением Четвертого межведомственного совещания по созданию унифицированных и корреляционных стратиграфических схем для Западно-Сибирской равнины, проводившегося

© С.В. Рыжкова[✉], Л.М. Бурштейн, С.В. Ершов, В.А. Казаненков, А.Э. Конторович, В.А. Конторович, А.Ю. Нехаев, Б.Л. Никитенко, М.А. Фомин, Б.Н. Шурыгин, А.Л. Бейзель, Е.В. Борисов, О.В. Золотова, Л.М. Калинина, Е.В. Пономарева, 2018

[✉]e-mail: rzhkovasv@ipgg.sbras.ru

DOI: 10.15372/GiG20180709

17—19 ноября 1976 г. и решениями комиссии МСК по юрской системе от 25—28 января 1978 г. это предложение было принято и понятие «горизонт» внесено в Общую стратиграфическую шкалу [Указания..., 1984]. Горизонт — отложения, прослеживаемые по всей территории региона, образовавшиеся в определенный этап развития седиментационного бассейна. В соответствии с этими решениями в региональной стратиграфической схеме Западно-Сибирской равнины был выделен горизонт, охватывающий волжский ярус и низы берриаса. По имени свиты, распространенной на наибольшей площади на этом возрастном уровне, он был назван баженовским.

В 60-70-х годах прошлого века большинством специалистов было принято, что баженовская свита является не только нефтепроизводящей, а и промышленно-газонефтеносной [Гурари, 1961; Гурари и др., 1963; Новиков и др., 1980; Конторович и др., 1975; и др.]. Эта свита и ее стратиграфические аналоги, характеризующиеся высоким содержанием органического вещества, являются объектом изучения многих научных коллективов [Сверчков, 1958; Черников, Запивалов, 1958; Конторович и др., 1967, 1975, 2016; Новиков и др., 1970; Атлас..., 1976; Булыникова и др., 1978; Брадучан и др., 1986; Ушатинский, 1981; Гурари и др., 1988; Полякова и др., 2002].

Исследований, посвященных геологии баженовского горизонта как самостоятельного объекта, сформировавшегося на определенном этапе истории Западно-Сибирского осадочного бассейна, крайне мало [Гольберт и др., 1968; Конторович и др., 1975; Булыникова и др., 1978; Брадучан и др., 1986]. За время, прошедшее после выделения баженовского горизонта, была существенно дополнена палеонтологическая характеристика входящих в его состав свит, выделены новые свиты, на несравненно более детальном уровне изучены литология, органическая геохимия, природа резервуаров нефти и газа в нем. Для изучения условий седиментации, последующих преобразований на этапах диа- и катагенеза, оценки газонефтегенерационного потенциала, перспектив нефтегазоносности карбонатно-кероген-глинисто-кремнистой толщи баженовского горизонта необходим единый подход к его выделению и корреляции на всей территории Западно-Сибирского бассейна. Эта задача оказалась непростой, и схемы корреляции, и стратиграфические разбивки разрезов скважин, выполненные различными группами исследователей, существенно различаются.

Обоснованию и унификации методики выделения баженовского горизонта и его корреляции в разнофациальных зонах Западно-Сибирского бассейна, а также некоторым полученным при этом важными результатам посвящена настоящая статья.

ЛИТОСТРАТИГРАФИЯ, ФАЦИАЛЬНО-СТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ

Баженовский горизонт включает баженовскую свиту, нижние подсвиты тутлеймской и мулымьинской свит, федоровскую свиту, верхние подсвиты даниловской и марьяновской свит, верхние части разрезов баганской, гольчихинской, максимоярской и яновстанской свит (рис. 1).

Уточненная в соответствии с новейшими данными схема распространения свит баженовского горизонта на территории Западно-Сибирского бассейна показана на рис. 2.

Приведенная схема распространения отдельных свит излишне сложна. Однако это сложилось исторически, поскольку на первых этапах исследования огромного бассейна отдельные его районы изучали разные группы геологов, и они давали названия выделенным им геологическим телам свит независимо. Когда пришло время составить общую региональную стратиграфическую схему для всего бассейна, названия свит были сохранены в соответствии со стратиграфическим кодексом и правилом приоритета. Поскольку первоначально границы между свитами (разными фациальными зонами) были проведены на основании редкой сети скважин, с течением времени они, естественно, уточнялись. На рис. 2 они показаны так, как это представляется авторам статьи, на основании изучения разрезов свыше 6850 скважин и данных сейсмостратиграфии.

КРИТЕРИИ ВЫДЕЛЕНИЯ БАЖЕНОВСКОГО ГОРИЗОНТА В РАЗРЕЗАХ СКВАЖИН

Породы баженовской свиты (и ее стратиграфических аналогов) накапливались в условиях максимума позднечурской трансгрессии и являются (по крайней мере, баженовская и нижняя подсвита тутлеймской) продуктом преимущественно биогенной седиментации [Гурова, Казаринов, 1962; Гольберт и др., 1968; Булыникова и др., 1978; Ушатинский, 1981; Брадучан и др., 1986; Зубков, Мормышев, 1987; Зубков, 2001; Конторович и др., 2016, и др.]. По литологии, химическому составу пород, в частности, содержанию урана и, соответственно, физическим параметрам баженовская свита резко отличается от выше- и нижележащих пород. Эти свойства делают ее важным региональным репером при расчленении разреза по результатам геофизических исследований скважин и интерпретации материалов сейсморазведки МОГТ.

Используемая в работе методика расчленения и корреляции полифациальной толщи баженовского горизонта опирается на комплексный подход. Базовой при выделении в скважинах баженовского

Система	Отдел	Ярус	Региоярус	Горизонт	Свита														
Меловая	Нижний	Берриасский	Рязанский	Баженовский	Федоровская	Даниловская (верхняя подсвита)	Мульминская (нижняя подсвита)	Тутлеймская (нижняя подсвита)	Баженовская		Яновстанская	Баженовская	Баженовская	Баженовская	Марьяновская	Баганская	Баженовская	Марьяновская	Максимовская
		Титонский	Волжский		Баженовский	Федоровская	Даниловская (верхняя подсвита)	Мульминская (нижняя подсвита)	Тутлеймская (нижняя подсвита)	Баженовская		Яновстанская	Баженовская	Баженовская	Баженовская	Марьяновская	Баганская	Баженовская	Марьяновская
Юрская	Верхний	Кимериджский		Георгиевский	Лопсинская						Яновстанская		Георгиевская	Георгиевская	Марьяновская	Баганская	Георгиевская	Марьяновская	Максимовская
		Оксфордский		Васюганский	Маурыннская	Даниловская (нижняя подсвита)	Вогулинская толща Абалакская	Абалакская	Нурминская	Гольчихинская	Сиговская	Абалакская	Васюганская	Татарская	Татарская	Татарская	Наунакская	Наунакская	Тяжинская
	Средний	Келловейский									Точинская								
		Батский																	

1 2 3

Рис. 1. Свиты, выделяемые в составе келловей и верхней юры Западно-Сибирского осадочного бассейна.

1—3 — горизонты: 1 — баженовский, 2 — георгиевский, 3 — васюганский.

горизонта в силу полифаціальности и литологической изменчивости разрезов была принята палеонтологическая информация. С этой целью в ИНГГ СО РАН сформировали банк палеонтологических макро- и микрофаунистических определений верхней юры и низов нижнего мела и выполнили переинтерпретацию палеонтологических определений прошлых лет. Кроме того, исследован на макро- и микрофауну керн ряда ранее не изученных палеонтологически разрезов скважин, вскрывших полные разрезы баженовской, марьяновской, гольчихинской и яновстанской свит.

В ходе работы были рассмотрены стратотипы свит и на основе современных геолого-геофизических данных отобраны скважины, разрезы которых приняты как типовые (эталонные) (см. рис. 2) [Борисов и др., 2017]. Учитывались результаты типизации разрезов баженовской свиты, выполненные ранее для всей Западной Сибири либо для крупных участков ее территории [Конторович и др., 1975; Булыникова и др., 1978; Ушатинский, 1981; Гайдебурова, 1982; Брадучан и др., 1986; Полякова и др., 2002; Мухер и др., 2016]. Были уточнены границы распространения и зоны отсутствия отложений баженовского горизонта. Так называемые аномальные разрезы баженовской свиты в работе не рассматривались.

Была также использована детальная литолого-геохимическая информация о строении разрезов для 15 скважин, пробуренных с полным отбором керна, для фаціальной интерпретации разрезов с целью корректного выделения в разрезах и прослеживания по территории фаціальных аналогов высокоуглеродистой карбонатно-кероген-глинисто-кремнистой толщи.

Единый подход к анализу геофизических исследований в скважинах, пробуренных на территории бассейна, позволил осуществить выделение баженовского горизонта и корреляцию разрезов скважин на этом стратиграфическом уровне с максимальной детальностью.

Для этих целей использовали различные геофизические методы исследований скважин: электрический каротаж (зонды кажущегося сопротивления (КС), индукционный (ИК), боковой каротаж (БК), потенциал самопроизвольной поляризации (ПС)), кавернометрия (КВ), акустический каротаж (АК), радиоактивный каротаж (гамма-каротаж (ГК), нейтронный гамма-каротаж (НГК) и его модификации). На первых этапах анализа предпочтение отдавалось скважинам, в которых породы баженовского горизонта охарактеризованы комплексом всех перечисленных методов.

