

DOI: [https://doi.org/10.17353/2070-5379/44\\_2015](https://doi.org/10.17353/2070-5379/44_2015)

УДК 552.578.061.4:551.72(571.5)

**Белоновская Л.Г., Шибина Т.Д., Окнова Н.С., Коханова А.Н.**Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский нефтяной научно-исследовательский геологоразведочный институт» (ФГУП «ВНИГРИ»), Санкт-Петербург, Россия, [ins@vnigri.ru](mailto:ins@vnigri.ru)**Верзилин Н.Н.**

Санкт-Петербургский государственный университет (СПбГУ), Санкт-Петербург, Россия

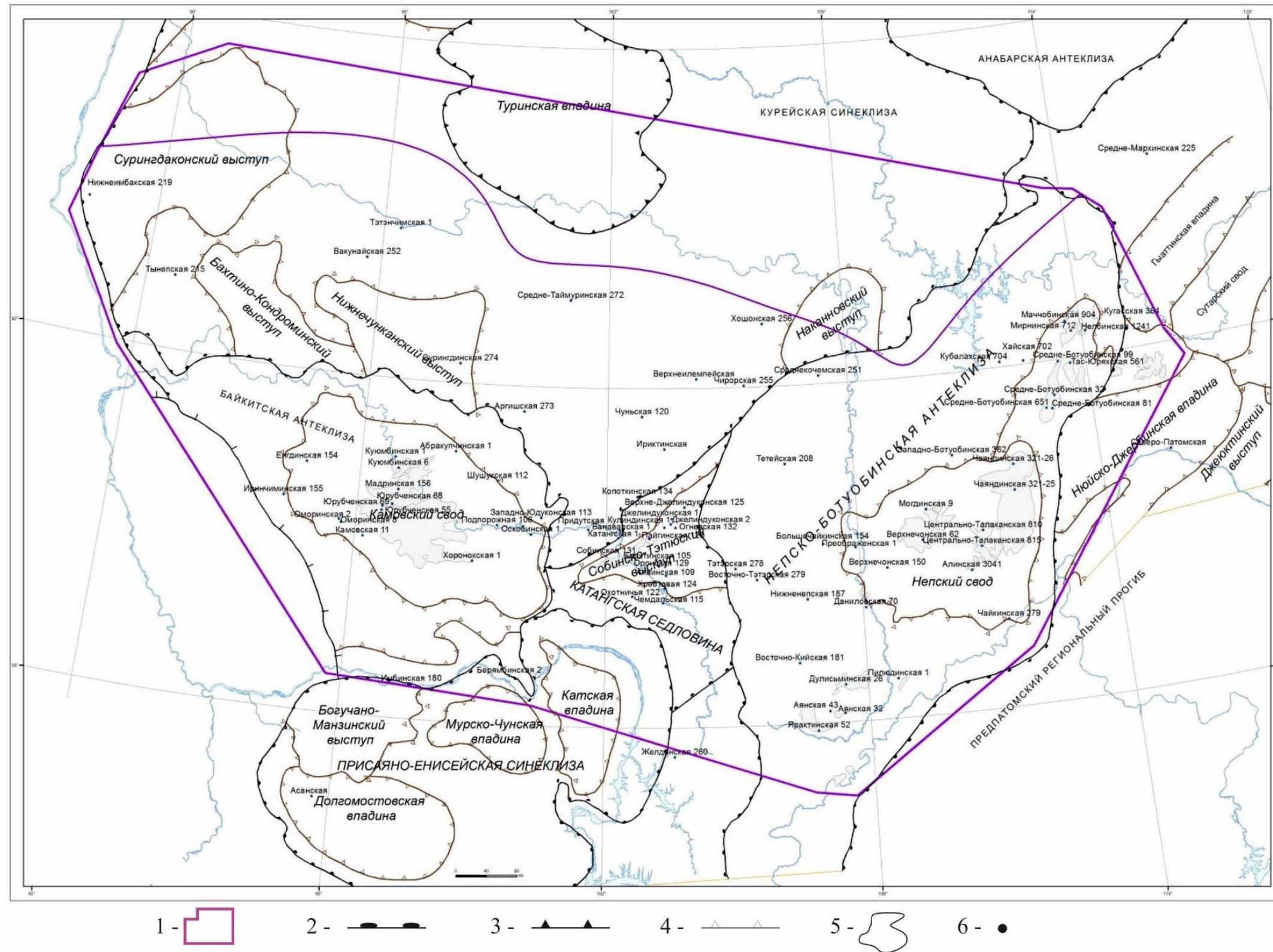
## **ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ЕМКОСТНО-ФИЛЬТРАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ПОРОД ПОДСОЛЕВОГО ВЕНДСКОГО КОМПЛЕКСА ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ**

*На большом фактическом материале рассмотрены литолого-петрофизические особенности продуктивных отложений вендского комплекса юга Сибирской платформы. По отдельным горизонтам построены и проанализированы схематические карты распределения открытой пористости и проницаемости карбонатных и терригенных пород с выделениями зон улучшенных коллекторов. Предлагаемые карты демонстрируют различия петрофизических особенностей пород, слагающих продуктивные толщи, а также их изменчивость в пределах крупных структур, входящих в изучаемый регион. С учетом данных фильтрационно-емкостных свойств на изучаемой территории выделены перспективные площади для поисков залежей углеводородов.*

**Ключевые слова:** венд, терригенные отложения, карбонатные отложения, пористость, проницаемость, трещиноватость, коллектор, Байкитская антеклиза, Катангская седловина, Непско-Ботубинская антеклиза, Сибирская платформа.

