

УДК 553.98 (470.4/5)

DOI 10.31087/0016-7894-2019-3-67-85

Перспективы поиска новых нефтегазоносных объектов в верхнетурнейско-визейских терригенных отложениях востока Волго-Уральской нефтегазоносной провинции на основе комплексных седиментологических и сейсмогеологических исследований

© 2019 г. | Т.Е. Ермолова, И.А. Мушин, А.А. Ступак, Б.К. Фролов, Г.А. Оксман, Н.Ю. Холмянская

ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт», Москва, Россия; ermolova@vnigni.ru; mushin@vnigni.ru; stana@vnigni.ru; frolov@vnigni.ru; g_oksman@vnigni.ru; natahol@vnigni.ru

Поступила 05.04.2019 г.

Принята к печати 12.04.2019 г.

Ключевые слова: *Волго-Уральская нефтегазоносная провинция; Предуральский краевой прогиб; Камско-Кинельская система прогибов; верхнетурнейско-визейская терригенная формация; породы-коллекторы; региональные синтетические кубы; литологические и структурно-литологические ловушки.*

Перспективы нефтегазоносности полифациального верхнетурнейско-визейского терригенного комплекса восточных районов Волго-Уральской нефтегазоносной провинции ориентированы на поиск ловушек литологического и структурно-литологического типов. Особенно актуален такой подход для впадин Предуральского краевого прогиба, характерными чертами которых являются слабовыраженный структурный фактор, сокращение площади и сложная морфология распространения терригенных коллекторов. Обоснование перспектив на региональном этапе сводится к выделению и картированию зон с разным строением отложений, обусловленным обстановками и процессами седиментации, и связанных с ними литологических объектов — потенциальных ловушек углеводородов. Уточнение строения каждого горизонта и построение соответствующих карт основано на комплексировании методов литолого-фациального, седиментологического и сейсмогеологического анализов, в том числе на интерпретации региональных сейсмических кубов, синтезированных по данным сейсморазведки 2D. По данным карты мощности комплекса уточнены границы основных палеотектонических зон восточных районов Волго-Уральской нефтегазоносной провинции. Разработаны эталоны строения разреза и дана геолого-геофизическая характеристика литологических объектов разного генезиса. Рассчитаны параметры общей и эффективной мощности, пористости, коэффициента песчаности, построены карты изопакит песчаных отложений горизонтов. Выделены сейсмofации, привязанные к эталонным разрезам скважин, как на временных разрезах сейсморазведки 2D, так и на слайдах региональных синтетических палеокубов на уровнях, максимально соответствующих интервалам изучаемых горизонтов (косьвинско-радаевскому, бобриковскому и тульскому). В результате комплексного анализа в соответствии с эталонами, принятыми для разных седиментационных зон, построены карты строения и перспективных зон литологических объектов косьвинско-радаевских, бобриковских и тульских отложений. Выделены перспективные зоны литологических объектов, приуроченных к отложениям наземных (субаэральных) аллювиально-дельтовых палеорусел, субаквальных конусов выноса авандельты, баров. В пределах слабоизученных впадин Предуральского прогиба по данным интерпретации сейсморазведки 2D и региональных кубов оконтурены зоны поиска новых перспективных объектов, связанных с подводными продолжениями палеорусел и конусов выноса песчаного материала в морскую часть бассейна осадконакопления.

Для цитирования: Ермолова Т.Е., Мушин И.А., Ступак А.А., Фролов Б.К., Оксман Г.А., Холмянская Н.Ю. Перспективы поиска новых нефтегазоносных объектов в верхнетурнейско-визейских терригенных отложениях востока Волго-Уральской нефтегазоносной провинции на основе комплексных седиментологических и сейсмогеологических исследований. – 2019. – № 3. – С. 67-85. DOI: 10.31087/0016-7894-2019-3-67-85.

Opportunities for new oil and gas bearing objects prospecting in the Upper Tournaisian-Visean terrigenous formations of eastern part of Volga-Urals Petroleum Province on the basis of integrated sedimentological and geoseismic studies

© 2019 | Т.Е. Ermolova, I.A. Mushin, A.A. Stupak, B.K. Frolov, G.A. Oksman, N.Yu. Kholmyanskaya

All-Russian Research Geological Oil Institute, Moscow, Russia; ermolova@vnigni.ru; mushin@vnigni.ru; stana@vnigni.ru; frolov@vnigni.ru; g_oksman@vnigni.ru; natahol@vnigni.ru

Received 05.04.2019

Accepted for publication 12.04.2019

Key words: *Volga-Urals Petroleum Province; pre-Urals Foredeep; Kamsky-Kinel'sky system of troughs; Tournaisian-Visean terrigenous formation; reservoir rocks; synthetic regional cubes; stratigraphic and combination traps.*

Petroleum potential of polyfacies Upper Tournaisian-Visean terrigenous rock association in the eastern regions of Volga-Urals Petroleum Province are focused on prospecting of stratigraphic and combination types of traps. Such an approach is especially

К ЮБИЛЕЮ Е.А. КОЗЛОВСКОГО

relevant for depressions in the pre-Urals Foredeep; ill-defined structural factor, area reduction, and complicated morphology of terrigenous series distribution are typical of them. Substantiation of prospects in the regional stage reduces to identification and mapping of zones having different structure of the deposits, which responds to depositional environments and processes, and also lithological objects — prospective hydrocarbon traps. Updating structure of each horizon and building the respective maps is based on integration of lithofacies, sedimentological, and geoseismic analyses, including interpretation of synthetic regional seismic cubes generated using 2D seismic data. Using the thickness map of the series, boundaries of main paleotectonic zones of eastern regions of Volga-Urals petroleum region are updated. References of section structure are developed, and geological and geophysical characteristics of lithological objects having different genesis is presented. Parameters of total and net thickness, porosity, shale/sand ratio are calculated, and isopach maps are created for sands within the horizons. Seismic facies are identified, which are fitted to reference well columns both on 2D seismic time sections and in the slices of regional synthetic paleo-cubes at the levels better matching to the intervals of target horizons (Kos'vinsky-Radaevsky, Bobrikovsky, and Tul'sky). As a result of integrated analysis in accordance with references accepted for different depositional zones, structural maps and maps of promising zones of lithological objects in Kos'vinsky-Radaevsky, Bobrikovsky, and Tul'sky formations are created. Promising zoned of lithological objects associated with the deposits of onshore (subaerial) channels within fluvial distributary systems, subaqueous delta front fans, and bars are identified. According to interpretation of 2D seismic data and regional cubes, zones of search for new exploration targets associated with submarine extension of paleochannels and sandy fans to the marine part of sedimentary basin are delineated.

For citation: Ermolova T.E., Mushin I.A., Stupak A.A., Frolov B.K., Oksman G.A., Kholmyanskaya N.Yu. Opportunities for new oil and gas bearing objects prospecting in the Upper Tournaisian-Visean terrigenous formations of eastern part of Volga-Urals Petroleum Province on the basis of integrated sedimentological and geoseismic studies. *Geologiya nefti i gaza = Oil and gas geology*. 2019;(3):67-85. DOI: 10.31087/0016-7894-2019-3-67-85.

Верхнетурнейско-визейская терригенная формация, включающая отложения косьвинского, радаевского, бобриковского и тульского горизонтов, является одним из основных продуктивных комплексов Волго-Уральской нефтегазоносной провинции (НГП). Только в восточной части региона открыты сотни залежей УВ, наиболее крупными из которых являются нефтяные залежи на Бураевском, Югомашевском, Четырманском, Саузбашском месторождениях, газовые и газоконденсатные залежи на Кокуйском, Ожгинском месторождениях. В последние годы геолого-разведочные работы сместились на относительно слабоизученные территории Предуральского краевого прогиба. Несмотря на значительный объем этих работ, проведенные исследования пока не увенчались сколько-нибудь серьезными открытиями. Немногочисленные выявленные к настоящему времени залежи нефти и газа (Луживское, Комарихинское, Верхнечусовское) приурочены к Веслянскому валу на северо-западе Юрюзано-Сылвенской депрессии и Косьвинско-Чусовской седловине и контролируются унаследованным характером структурообразования от нижележащего верхнедевон-турнейского комплекса. В южной части депрессии, в пределах Юрюзано-Айской впадины, открыта лишь небольшая залежь на Бруснянском месторождении. В пределах Бельской впадины промышленная нефтегазоносность не установлена. Между тем о перспективах косьвинско-тульских терригенных отложений в пределах впадин Предуральского прогиба свидетельствуют многочисленные нефте- и газопроявления, выявленные в результате бурения скважин, с запахом нефти и битума, вкраплениями нефти и пропиткой нефтью песчаников.

Причинами низкой эффективности геолого-разведочных работ в пределах Предуральского прогиба являются крайне слабовыраженный структурный фактор, сокращение площади распространения тер-

ригенных пород-коллекторов и сложная морфология зон с улучшенными фильтрационно-емкостными свойствами. Последний фактор относится к характерным особенностям косьвинско-тульских терригенных отложений и на всей прилегающей с запада территории. Все это выдвигает на первый план задачу прогноза в терригенном комплексе нижнего карбона литологических объектов, определяющих коллекторские свойства алевроитово-песчаных отложений и формирующих ловушки литологического и структурно-литологического типов.

Для этого уточнено и детализировано строение рассматриваемого нефтегазоносного комплекса с выявлением закономерностей распространения зон, отличающихся строением разреза, в том числе зон различных типов литологических объектов каждого продуктивного горизонта.

В последние десятилетия геологами были достигнуты значительные успехи в изучении разрезов скважин, прежде всего в их детальном стратиграфическом расчленении и корреляции [1, 2]. Предшествующие результаты с внесенными по необходимости изменениями положены в основу данной статьи. В то же время представляемые в публикациях и геологических отчетах литолого-фациальные карты регионального и зонального уровней либо отличаются схематичностью и не могут быть использованы для выделения новых объектов поиска, либо являются попыткой детального прогноза распространения перспективных типов отложений, основанного только на данных бурения [3, 4]. Достоверность такого прогноза в межскважинном пространстве, особенно на территориях со слабой изученностью бурением, низкая.

Предлагаемый авторами статьи подход к более обоснованному выделению перспективных зон разных типов литологических объектов заключается в комплексировании методов литолого-фациального

и седиментологического анализов с сейсмогеологическими исследованиями, в том числе по новым методикам разработки и интерпретации региональных сейсмических кубов.

Методика построения региональных кубов детально рассмотрена в работе [5]. Согласно технологии «РегионСейс 3D», региональный сейсмический куб синтезируется из данных сейсморазведки 2D. При его построении используются: сеть реальных региональных и композитных сейсмических профилей, структурные карты и карты изопахит целевого интервала. Для построения синтетического куба выбираются временные разрезы, пересекающие все выявленные на этапе седиментационного моделирования зоны осадконакопления. Региональные сейсмические кубы позволяют прогнозировать строение осадочных комплексов на участках отсутствия данных сейсморазведки 2D.

Алгоритм геологической части исследований включает:

- 1) уточнение стратиграфического расчленения и корреляцию разрезов скважин;
- 2) уточнение структурного палеоплана, в условиях которого формировались разные типы литологических объектов;
- 3) построение карт мощности песчаников продуктивных горизонтов;
- 4) разработку эталонов строения разреза косьвинско-тульских отложений разного генезиса;
- 5) построение седиментационных моделей в виде литолого-фациальных палеоразрезов с последовательным пересечением палеоструктурных и седиментационных зон от областей размыва к областям аккумуляции;
- 6) интерпретацию данных сейсморазведки 2D с выявлением (идентификацией) сейсмических образцов, соответствующих разным типам отложений, и прослеживанием на временных разрезах участков разного строения разреза;
- 7) комплексную интерпретацию слайсов палеокубов, данных сейсморазведки 2D и бурения с учетом эталонов типов разреза в скважинах и установленных закономерностей распределения мощности песчаников.

Итогом комплексной интерпретации являются карты строения продуктивных горизонтов с выделением крупных палеоструктурных зон, областей размыва (отсутствия) отложений, зон осадконакопления с разным строением разреза. В соответствии с рассматриваемой технологией выделение перспективных зон литологических объектов и приуроченных к ним ловушек на региональном и зональном уровнях связано с локализацией песчаных тел разного генезиса или зон их развития, границ выклинивания и фациального замещения песчаных коллекторов.