Следует также иметь в виду, что поскольку породы баженовского горизонта изучаются более шестидесяти лет, приходилось анализировать результаты геофизических исследований скважин раз-

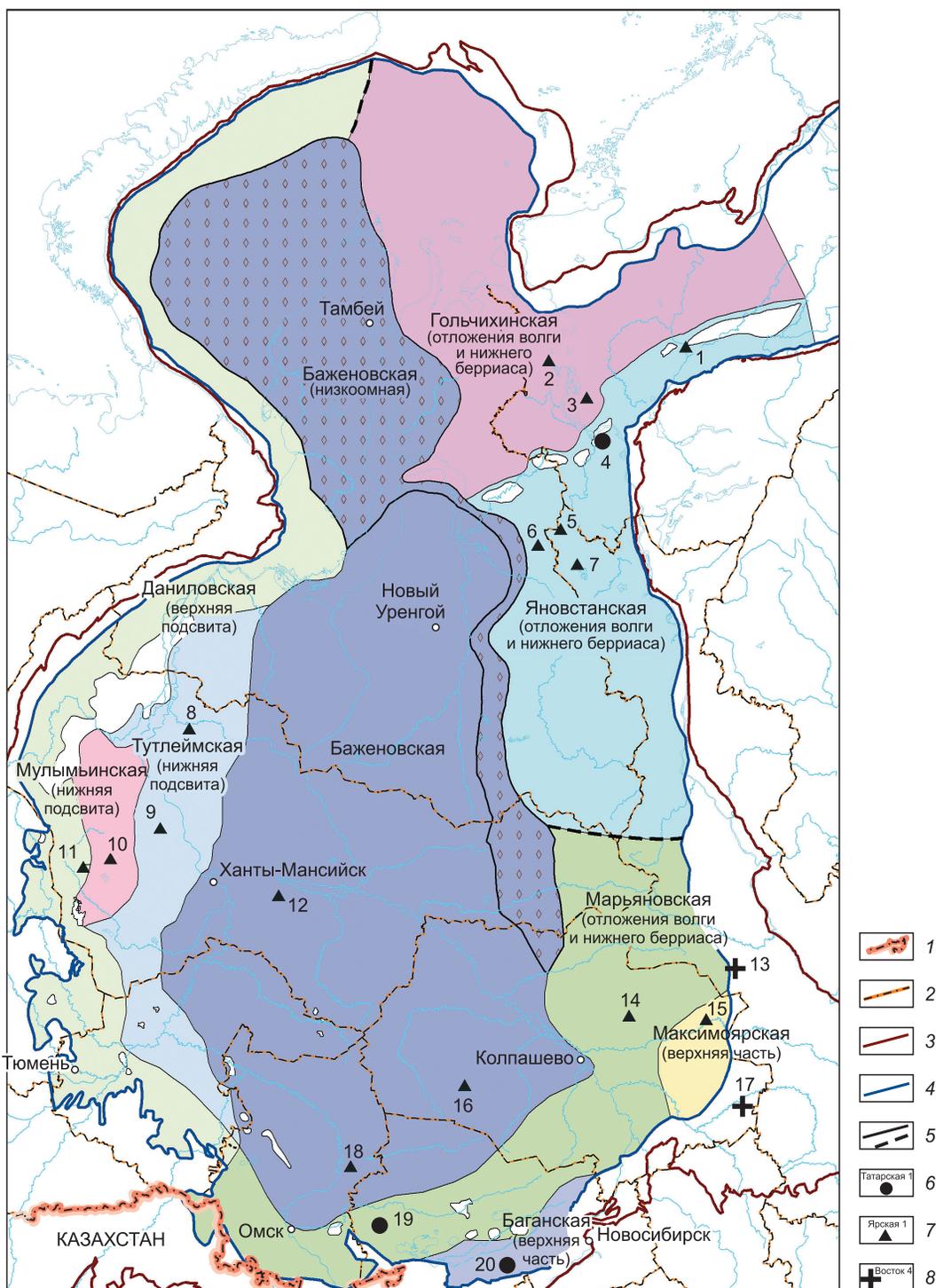


Рис. 2. Фациально-стратиграфическое районирование отложений баженовского горизонта Западно-Сибирского осадочного бассейна.

1—5 — границы: 1 — государственная, 2 — административная, 3 — распространения отложений мезозоя, 4 — площадного распространения верхнеюрских отложений, 5 — свит, в составе которых присутствуют отложения баженовского горизонта (а), то же, условные (б); 6—8 — скважины, в которых: 6 — выделен стратотип свиты, включающей баженовский горизонт, 7 — выделены типовые разрезы баженовского горизонта, 8 — доказано отсутствие баженовского горизонта. Цифры на рисунке — скважины: 1 — Рассохинская 1; 2 — Дерябинская 6; 3 — Пайяхская 4; 4 — Малохетская 10; 5 — Туколандо-Вадинская 320; 6 — Хальмерпаятинская 2099; 7 — Тагульская 8; 8 — Лыхминская 172; 9 — Ем-Еговская 4; 10 — Даниловская 10009; 11 — Лазаревская 10120; 12 — Северо-Салымская 1183; 13 — Восток 4; 14 — Няргинская 1; 15 — Ярская 1; 16 — Арчинская 47; 17 — Чулымская 1; 18 — Никольская 1; 19 — Татарская 1; 20 — Южно-Чулымская 1.

ных лет. За это время неоднократно менялись комплекс методов ГИС, аппаратура, ее инструментальные погрешности, разрешающая способность для выполнения различных видов каротажа. В связи с этим количественные критерии для отдельных видов ГИС для выделения верхней (кровля) и нижней (основание) поверхностей баженовского горизонта в скважинах для территории Западно-Сибирского бассейна и отдельных его фациальных зон установить не удалось.

Особое внимание в настоящем исследовании было уделено выделению и прослеживанию реперных границ разного ранга в баженовском горизонте. Поскольку фациальные замещения, зафиксированные в результатах ГИС, происходят не по всему разрезу одновременно, положение отдельных пачек в каждом конкретном разрезе можно определять путем последовательного прослеживания их от скважины к скважине. Для этой же цели в ходе работы для территорий, расположенных по периферии Западно-Сибирского бассейна (область распространения даниловской, марьяновской, максимоярской и баганской свит), применялся циклический анализ строения разреза, а для участков гольчихинской и яновстанской свит — сиквенс-стратиграфический метод.

Выполненный на основе описанного комплексного подхода анализ разрезов 6850 скважин позволил прийти к следующим выводам по методике корреляции пород баженовского горизонта.

В региональном плане наиболее устойчивым геофизическим критерием выделения разреза баженовского горизонта в составе баженовской, тутлеймской, мулымьинской и марьяновской свит являются показания индукционного каротажа. Этот вид каротажа мало информативен при выделении пород баженовского горизонта на территории развития даниловской, максимоярской и баганской свит. Баженовский горизонт в разрезах этих свит следует выделять по другим видам каротажей (КС, БК, ГК, НГК, АК, КВ).

Особую сложность представляло расчленение и корреляция разрезов скважин на территории распространения яновстанской и гольчихинской свит, в связи с тем, что здесь толща келловоя и верхней юры имеет клиноформное строение [Нежданов, Горелин, 1987; Шестакова, Ершов, 2016]. В результате проведенной корреляции было установлено, что наиболее информативными комплексами ГИС, позволяющими расчленить разрезы гольчихинской и яновстанской свит, являются комплексы стандартного (КС, ПС, ИК) и радиоактивного каротажей (ГК, НГК) и КВ. В удаленной от береговой зоны части морского верхнеюрского бассейна ведущую роль начинают играть комплексы радиоактивного каротажа, а также КВ и ИК. Однозначно установить правильность выделения горизонта и его распространение по латерали помогало привлечение палеонтологических исследований ядра и результатов интерпретации сейсморазведочных работ.

МЕТОДИКА МЕЖРЕГИОНАЛЬНОЙ КОРРЕЛЯЦИИ

Межрегиональная корреляция осуществлялась в два этапа.

Первым этапом при межрегиональной корреляции пород баженовского горизонта явилась корреляция стратотипических разрезов баженовской, тутлеймской, мулымьинской, даниловской, марьяновской, максимоярской, баганской, яновстанской и гольчихинской свит. Комплексный анализ геолого-геофизических материалов стратотипов отдельных свит позволил выделить в разрезах стратиграфических аналогов баженовской свиты соответствующие ей по возрасту интервалы разреза. Эталонными для районов развития отдельных свит в составе баженовского горизонта принимались геофизические характеристики скважин, в которых выделены стратотипы этих свит. В случае, если по скважине — стратотипу имелся ограниченный набор каротажных диаграмм, в качестве эталонного принимался разрез с полным их набором в скважине, расположенной в пределах того же тектонического элемента 2-го порядка, что и стратотип. Границы баженовского горизонта уточнялись по результатам комплексного анализа палеонтологической, геофизической (ГИС), литологической и геохимической информации.

На втором этапе проводилась межрегиональная корреляция эталонных разрезов пород баженовского горизонта соседних свит (см. рис. 2). С этой целью на территории, расположенной между стратотипическими разрезами, были выбраны скважины, в которых уровень палеонтологической, литологической и геофизической изученности позволял четко установить интервал разреза, соответствующий баженовскому горизонту. Параллельно анализировались скважины, охарактеризованные только геофизическими данными. Корреляция разрезов проводилась вдоль профилей, пересекающих положительные и отрицательные тектонические структуры 1-го порядка в субширотном и субмеридиональном направлениях. Для прослеживания подстилающих и перекрывающих отложений анализировались разрезы, охватывающие интервал на 100 м выше кровли пород баженовского горизонта и на 50 м ниже подошвы васюганского горизонта.

КОРРЕЛЯЦИЯ РАЗРЕЗОВ БАЖЕНОВСКОГО ГОРИЗОНТА

Ниже будут представлены результаты выполненной комплексной корреляции разрезов баженовского горизонта по всей территории Западно-Сибирского осадочного бассейна. Описание дается от центральной части бассейна к периферии по отдельным фациально-обособленным районам.

Центральные районы. В центральной части Западно-Сибирского осадочного бассейна интервал разреза баженовского горизонта соответствует гипостратотипу баженовской свиты, выделенному по скв. Салымская 170 [Брадучан и др., 1986]. Многими исследователями он выделяется как салымский тип разреза баженовской свиты. Основной особенностью салымского типа разреза является высокая нефтенасыщенность пород. В рамках настоящего исследования в качестве эталонного для салымского типа разреза баженовской свиты принята скв. Северо-Салымская 1183 (см. рис. 2).

В результате комплексного анализа современных литологических, палеонтологических и геофизических данных уточнена характеристика типов разреза баженовской свиты, приведенная в работе [Брадучан и др., 1986]. Северо-восточная и северная окраины территории распространения баженовской свиты обособлены в особый тип разреза свиты, который получил название низкоомного.

Установлен разный характер изменения значений кажущегося сопротивления и гамма-активности по разрезу баженовской свиты, отражающий сложность соотношения углеродистой, кремнистой, глинистой и карбонатной составляющих пород в разрезе и по площади [Конторович и др., 2016].

Литологически салымский тип разреза баженовской свиты делится на три части. Нижняя сложена преимущественно силицитами, средняя — керогеновыми силицитами, а верхняя — кероген-карбонатными силицитами и микститами [Конторович и др., 2016]. При более детальном расчленении на пачки их количество может достигать шести [Панченко, Немов и др., 2015; Панченко и др., 2016].