В пределах рассматриваемой авторами территории (рис. 1) расположены крупные структуры: Байкитская и Непско-Ботубинская антеклизы и Катангская седловина, которые в свою очередь располагаются в трех субъектах Российской Федерации – Красноярский край, Иркутская область, республика Саха (Якутия).

Древние протерозойские отложения Сибирской платформы стали пристальным объектом изучения со второй половины XX века в связи с многочисленными нефтегазопрооявлениями при бурении параметрических скважин. В начале нефтегазопроисловое бурение ориентировалось в основном на вендские терригенные отложения, в которых в пределах Непско-Ботубинской антеклизы было открыто большинство имеющихся месторождений, в том числе и гигантских по запасам. Начиная с 1970-х гг. в вендском подсолевом комплексе в мощной карбонатной толще также были выделены зоны нефтегазонакопления, занимающие обширное пространство. Все это позволило рассматривать Восточно-Сибирский регион как один из основных нефтегазодобывающих в стране.



**Рис. 1. Обзорная тектоническая схема изучаемого участка района работ (юг Сибирской платформы)**

Тектонические границы: 1 – границы объекта; 2 – надпорядковые структуры; 3 – суперпорядковые структуры; 4 – структура 1-го порядка; 5 – месторождения углеводородов; 6 – скважины.

Настоящая работа посвящена изучению литологического строения и коллекторских характеристик региональных продуктивных горизонтов вендского комплекса. Она базируется не только на имеющихся литературных и фондовых данных, но и на изученном в литологическом отделе ВНИГРИ керновом и шлифовом материале по 17 параметрическим и глубоким скважинам, в том числе недавно пробуренным, а также данных фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) по 31 скважине.

Сделана попытка выявления взаимосвязи литологического строения и коллекторского потенциала пород. Для этого с учетом литологического состава анализировались значения пористости и проницаемости, полученные в лаборатории физики пласта, имевшиеся результаты опробования, а также определенные визуально в шлифах или керне их фильтрационно-емкостные характеристики и нефтегазопроявления.

Как известно, до настоящего времени оценка коллектора определяется исходя из возможности его эксплуатации и производится преимущественно по их фильтрационно-емкостной характеристике. Еще в середине прошлого века для этой цели были разработаны соответствующие классификации, применяемые и до настоящего времени и базирующиеся на их емкостной характеристике (табл. 1).

Таблица 1

#### Классификации фильтрационно-емкостной характеристики

Авторы, год	Пористость, %			
	Градации пористости			
Авдусин, Цветкова 1943	Большая емкость А => 20%; Б = 15-20%	Средняя емкость С = 15-10%; D = 10-5%	Малая емкость Е = 5%	
Арчи, 1952	Очень хорошая >=20%	Хорошая = 15%	Удовлетворительная =10%	Плохая <= 5%
Кринари, 1963	Высокоемкие >= 20%	Среднеемкие 25-18%	Малоемкие 17-11%	Весьма малоемкие <= 10%
Леворсен, 1970	Очень хорошая 20-25%	Хорошая 15-20%	Средняя 10-15%	Плохая 5-10% Очень плохая 0-5%

Исходя из приведенных классификаций (см. табл. 1), коллекторы в терригенных породах с пористостью менее 10%, а в карбонатах – менее 5% обычно относятся к низкопоровым, то есть к некондиционным. Тем не менее в таких некондиционных (с точки зрения пористости) породах открыты месторождения, в том числе и гигантские, фильтрацию флюидов в которых обеспечивают трещины. Поэтому при определении типа коллектора учитывались как величины пористости и межзерновой проницаемости, так и трещиноватость [Белоновская,



Гмид, 2008]. Таким образом выделялись коллекторы гранулярные (простые), в которых пористость и проницаемость обеспечивается в основном за счет пор (каверн) и межпоровых каналов, и сложные, в которых при низких значениях пористости (а, следовательно, и межзерновой проницаемости) фильтрация флюидов в той или иной мере осуществляется по трещинам (иногда только по трещинам). Особенно такие сложные трещинные коллекторы характерны для карбонатной части разреза [Методические рекомендации..., 1989].

Авторами предлагаются схематические карты коллекторов юга Сибирской платформы по основным крупным стратиграфическим комплексам венда – непскому (ванаварскому), тирскому (оскобинская свита, в объеме которой выделяется ботубинский (парфеновский) продуктивный горизонт и его стратиграфические аналоги, отдельно закартированные), нижнеданиловскому (катангская свита, преображенский горизонт) и верхнеданиловскому (тэтэрская свита, юряско-усть-кутские продуктивные горизонты). Карты строились по средним значениям пористости и проницаемости, полученным в лаборатории физики пласта (для оценки достоверности полученных средних значений отмечалось количество замеров), учитывался интервал изменения этих параметров, а также сведения о трещиноватости, полученные при описании керна и шлифов. Значения вносились в таблицы, по которым определялся возможный тип коллектора (или его отсутствие). При построении карт учитывались данные, полученные при изучении коллекторов соответствующих продуктивных горизонтов сотрудниками СНИИГГиМС (2011 г.).