Рассмотрим кратко особенности исследований в рамках каждого из приведенных технологических блоков.

Стратиграфическое расчленение и корреляция отложений. Косьвинский горизонт в соответствии с постановлением Межведомственного стратиграфического комитета 2008 г. [6] относится к турнейскому ярусу. В пределах палеосводов горизонт представлен аргиллитами, во впадинах Камско-Кинельской системы прогибов — аргиллитами, алевролитами, глинистыми сланцами с прослоями мергелей, известняков и песчаников. Мощность толщи меняется от 0–8 м на сводах до 80–170 м во впадинах.

Радаевский и бобриковский горизонты имеют схожую литологическую характеристику и представлены аргиллитами, алевролитами и песчаниками. На сводах песчаники мелкозернистые, неравномерно глинистые, участками пористые, в прогибах Камско-Кинельской системы — средне-мелкозернистые, средне- и крупнозернистые. В пределах палеовершин радаевский горизонт выклинивается или имеет малые толщины в глинистых фациях. Для радаевского горизонта характерны повышенная углистость или присутствие углисто-глинистых сланцев с прослоями и линзами каменного угля мощностью от 30–40 см до 20 м. Мощность радаевского горизонта в целом варьирует от 0–10 м в пределах палеосводов до 80 м в прогибах Камско-Кинельской системы прогибов, бобриковского — от 0–5 до 50 м.

Тульский горизонт развит повсеместно. В северной части исследуемой территории нижняя часть горизонта сложена терригенными породами, верхняя — карбонатами. Песчаники мелко-среднезернистые отсортированные. Мощность терригенной пачки тульского горизонта колеблется от 36 до 70 м. В южной части в составе горизонта преобладают карбонаты: известняки тонкозернистые, глинистые, прослоями органогенные и органогенно-обломочные. Толщина тульского горизонта колеблется от 16 до 65 м.

Для расчленения и корреляции разрезов косьвинско-тульских отложений проведена геологическая интерпретация данных геофизических исследований около 700 скважин (ГИС), в том числе с оценкой подсчетных параметров с использованием программного обеспечения «Камертон» по 120 скважинам Волго-Уральской НПП. Корреляция разрезов скважин основана на выделении седиментационных циклитов, связанных с колебаниями уровня Мирового океана и этапами тектонического развития территории, и прослеживании границ циклитов по коротажным реперам. Строение циклитов меняется при переходе от одной седиментационной зоны к другой. Наиболее выдержанными реперными горизонтами являются карбонаты турнейского яруса и верхней части тульского горизонта («тульская плита»). В качестве зональных реперов прослеживаются песчаные



К ЮБИЛЕЮ Е.А. КОЗЛОВСКОГО

пласты и глинистые пачки. Отправными и контрольными точками при выполнении корреляции служат разрезы скважин с обоснованием возраста палеонтологическими и другими палеонтологическими исследованиями.

Построение палеоструктурной основы. Косьвинско-тульские отложения образуют толщу компенсации палеопрогибов Камско-Кинельской системы, сформировавшихся в предшествующий позднефранско-турнейский этап развития. Соответственно карта общей мощности косьвинско-тульских отложений отражает палеоструктурный план территории. По ней наиболее достоверно можно судить о палеорельефе в позднефранско-радаевское время, в течение которого произошло его максимальное заполнение.

На рис. 1 представлена карта мощностей косьвинско-тульских отложений, построенная по данным бурения и интерпретации слайсов палеокуба. Поскольку кровля терригенных отложений комплекса не имеет постоянной стратиграфической привязки (является «скользящей»), в расчетную мощность включена также карбонатная часть тульского горизонта.

В соответствии с распределением мощности в пределах исследуемого региона обособились палеосводы и палеовпадины. К Коми-Пермяцкому палеосводу, выделяемому на северо-западе региона (мощность косьвинско-тульских отложений 0–80 м), приурочены наиболее крупные области размыва. В пределах Южно-Татарского палеосвода на юге, юго-западе мощность косьвинско-тульских отложений меняется в сторону его вершин от 80 до 40 м и менее. Зона Башкирского палеосвода морфологически наиболее резко выражена только в его южной и юго-западной частях. Северная часть палеосвода (выделяемая в позднедевонский этап как Веслянский палеосвод) в целом была более погружена: мощность комплекса здесь выдержана и составляет 80–100 м. На этом фоне обособлены отдельные мелкие палеовершины и Веслянский палеовал.

Максимальная мощность косьвинско-тульских отложений приурочена к осевым зонам Камско-Кинельской системы прогибов. В Актаныш-Чишминском и Муханово-Ероховском прогибах она достигает 180–300 м и более. Актаныш-Чишминский прогиб на юго-востоке исследуемого региона через узкий перешеек раскрывается в Бельскую палеовпадину. От Сарапульского прогиба к Калининскому мощность косьвинско-тульских отложений уменьшается от 250 до 160 м. В северной части Калининский прогиб резко сужается и толща компенсации не превышает 120–140 м. Добрянно-Вишерский палеопрогиб на северо-востоке региона более выражен, мощность косьвинско-тульских отложений достигает 180 м. Оба прогиба раскрываются на восток.

В восточной части Предуралья, слабо охарактеризованной данными бурения, палеоструктурный

план восстанавливался в соответствии с интерпретацией данных сейсморазведки 2D и слайсов. Здесь по сокращению мощности толщи компенсации до 40–20 м обособляются палеовершины, разделенные узкими прогибами Уткинско-Серебрянской системы палеовпадин (мощность более 100–120 м).

Региональные и зональные карты мощности песчаников продуктивных и потенциально продуктивных горизонтов важны не только для определения нефтегазоносного потенциала отложений, но и дают дополнительную информацию о морфологии, ориентировке относительно областей размыва и, следовательно, генезисе песчаных тел и связанных с ними поисковых объектов. Их построение базируется на данных интерпретации ГИС и сейсморазведки. Площадная экстраполяция суммарных значений мощности песчаных коллекторов каждого горизонта проводилась с учетом сейсмической записи на слайсах соответствующих уровней. Изопахиты песчаников отображены на результирующих картах строения продуктивных горизонтов.

Эталонные строения разреза. В результате количественной оценки параметров эффективной толщины песчаных коллекторов и пористости установлено, что косьвинско-тульские терригенные отложения характеризуются сильной латеральной изменчивостью. Так, толщина песчаных коллекторов косьвинского и радаевского горизонтов в скважинах изменяется от 0 до 56 м, пористость колеблется от 12,8 до 26,8 %, бобриковского горизонта — от 0 до 42 м и от 10,2 до 28 %, тульского — от 0 до 21 м и от 9,7 до 26,4 % соответственно.

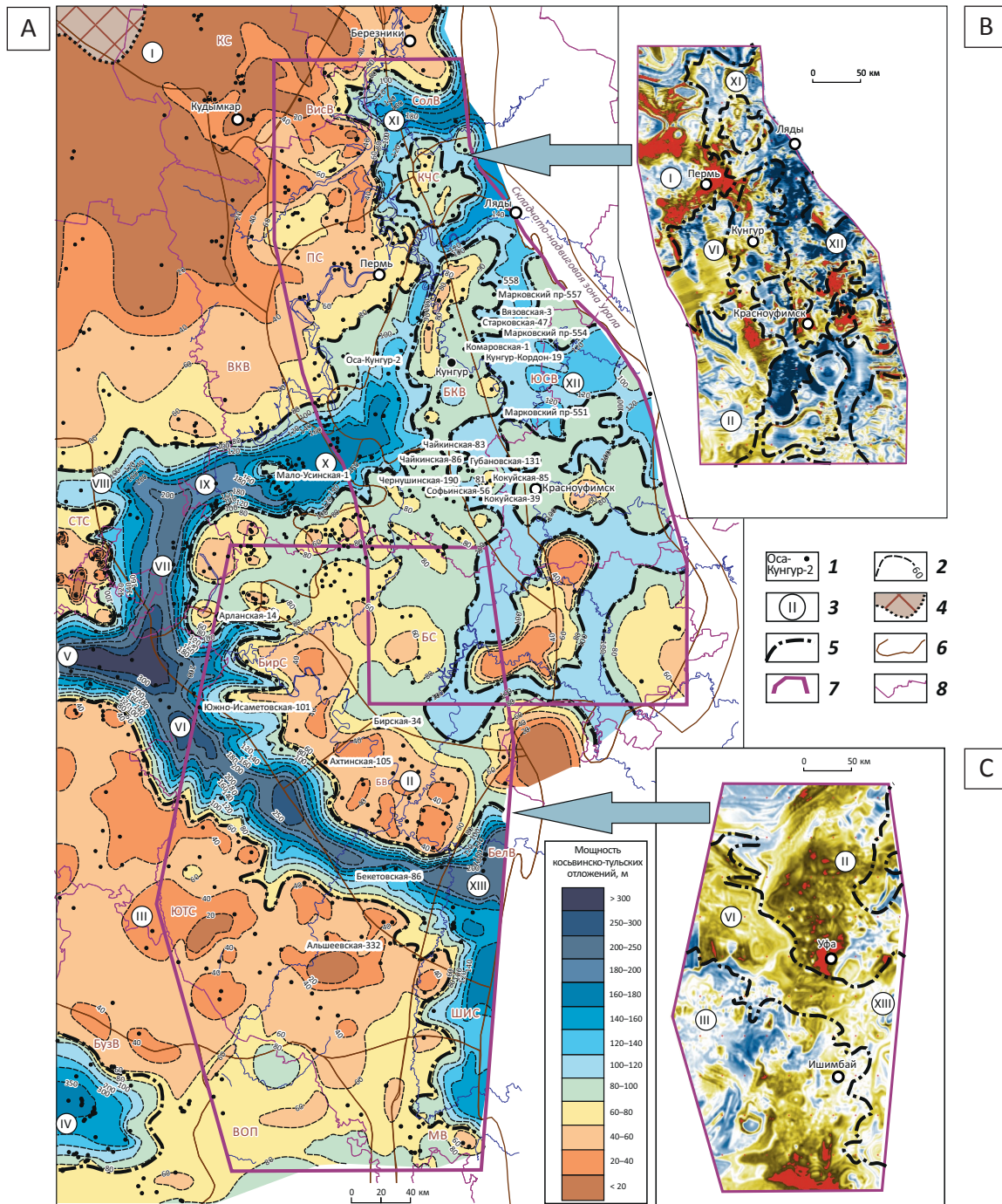
На основе интерпретации данных керн и ГИС, включающих определение общей мощности горизонтов, эффективной толщины проницаемых интервалов, пористости, коэффициента песчаности ($K_{эф}$), разработаны эталоны типов разреза, характеризующие зоны с разным строением и генезисом косьвинско-тульских отложений. Каждому типу отложений соответствует определенный тип перспективных литологических объектов, формирующих неантиклинальные ловушки. Их форма, фильтрационно-емкостные свойства и нефтегазоносный потенциал во многом определяются условиями седиментации.

Рассмотрим характеристики эталонов. На рис. 2, 3 представлена геолого-геофизическая характеристика эталонных разрезов.

Группа континентальных и субконтинентальных отложений

Отложения озерно-болотного и аллювиального типов. Разрезы первого типа приурочены к вершинам палеосводов и характеризуются незначительной мощностью косьвинско-тульских отложений и глинистым составом толщи. Отложения аллювиальных равнин выделены в пределах средних и нижних частей склонов палеосводов. Они включают как пой-

Рис. 1. Карта мощностей и структурный палеоплан косьвинско-тульских отложений востока Волго-Уральской НГП (А) и слайсы палеокубов: В — 1028 мс (выравнивание по ОГ У 1000 мс), С — 912 мс (выравнивание по ОГ У 900 мс)
Fig. 1. Thickness map and structural paleoscheme of Kos'vinsky-Tul'sky deposits in the eastern Volga-Urals Petroleum Province (A) and slices of paleo-cubes: B — 1028 ms (flattening to У Horizon 1000 ms), C — 912 ms (flattening to У Horizon 900 ms)



1 — скважины; 2 — изопакиты косьвинско-тульских отложений, м; 3 — крупные палеоструктуры; 4 — зона отсутствия отложений; границы (5–8): 5 — крупных палеоструктур, 6 — современных тектонических элементов, 7 — региональных кубов, 8 — административные.