В восточном направлении от территории распространения разрезов баженовской свиты салымского типа к Нижневартовскому своду на склонах Хантейской гемиантеклизы разрез баженовской свиты претерпевает следующие изменения. При сохранении толщины около 30 м разрез становится более дифференцированным по КС. Наблюдается чередование слоев с низкими (до 20 Ом·м) и высокими (до 200 Ом·м) значениями КС. Толщина низкоомных (до 20 Ом·м) пачек не превышает 5 м. В этом же направлении максимальные значения КС постепенно смещаются в нижнюю часть разреза. Аналогичная тенденция была отмечена для южных районов распространения свиты.

Характер изменения в этом же направлении значений ГК отличается от такового в южных районах. Кривая ГК постепенно сглаживается и имеет один максимум в средней части разреза, не превышающий по значению 65 мкР/ч.

Севернее Широкого Приобья форма кривых КС и ГК в разрезах баженовской свиты по сравнению с салымским типом разреза меняется мало, но максимальные значения КС и ГК в них существенно ниже: максимальные значения первого не превышают 100 Ом·м, второго 45 мкР/ч.

Для восточной, северо-восточной и северной окраин территории распространения баженовской свиты характерны низкие значения кажущегося сопротивления. Они обособлены, как уже упоминалось, в особый тип разреза баженовской свиты, который получил название низкоомного. Более 50 % от толщины свиты в этой зоне составляют породы, где значения КС не превышает 20 Ом·м. В интервале повышенных по сравнению с указанными породами значениями КС максимальные значения не превышают 200 Ом·м. Значения ГК повышенные по сравнению с выше- и нижележащими породами, но слабо дифференцированные, изменяются в пределах 50—60 мкР/ч.

Западные районы. В западном направлении к приуральской части Западно-Сибирского осадочного бассейна высокоуглеродистая баженовская свита сменяется нижними подсвитами в начале тутлеймской, далее мулымьинской свит. Последняя, в свою очередь, замещается на верхнюю подсвиту даниловской свиты. Стратиграфия, литология и геологическое строение этих отложений подробно описаны в публикациях разных лет [Брадучан и др., 1986; Стратиграфия..., 2010]. В настоящем исследовании основное внимание было уделено выработке единого подхода в проведении границ баженовского горизонта в разрезах этих свит и анализу изменений в строении разрезов баженовского горизонта в зонах фациальных переходов между перечисленными выше стратиграфическими подразделениями.

Стратотип тутлеймской свиты установлен в 1956 г. близ пос. Березово в скв. Чуэльская 81(3)-Р в интервале глубин 1628—1668 м [Конторович и др., 1975; Брадучан, Лебедев, 1979]. Свита имеет двучленное строение. Одновозрастной баженовской свите является нижняя подсвита. В породах нижнетутлеймской подсвиты содержание органического вещества существенно выше, чем в верхней подсвите. Граница между верхней и нижней подсвитами уверенно проводится по падению значений КС (до значений 2—4 Ом·м) и резкому увеличению значений ИК (до значений более 300 мСм/м). Наиболее полно охарактеризована фауной нижняя часть разреза нижнетутлеймской подсвиты и ее граница с абалакской свитой (рис. 3).

По содержанию и распределению органического вещества выделяются три типа разрезов тутлеймской свиты: чуэльский, красноленинский и тобольский [Брадучан и др., 1986]. Для чуэльского типа (северная часть территории распространения тутлеймской свиты) характерны высокие (до 40 мкР/ч) значения естественной радиоактивности (ГК) и кажущегося сопротивления (КС до 20 Ом·м) в верхней подсвите и низкие относительно вышеуказанных в нижней. В западном направлении значения ГК и КС в нижнетутлеймской подсвите постепенно уменьшаются.

Чуэльский тип разреза тутлеймской свиты к югу сменяется на красноленинский, для которого типичны существенно более высокие концентрации органического вещества в нижней подсвите. С этими отложениями связаны высокие значения кажущегося сопротивления — до 250 Ом·м и выше. Кривые КС сильно дифференцированы, значения отдельных пиков могут превышать как 50, так и 100 Ом·м (см. рис. 3). Значительно увеличивается и естественная радиоактивность (ГК) отложений, достигая максимальных значений 80—85 мкР/ч.

Переход баженовской свиты в нижнетутлеймскую подсвиту плавный. Для зоны перехода характерно постепенное уменьшение значений естественной радиоактивности и кажущегося сопротивления горных пород. Область фациального перехода между этими свитами может быть выделена только условно, поскольку структура этой части разреза (количество пачек и их толщина) не меняется.

В западном направлении нижнетутлеймская подсвита сменяется нижнемулымьинской.

Мулымьинская свита ранневожско-раннеготеривского возраста была выделена в 1972 г. В.Г. Елисеевым и В.С. Бочкаревым в разрезе скв. 13-Р на Мулымьинской площади. Область распространения свиты протягивается субмеридионально, «упираясь» на севере и юге в зоны отсутствия волжских отложений (см. рис. 2). К баженовскому горизонту относится великолепно охарактеризованная фауной нижняя подсвита. Верхняя подсвита — имеет берриас-раннеготеривский возраст (см. рис. 3).

На диаграммах КС породы баженовского горизонта характеризуются низкими значениями — в среднем 3—6 Ом·м. Кривая КС слабо дифференцирована с единичными максимумами до 20 Ом·м. В западном направлении их количество сокращается. В основании нижнемулымьинской подсвиты встречаются конкреции фосфоритов, единичные зерна глауконита [Брадучан и др., 1986]. Этой части разреза свойственны резкие максимумы удельной электрической проводимости до 150 мСм/м на кривой индукционного каротажа (ИК). Естественная радиоактивность пород нижнемулымьинской свиты (ГК) снижается с востока на запад от 40 до 25—30 мкР/ч.

На Западно-Ловинской, Яхлинской, Потанайской площадях в разрезе нижнемулымьинской подсвиты значения КС увеличиваются до 70 Ом·м. Одновременно повышается естественная радиоактивность этих отложений — максимальные значения ГК достигают 50 мкР/ч и более. Мощность подсвиты уменьшается до 30—35 м. Разрезы нижнемулымьинской подсвиты на этих площадях характеризуют зону ее фациального перехода в высокоуглеродистую нижнетутлеймскую подсвиту. Эта зона протягивается узкой полосой с севера на юг.

Западнее нижнемулымьинская подсвита сменяется верхнеданиловской подсвитой. Даниловская свита впервые была выделена Ю.В. Брадучаном и Г.С. Ясовичем в 1976 г. на одноименной площади в скв. 62 в интервале глубин 1734—1824 м [Брадучан, Ясович, 1984]. Область распространения свиты протягивается узкой полосой с севера на юг (см. рис. 2). Она имеет двучленное строение. К баженовскому горизонту относится верхняя подсвита, а нижняя является возрастным аналогом абалакской свиты. Граница между подсвитами детально охарактеризована фаунистически и прослеживается по комплексу каротажа, что позволяет уверенно выделять ее на каротажных диаграммах в скважинах, не охарактеризованных керном (см. рис. 3). Породы верхнеданиловской подсвиты содержат органический углерод и связанный с ним парагенетически уран в невысоких концентрациях. Поэтому естественная радиоактивность слагающих ее пород не превышает 10—12 мкР/ч. Значения кажущегося сопротивления пород верхнеданиловской подсвиты составляют 2—4 Ом·м.

В зоне фациального перехода нижнемулымьинской подсвиты в верхнеданиловскую кривые кажущегося сопротивления также слабо дифференцированы, средние значения кажущегося сопротивления в них не превышают 3—5 Ом·м. Имеются редкие небольшие по толщине максимумы, в которых значения кажущегося сопротивления достигают 10—12 Ом·м. Естественная радиоактивность пород с запада на восток падает от 20—25 до 10—12 мкР/ч.

Юго-западные районы. К юго-западу от Мансийской синеклизы выделяется зона, переходная от баженовской свиты к тобольскому типу разреза нижнетутлеймской подсвиты. Она занимает территорию Среднетобольского наклонного мегапрогиба, южные части территории Среднедемьянской мегавпадины и Верхнедемьянского мегавала. В мегапрогибах породы баженовского горизонта представлены баженовской свитой, разрез которой отличается от разрезов центральных районов. Он сложен двумя пачками: верхней высокоомной со значениями КС, превышающими 500 Ом·м, и нижней низкоомной, в которой значения КС не превышают 10 Ом·м. В качестве примера приводится разрез скв. Пекманская 274 (рис. 4). Высокоомная пачка представлена высокоуглеродистыми черными породами, часто с запахом и выпотами нефти, низкоомная — черными и темно-серыми породами плитчататыми, с высоким содержанием пирита. Показания удельной электрической проводимости (ИК) в отличие от разрезов баженовской свиты центральных районов делят разрез на две части: верхняя имеет пониженные значения удельной электрической проводимости (менее 20 мСм/м), а нижняя — средние (около 100 мСм/м). Значения естественной радиоактивности сравнительно высокие — более 25 мкР/ч по всему разрезу баженовского горизонта, но не превышают 45 мкР/ч. Восточнее, на территории центральной части Верхне-