Данные пористости нанесены в виде изолиний равных значений этого параметра. Картировать проницаемость из-за широкого диапазона ее изменения значительно труднее. Авторами выделены четыре группы (в соответствующем цвете нанесены на карты пористости):

**I – 0,01-1,0 мД (практически непроницаемые)**

**II – 1-10 мД (низкопроницаемые)**

**III – 10-50 мД (среднепроницаемые)**

**IV – 50-100 мД и более (хорошо проницаемые)**

В плотных низкопористых и низкопроницаемых по матрице породах, возрастает роль трещин, являющихся существенными, а иногда единственными путями фильтрации. Для карбонатных пород значения межзерновой проницаемости нередко составляют десятые, а чаще сотые доли миллидарси. В тех же образцах, где при открытой пористости 1-5% значения межзерновой проницаемости получаются свыше 1 мД, с уверенностью можно сказать, что в анализируемом образце присутствует трещина.

По картам выделены зоны улучшенных коллекторов, при этом для карбонатной части разреза учитывались возможные зоны повышенной тектонической трещиноватости.

### Непские (ванаварские) отложения

**Непская (ванаварская) толща** сложена терригенными отложениями и пользуется широким развитием на территории Непско-Ботуобинской, Байкитской антеклиз и Катангской седловины. Она является одним из основных объектов поисков залежей углеводородов на всей территории развития подсолевого комплекса.

На юге Байкитской антеклизы ванабарские отложения в скв. Ирнчиминской-155 в объеме вельминской свиты представлены красновато-коричневыми мелко-среднезернистыми слоистыми песчаниками. По составу - это полевошпат-кварцевые породы со скоплениями слюдястых минералов по плоскостям наслоения, с конформными структурами зерновых контактов, с доломитовым, кварцевым и слюдясто-гидрослюдястыми цементами. Сортировка терригенного материала средняя.

Средние значения открытой пористости составляют 13,3% (максимальные значения 17,7%), средняя проницаемость 0,7 мД (максимальная – 1,8 мД). Здесь наблюдается гранулярный коллектор.

В скв. Енгдаинская-154 в разрезе вельминской свиты выделяется горизонт песчаников, разделённых глинистыми разностями на несколько прослоев. Пласт сложен песчаниками полевошпат-кварцевыми на глинисто-битуминозном и ангидритовом цементе. Получен приток пластовой воды дебитом 172,8 м<sup>3</sup>/сут.

К северу от Байкитской антеклизы на Аргишской площади мощность ванабарской свиты изменяется от 0 до 150 м. В наиболее полных разрезах свита имеет двухчленное строение. Нижняя часть сложена красноцветными терригенными породами: аргиллитами, алевролитами, песчаниками и их переходными разностями. Песчаники преимущественно полимиктовые, реже кварц-полевошпатовые. В основании свиты прослеживаются горизонты гравелитов и конглобрекций, обломочный материал которых состоит из песчаников, аргиллитов, кремней и метаморфических пород.

По данным лаборатории физики пласта пористость пород колеблется от 2 до 11,2%, средняя открытая пористость - 5,5%. Проницаемость редко превышает 1 мД, средняя проницаемость равна 0,3 мД. При испытании был получен приток газа.

В пределах Катангской седловины отложения непской (ванаварской) свиты, представлены преимущественно аргиллитами с горизонтальной и косоволнистой слоистостью, с подчиненными прослоями алевролитов и песчаников. Аргиллиты темно-коричневого, темно-серого, почти черного цвета, прослоями ожелезненные и обогащенные органическим веществом. Среди аргиллитов встречаются редкие прослои глинисто-карбонатных пород, отмечаются прослои алевролитов песчаных с глинистым, ангидритовым и карбонатным цементом.

Как показало изучение разреза скв. Кулиндинская-1 (рис. 2), в подошве свиты, встречены песчаники разномерные, преимущественно средне-крупномерные с редкими зернами алевритовой и гравийной фракции, кварцевого состава, с глинистым, ангидритовым, карбонатным цементом<sup>1</sup> [Коханова и др., 2013]. Форма обломочных зёрен окатанная, полуокатанная. Выше по разрезу песчаники средне-мелкомерные, алевритистые кварцевого состава, с глинистым, карбонатным, ангидритовым, каолиновым цементом пленочно-порового, реже базального типа, с редкими открытыми трещинами.

Аргиллиты характеризуются различными фильтрационно-емкостными параметрами. Значения пористости изменяются от 8,1 до 13,7%, а проницаемости - от 0,01 до 75,2 мД. В целом отмечается слабая и хорошая проницаемость, что может быть связано с трещиноватостью пород, а также с высокими показателями пористости.

Алевриты характеризуются достаточно хорошей пористостью и слабой проницаемостью (7,1-9,3%; и 1,79-4,1 мД соответственно). Породы можно отнести к порово-кавернозным слабопроницаемым по матрице коллекторам.

Песчаники алевритовые или алевритистые характеризуются хорошими коллекторскими свойствами. Пористость изменяется от 4,4 до 13,9%, а проницаемость - от 0,03 до 56,5 мД. Отложения являются трещинно-поровыми коллекторами среднего класса.

В пределах Непско-Ботубинской антеклизы мощность непской свиты колеблется от 10,0 м (скв. Могдинская-9) до 556,0 м (скв. Чайкинская-279).

В пределах Непского свода расположена скв. Могдинская-9 (рис. 3), где в объеме непского горизонта выделяется потенциально продуктивный пласт В<sub>10</sub>.