Палеосводы: I — Коми-Пермяцкий, II — Башкирский, III — Южно-Татарский; палеопрогибы Камско-Кинельской системы прогибов: IV — Муханово-Ероховский, V — Нижнекамский, VI — Актаныш-Чишминский, VII — Сарапульский, VIII — Фокинский, IX — Шалымский, X — Калининский, XI — Добряно-Вишерский; XII — палеопрогибы Уткинско-Серебрянской системы; XIII — Бельская палеовпадина.

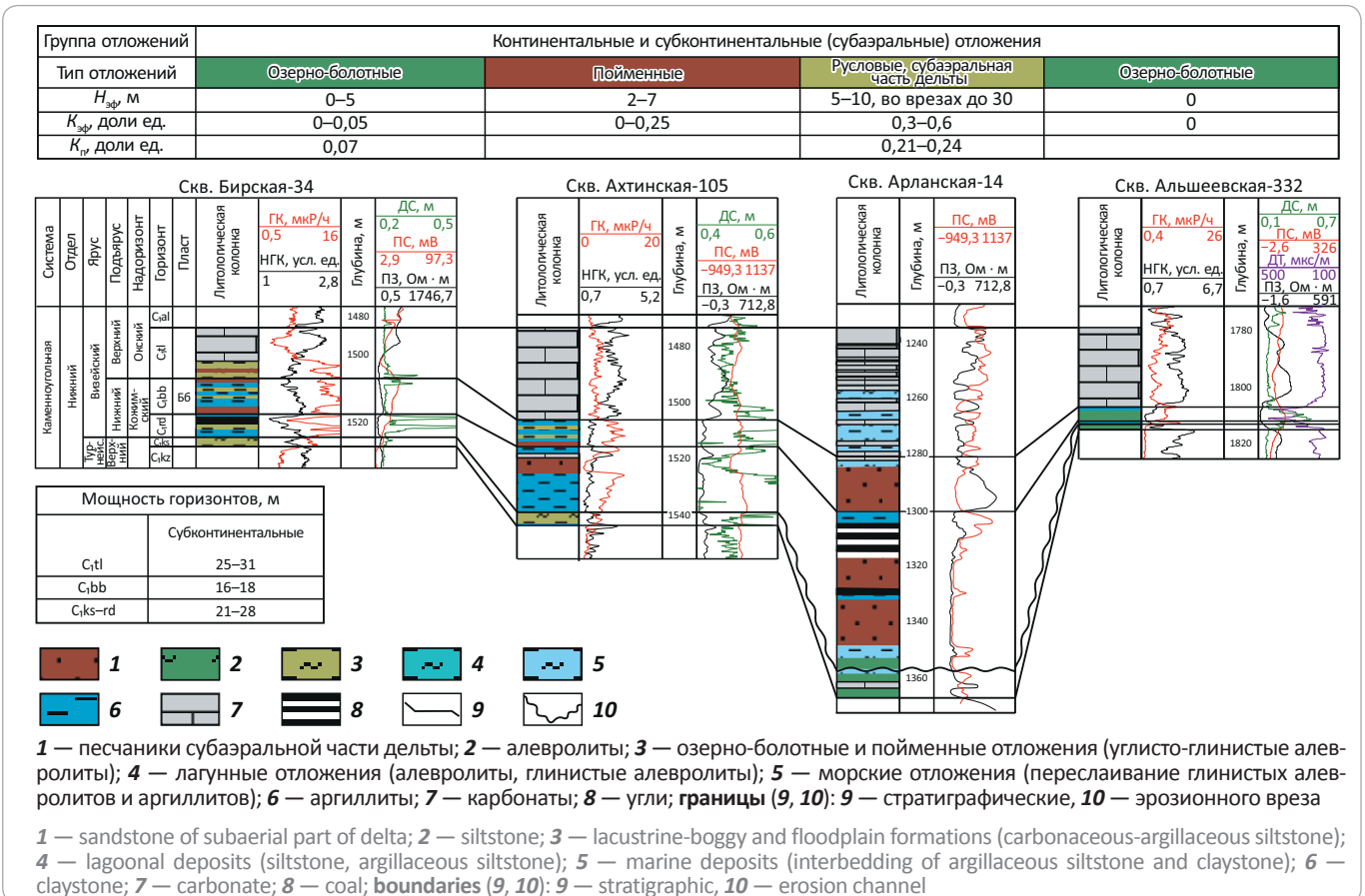
Тектонические элементы: своды: КС — Камский, БС — Башкирский, СТС — Северо-Татарский, ЮТС — Южно-Татарский, ВОП — Восточно-Оренбургское сводовое поднятие; впадины: ВКВ — Верхнекамская, ВисВ — Висимская, БКВ — Бымско-Кунгурская, БВ — Благовещенская, БузВ — Бузулукская, СолВ — Соликамская, ЮСВ — Юрюзано-Сылвенская, БелВ — Бельская, МВ — Мраковская; седловины: КЧС — Косьвинско-Чусовская, БирС — Бирская, ШИС — Шихано-Ишимбаевская

К ЮБИЛЕЮ Е.А. КОЗЛОВСКОГО

Legend for Fig. 1, end.

1 — wells; 2 — isopachs of Kos'vinsky-Tul'sky deposits, m; 3 — large paleostructures; 4 — zone where the deposits are absent; **boundaries (5–8):** 5 — large paleostructures, 6 — present-day tectonic elements, 7 — regional cubes, 8 — administrative. Paleo-arches: I — Komi-Permyatsky, II — Bashkirsky, III — South Tatarsky; paleotroughs of Kamsky-Kinel'sky system: IV — Mukhanovo-Erokhovskiy, V — Nizhnekamsky, VI — Aktanysh-Chishminskiy, VII — Sarapul'sky, VIII — Fokinsky, IX — Shalym'sky, X — Kalininsky, XI — Dobryano-Vishersky; XII — paleotroughs of Utkinsky-Serebryansky system; XIII — Bel'sky paleodepression. Tectonic elements: arches: КС — Kamsky, БС — Bashkirsky, СТС — North Tatarsky, ЮТС — South Tatarsky, ВОП — East Orenburgsky arched uplift; depressions: БКВ — Verkhnekamsky, ВисВ — Visim'sky, БКВ — Bymsky-Kungursky, БВ — Blagoveshensky, БузВ — Buzuluk'sky, СолВ — Solikamsky, ЮСВ — Yuryuzano-Sylvensky, БелВ — Bel'sky, МВ — Mrakovskiy; saddles: КЧС — Kos'vinsky-Chusovskiy, БирС — Birskiy, ШИС — Shikhano-Ishimbaevskiy

Рис. 2. Эталоны строения континентальных и субконтинентальных отложений по данным интерпретации ГИС
Fig. 2. References of structure of continental and subcontinental deposits according to well log data interpretation



менные фации, так и речной аллювий. Мощность песчаных прослоев в каждом горизонте составляет не более 2–7 м (см. рис. 2).

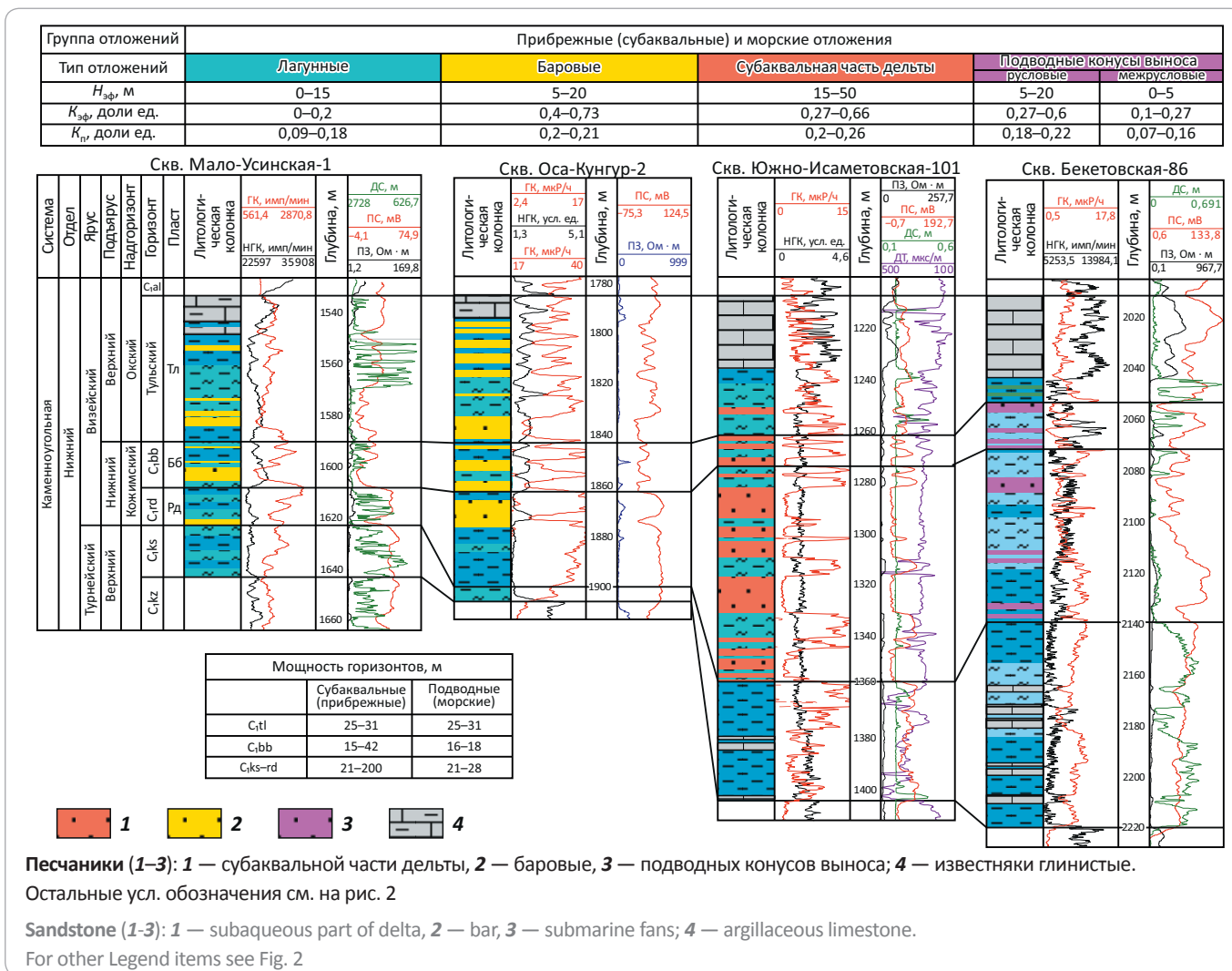
Отложения субаэриальных (наземных) частей дельт выделены в пределах склонов палеосводов и сопряженных с ними бортов палеопрогибов. Характерна рукавообразная, веерообразная или конусовидная форма распространения песчаных фаций. На некоторых участках песчаники приурочены к узким и глубоким врезам, зоны распространения песчаников имеют рукавообразную форму, и их мощность в радаевском и бобриковском горизонтах достигает 35 м, на междельных (пойменных) участках сокращается до 5–0 м (см. рис. 2). Пористость песчаных коллекторов колеблется от 7 % в разрезах озерно-болотного и пойменного типов до 21–24 % в русловых фациях, $K_{эф}$ составляет 0–0,05 и 0,3–0,6 соответственно.

С наземным аллювиально-дельтовым комплексом связаны ловушки литологического и структурно-литологического типов в отложениях радаевского и бобриковского горизонтов. К ним приурочены литологически экранированные залежи на Березовском, Тат-Кандызском, Туймазинском (Южно-Татарский свод), Арланском, Хмелевском, Андреевском (Бирская седловина), Майкорском (Висимская впадина) и других месторождениях.

Группа прибрежных отложений

Отложения субаквальных частей дельт (авандельт) выделены в пределах склонов и осевых зон палеопрогибов Камско-Кинельской системы. Характерно присутствие мощных песчаных конусов выноса (рис. 3). Установлено, что наиболее глубокую Актамыш-Чишминскую палеовпадину они заполняли по клиноформному типу [7]. В ее северо-западной части,

Рис. 3. Эталоны строения прибрежных (субаквальных) и морских отложений по данным интерпретации ГИС
 Fig. 3. References of structure of coastal (subaqueous) and offshore deposits according to well log data interpretation



как и в пределах Муханово-Ероховского палеопрогиба, мощность песчаников бобриковского горизонта достигает 30–50 м, в Калининском палеопрогибе составляет 20–25 м, в южной части Актаныш-Чишминского палеопрогиба и на склонах Бельской палеовпадины не превышает 10–15 м. $K_{эф}$ варьирует от 0,27 до 0,66, пористость составляет 20–26 %.