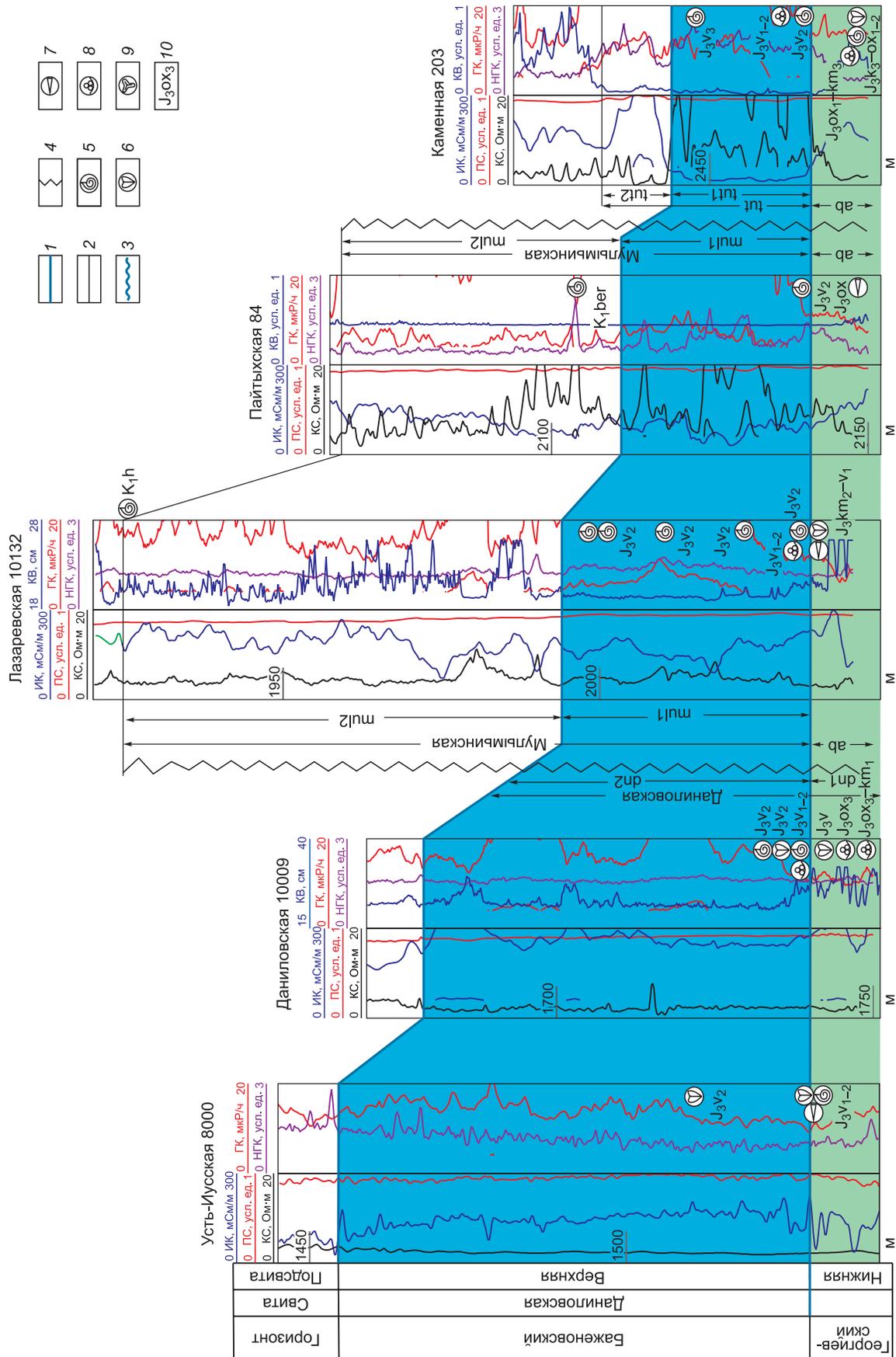


Рис. 3. Схема корреляции оксфорд-нижнеберриасских отложений западных районов Западно-Сибирского осадочного бассейна.

1—4 — границы; 1 — горизонты, 2 — свит, 3 — стратиграфического перерыва, 4 — фацialsных замещений, 5—8 — палеонтологические находки; 5—8 — аммониты, 6 — двусторонки, 7 — белемниты, 8 — фораминиферы, 9 — спорово-пыльцевые комплексы, 10 — возраст. Остальные усл. обозн. см. на рис. 1. Сокращения наименования свит: gl — голычхинская, jап — яновганская, sg — сгловская, tch — точинская, ab — абалакская, bg — баженовская, pr — марьяновская, mks — макеймюрская, vs — васюганская, pp — наулакская, tzh — тязинская, bgn — баганская, tt — татарская, dn — даниловская (dn1 — нижнеданиловская подсвита, dn2 — верхнеданиловская подсвита), tm — тюменская, mu1 — мульмынская (mu11 — нижнемульмынская подсвита, mu12 — верхнемульмынская подсвита), tut — тутлеймская (tut1 — верхнетутлеймская подсвита, tut2 — верхнетутлеймская подсвита).

демянского мегавала и его западных склонов, разрез баженовской свиты приобретает вид, типичный для центральных районов бассейна.

В юго-западном направлении к центральной части Красноленинской мегамоноклизы баженовская свита постепенно замещается фациями нижнетутлеймской подсвиты (тобольский тип разреза), формируя зоку перехода. В ее пределах значения КС и ГК монотонно снижаются.

Далее в юго-западном направлении от зоны перехода значения КС и расположение максимальных значений по разрезу меняются. В начале в составе подсвиты в кровле и подошве выделяются слои толщиной до 10 м, для которых значения КС не превышают 50 Ом·м, при этом остальная часть разреза характеризуется низкими до 5 Ом·м резко дифференцированными значениями (скв. Черкашенская 1) (см. рис. 4). Юго-западнее в пачках с повышенными относительно всего разреза показателями КС значения не превышают 10 Ом·м, а сами пачки выделяются в кровле и в средней части подсвиты (скв. Соргинская 1, скв. Южно-Тобольская 1). Значения ГК повышенные в сравнении с выше- и нижезалегающими породами, но их значения не больше 30 мкР/ч. Нижняя подсвита представлена черными и темно-серыми углеродистыми глинистыми породами, тонкоотмученными, плотными, массивными. Отмечается кремнистость, прослой глинистых известняков, единичные конкреции фосфоритов, присутствует пирит. Органических остатков мало, на плоскостях напластования встречается черный измененный растительный детрит. На территории Тюменской мегамоноклизы нижнетутлеймскую подсвиту сменяет верхнеданиловская подсвита. Отложения свиты представлены плотными глинистыми породами, темно-серыми, в нижней и верхней частях с прослоями буровато-коричневого оттенка разной интенсивности, в средней встречаются разности с зеленоватым оттенком. Подсвита характеризуется слабодифференцированной кривой ПС, значения которой практически постоянны и соответствуют линии глин, и низкими в среднем около 5 Ом·м значениями КС.

На большей части территории распространения подсвита характеризуется низкой, менее 12 мкР/ч, естественной радиоактивностью. Только в скважинах, пробуренных в юго-восточной части рассматриваемой территории (Челноковская площадь), на западном склоне Старосолдатского вала, верхнеданиловская подсвита характеризуется сравнительно повышенными показателями ГК до 25 мкР/ч (см. рис. 4).

Южные районы. В южных районах Западно-Сибирского осадочного бассейна интервал разреза баженовского горизонта соответствует разрезу стратотипа баженовской свиты. Как известно, первоначально в 1959 г. на этой территории в разрезах Саргатской площади Ф.Г. Гурари выделил баженовскую пачку. Стратотип свиты с учетом анализа палеонтологической информации был выделен в 90-х годах XX в. в разрезе скв. Большереченская 1, расположенной в том же районе [Атлас..., 1990]. В настоящем исследовании в качестве эталона принят разрез баженовской свиты, вскрытый в скв. Никольская 1, как наиболее полно охарактеризованной материалами ГИС (см. рис. 2).

Литологически свита в совокупности с выше- и нижележащими отложениями представляют однородную толщу. Принцип выделения границ баженовской свиты по каротажу скважин методами КС и ИК такой же, как для салымского типа разреза: резкое увеличение значений КС и уменьшение значений ИК. Существенно описываемый разрез отличается от разрезов центральных районов и по характеру изменения кривых КС и ГК от подошвы к кровле свиты, и по абсолютным значениям измеряемых параметров. Кажущееся сопротивление пород не превышает 30-80 Ом·м при этом максимальные значения чаще всего имеет место в нижней части разреза. Значения естественной радиоактивности по разрезу меняются мало и равны примерно 20 мкР/ч. Выделяются два максимума этого показателя, не превышающие 35 мкР/ч в нижней и верхней частях разреза свиты, второй максимум чуть больше по толщине. Главное отличие описываемых разрезов от разрезов центральных районов в противоположности максимальных значений КС и ГК, первые тяготеют к подошве, а вторые — к кровле.

Восточнее от территории расположения стратотипа, на Межовском структурном мегамысе и прилегающих территориях баженовская свита имеет следующее строение (рис. 5). Нижняя граница свиты с подстилающей георгиевской свитой подтверждена комплексом фораминифер. Верхняя граница выделена на основе комплекс-

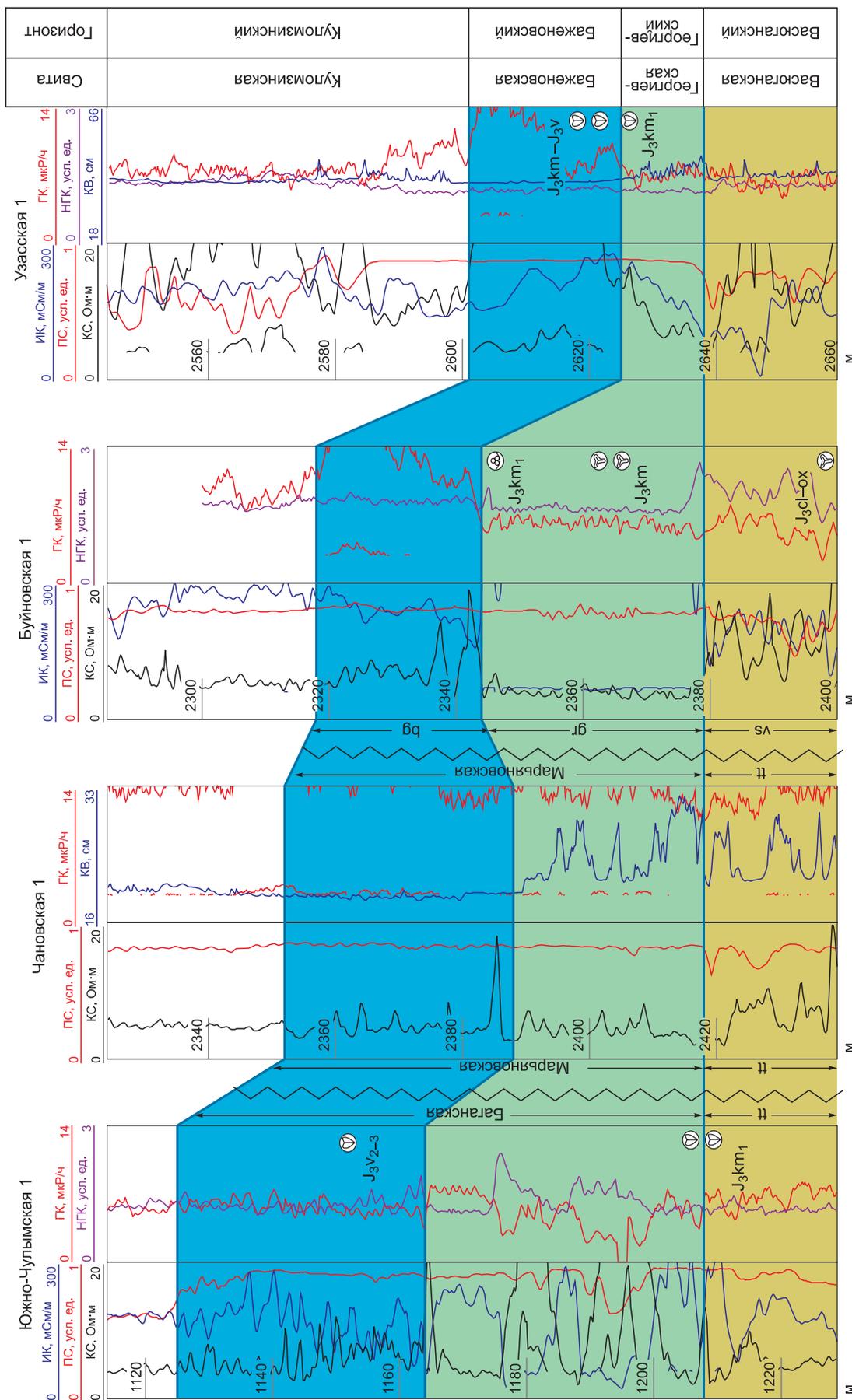


Рис. 5. Схема корреляции келловей-нижнеберриасских отложений южных районов Западно-Сибирского осадочного бассейна.