Как видно из прилагаемых фото (см. рис. 3), в подошве пласта залегают гравелиты кварцевого состава со скудным ангидритовым цементом, преимущественно бесцементные, пористые с битумом. Форма зёрен преимущественно не окатанная. Размеры обломочных зёрен до 2,0 мм, преобладает гравийная фракция.

Обломочный материал представлен зёрнами кварца (92%) и полевого шпата (8%). Выше залегают плохо сортированные гравийные песчаники кварцевого состава с ангидритовым цементом и цементом выполнения черным битумом порового типа, с открытыми порами 10-17%. Структура псефито-псаммитовая. Породы характеризуются заметной открытой пористостью, частично заполненной черным битумом. Ориентировка зёрен напоминает беспорядочный зерновой поток.

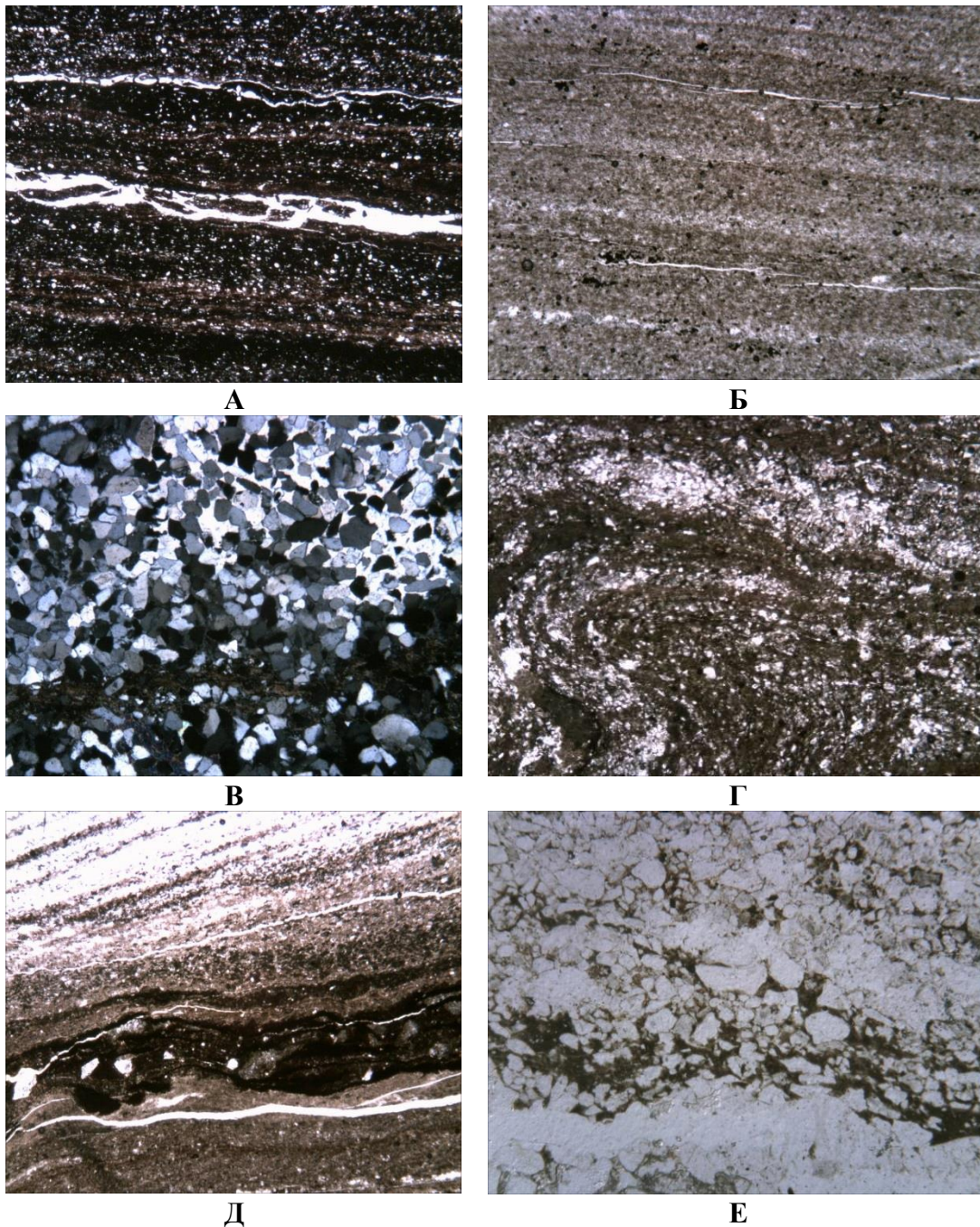
Выше залегают песчаники разномерные с преобладанием мелкомерной фракции, с

---

<sup>1</sup> Литолого-петрографическая обработка разреза скв. Кулиндинская-1 проведена специалистами отдела литологии ФГУП «ВНИГРИ» Т.Д. Шибиной, А.Н. Кохановой, И.Р. Скивинской.