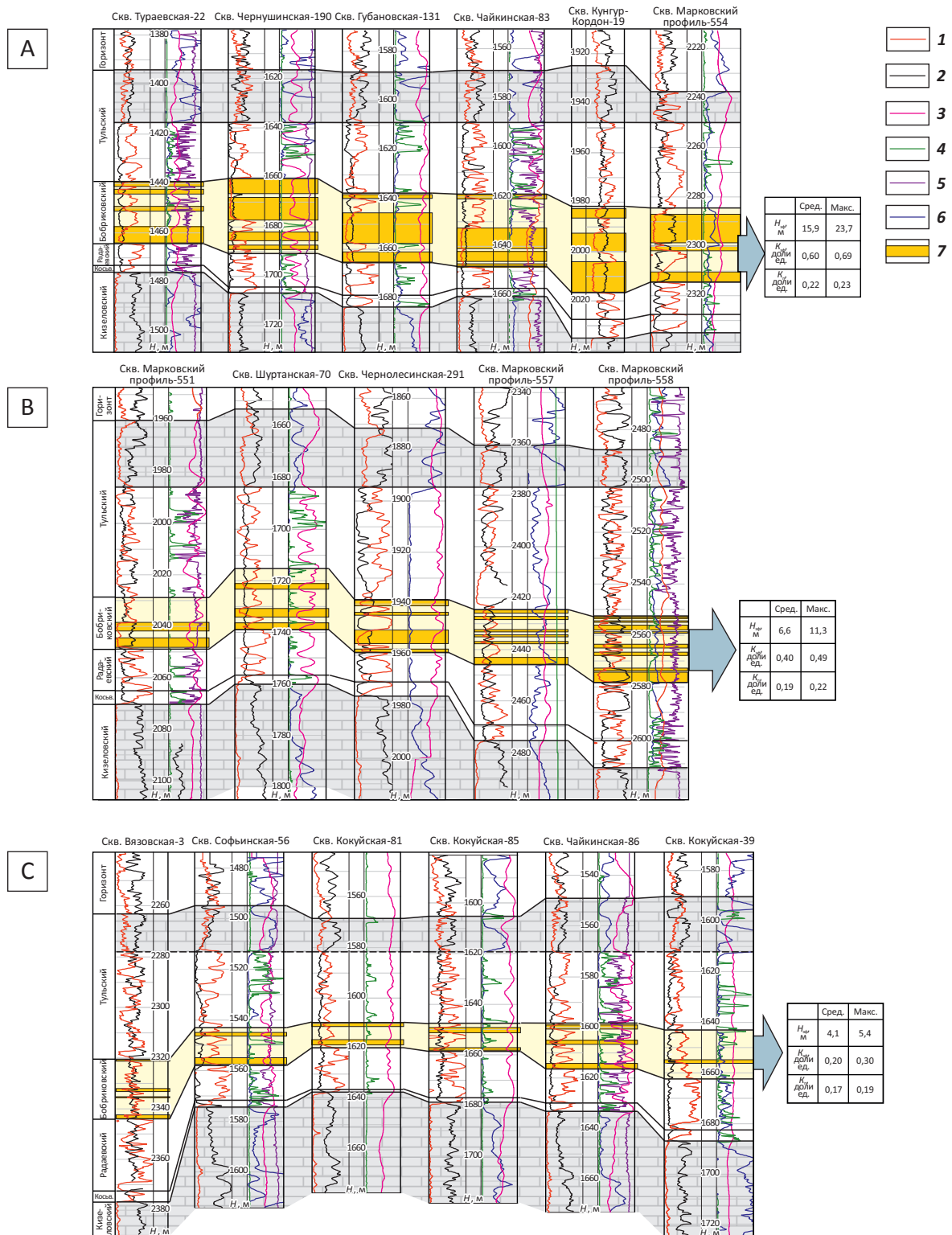
В косьвинском горизонте известны структурно-литологические залежи, связанные с выклиниванием песчаных коллекторов авандельты на склонах рифовых массивов (Комаровское, Контузлинское месторождения). Литологические латеральные экраны осложняют большинство залежей в субаквальных радаевских и бобриковских отложениях (Батырбайское месторождение на юго-восточном борту Калининского прогиба). В бобриковском горизонте прибортовых зон Камско-Кинельской системы прогибов многие залежи приурочены к структурам облекания рифов (Мензелинское, Контузлинское месторождения). В отложениях субаквальной части дельты открыты струк-

турно-литологические залежи в тульском горизонте: в осевой зоне Актаныш-Чишминского прогиба — на Дружбинском месторождении, во внешней бортовой зоне — на Озерном месторождении, в бортовой зоне Добряно-Вишерского прогиба — на Майкорском месторождении.

Отложения барового типа выявлены в пределах палеоподнятий, обрамляющих Калининский прогиб (см. рис. 3). Песчаные отложения мощностью 5–20 м формируют линзы во фронтальной части дельт, песчанистость высокая: $K_{эф}$ равен 0,4–0,73, пористость — 20–21 %.

Залежи в баровых песчаниках на Козубаевском, Комарихинском, Ожгинском и других месторождениях относятся к пластово-сводовому типу (Веслянский вал). Однако песчаные тела барового типа могут формировать и литологические ловушки, если они представлены изолированными песчаными линзами. Положительный изгиб кровли пласта на участке бара может быть обусловлен локальным повышением

Рис. 4. Геолого-геофизическая характеристика эталонных разрезов подводных авандельтовых отложений бобриковского горизонта
 Fig. 4. Geological and geophysical characteristics of reference sections of submarine delta front deposits, Bobrikovsky Horizon



Эталонные разрезы: А — основных палеорусел, В — второстепенных палеорусел, С — межрусловых отложений.

Каротаж (1–6): 1 — ГК, мкр/ч; 2 — НГК, усл. ед.; 3 — ПС, мв; 4 — ДС, м; 5 — ДТ, мкс/м; 6 — ГЗЗ, Ом · м; 7 — пропластки песчаных коллекторов

Reference sections: A — main paleochannels, B — second-order paleochannels, C — interchannel deposits.

Well logs (1–6): 1 — GK, $\mu\text{R/hr}$; 2 — NGL, c.u.; 3 — SP, mV; 4 — Caliper, m; 5 — DT, $\mu\text{s/m}$; 6 — lateral log G33, $\text{Ohm} \cdot \text{m}$; 7 — streaks of sandstone reservoirs

концентрации песчаного материала в результате волновой деятельности при сохранении плоской подошвы пласта. При этом формируется конседиментационное бескорневое поднятие, которое часто не выражено по отражающему горизонту (ОГ).

Отложения лагун и внутридельтовых заливов выделены на межрусловых участках субаквального дельтового комплекса. Они представлены глинисто-алевритовыми породами, иногда чередующимися с маломощными прослоями песчаников. $K_{эф}$ составляет 0–0,2, пористость песчано-алевритовых разностей варьирует от 9 до 18 %.

Группа морских отложений

Отложения подводных авандельтовых палеорусел и конусов выноса установлены в пределах пологого восточного склона Везлянского палеовала и на сопряженных с ним склонах Уткинско-Серебрянской системы палеовпадин (рис. 4). Во всех горизонтах прослеживаются монолитные пласты песчаных пород, выполняющие основные палеорусла (см. рис. 4 А), или пласты, расчлененные глинисто-алевритовыми прослоями, образующие второстепенные палеорусла (см. рис. 4 В). Мощность песчаных коллекторов составляет 5–20 м, $K_{эф}$ колеблется от 0,27 до 0,66, пористость равна 18–22 %. В разрезах межрусловых участков отложения подводных конусов выноса чередуются с отложениями мелководного шельфа, преобладают алевритово-глинистые породы (см. рис. 4 С), мощность коллекторов не превышает первых метров, пористость невысокая и составляет 7–16 %.

К песчаным отложениям подводного продолжения дельт приурочены структурно-литологические залежи в радаевском горизонте Калмиярского месторождения, в бобриковском — Дороховского месторождения, в тульском — Алтыновского месторождения (Быско-Кунгурская впадина).

Склоновые отложения выделены в восточной части исследуемого региона. Общая мощность комплекса составляет более 120 м. Разрез характеризуется глинисто-алевритовым составом косьвинско-бобриковских отложений и глинисто-карбонатным — тульских. Коллекторы отсутствуют.

Седиментационные модели верхнетурнейско-визейского терригенного комплекса построены в виде литолого-фациальных палеоразрезов, расположенных вкрест простираения крупных палеоструктурных зон. На основании сопоставления данных ГИС и керн скважин с эталонными разрезами выявлена последовательность зон осадконакопления. На рис. 5, 6 представлены фрагменты седиментационной модели северной части исследуемой территории. Здесь выделены все типы отложений, описанные авторами статьи. Зоны осадконакопления сменяют друг друга с северо-запада на юго-восток от континентальных к прибрежным и морским. В этом же направлении меняется морфология песчаных тел. В пределах юго-вос-

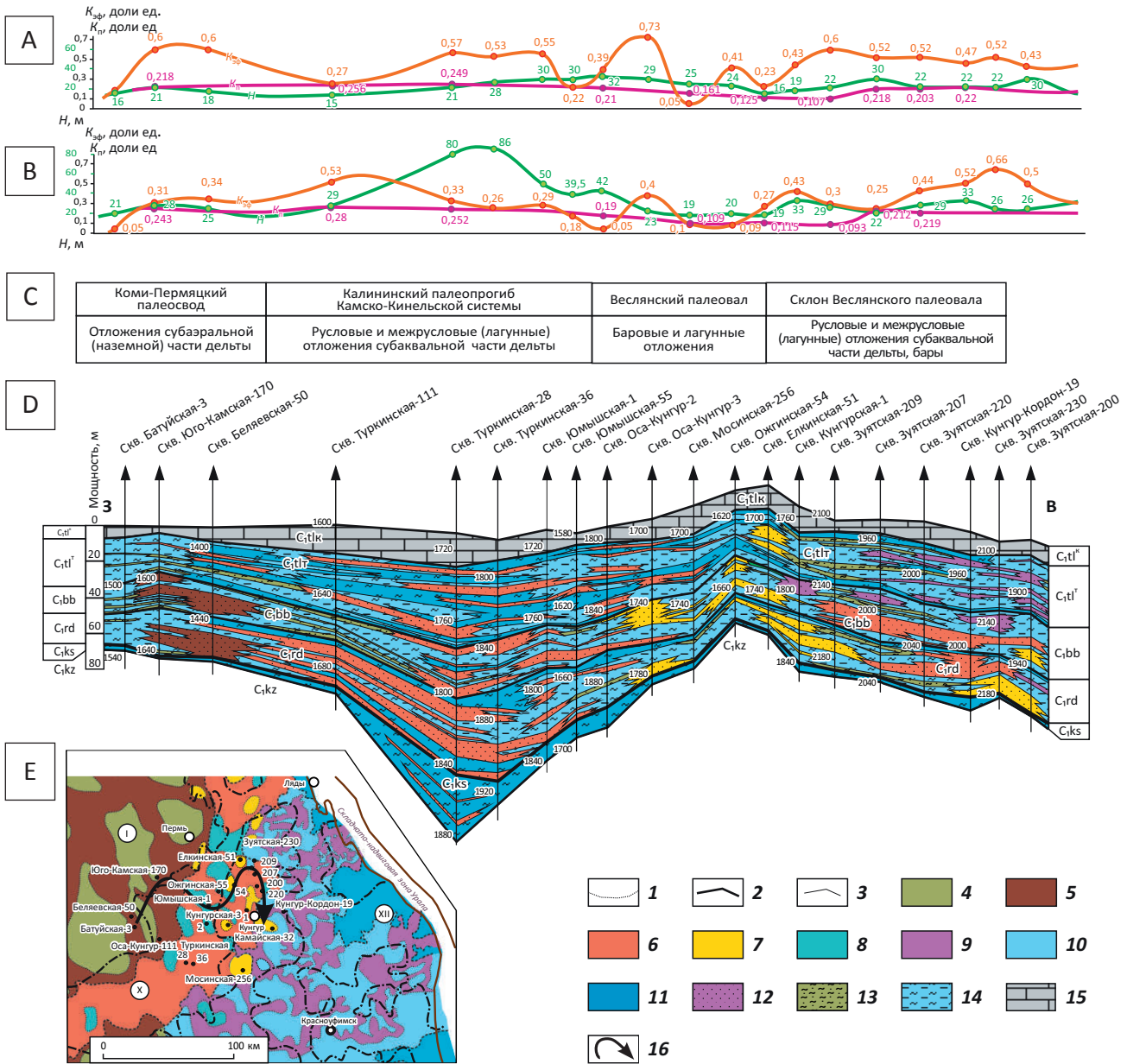
точного склона Коми-Пермяцкого свода (континентальные отложения и субаквальная часть дельт) в разрезе преобладает линзовидная русловая форма с приуроченностью палеорусел к эрозионным врезам, в Калининском палеопрогибе и на восточном склоне Везлянского палеосвода (субаквальная часть дельт) — многопластовая с косоаклонным расположением слоев (песчаные пласты мощные, преобладающее падение на восток), в пределах палеоподнятий Калининского палеопрогиба и Везлянского палеовала — линзовидная барового типа (см. рис. 5), в более погруженной восточной части палеосвода и прогибах Уткинско-Серебрянской системы впадин (подводная часть авандельт) — тонкопластовая, песчаные пласты маломощные, сильно расчлененные глинисто-алевритовыми прослоями (см. рис. 6). На модели представлены графики изменения параметров мощности горизонтов, средневзвешенной пористости и $K_{эф}$. Максимальные значения коэффициентов пористости (K_n — 0,207–0,28) и песчаности ($K_{эф}$ — 0,41–0,73) соответствуют палеоруслам и конусам выноса наземной и субаквальной частей дельт, а также зонам распространения песчаников барового типа. Подводные авандельтовые палеорусла и конуса выноса характеризуются пониженными значениями пористости (K_n — 0,161–0,217). Наиболее низкие значения пористости и песчаности (K_n — 0,07–0,17; $K_{эф}$ — 0–0,33) характерны для зон разрезов пойменного, лагунного типов и склоновых отложений.