Усл. обозн. см. на рис. 3.

ного анализа данных ГИС и результатов литолого-геохимических исследований пород баженовской свиты на Ракитинской площади. Для баженовской свиты на описываемой территории типичны повышенные (до 50 Ом·м) значения кажущегося сопротивления в средней, а естественной радиоактивности (до 40 мкР/ч) — в верхней части разреза. Это соответствует распределению карбонатного и глинистого материала в разрезе.

В южном направлении к территории Барабинско-Пихтовской мегамоноклизы баженовская свита сменяется марьяновской (см. рис. 2).

Марьяновская свита выделена З.Т. Алескеровой и Т.И. Осыко в 1957 г. и названа по с. Марьяновка Омской области. Эта свита имеет сложную историю изменения стратиграфического объема и территории, на которой она выделяется [Решение..., 1991; Шурыгин и др., 2000]. В настоящее время использование наименования «марьяновская свита» в современных стратиграфических схемах некорректно в соответствии со статьями Стратиграфического кодекса России [Решение..., 2004]. Необходимо менять стратотип и наименование свиты. Так как это не входило в задачу исследования, сохраняется существующая терминология, при этом в качестве эталонного разреза проанализированы как стратотип марьяновской свиты на Татарской площади, так и предлагаемый стратотип в скв. Няргинская 1 [Шурыгин и др., 2000]. Для описываемой территории южных районов Западно-Сибирского осадочного бассейна в качестве эталонного разреза баженовского горизонта принят стратотип свиты в скв. Татарская 1 (см. рис. 2).

Границы интервала разреза баженовского горизонта в составе марьяновской свиты в скважинах южных районов выделены на основании детальной корреляции со скважинами прилегающих районов распространения баженовской свиты (см. рис. 5). Баженовский горизонт характеризуется алевритоглинистым составом. Интервал пород баженовского горизонта выделен по комплексу КС, КВ и ГК.

В южном направлении марьяновская свита сменяется на баганскую. Предполагаемая зона перехода между этими свитами расположена южнее г. Барабинск Новосибирской области. Глубоким бурением не охарактеризована (см. рис. 2). На этой территории в 70-е годы прошлого века по результатам гравиразведочных, аэромагнитных и сейсморазведочных работ было выделено три участка отсутствия юрских отложений. Аналогичное строение имеет зона, расположенная к северо-востоку от г. Барабинск. В ней отсутствие юрских отложений подтверждено результатами бурения скв. Горбуновская 1.

Баганская свита выделена В.А. Мартыновым по разрезу скважины Южно-Чулымская 1 (см. рис. 2). Названа свита по р. Баган (Новосибирская область) [Решение..., 1991]. Интервал, соответствующий баженовскому горизонту, представлен преимущественно алевритопесчаными породами, и лишь в нижней части разреза преобладают породы глинистого и карбонатного состава. Возраст подтвержден комплексами остракод, двусторчатых моллюсков и фораминифер. Границы баженовского горизонта палеонтологически не охарактеризованы. Соответствующий интервал разреза в составе свиты выделен условно на основе литологической интерпретации результатов ГИС (см. рис. 5).

Для баженовского горизонта типичны значения кажущегося сопротивления, не превышающие 10 Ом·м. Удельная электрическая проводимость пород горизонта (ИК) в отличие от выше- и нижележащих пород куломзинского и георгиевского горизонтов сильно дифференцирована и изменяется от 30 до 200 мСм/м. Разброс значений естественной радиоактивности в разрезе баженовского горизонта в этом районе также небольшой. Значения естественной радиоактивности по данным гамма-каротажа не превышают 7 мкР/ч.

Юго-восточные районы. Баженовская свита на территории Усть-Тымской мегавпадины в зоне перехода в марьяновскую свиту характеризуется следующими особенностями. Для пород типичны низкие значения кажущегося электрического сопротивления (КС, в среднем 10 Ом·м) при относительно высоких значениях естественной радиоактивности (ГК, более 15 мкР/ч) (рис. 6).

Для описываемой территории юго-востока Западно-Сибирского осадочного бассейна в качестве эталонного разреза баженовского горизонта в составе марьяновской свиты принят стратотип свиты в скважине Няргинская 1 [Шурыгин и др., 2000] (см. рис. 2).

Распространена марьяновская свита от северо-восточного окончания Барабинско-Пихтовской мегамоноклизы на юге до юго-западной части Предъенисейской мегамоноклизы на севере. Особенностью разреза марьяновской свиты в пределах Владимировского структурного мегамыса (Вездеходная и Мартовская площади) на территории, прилегающей к зоне распространения максимоярской свиты (см. рис. 2), является наличие алевропесчаного прослоя пласта толщиной до 20 м. Он расположен в верхней части свиты, которая соответствует баженовскому горизонту, на что указывают многочисленные остатки микро- и макрофауны (см. рис. 6). Верхняя граница марьяновской свиты условно выделена по смене вещественного состава пород и палеонтологически не охарактеризована.

В качестве критерия выделения интервала, соответствующего баженовскому горизонту, стали низкие значения удельной электрической проводимости (ИК) по сравнению с нижележащими породами (см. рис. 6). Это характерно для разрезов баженовской свиты [Брадучан и др., 1986]. Разброс значений

кажущегося сопротивления (КС) в разрезах, где толща представлена преимущественно глинами, очень небольшой, максимальные значения этого показателя не превышают 8 Ом·м.

Значения естественной радиоактивности баженовского горизонта в составе марьяновской свиты меняются мало и практически не отличаются от значений этого параметра в толщах, залегающих непосредственно выше и ниже. Они варьируют в одних скважинах в пределах 10—13 мкР/ч, а в других в 5—7 мкР/ч даже на одной площади.

В юго-восточной части Западно-Сибирского осадочного бассейна, в северо-западной части Тегульдетской мегасинеклизы верхнеюрские отложения представлены максимоярской свитой (см. рис. 2). Последняя выделена М.А. Толстихиной в 1957 г. в разрезе опорной скв. Максимкин-Ярская 1, расположенной у пос. Максимкин-Яр. Типовой разрез принят по скв. Ярская 1 (см. рис. 2). Слагается она преимущественно мелкозернистыми сливными известковистыми песчаниками зеленовато-серого цвета с морской фауной двустворчатых моллюсков. Песчаники содержат прослой алевролитов, аргиллитов и мергелей серого, зеленовато-серого реже красновато-коричневого цвета. Без следов перерыва максимоярская свита подстилается тяжинской, с разрывом перекрывается пестроцветными алевроглинистыми породами илекской свиты нижнего мела. По результатам корреляции скважин к интервалу баженовского горизонта отнесена верхняя, более глинистая часть максимоярской свиты, что подтверждено находками фауны двустворчатых моллюсков (см. рис. 6). В центральной и северо-восточной части Тегульдетской мегасинеклизы в разрезах скважин Чулымская 1, Каская 1, Восток 4 и др. максимоярская свита отсутствует (см. рис. 2).

Северо-западные районы. Глинистые черные углеродистые верхнеюрские отложения на северо-западе Западно-Сибирского бассейна (п-ов Ямал, западная часть п-ова Ямал) выделены в баженовскую свиту [Брадучан и др., 1986; Решения..., 2004; Кислухин и др., 2010]. Керновым материалом она охарактеризована слабо и обособляется в разрезе по комплексу ГИС, главным образом по значениям удельной электрической проводимости (КС) и естественной радиоактивности (ГК). Граница проводится по падению значений удельной электрической проводимости, увеличению значений кажущегося сопротивления и естественной радиоактивности (рис. 7). Уверенно провести ее возможно только с учетом всех трех видов каротажа. Значения КС и ГК существенно отличаются от тех, что наблюдаются в стратотипе баженовской свиты. На Ямальском полуострове и прилегающих территориях выделяется зона развития «низкоомной» баженовской свиты (см. рис. 2). Ряд исследователей предполагают, что на некоторых площадях имел место размыв баженовской свиты как полный, так и частичный [Кислухин и др., 2010].

Северные и северо-восточные районы. В северном и северо-восточном направлениях баженовская свита замещается на верхние части гольчихинской и яновстанской свит. Для переходных типов разрезов баженовской — яновстанской и баженовской — гольчихинской свит характерно резкое сокращение их толщин, а также отчетливое деление на две части: верхнюю с повышенными значениями естественной радиоактивности (приближающимся по значению к показателям баженовской свиты) и отдельными прослоями с высокими значениями кажущегося сопротивления и нижнюю с низкими значениями естественной радиоактивности и кажущегося сопротивления. Верхняя часть свиты стратиграфически соответствует баженовскому, нижняя — георгиевскому и васюганскому горизонтам.

Стратотип гольчихинской свиты (низы берриаса—верхний бат) был выделен В.И. Кислухиным у пос. Гольчиха близ устья р. Енисей, в скв. Дерябинская 5 в интервале глубин 2937—3312 м в 1986 г. [Кукушкина, Кислухин, 1983; Кислухин, 1986]. Свита представлена мощной, местами достигающей 800 м, толщиной аргиллитов в отдельных прослоях высокоуглеродистых, серых, темно-серых, тонкоотмученных или алевритовых, с редкими пластами алевролитов. Она распространена в Енисей-Хатангском региональном прогибе и прилегающей к нему с запада части территории Гыданского полуострова (см. рис. 2). Свита характеризуется недифференцированной ПС, значения которой практически постоянны и соответствуют линии глин, и низкими значениями кажущегося сопротивления [Куликов, 1989]. На большей части территории распространения для свиты типична низкая естественная радиоактивность. Только в скважинах, пробуренных в погруженных частях Енисей-Хатангского регионального прогиба, в верхней части разреза гольчихинской свиты выделяются слои с относительно повышенными значениями естественной радиоактивности пород.