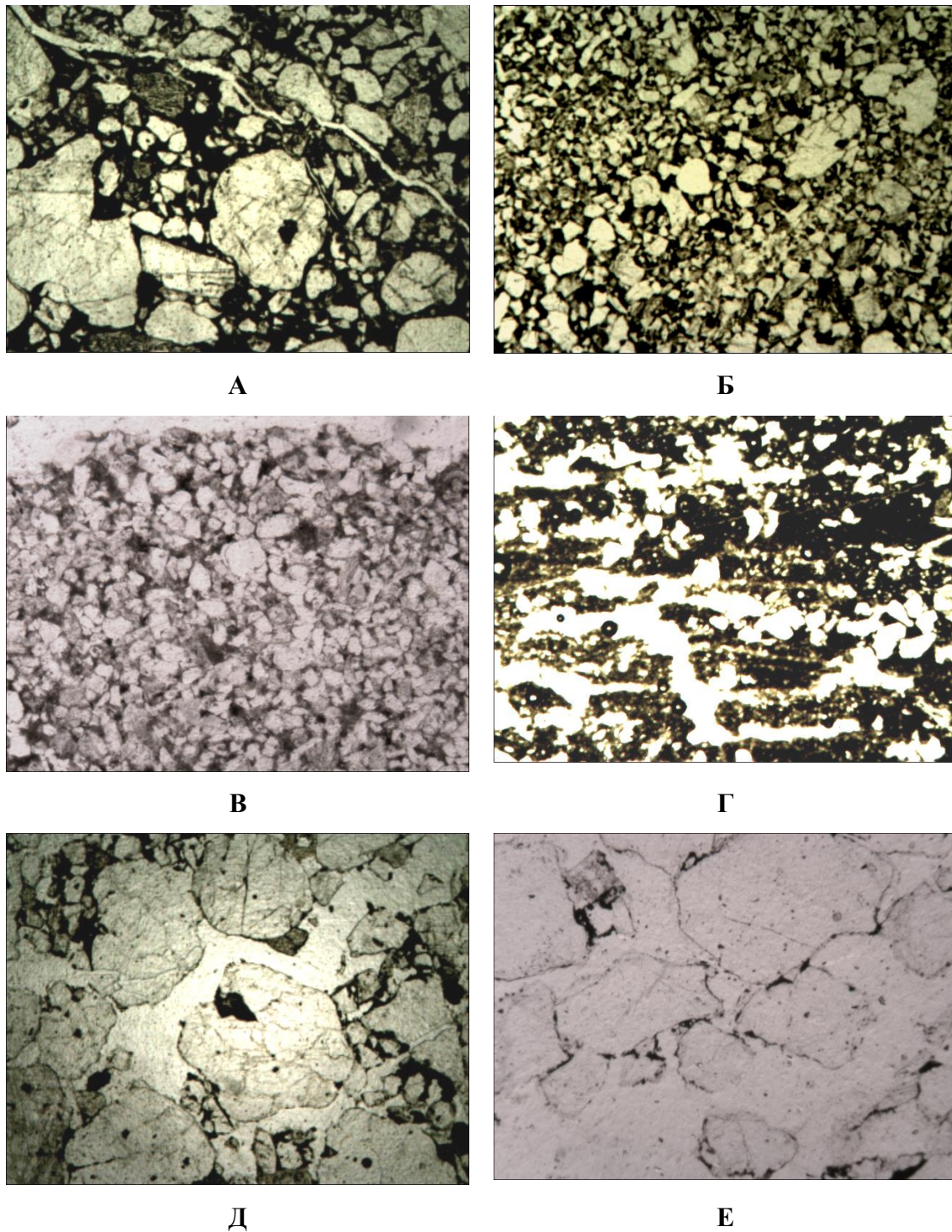
редкими гравийными зёрнами кварцевого состава, с глинистым цементом порового типа, прослоями битуминозные.



**Рис. 2. Терригенные отложения непской (ванаварской) свиты в скв. Кулиндинская-1**

*А - Аргиллит ожелезненный (90%), алевритистый с сетью субгоризонтальных открытых трещин. Глубина 2182,7 м; Б - аргиллит с округлыми стяжениями пиритизированного органического вещества, трещиноватый. Глубина 2183,3 м; В - песчаник средне-мелкозернистый, алеврит истый с глинистым и карбонатным цементом, с волнисто-слоистой текстурой. Глубина 2183,6 м; Г - аргиллит алевритистый с нарушенной текстурой (пластическое смятие с элементами вдавливания). Глубина 2197,4 м; Д - аргиллит с примесью терригенного материала и прожилками органического вещества, трещиноватый. Глубина 2198,5 м; Е - песчаник средне-мелкозернистый, алевритистый, с неравномерно послойным распределением цементирующего вещества, с редкими частично залеченными трещинами. Глубина 2199,9 м.*





**Рис. 3. Терригенные отложения непской (ванаварской) свиты в скв. Могдинская-9**  
*А - песчаник разномерный с гравийными зернами, битуминозный, по глинистому цементу. Глубина 1975,9 м; Б - песчаник мелкозернистый кварцевый с глинистым цементом, с беспорядочно ориентированными зернами. Глубина 1976,8 м; В - песчаник разномерный с глинистым цементом порового и контактового типа. Глубина 1977,1 м; Г - аргиллит прослоями песчаный, со целевидными открытыми кавернами с резными контурами. Глубина 1978,4 м; Д - песчаник гравийный, в поровом цементе черный битум. Часть пор открыта, сообщающаяся межпоровыми каналцами. Глубина 1979,8 м; Е - гравелит кварцевого состава со скудным ангидритовым цементом. Высокая пористость распределена равномерно по всей породе. Глубина 1981,7 м.*



Открытые трещины горизонтально-волнистые, ветвящиеся, прерывистые и протяженные. Объемная плотность открытых трещин - 31,4 1/м, трещинная проницаемость - 2,7 мД.