Геологическая интерпретация данных сейсморазведки 2D заключалась в выделении (идентификации) и прослеживании на временных разрезах зон с разным строением горизонтов или разными типами отложений. Для этого на Березовской, Марковской и Суксунской сейсморазведочных площадях проанализирован волновой пакет в интервале 55 мс, ограниченный кровлями кизеловского (C_{1t}) и тульского (C_{1tl}) горизонтов. Данный интервал отличается значительной неоднородностью. Во временном поле выявлено три основных сейсмических образа рассматриваемого волнового пакета. На рис. 7 приведена литологическая характеристика разрезов скважин, расположенных на сейсмических профилях или вблизи них, и соответствующие им сейсмические образы в интервале C_{1t} – C_{1tl} , а также примеры выделения прогнозных участков разных типов отложений бобриковского горизонта. Так, русловому типу разреза бобриковского горизонта в зоне авандельты (эталонные основных и второстепенных палеорусел см. на рис. 4) соответствует появление в волновом пакете дополнительной оси синфазности или утолщение и «размытие» положительной волны в средней части волнового пакета (см. рис. 7 А), межрусловому типу разреза — одна ярко выраженная положительная волна в средней части волнового пакета (см. рис. 7 В). При картировании на сейсмических профилях были выделены отрезки, характеризующиеся разными сейсмически-

К ЮБИЛЕЮ Е.А. КОЗЛОВСКОГО

Рис. 5. Седиментационная модель косьвинско-тульских отложений Коми-Пермяцкого палеосвода, Калининского прогиба Камско-Кинельской системы и Веслянского палеовала

Fig. 5. Depositional model of Kos'vinsky-Tul'sky deposits in Komi-Permyatsky paleo-arch, Kalininsky Trough of Kamsky-Kinel'sky system, and Veslyansky paleo-swell



Графики общей мощности (H), коэффициентов песчаности ($K_{зф}$) и пористости (K_n) для горизонтов: А — бобриковского, В — косьвинского и радаевского; С — палеотектонические и седиментационные зоны; D — литолого-фациальный палеоразрез; E — обзорная карта

Границы (1–3): 1 — зон разных типов отложений и литологических объектов, 2 — стратиграфические, 3 — литологические; **седиментационные зоны с разным строением горизонтов, включающие отложения и литологические объекты (4–11):** 4 — пойменные, 5 — русловые аллювиальные и субаэральной части дельты, 6 — палеорусел и конусов выноса субаквальной части дельты, 7 — баровые, 8 — лагунные, 9 — подводных палеорусел и конусов выноса, 10 — мелководных шельфовых равнин, 11 — склона палеошельфа; 12 — песчаники подводных палеорусел и конусов выноса; 13 — песчаники и алевролиты пойменные, лагунные; 14 — алевролиты глинистые; 15 — карбонатные отложения; 16 — направление композитного литолого-фациального разреза.

Горизонты: C_{1kz} — кизеловский, C_{1ks} — косьвинский, C_{1rd} — радаевский, C_{1bb} — бобриковский, $C_{1tl'}$ — терригенные отложения тульского горизонта, C_{1tl}^k — карбонатные отложения тульского горизонта.

Остальные усл. обозначения см. на рис. 1–3

Diagrams of total thickness (H), shale/sand ratio ($K_{зф}$), and porosity (K_n) for the horizons: А — Bobrikovsky, В — Kos'vinsky and Radaevsky; С — paleotectonic and depositional zones; D — lithofacies paleosection; E — location map

Boundaries (1–3): 1 — zone of different types of deposits and lithological objects, 2 — stratigraphic, 3 — lithological; **depositional zones**

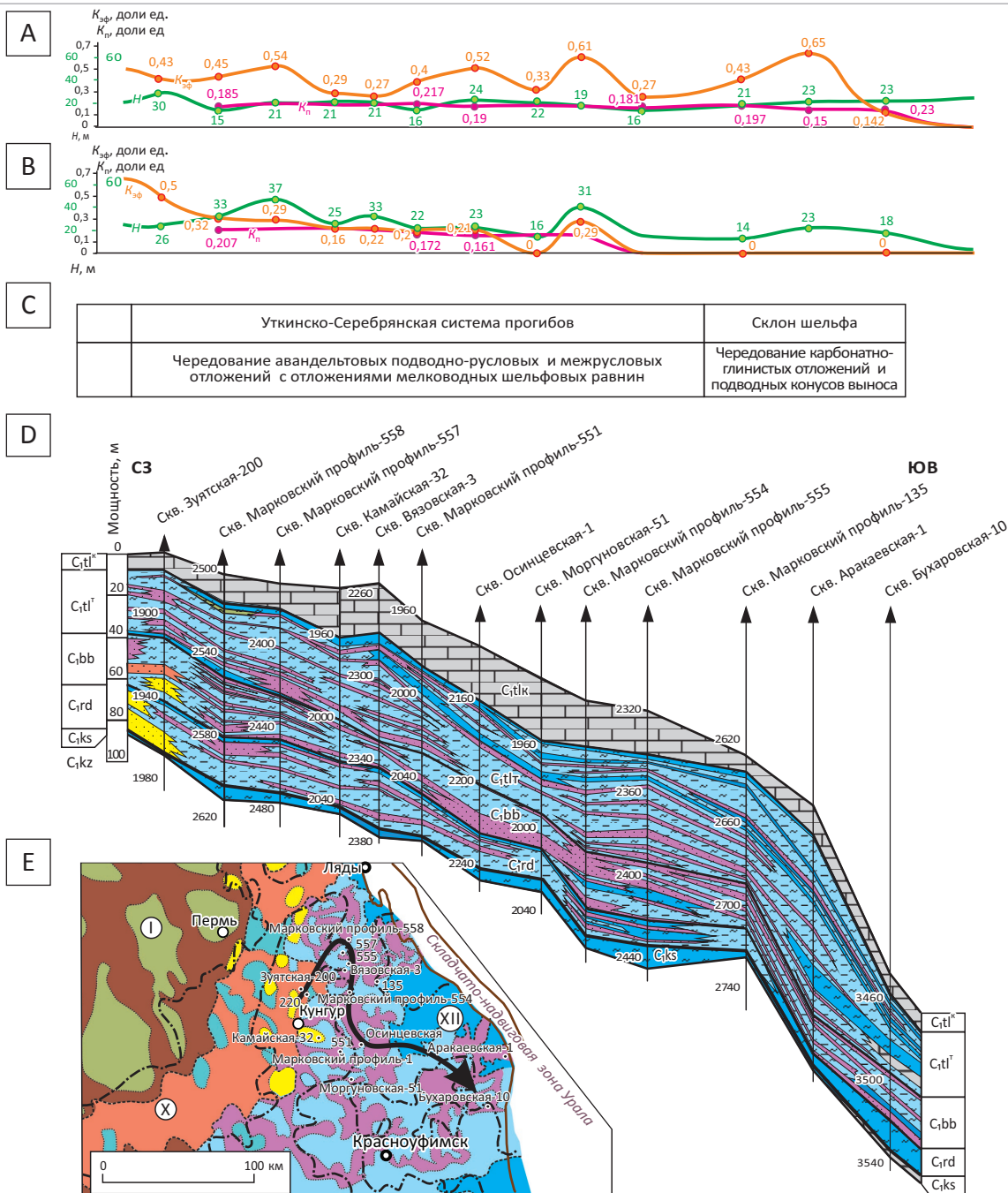
Legend for Fig. 5, end.

with different architecture of beds, including deposits and lithological objects (4–11): 4 — floodplain, 5 — channel filling and subaerial part of delta, 6 — paleochannels and fans of subaqueous part of delta, 7 — bar, 8 — lagoonal, 9 — submarine paleochannels and fans, 10 — shallow-marine shelf plains, 11 — paleoshelf slope; 12 — sandstones of submarine paleochannels and fans; 13 — sandstone and siltstone of floodplains and lagoons; 14 — argillaceous siltstone; 15 — carbonate deposits; 16 — direction of lithofacies slalom cross-section.

Horizons: C₁kz — Kizelovsky, C₁ks — Kos'vinsky, C₁rd — Radaevsky, C₁bb — Bobrikovsky, C₁tlr — terrigenous deposits of Tul'sky Horizon, C₁tlk — carbonate deposits of Tul'sky Horizon.

For other Legend items see Fig. 1–3

Рис. 6. Седиментационная модель косвинско-тульских отложений Уткинско-Серебрянской системы впадин
Fig. 6. Depositional model of Kos'vinsky-Tul'sky deposits in the Utkinsky-Serebryansky system of depressions