К югу и юго-востоку от Енисей-Хатангского регионального прогиба, в районе Мессояхской наклонной гряды, гольчихинская свита замещается стратиграфическими аналогами (снизу вверх) — точинской, сиговской и яновстанской свитами.

Яновстанская свита (низы берриаса—верхи нижней волги) была выделена в 1965 г. со стратотипом в Туруханской опорной скважине в интервале 2032—2260 м [Белкина и др., 1965; Решения..., 1969]. Свита сложена преимущественно глинами и аргиллитами темно-серыми от тонкоотмученных до алевритовых, с редкими прослоями высокоуглеродистых разностей, с подчиненным количеством пластов песчаников и алевролитов толщиной до 600 м и распространена в пределах юго-восточной при-

бортовой части Енисей-Хатангского регионального прогиба, Мессояхской наклонной гряды и территории к югу от нее, вплоть до широты Елогуйской и Лекосской площадей. Количество песчаных и алевролитовых прослоев в составе свиты возрастает в южных районах и по направлению к восточному борту бассейна [Елогуйская..., 1973].

По промыслово-геофизическим характеристикам яновстанская свита, развитая в пределах Енисей-Хатангского прогиба, практически аналогична гольчихинской свите [Байбородских и др., 1968]. На территориях южнее Мессояхского наклонного мегавала, вследствие увеличения доли песчано-алевритового материала, разброс значений кажущегося сопротивления пород становится значительным и на нем выделяются несколько максимумов (до 20 Ом·м) этого параметра, а на кривой потенциалов самопроизвольной поляризации (каротаж ПС) появляются отдельные отрицательные аномалии (скважины Красноселькупская 1, Южно-Сидоровская 4) [Нежданов, Гарелин, 1987]. По данным ГК, для яновстанской свиты характерны низкие значения естественной радиоактивности преимущественно около 8—10 мкР/ч [Борисов и др., 2017].

В верхней части яновстанской и гольчихинской свит на основании комплекса данных (ГИС, палеонтологические находки и результаты интерпретации сейсморазведки МОГТ) авторами была прослежена глинистая толща верхнекемериджского-нижнеберриасского возраста, соответствующая баженовскому горизонту. Выделенный горизонт значительно варьирует по толщине, изменяясь от 460 м в пределах осевых частей Енисей-Хатангского регионального прогиба до полного отсутствия в сводовых частях Мессояхской наклонной гряды и Тундрово-Волочанского мегавала (рис. 8).

В зоне перехода от гольчихинской свиты к баженовской верхняя часть свиты (баженовский горизонт) характеризуется одним-двумя максимумами повышенных значений кажущегося сопротивления и естественной радиоактивности, отчетливо выделяющихся на фоне выше- и нижележащих отложений (Адер-Паютинская, Тота-Яхинская площади) (см. рис. 8). Южнее, в зоне перехода яновстанской свиты в баженовскую, вся верхняя часть яновстанской свиты (баженовский горизонт) характеризуется повышенными значениями естественной радиоактивности, подобными таковым в зонах распространения нормальной баженовской свиты, но при этом имеющими более низкие значения кажущегося сопротивления (Геологическая, Ханчейская площади). Далее на запад значения кажущегося сопротивления и естественной радиоактивности растут, постепенно достигая значений, типичных для центральных областей развития баженовской свиты.

С учетом выявленных закономерностей скорректированная зона замещения яновстанской и гольчихинской свит на баженовскую проходит следующим образом. В районе Гыданского полуострова граница распространения гольчихинской свиты смещается на восток от района Геофизической площади и проводится восточнее Утренней и Гыданской площадей, в которых выделяются «низкоомные» аналоги баженовской свиты (см. рис. 2). Выдаваясь узким мысом на запад в районе Адер-Паютинских (Семаковских) скважин, граница затем резко поворачивает на восток, где, огибая западную оконечность Мессояхского наклонного мегавала, уходит на юго-восток, в зону распространения яновстанской свиты. Далее на юг эта зона также узкой полосой проходит восточнее Пякяхинской, Заполярной, Геологической и Хадырьяхинской площадей, огибает с запада Верхнечасельскую, Тарэльскую и Холмистую площади и в районе Удмуртской площади резко заворачивает на восток, где, проходя чуть севернее Лекосской площади, упирается в зону выклинивания юрских отложений южнее Елогуйской опорной скважины.

ТОЛЩИНЫ БАЖЕНОВСКОГО ГОРИЗОНТА

Детальная корреляция разрезов скважин позволила построить карту толщин пород баженовского горизонта (рис. 9). В центральной части Западно-Сибирского осадочного бассейна в области распространения баженовской свиты и нижнетутлеймской подсвиты толщины пород баженовского горизонта изменяются от 15 до 25 м. Некоторое увеличение до 40—45 м происходит на локальных площадях в северной части Западно-Сибирского осадочного бассейна к западу от Среднепурского мегажелоба, а также в Уренгойском и Надымском районах.

В направлении к периферии бассейна толщины пород баженовского горизонта в разной степени возрастают, а затем снова уменьшаются до полного отсутствия на границе распространения морских ранневожско-раннеберриасских пород. Отложения этого возраста также отсутствуют на локальных площадях в прибортовых частях бассейна. Наиболее крупная зона отсутствия отложений горизонта установлена в Березовском районе на северо-западе региона.

На юго-западе бассейна выделяется значительная по площади область увеличенных до 45 м толщин отложений баженовского горизонта. Она имеет изометричную форму и охватывает зоны развития баженовской, тутлеймской и даниловской свит. Тектонически она приурочена к центральной части субмеридионально вытянутой Красноленинской мегамоноклизы и к Мансийской синеклизе.

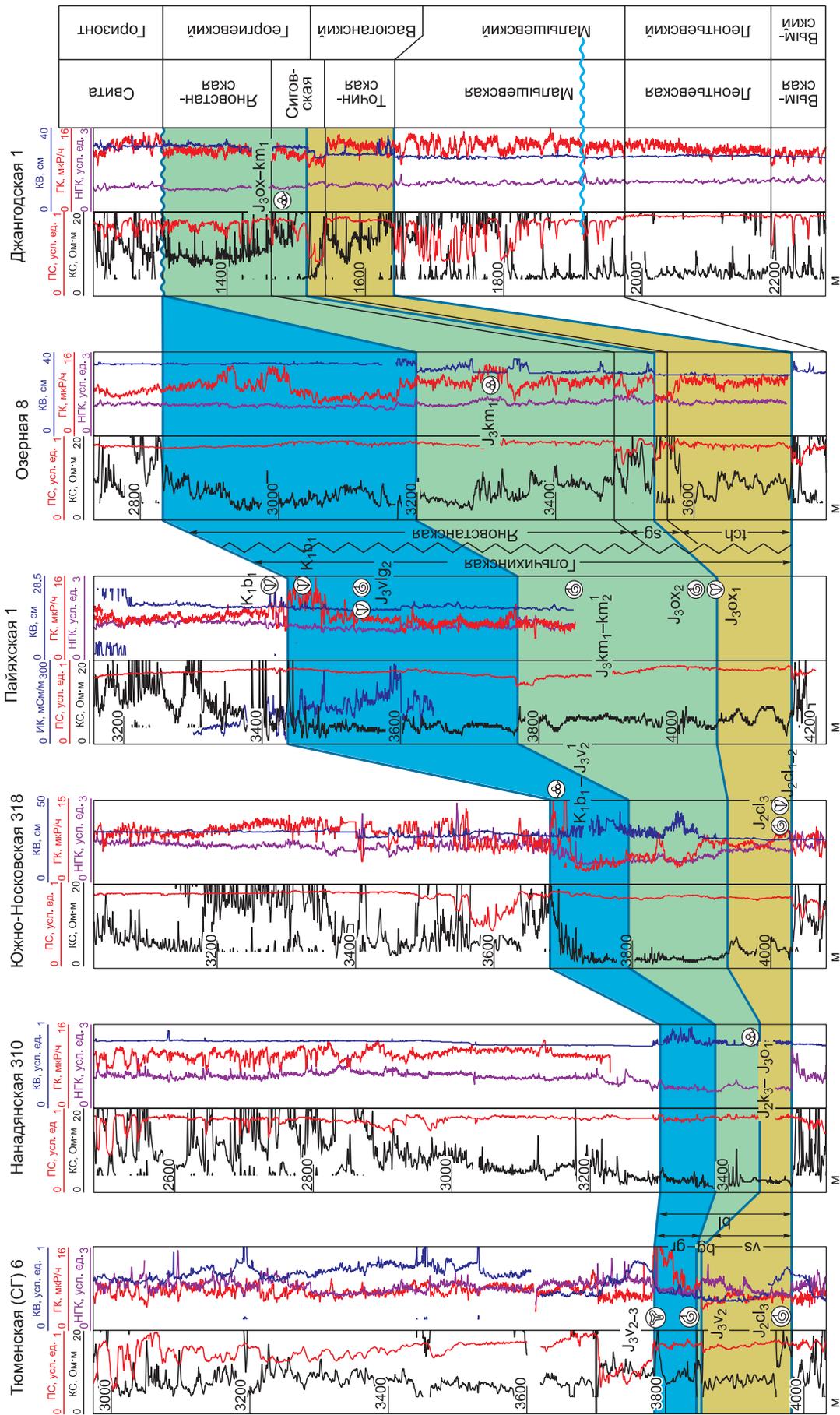


Рис. 8. Схема корреляции бат-нижеберриасских отложений северных и северо-восточных районов Западно-Сибирского осадочного бассейна. Усл. обозн. см. на рис. 3.