Выше залегают аргиллиты коричневого цвета прослоями песчаные (30-35%) со щелевидными кавернами. Объемная плотность открытых трещин - 50,2 1/м, трещинная проницаемость - 4,3 мД. Отмечаются открытые щелевидные каверны (3-4%).

Вверх по разрезу эта толща переходит в песчаники, чередующиеся с прослоями аргиллитов. Песчаники в нижней части с гравийными зернами или переходящие в гравелиты. Для них характерен скудный битумный или ангидритовый цементы или его полное отсутствие - породы рыхлые. В рыхлых песчаниках пористость достигает 35%.

Выше по разрезу зернистость песчаников уменьшается, в отдельных прослоях увеличивается сульфатизация за счет заполнения ранее имевшихся пор и каверн, и открытая пористость и кавернозность уменьшается от 10% до 3-4% и меньше. Увеличивается и количество прослоев аргиллита.

Таким образом, в нижней части непской свиты наблюдается каверно-поровый коллектор с высокими емкостными свойствами. В залегающих выше песчаниках отмечаются битуминозность и сильная трещиноватость. Они могут рассматриваться как трещинно-поровый и порово-трещинный коллектор среднего класса.

Были увязаны granulометрические и литологические особенности вышеприведенного разреза с его коллекторскими характеристиками:

- песчаники гравийные с ангидритовым цементом характеризуются резко различными фильтрационно-емкостными параметрами. Пористость составляет 3,9%, проницаемость - 0,4 мД. Низкие значения проницаемости связаны, вероятно, с большим содержанием в песчанике ангидрита, который выполняет роль цемента;

- песчаники разномерные с глинистым цементом и битумными прослоями характеризуется пористостью, изменяющейся от 3,9 до 12,6%, и межзерновой проницаемостью - от 0,4 до 21,2 мД;

- песчаники алевролитовые с глинистым, ангидритовым и карбонатным цементом имеют пористость 5,2-7,3%, проницаемость - 0,2-1,3 мД, породы являются низкопористыми, но на отдельных уровнях могут быть и гранулярными коллекторами, что возможно связано с уменьшением количества цемента или трещиноватостью;

- аргиллиты характеризуются достаточно высокими значениями открытой пористости 7,1-9,9% и проницаемости - 2,0-1,5 мД. Такие высокие значения пористости в аргиллитах объясняются наличием в них многочисленных открытых пор щелевидной формы.

На северо-востоке в скважинах Тас-Юрхская-561, Чайдинская-321-13,

Среднеботуобинская-99, Маччобинская-904 непские отложения обычно сложены песчаниками алевритовыми, кварцевыми, с кальцитовым цементом порового типа, микрослоистыми. Вверх по разрезу они сменяются преимущественно аргиллитами и представлены в основном тонко параллельно-горизонтальными и слабо линзовидно-волнисто-слоистыми разностями. Аргиллиты однородные и слабо алевритистые с примесью алевритового материала до 8-15%.

Выше по разрезу также доминируют аргиллитовые разности с тонкими прослоями алевролитов. Средняя открытая пористость непских отложений по перечисленным площадям колеблется от 8,1 до 12,8%, проницаемость высокая - от 7,5 до 76,1 мД.

На северном склоне Непского свода (скв. Западно-Ботуобинская-362) непские отложения (курсовская свита) трансгрессивно залегают на породах кристаллического фундамента. Средняя открытая пористость составляет 6,8%, максимальная – 34,8%, средняя проницаемость - 5,7 мД, максимальная – 11,1 мД.

К курсовской свите приурочен улаханский продуктивный горизонт, мощностью 2,9 м. Он представлен песчаниками. Слоистость обусловлена распределением глинистого, глинисто-органического и сульфатного материала. По гранулометрическому составу преобладают песчаники разномерные, по вещественному составу - кварцевые и полевошпат-кварцевые. Повсеместно в породах наблюдается глинисто-органическое вещество в виде пятен и прослоев, заполняющее межзерновые и внутризерновые поры и микротрещинки. В незначительных количествах встречается битум в виде капелек, реже пленочек и в порах.

В скв. Чайкинская-279 господствующее положение в разрезе непского горизонта занимают песчаники разномерные гравелитистые и гравелитовые, послойно переходящие в гравелиты. Здесь выделяется хамакинский продуктивный горизонт, где обломочная часть породы сложена обломками карбонатных пород, что свидетельствует о размыве нижележащих, возможно рифейских отложений. Его средняя открытая пористость составляет 5,6%, максимальная – 11,0%, средняя проницаемость 39,1 мД, максимальная – 801,7 мД (значения рассчитаны по 111 анализам).

В целом, в непских (ванаварских) отложениях во всех просмотренных скважинах открытая пористость составляет более 6%, что свидетельствует о наличии в них гранулярных коллекторов. В этих отложениях открыты месторождения: Ярактинское, Аянское, Дулисминское, Даниловское, Верхнечонское, Вакунайское, Алинское, Таранское, Талаканское, Чаяндинское, Отрадненское, Средне-Ботуобинское, Мирнинское, Северо-Нелбинское, Нелбинское, Иреляхское, Маччобинское, Собинское, Пайгинское [Шемин, 2007]. В подсолевом комплексе непские отложения являются основным нефтегазоносным объектом на рассматриваемой территории.

Схематическая карта коллекторов непской свиты (представленной преимущественно терригенными и глинистыми породами) построена на большом количестве данных (рис. 4). Как отмечалось выше, именно этот горизонт в подсолевой толще Восточной Сибири является наиболее нефтегазоносным.