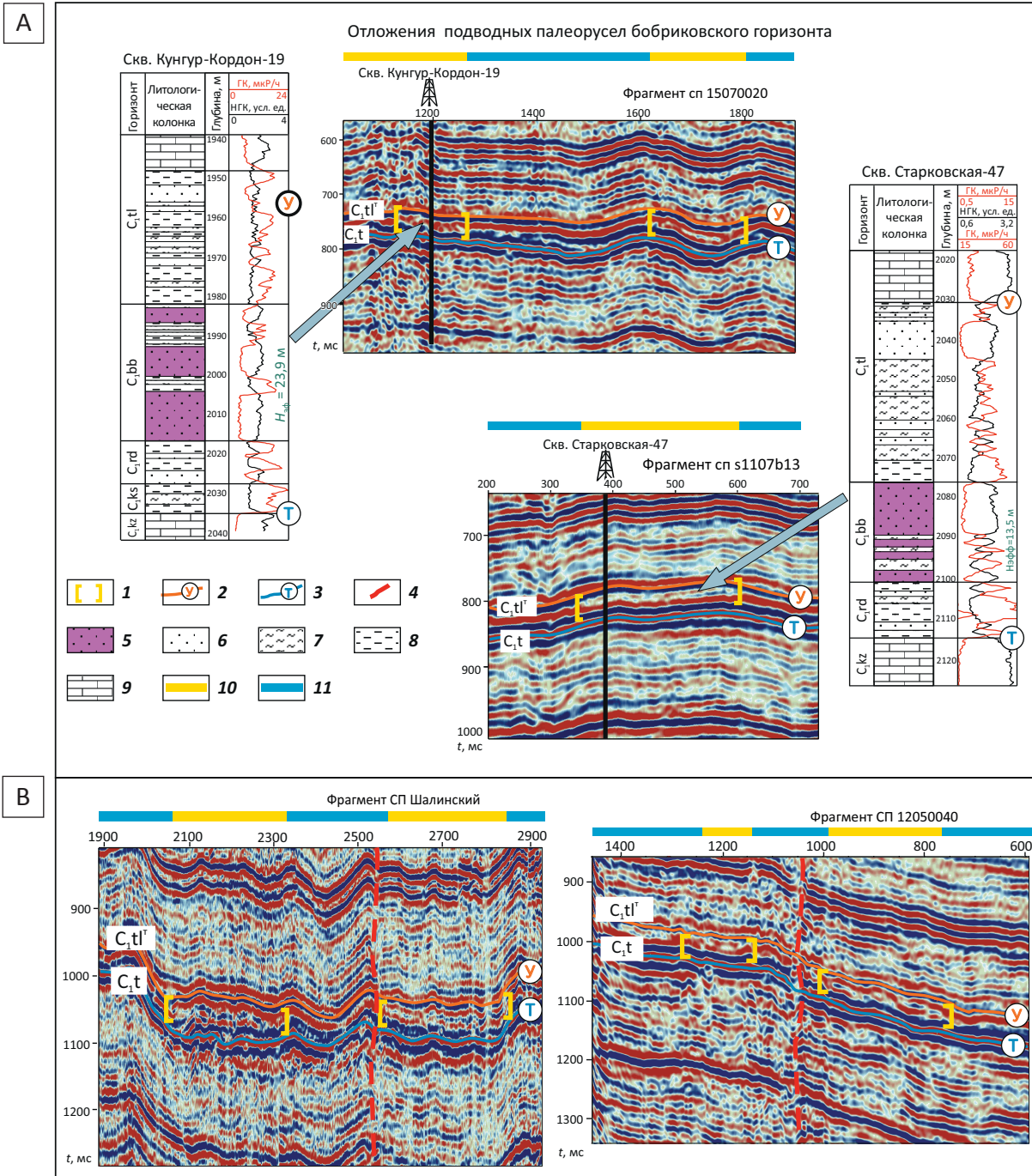


Усл. обозначения см. на рис. 1–3, 5

For legend see Fig. 1–3, 5

Рис. 7. Выделение сейсмофаций подводных палеорусел и конусов выноса бобриковского горизонта на временных разрезах сейсмозаписки 2D

Fig. 7. Identification of seismic facies of submarine paleochannels and fans of the Bobrikovsky Horizon in 2D seismic time sections



А — в районе эталонных разрезов скважин, В — на неразбуренных участках.

1 — участки русловых сейсмофаций; **отражающие границы по кровле отложений горизонтов (2, 3): 2** — терригенных тульского, **3** — карбонатных кизеловского; **4** — дизъюнктивные нарушения; **5** — песчаные коллекторы бобриковского горизонта; **6** — песчаники; **7** — алевролиты; **8** — аргиллиты; **9** — карбонатные породы; **сейсмофации (10, 11): 10** — подводных палеорусел и конусов выноса, **11** — межрусловых участков

А — in the area of reference well columns, В — in the undrilled areas.

1 — areas of channel seismic facies; **reflection horizons over the horizon's tops (2, 3): 2** — terrigenous Tuls'ky, **3** — carbonate Kizelovsky; **4** — carbonates Kizelovsky; **5** — sandstone reservoirs of the Bobrikovsky Horizon; **6** — sandstone; **7** — siltstone; **8** — claystone; **9** — carbonate rocks; **seismic facies (10, 11): 10** — submarine paleochannels and fans, **11** — interchannel areas

ми образами и, следовательно, относящиеся к разным типам геологического разреза (рис. 8). Дальнейшее объединение этих отрезков в зоны проводилось с учетом интерпретации слайсов палеокубов.

Завершающим этапом прогноза распространения нефтеперспективных зон является **комплексная интерпретация слайсов палеокубов, данных сейсморазведки 2D и бурения.**

Для седиментационного анализа применены слайсы (горизонтальные срезы) палеокубов, выровненные на кровлю целевого интервала (для терригенных отложений верхнетурнейско-визейского комплекса — это ОГ У). Прогноз строения потенциально нефтегазоносных горизонтов (или седиментационной зональности) основан на идентификации (распознавании) типов геологического разреза по рисунку сейсмической записи палеослайсов. Сейсмическая неоднородность, выраженная на слайсах палеокуба, обусловлена как слоистостью разреза, что отображается в виде проекции ОГ на поверхность слайса, так и наличием геологических тел разного генезиса и физико-акустических свойств. Задачей геологической интерпретации является установление связи между типами разреза, выявленными по данным бурения, и характером сейсмической записи на слайсах (сейсмическими образами). При этом зоны с разным рисунком сейсмической записи приобретают геологическое истолкование и переходят в ранг сейсмофациальных зон, а типы разреза, выявленные по данным бурения, распространяются на всю зону с аналогичной картиной сейсмической записи. На рис. 8 показан пример выделения зон с разным строением бобринского горизонта по данным комплексной интерпретации слайса палеокуба, результатов экстраполяции значений мощности песчаных коллекторов и локализации типов разреза на профилях сейсморазведки 2D.

В результате комплексных исследований построены карты строения и перспективных зон литологических объектов различного типа косьвинско-радаевских, бобринских и тульских отложений восточных районов Волго-Уральской НГП.

Карта строения и перспективных зон литологических объектов косьвинско-радаевских отложений (рис. 9) наиболее ярко отражает контрастный палеорельеф, сформированный к началу визейского века. Его главными элементами являются палеосводы и прогибы Камско-Кинельской системы. Основным источником сноса обломочного материала служила обширная суша, располагавшаяся на северо-западе (в пределах исследуемой территории — это часть Коми-Пермяцкого палеосвода). От нее в юго-восточном направлении происходит смена седиментационных зон косьвинско-радаевских отложений и, соответственно, перспективных зон связанных с ними литологических объектов (ловушек). Склоны палеосвода занимают отложения аллювиально-дельтовой рав-

нины. Среди них выделяются рукава субэаральной части дельты, в которых концентрируются песчаные отложения мощностью до 5–10 м, формирующие литологические ловушки, и пойменные участки, представленные углисто-алевритово-глинистыми отложениями, формирующими латеральные экраны. Обширные зоны размыва косьвинско-радаевских отложений прослежены в пределах Южно-Татарского палеосвода. Менее крупные изолированные участки суши приурочены к южным вершинам Башкирского палеосвода и палеоподнятиям в южной части современной Юрюзано-Сылвенской впадины. На склонах Южно-Татарского и Башкирского палеосводов, как и в пределах Коми-Пермяцкого палеосвода, закартированы зоны аллювиально-дельтовых равнин с участками палеорусел наземной гидросети, являющихся перспективными литологическими объектами поиска. Во врезках мощность песчаников возрастает до 10–20 м, в верхней части разреза присутствует угленосная пачка. На большей части палеосводов развиты глинистые отложения пойменного и озерно-болотного типов. Спорадически встречающиеся маломощные линзы пойменных и озерных песчаников потенциально также могут формировать литологические ловушки.

Впадины Камско-Кинельской системы прогибов снизу вверх по разрезу компенсируются отложениями от мелководно-шельфовых и авандельтовых (субаквальных) до лагунно-болотных. Мощность песчаников в конусах выноса достигает 25–50 м и более. В субаквальных отложениях дельтового комплекса литологические и структурно-литологические ловушки формируются на участках выклинивания песчаников на границе суша – море (бортовые зоны палеопроегибов) и в зонах латерального экранирования песчаных отложений конусов выноса глинистыми отложениями лагун (бортовые и осевые части палеовпадин Камско-Кинельской системы прогибов).

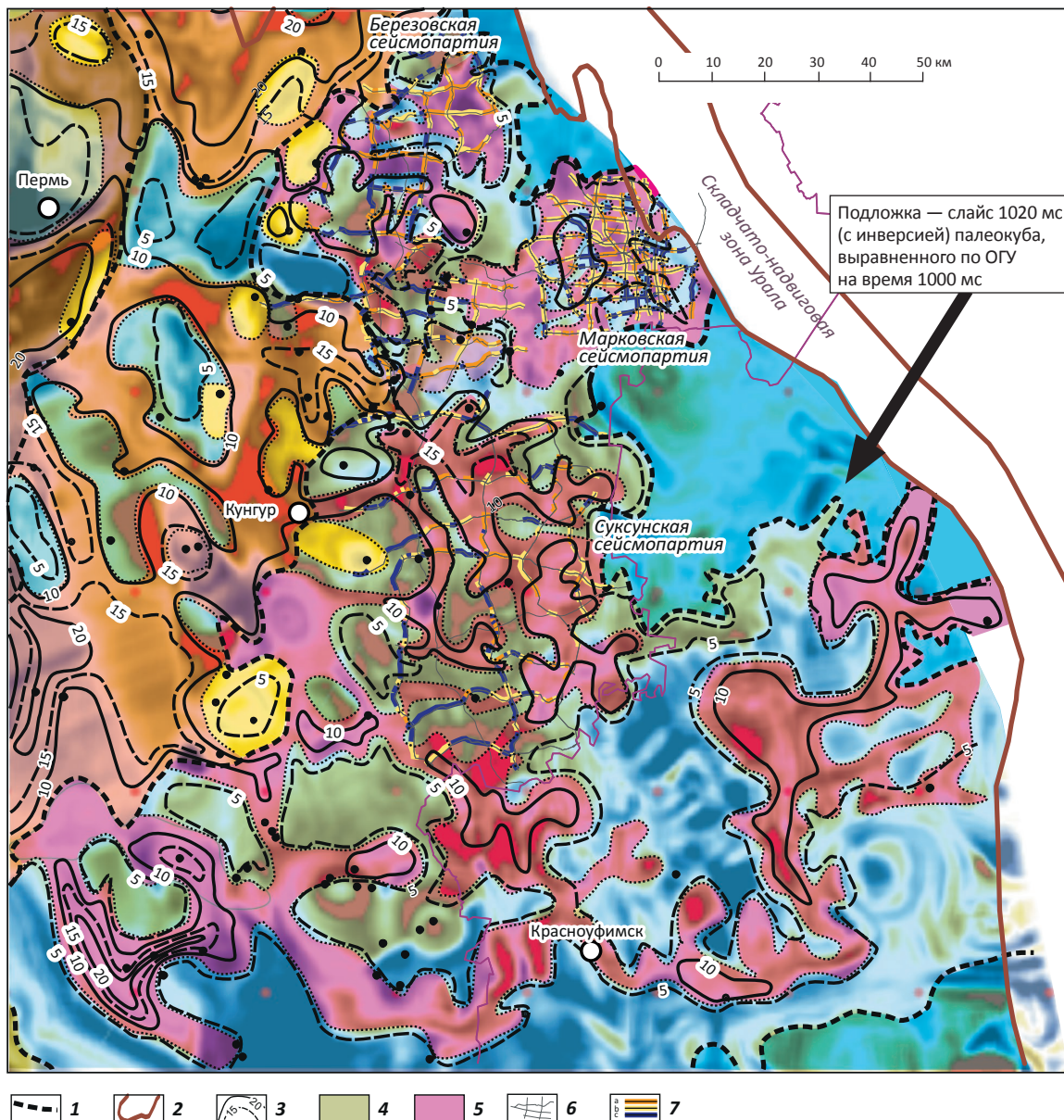
В пределах восточных и южных окраин (Уткинско-Серебрянская система впадин, Бельская, Салмышская и другие палеовпадины) распространены мелководно-шельфовые отложения, чередующиеся с отложениями подводных палеорусел и конусов выноса. Мощность песчаников в подводных конусах выноса варьирует от 5 до 20 м, они характеризуются относительно лучшими коллекторскими свойствами, на межрусловых участках мощность коллекторов составляет менее 5 м. Песчаные отложения подводной части авандельты рассматриваются как основные перспективные литологические объекты в средней и юго-западной частях Юрюзано-Сылвенской впадины, северной части Бельской впадины и в пределах восточного склона Восточно-Оренбургского сводового поднятия и прилегающего к нему борта Мраковской депрессии (см. рис. 9).