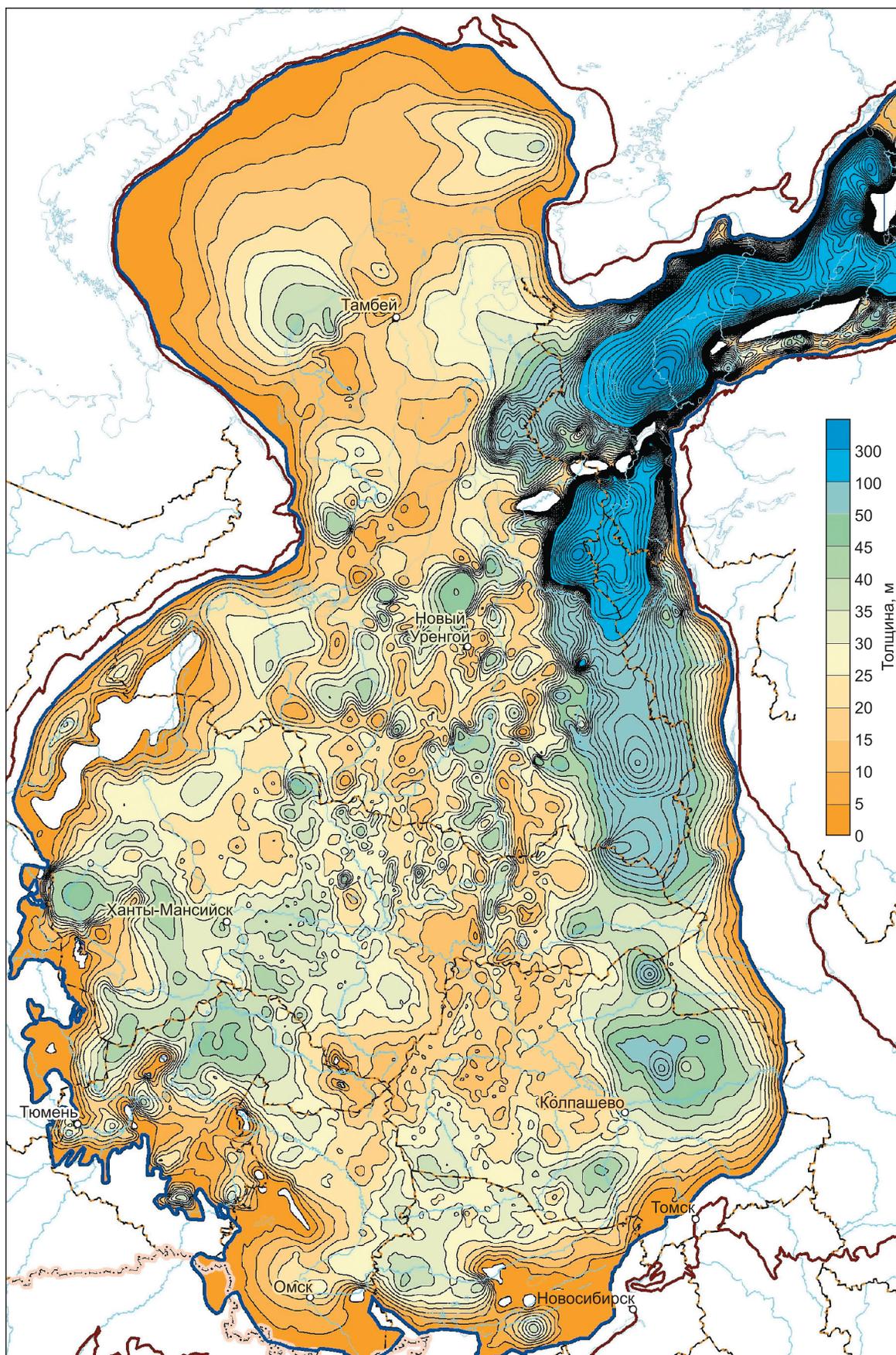


Рис. 9. Карта толщин баженовского горизонта Западно-Сибирского осадочного бассейна.

Область распространения тутлеймской свиты протягивается практически вдоль всего западного склона бассейна. Наибольшие толщины ее нижней подсвиты (40—45 м), вскрываются в Шаимском и Карабашском районах. Севернее ее мощность в среднем составляет 5—10 м.

Толщины локально распространенной нижнемулымьинской подсвиты достигают 30—35 м в центральной части области ее развития. Она не накапливалась на локальных площадях в сводовых частях Шаимского мегавыступа. На севере и на юге область распространения свиты ограничена зонами отсутствия ранневожско-раннеберриасских отложений.

Верхнеданиловская подсвита накапливалась на самой западной периферии бассейна. Ее толщины в среднем не превышают 15—20 м, увеличиваясь до 35—45 м на локальных площадях в Шаимском и Карабашском районах.

На крайнем севере Западно-Сибирского бассейна толщины баженовского горизонта в среднем колеблются в интервале 15—20 м. Они возрастают до 40 м на Харасавейской площади в южной части Карской мегасинеклизы. В пределах акватории Карского моря отложения этого возраста вскрываются только на Свердрупской и Университетской площадях, поэтому рисовка карты толщин для этого региона носит условный характер.

На юге бассейна, в зоне развития марьяновской свиты, толщины отложений баженовского горизонта достигают на локальных площадях 40—45 м. В тектоническом отношении эти зоны приурочены к южной части Красноленинской мегамоноклизы и к Северо-Межовской мегамоноклинали. На юго-востоке бассейна в районе Восточно-Пайдугинской мегавпадины накопилось еще больше осадков этого возраста — до 60—65 м.

Максимоярская свита локально распространена на крайнем юго-востоке бассейна в пределах северо-восточной части Тегульдетской мегаемисинеклизы. В этом районе толщины баженовского горизонта равномерно возрастают по направлению к внутренней части бассейна до 35—40 м.

Баганская свита так же, как и максимоярская, имеет небольшое площадное распространение и выделяется на южной периферии Западно-Сибирского бассейна. В этом районе отложения баженовского горизонта вскрыты на нескольких площадях, толщины достигают 35 м.

Наиболее существенный рост толщин происходит на востоке бассейна в области развития яновстанской свиты. Вдоль границы Внутренней области и Внешнего пояса тектонических элементов протягивается субмеридиональная область повышенных до 80—110 м толщин баженовского горизонта. Эта область простирается на север, где толщины резко возрастают до 200 м в пределах Ванкоро-Тагульского наклонного мегавала и до 300 м и более на восточном борту Большехетской мегасинеклизы.

На северо-востоке Западно-Сибирской геосинеклизы в зоне ее сочленения с Енисей-Хатангским региональным прогибом толщины баженовского горизонта возрастают до 100 м. Область повышенных толщин протягивается на восток и занимает практически всю территорию Енисей-Хатангского регионального прогиба, ограничиваясь на юге зонами отсутствия вожских отложений в сводовых частях Мессояхской наклонной мегагряды и Рассохинского наклонного мегавала. Эта крупная область состоит из нескольких локальных зон максимальных толщин, объединенных общей изопахитой 200 м. Наибольшее количество морских вожских осадков, 350 м и более, накопилось в пределах Озерной и Кубалахской площадей.

Такое значительное увеличение количества осадков на восточной и северо-восточной окраинах бассейна в ранневожско-раннеберриасское время находит естественное объяснение в действии маргинального фильтра. Согласно А.П. Лисицыну [1994], маргинальный фильтр представляет собой узкий пояс до сотен километров вдоль берегов континентов, где происходит смешение речных и морских вод и лавинообразное накопление осадков. В зонах маргинальных фильтров поступающая в морской бассейн речная вода подвергается воздействию сорбентов, организмов, биофильтрации и других характерных только для этих зон процессов. Это приводит к удалению почти всех взвешенных в воде веществ, многих металлов как в растворенных, так и во взвешенных формах, террагенного органического вещества и др.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате комплексного анализа результатов палеонтологических, литологических и геохимических исследований керна скважин келловей-вожских отложений, геофизических исследований скважин, сейсморазведочных работ по всей территории Западно-Сибирского осадочного бассейна прослежен баженовский горизонт. Проведено фациально-стратиграфическое районирование баженовского горизонта, которое отражает пространственное соотношение баженовской свиты и ее стратиграфических аналогов. Построенная карта толщин баженовского горизонта в комплексе с собранными материалами по биоте баженовского моря, по вещественному составу пород, геохимии пород и органического вещества является хорошей основой для изучения условий седиментации, последующих преобразований на этапах диа- и катагенеза, оценки газонефтегенерационного потенциала, перспектив нефтегазности карбонатно-кероген-глинисто-кремнистой толщи баженовского горизонта.

Работа выполнена в рамках программы ФНИ СО РАН (IX.131.1.) «Проблемы региональной геологии, седиментологии, органической геохимии и нефтегазоносности осадочных бассейнов Сибири и акватории Северного Ледовитого океана, научные основы методологии экологического мониторинга на объектах нефтегазового комплекса в условиях Арктики».

ЛИТЕРАТУРА

Атлас и объяснительная записка к атласу литолого-палеогеографических карт юрского и мелового периодов Западно-Сибирской равнины в м-бе 1:5 000 000 / Ред. И.В. Нестеров. Тюмень, ЗапСибНИГНИ, 1976, 85 с.

Атлас моллюсков и фораминифер морских отложений верхней юры и неокома Западно-Сибирской нефтегазоносной области. В 2-х томах. М., Недра, 1990, т. 1, 286 с.; т. 2, 359 с.

Байбородских Н.И., Бро Е.Г., Гудкова С.А., Карцева Г.Н., Накаряков В.Д., Ронкина З.З., Сапир М.Х., Сороков Д.С. Расчленение юрских и меловых отложений в разрезах скважин, пробуренных в Усть-Енисейской синеклизе в 1962–1967 гг. // Учеб. зап. НИИГА, Региональная геология, 1968, вып. 12, с. 5—24.

Белкина С.Г., Бочкарев В.С., Боярских Г.К., Брадучан Ю.В., Булынникова А.А., Вашенко И.И., Гоголева В.Г., Зальцман И.Г., Захаров Ю.Ф., Иштирякова Х.А., Карогодин Ю.Н., Кулахметов Н.Х., Левина В.И., Мартынов В.А., Нестеров И.И., Поплавская М.Д., Пуртова С.И., Раевская Е.Б., Резапов А.Н., Ровнина Л.В., Ростовцев Н.Н., Рудкевич М.Я., Трушкова Л.Я., Харитонов П.Е., Ясович Г.С. Предложения по изменению и уточнению корреляционной стратиграфической схемы мезозойских и кайнозойских отложений Западно-Сибирской низменности // Тр. ЗапСибНИГНИ, 1965, вып. 1, с. 3—26.

Борисов Е.В., Рыжкова С.В., Ершов С.В., Калинина Л.М., Фомин М.А. Выделение баженовского горизонта в окраинных частях Западно-Сибирского осадочного бассейна по геофизическим данным // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2017. (Материалы XIII Международного научного конгресса, 17—21 апреля 2017 г., Новосибирск). Т. 1. Новосибирск, СГУГиТ, 2017, с. 130—135.