В непских (ванаварских) отложениях к поровым коллекторам отнесены песчаные породы со средней открытой пористостью более 8%. Породы с открытой пористостью 6-8% отнесены к порово-трещинным и трещинно-поровым коллекторам.

В пределах Байкитской антеклизы и Катангской седловины выделяется довольно широкая полоса, ограниченная изогипсами пористости пород в 8%. Однако для них характерны достаточно низкие значения межзерновой проницаемости, поэтому в пределах Иринчиминской и Аргишской площадей можно ожидать порово-трещинный тип коллектора (межзерновая проницаемость на карте в основном I, реже II группы). Повышенные значения пористости и проницаемости отмечены в скв. Подпорожской-106, где среднее значение проницаемости составляет 62,8 мД (интервал изменения 0,4-428 мД по 83 анализам). Так как для этой площади характерно развитие дизъюнктивной тектоники, можно предположить, что высокие значения проницаемости определяются за счет оперяющих дизъюнктивы трещин, поэтому здесь в непских отложениях выделяется коллектор трещинно-порового типа.

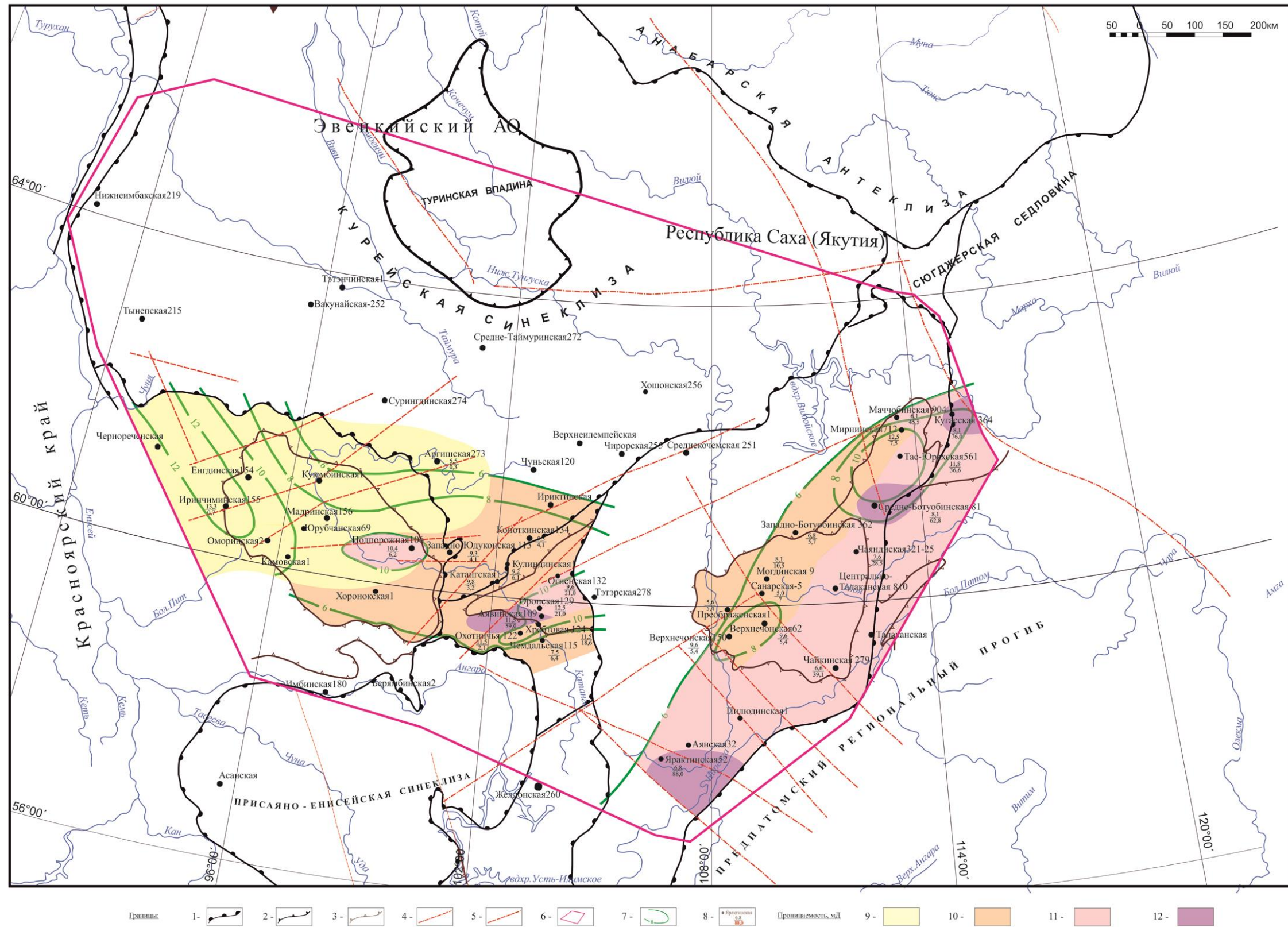
В Катангской седловине, для которой характерны более высокие показания проницаемости (на карте II-III группы), частично за счет развития тектонической трещиноватости, по целому ряду скважин выделяются коллекторы преимущественно поровые, а также трещинно-поровые (проницаемость на карте II-III группы, в скважине Аявинской и Хребтовой, расположенных вблизи разлома – III-IV группы).