На результирующей карте строения бобринского горизонта (рис. 10) в пределах Коми-Пермяцкого

К ЮБИЛЕЮ Е.А. КОЗЛОВСКОГО

Рис. 8. Выделение зон с разными типами строения бобриковского горизонта на основе интерпретации сейсмопрофилей 2D и слайса 1020 мс (с инверсией) синтетического регионального палеокуба (выравнивание по ОГ У на 1000 мс)

Fig. 8. Identification of zones having different types of structure in the Bobrikovsky Horizon on the basis of 2D seismic lines interpretation and 1020 ms slice (with inversion) of the synthetic regional paleo-cube (flattening to У Horizon 1000 ms)



Границы (1, 2): 1 — крупных седиментационных зон (групп отложений), 2 — складчато-надвиговой зоны Урала; 3 — изопакиты песчаников основные и вспомогательные, м; **седиментационные зоны с разным строением горизонта, включающие литологические объекты (4, 5):** 4 — субконтинентальные углисто-глинистые, 5 — подводных палеорусел и конусов выноса; 6 — линии сейсмопрофилей; 7 — участки сейсмofаций на профилях: а — основных подводных палеорусел, б — второстепенных палеорусел, с — междурусел.

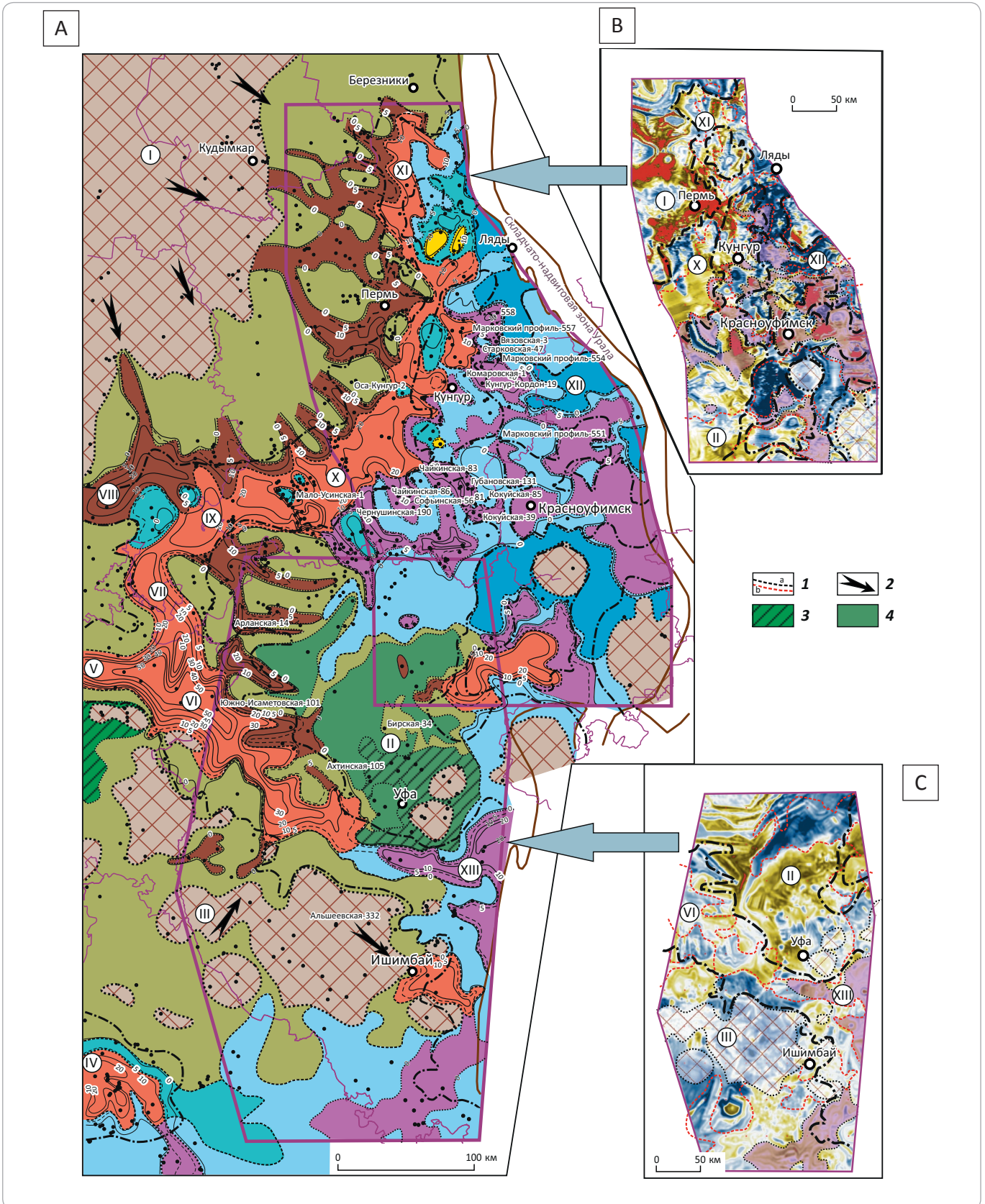
Остальные усл. обозначения см. на рис. 1, 5

Boundaries (1, 2): 1 — large depositional zones (groups of deposits), 2 — Urals fold and thrust belt; 3 — sandstone isopachs — major and intermediate, m; 4 — subcontinental carbonaceous-argillaceous depositional zones having different architecture of horizon including lithological objects; 5 — submarine paleochannels and fans, 6 — lines of seismic section; 7 — seismic facies areas in cross-sections: a — major submarine paleochannels, b — subordinate paleochannels, c — interchannel.

For other Legend items see Fig. 1, 5

Рис. 9. Карта строения и перспективных зон литологических объектов косвинско-радаевских отложений востока Волго-Уральской НГП (А) и срезы палеокубов: В — 1028 мс (выравнивание по ОГ У 1000 мс), С — 918 мс (выравнивание по ОГ У 900 мс)

Fig. 9. Map of structure and promising zones of lithological objects in Kos'vinsky-Radaevsky deposits of eastern Volga-Urals Petroleum Province (A) and slices from paleo-cubes: B — 1028 ms (flattening to Y Horizon 1000 ms), C — 918 ms (flattening to Y Horizon 900 ms)





К ЮБИЛЕЮ Е.А. КОЗЛОВСКОГО

Усл. обозначения к рис. 9
Legend for Fig. 9

1 — границы крупных седиментационных зон: а — на карте, b — на слайсе; **2** — основные направления сноса обломочного материала; **3** — зоны частичного размыва, **4** — субконтинентальные озерно-болотные отложения.

Остальные усл. обозначения см. на рис. 1, 5, 8

1 — boundaries of major depositional zones: a — on the map, b — on the slice; **2** — major directions of clastic material transportation; **3** — zones of partial erosion, **4** — subcontinental lacustrine-boggy deposits.

For other Legend items see Fig. 1, 5, 8

палеосвода на северо-западе исследуемой территории, Башкирского и Южно-Татарского палеосводов на юге и в центральной части выделены обширные зоны распространения озерно-болотных отложений и отложений аллювиально-дельтовых равнин. Граница суши трансгрессивно сместилась на северо-запад, и ее площадь сократилась. К вершинам южных палеосводов приурочены зоны частичного постседиментационного размыва отложений. Мощность песчаников бобриковского горизонта, как правило, не превышает 0–4 м, в пределах палеорусел составляет 5–15 м. Как и в радаевском горизонте, формирование литологических ловушек в этих зонах связано с заполнением визейских врезов песчаными осадками.

Отложения субаквальных частей дельт, в связи с нарастающей трансгрессией и компенсацией прогибов Камско-Кинельской системы осадками, частично выходят за пределы осевых зон, продвигаясь как в сторону Коми-Пермяцкой палеосуши, где чередуются с отложениями наземных (субаэральных) частей дельт, так и в сторону открытого моря (Зуятская, Архлатышская и другие площади). В пределах Калининского прогиба зоны русловых песчаников авандельты сменяются лагунными отложениями, что является благоприятным фактором для формирования литологически экранированных ловушек. На склонах валов, обрамляющих палеопрогиб, прогнозируется распространение литологических объектов барового типа, с которыми могут быть связаны бескорневые конседиментационные локальные поднятия и соответствующие им литологические ловушки.

В пределах восточной окраины Русской платформы и сопряженных с ней склонов Предуралья зона мелководного шельфа. Наиболее широкая ее часть приурочена к пологому восточному склону Веслянского палеовала и сопряженной с ним Уткинско-Серебрянской системе палеовпадин. Здесь широко распространены авандельтовые подводные палеорусла и конусы выноса. С ними связаны основные перспективы обнаружения ловушек структурно-литологического типа в средней части Предуралья прогиба. Наибольший поисковый интерес представляют участки пересечения палеорусел с локальными поднятиями или приподнятыми зонами, выделяемыми на моноклинальном западном склоне Юрюзано-Сылвенской впадины. Аналогичные субаквальные и подводные конусы выноса прогнозируются в Бельской впадине и северной части Мраковской депрессии. По-видимому, они имеют продолжения и

в пределы зоны передовых складок Урала. На неизученных бурением участках эти типы отложений рассматриваются как перспективные зоны бобриковского горизонта (см. рис. 10), требующие постановки более детальных работ.

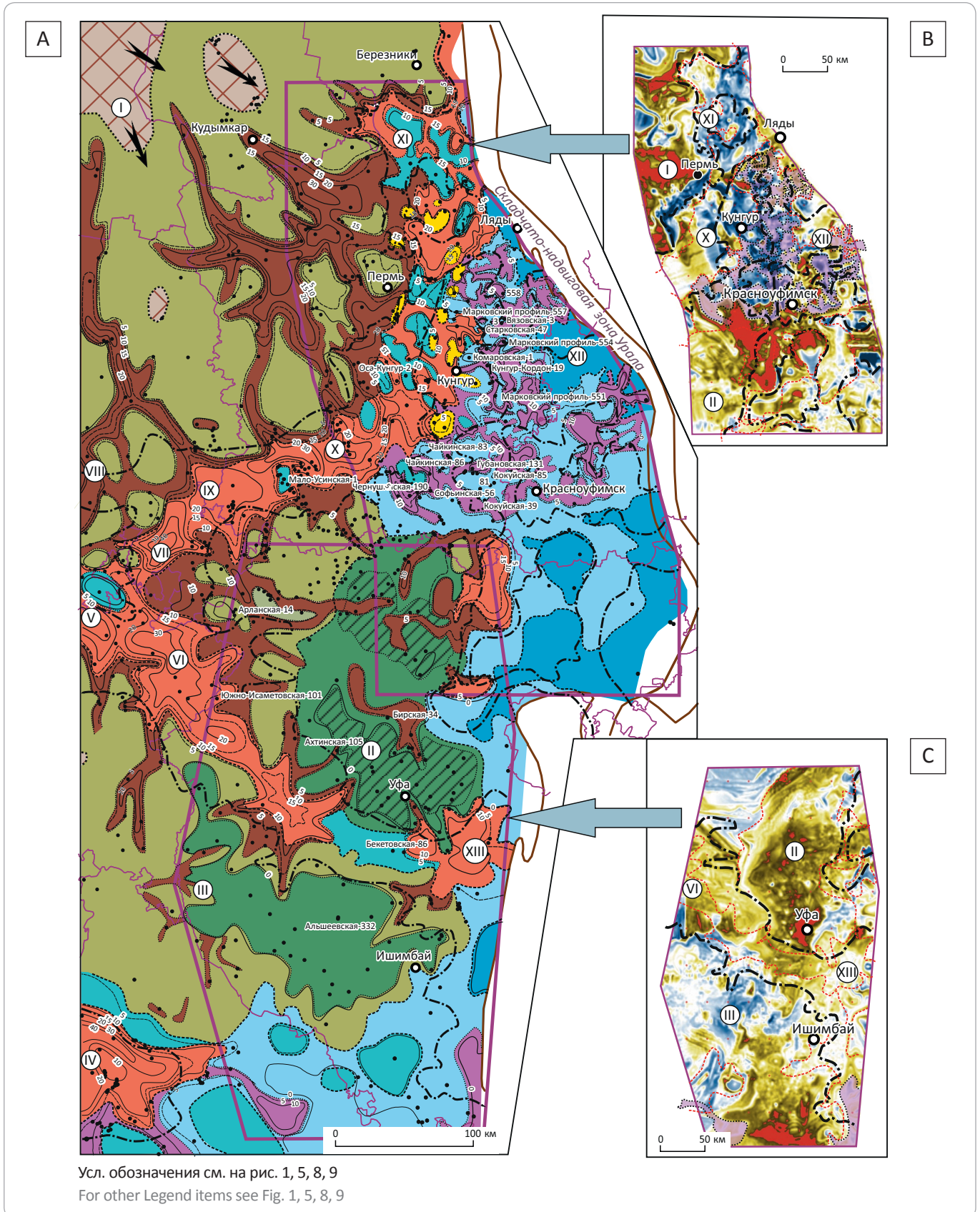
На карте строения *тульского горизонта* (рис. 11) зона размываемой суши расположена на запад-северо-западе, фактически за пределами исследуемой территории, что обусловлено дальнейшим распространением трансгрессии в этом направлении. Юго-восточный склон Коми-Пермяцкого палеосвода представлен отложениями аллювиально-дельтовой равнины. Зона возможного развития литологических ловушек, приуроченных к рукавообразным песчаным телам субаэральной части дельты, значительно сократилась. Граница распространения авандельтовых субаквальных отложений и связанных с ними литологически экранированных ловушек по сравнению с бобриковским временем продвинулась дальше на северо-запад. Мощность песчаников в палеоруслах достигает 10–26 м. Межрусловые участки представлены отложениями лагунного типа, мощность песчаников здесь не превышает первых метров.