Брадучан Ю.В., Лебедев А.И. Дополнения к стратиграфии битуминозных отложений Западной Сибири // Пути повышения эффективности геолого-разведочных работ на нефть и газ в Тюменской области. Тюмень, 1979, с. 3—5. (Тр. ЗапСибНИГНИ, вып. 148).

Брадучан Ю.В., Ясович Г.С. Даниловская свита // Выделение и корреляция основных стратоноров мезозоя Западной Сибири. Тюмень, 1984, с. 31—39. (Тр. ЗапСибНИГНИ, вып. 188).

Брадучан Ю.В., Гольберт А.А., Гурари Ф.Г., Захаров В.А., Булынникова С.П., Климова И.Г., Месежников М.С., Вячкилева Н.П., Козлова Г.Э., Лебедев А.И., Нальняева Т.И., Турбина А.С. Баженовский горизонт Западной Сибири // Ред. В.С. Вышемирский. Новосибирск, Наука, 1986, 216 с. (Тр. ИГиГ СО АН СССР, вып. 649).

Булынникова С.П., Гольберт А.В., Климова И.Г., Конторович А.Э., Полякова И.Д., Решетникова М.А., Турбина А.С. Палеобиофашии нефтегазоносных волжских и неоконских отложений Западно-Сибирской плиты / Под ред. А.В. Гольберта, А.Э. Конторовича. М., Недра, 1978, 86 с. (Тр. СНИИГГиМС, вып. 248).

Гайдебурова Е.А. Типы разрезов доманикитов Западной Сибири // Доманикиты Сибири и их роль в нефтегазоносности. Новосибирск, 1982, с. 23—32.

Гольберт А.В., Маркова Л.Г., Полякова И.Д., Сакс В.Н., Тесленко Ю.В. Палеоландшафты Западной Сибири в юре, мелу и палеогене / Ред. В.Н. Сакс. М., Наука, 1968, 150 с.

Гурари Ф.Г. О поисках нефти и газа в мезозое Западно-Сибирской низменности // Материалы по геологии, гидрогеологии, геофизике и полезным ископаемым Западной Сибири. Л., Гостоптехиздат, 1961, с. 15—31. (Тр. СНИИГГиМС, вып. 17).

Гурари Ф.Г., Казаринов В.П., Миронов Ю.К., Наливкин В.Д., Нестеров И.И., Осыко Т.И., Ровнин Л.И., Ростовцев Н.Н., Рудкевич М.Я., Симоненко Т.Н., Соколов В.Н., Трофимук А.А., Чочиа Н.Г., Эрвье Ю.Г. Геология и нефтегазоносность Западно-Сибирской низменности — новой нефтяной базы СССР / Под ред. Н.Н. Ростовцева, А.А. Трофимука. Новосибирск, Изд-во СО АН СССР, 1963, 201 с.

Гурари Ф.Г., Вайц Э.Я., Меленевский В.Н., Москвин В.И., Перозио Г.Н., Предтеченская Е.А., Руднической Д.И., Стасова О.Ф., Фролов В.Х., Фролова Л.А. Условия формирования и методика поисков залежей нефти в аргиллитах баженовской свиты. М., Недра, 1988, 200 с.

Гурова Т.И., Казаринов В.П. Литология и палеогеография Западно-Сибирской низменности в связи с нефтегазоносностью. М., Гостоптехиздат, 1962, 296 с.

Елогуйская и Туруханская опорные скважины (Красноярский край) / Под ред. Н.Н. Ростовцева, А.А. Булынниковой. Тюмень, ЗапСибНИГНИ, 1973, 183 с.

Зубков М.Ю. Состав, строение и условия образования пород баженовской и абалакской свит центральной части Красноленинского свода (Западная Сибирь) // Литология и полезные ископаемые, 2001, № 1, с. 37—48.

Зубков М.Ю., Мормышев В.В. Вещественный состав и условия образования пород баженовской свиты Салымского месторождения // Литология и полезные ископаемые, 1987, № 2, с. 73—80.

Кислухин В.И. Литолого-фациальное районирование юрских и нижнемеловых отложений севера Западной Сибири // Нефтегазоносность отложений северных районов Западной Сибири. Тюмень, ЗапСибНИГНИ, 1986, с. 13—31.

Кислухин В.И., Кислухин И.В., Смородин Е.А. Предложения к новым корреляционным схемам верхней юры Западной Сибири // Горные ведомости, 2010, № 1, с. 22—27.

Конторович А.Э., Бабина Н.М., Богородская Л.И., Винокур Б.Г., Зимин Ю.Г., Колганова М.М., Липницкая Л.Ф., Луговцов А.Д., Мельникова В.М., Парпарова Г.М., Рогозина Е.А., Стасова О.Ф., Трушков П.А., Фомичев А.С. Нефтепроизводящие толщи и условия образования нефти в мезозойских отложениях Западно-Сибирской низменности. Л., Недра, 1967, 224 с. (Тр. СНИИГГиМС. Сер. Нефтяная геология, вып. 50).

Конторович А.Э., Нестеров И.И., Салманов Ф.К., Сурков В.С., Трофимук А.А., Эрвье Ю.Г. Геология нефти и газа Западной Сибири. М., Недра, 1975, 680 с.

Конторович А.Э., Ян П.А., Замирайлова А.Г., Костырева Е.А., Эдер В.Г. Классификация пород баженовской свиты // Геология и геофизика, 2016, т. 57 (11), с. 2034—2043.

Кукушкина Т.С., Кислухин В.И. Районирование верхнеюрских осадочных образований по типам разрезов (Заполярье Западной-Сибири) // Тезисы докладов VI научно-технической конференции молодых ученых и специалистов ЗапСибНИГНИ (23—24 марта 1983 г.). Тюмень, 1983, с. 20—21.

Куликов Д.П. Стратиграфическое расчленение и структурно-фациальное районирование верхнеюрских отложений Енисей-Хатангского прогиба // Геология и геофизика, 1989 (10), с. 10—18.

Лисицын А.П. Маргинальный фильтр океанов // Океанология, 1994, т. 34, № 25, с. 735—743.

Мухер А.Г., Кулагина С.Ф., Гладышев А.А., Горячев А.В., Пахомова Е.А. Строение и перспективы нефтегазоносности вогулкинской толщи Карабашской зоны // Пути реализации нефтегазового потенциала Ханты-Мансийского автономного округа — Югры. Т. 2 (Девятнадцатая научно-практическая конференция) / Под ред. А.В. Шпильмана, В.А. Волкова. Ханты-Мансийск, 2016, с. 357—368.

Нежданов А.А., Гарелин А.А. Комплексная стратификация верхней юры Толькинского и Сидоровского районов // Биостратиграфия мезозоя Западной Сибири. Тюмень, ЗапСибНИГНИ, 1987, с. 54—60.

Новиков Г.Р., Салманов Ф.К., Тянь А.В. Перспективы открытия крупных залежей нефти в трещиноватых аргиллитах баженовской свиты // Нефть и газ Тюмени, 1970, № 7, с. 1—3.

Панченко И.В., Немова В.Д. Обоснование границ абалакско-баженовского комплекса на основании исследований новых керновых данных [электронный ресурс] // «Геомодель — 2015», 7—10 сентября 2015 г. Геленджик, 2015.

Панченко И.В., Немова В.Д., Смирнова М.Е., Ильина М.В., Барабошкин Е.Ю., Ильин В.С. Стратификация и детальная корреляция баженовского горизонта в центральной части Западной Сибири по данным литолого-палеонтологического изучения керна и ГИС // Геология нефти и газа, 2016, № 6, с. 22—34.

Полякова И.Д., Кроль Л.А., Перозио Г.Н., Предтеченская Е.А. Литолого-геохимическая классификация разрезов и седиментационная модель баженовской свиты // Геология и геофизика, 2002, т. 43 (3), с. 240—251.

Решение 5-го Межведомственного регионального стратиграфического совещания по мезозойским отложениям Западно-Сибирской равнины (Тюмень, 1990 г.) / Ред. И.И. Нестеров. Тюмень, ЗапСибНИГНИ, 1991, 54 с.

Решение 6-го Межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири (г. Новосибирск, 2003 г.) / Ред. Ф.Г. Гурари. Новосибирск, СНИИГГиМС, 2004, 114 с.

Решения и труды Межведомственного совещания по доработке и уточнению унифицированной и корреляционной стратиграфических схем Западно-Сибирской низменности. Ч. 1. Тюмень, 1969, 143 с.

Сверчков Г.П. Формирование нефтяных и газовых залежей в северо-западной части Западно-Сибирской низменности // Геология нефти, 1958, № 6, с. 8—14.

Стратиграфия и палеогеография мезозойско-кайнозойского осадочного чехла Шаимского нефтегазоносного района (Западная Сибирь) / Ред. В.П. Алексеев. Екатеринбург, Изд-во УГГУ, 2010, 257 с.

Указания к региональным стратиграфическим схемам мезозойских и кайнозойских отложений Западно-Сибирской равнины, утвержденным Межведомственным стратиграфическим комитетом 30 января 1978 г. Тюмень, 1984, 83 с.

Ушатинский И.Н. Литология и перспективы нефтеносности юрско-неокомских битуминозных отложений Западной Сибири // Советская геология, 1981, № 2, с. 11—22.

Черников К.А., Запивалов Н.П. К вопросу о выделении нефтематеринских пород в разрезе мезозоя Западно-Сибирской низменности // Вестн. Западно-Сибирского и Новосибирского геологических управлений. Томск, ТГУ, 1958, № 2, с. 12—25.

Шестакова Н.И., Ершов С.В. Сейсмогеологическая модель верхнеюрских отложений Енисей-Хатангского регионального прогиба и сопредельных районов Западно-Сибирской плиты // Геология нефти и газа, 2016, № 4, с. 47—55.

Шурыгин Б.Н., Никитенко Б.Л., Девятков В.П., Ильина В.И., Меледина С.В., Гайдебурова Е.А., Дзюба О.С., Казаков А.М., Могучева Н.К. Стратиграфия нефтегазоносных районов Сибири. Юрская система. Новосибирск, Изд-во СО РАН, Филиал «Гео», 2000, 480 с.

*Рекомендована к печати 1 марта 2018 г.,
В.А. Каширцевым*

*Поступила в редакцию
1 февраля 2018 г.*