К востоку от Калининского и Сарапульского палеопрогибов распространены отложения подводных палеорусел и конусов выноса более устойчивой морской части бассейна. Мощность песчаников составляет 5–15 м, они чередуются в разрезе с глинисто-алевритовыми отложениями мелководного шельфа. Обширные площади южной и юго-восточной частей исследуемой территории сложены карбонатными отложениями мелководно-шельфовых равнин. В связи с этим перспективы нефтегазоносности терригенной части тульского горизонта прогнозируются только на северо-западе исследуемой территории. По материалам комплексных исследований новые перспективные зоны выделены в средней и юго-восточной частях Юрюзано-Сылвенской впадины (Уткинско-Серебрянская система палеовпадин), где по данным сейсморазведки, в том числе регионального куба, оконтурены участки подводных палеорусел и конусов выноса с улучшенными коллекторскими свойствами песчаников (см. рис. 11).

Итак, в результате комплексного литолого-фациального, седиментологического и сейсмогеологического анализов построена карта мощности комплекса, на основе которой уточнены границы основных палеотектонических зон восточных районов Волго-Уральской НПП. Разработаны эталоны строения раз-

Рис. 10. Карта строения и перспективных зон литологических объектов бобриковского горизонта востока Волго-Уральской НГП (А) и слайсы палеокубов: В — 1020 мс (выравнивание по ОГ У 1000 мс), С — 912 мс (выравнивание по ОГ У 900 мс)

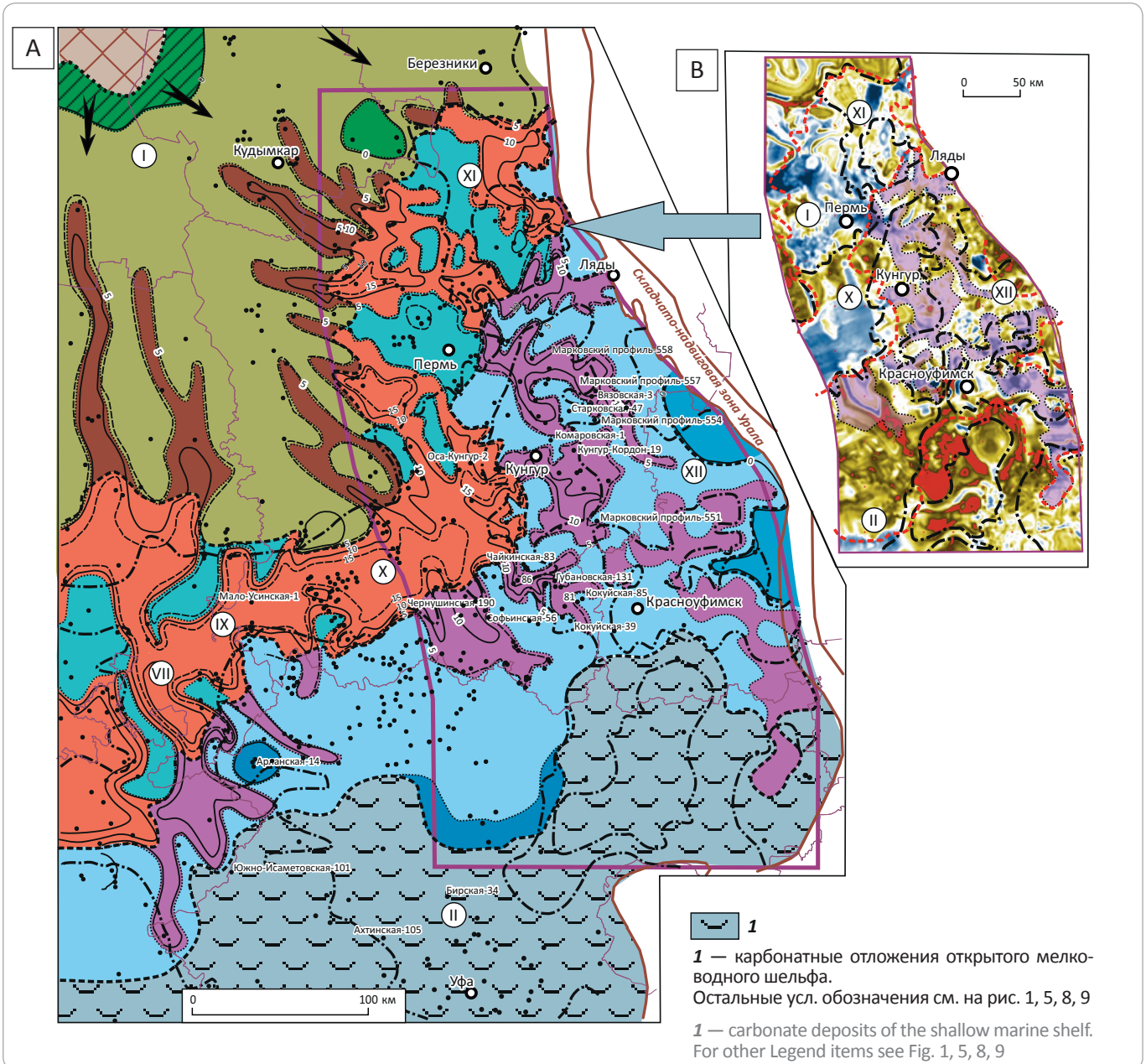
Fig. 10. Map of structure and promising zones of lithological objects in Bobrikovsky Horizon of eastern Volga-Urals Petroleum Province (A) and slices from paleo-cubes: В — 1020 ms (flattening to У Horizon 1000 ms), С — 912 ms (flattening to У Horizon 900 ms)



К ЮБИЛЕЮ Е.А. КОЗЛОВСКОГО

Рис. 11. Карта строения и перспективных зон литологических объектов тульского горизонта востока Волго-Уральской НГП (А) и слайс палеокуба 1014 мс (выравнивание по ОГ У 1000 мс) (В)

Fig. 11. Map of structure and promising zones of lithological objects in Tul'sky Horizon of eastern Volga-Urals Petroleum Province (A) and slice from paleo-cube 1014 ms (flattening to У Horizon 1000 ms) (B)



реза верхнетурнейско-визейского комплекса и дана геолого-геофизическая характеристика литологических объектов разного генезиса: субконтинентального (озерно-болотные, аллювиально-дельтовые, русловые и пойменные отложения), прибрежного (отложения субаквальной части дельт, лагунные, баровые) и морского (отложения подводных палеорусел и конусов выноса, мелководно-шельфовых равнин и склоновые). Рассчитаны параметры общей и эффективной мощности отложений, пористости, коэффициента песчаности, построены карты изопакит песчаных отложений горизонтов. Выделены сейсмофации, привязанные к эталонным разрезам

скважин, как на временных разрезах сейсморазведки 2D, так и на слайсах региональных синтетических палеокубов на уровнях, максимально соответствующих интервалам изучаемых горизонтов (косьвинско-радаевскому, бобриковскому и тульскому). На основе комплексного анализа составлены карты строения и перспективных зон разных типов литологических объектов в косьвинско-радаевских отложениях, бобриковском и тульском горизонтах. Выделены перспективные зоны наземных (субаэральных) аллювиально-дельтовых палеорусел, субаквальных конусов выноса авандельты, объектов барового типа. В пределах впадин Предуральского прогиба оконтурены

зоны поиска новых перспективных объектов, связанных с подводными продолжениями палеорусел и конусов выноса песчаного материала в морскую часть бассейна осадконакопления.

Литература

1. *Сташкова Э.К., Стукова Т.В., Пахомов В.И.* Корреляция разнофациальных отложений на примере визейской терригенной толщи // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении : сб. науч. ст. – 2003. – Вып. 5. – С. 128–136.
2. *Стукова Т.В.* Палинологическая характеристика турнейско-визейских терригенных отложений Пермского Прикамья // *Lethaea rossica. Российский палеоботанический журнал.* – 2012. – Т. 6. – С. 32–45.
3. *Пахомов В.И., Пахомова И.В.* Визейская угленосная формация западного склона Среднего Урала и Приуралья. – М. : Недра, 1980. – 153 с.
4. *Пятунина Е.В., Хакимова Ж.А., Неганов В.М.* Особенности развития коллекторов визейской терригенной толщи и перспективы их обнаружения на юго-востоке Пермского Прикамья // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2007. – № 10. – С. 27–31.
5. *Мушин И.А., Фортунатова Н.К., Белоусов Г.А.* Технологии построения объемных седиментационно-емкостных моделей осадочных бассейнов // Технологии сейсморазведки. – 2012. – № 1. – С. 37–45.
6. *Алексеев А.С.* Состояние изученности стратиграфии докембрия и фанерозоя России. Задачи дальнейших исследований // Постановления межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. – СПб. : Изд-во ВСЕГЕИ, 2008. – Вып. 38. – С. 61–68.
7. *Ермолова Т.Е.* Клиноформное строение радаевско-елховских отложений Камско-Кинельской системы прогибов и проблема поиска в них ловушек неантиклинального типа // Геология нефти и газа. – 2005. – № 5. – С. 15–23.

References

1. *Stashkova E.K., Stukova T.V., Pakhomov V.I.* Correlation of polyfacies deposits: an example of the Visean terrigenous series. *Problemy mineralogii, petrografii i metallogenii: sb. nauch. st.* 2003. Issue 5. pp. 128–136.
2. *Stukova T.V.* Palynological characteristics of the Tournaisian-Viséan terrigenous deposits of Permian Prikamie. *Lethaea rossica. Rossiiskii paleobotanicheskii zhurnal.* 2012;6:32–45.
3. *Pakhomov V.I., Pakhomova I.V.* Visean coal-bearing formation in the western slope of Middle Urals and pre-Urals. Moscow: Nedra; 1980. 153 p.
4. *Pyatunina E.V., Khakimova Zh.A., Neganov V.M.* Features of reservoirs development in the Visean terrigenous series and opportunities for their discovery in the south-east of Permian Kama region. *Geologiya, geofizika i razrabotka neftyanykh i gazovykh mestorozhdenii.* 2007;(10):27–31.
5. *Mushin I.A., Fortunatova N.K., Belousov G.A.* Technologies of construction of the volume sediment-capacity models of sedimentary basins. *Tekhnologii seisemorazvedki.* 20012;(1):37–45.
6. *Alekseev A.S.* Exploration maturity of pre-Cambrian and Phanerozoic stratigraphy in Russia. Objectives of further research. Regulations of interagency commission on stratigraphy and its standing committees. *Postanovleniya mezhvedomstvennogo stratigraficheskogo komiteta i ego postoyannykh komissii.* St. Petersburg: Izd-vo VSEGEI; 2008. Issue 38. pp. 61–68.
7. *Ermolova T.E.* Clinoform structure of Radayev-Elkhov deposits of Kama-Kinel system of troughs and problems of revealing non-anticlinal traps. *Geologiya nefiti i gaza = Oil and gas geology.* 2005;(5):15–23.