В пределах Непско-Ботуобинской антеклизы поровые коллекторы, также ограниченные изогипсой 8%, наблюдаются преимущественно в ее восточной части. В Непско-Ботуобинской антеклизе для непских отложений характерна более высокая межзерновая проницаемость (на карте III группы, а для скважины Кугаской, Средне-Ботуобинской и Ярактинской – IV группы).

### **Тирские (оскобинские, бюкские) отложения**

**Тирский горизонт** в объеме бюкской и оскобинской свит на рассматриваемой территории пользуется широким развитием. Для него характерно как карбонатное (рис. 5), так и терригенное осадконакопление, особенно в подошвенной части. В Байкитской антеклизе в скв. Енгдинской-154 мощность тирского горизонта в объеме оскобинской свиты составляет 60,0 м. В ней встречаются прослой гравелитов, состоящих из крупных зерен кварца, карбоната, кремня, сцементированных глинисто-карбонатным веществом.





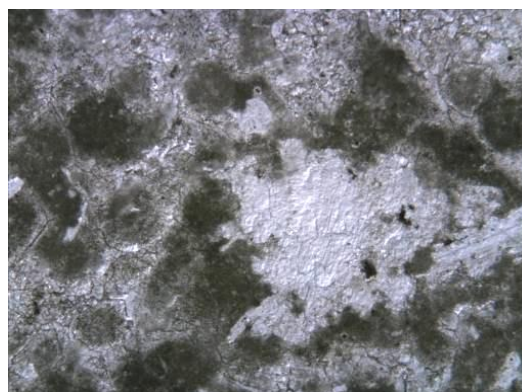
**Рис. 4. Схематическая карта коллекторов непских (ванаварских) отложений Сибирской платформы**

Границы: 1 - надпорядковых тектонических структур; 2 - суперпорядковых тектонических структур; 3 - тектонических структур I порядка; 4 - основные региональные разломы по геолого-геофизическим данным; 5 - региональные разломы глубокого заложения; 6 - границы участка работ; 7 - изолинии равных значений пористости, %; 8 - скважины, по которым исследовались данные ФЕС; проницаемость: 9 - 0,01-1,0 Мд, I тип; 10 - 1,0-10,0 Мд, II тип; 11 - 10,0-50,0 Мд, III тип; 12 - 50,0-100,0 Мд, IV тип.

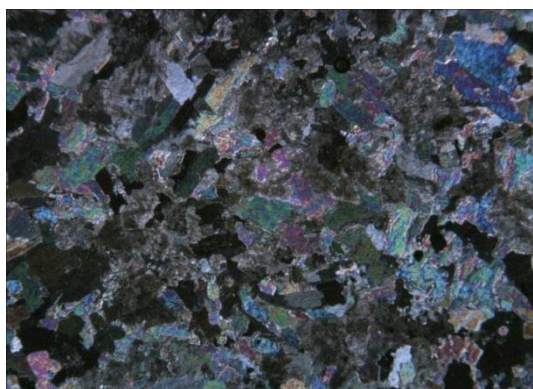




А



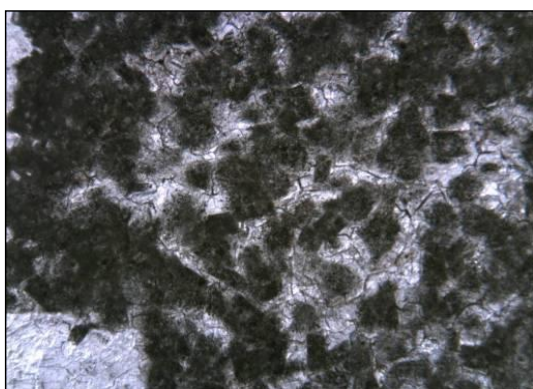
Б



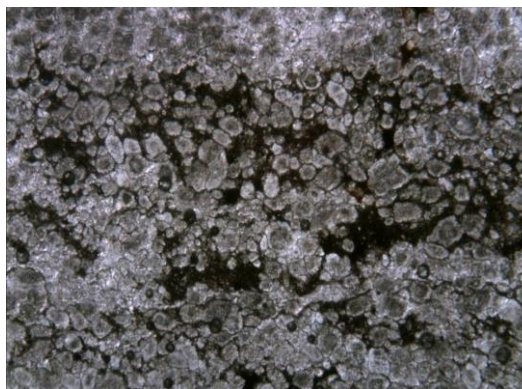
В



Г



Д



Е

**Рис. 5. Карбонатные отложения тирской свиты юга Сибирской платформы**

А - Алевролит с элементами оползневых текстур и текстурами внедрения. Глубина 2172,9 м; Б - доломит средне-крупнозернистый, перекристаллизованный, глинистый (20-30%), ангидритизированный по порам. Глубина 2171,7 м; В - карбонатно-ангидритовая порода с редкими открытыми порами выщелачивания и скоплениями глинисто-органического вещества. Глубина 2165,6 м; Г - доломит средне-крупнозернистый, полостями ангидритизированный с пересекающимися, открытыми трещинами. Глубина 2161,4 м; Д - доломит средне-крупнозернистый, глинистый (40-50%), ангидритизированный (30-40%) по межзерновым порам и полостям. Глубина 2159,3 м; Е - доломит мелко-среднезернистый, в местах рыхлой упаковки зерна цементируются глинистым и железистым веществом базального и пленочного типа. Глубина 2155,1 м.

Зерна кварца размером до 0,8 мм слабо окатанные. Прослой гравелитов являются признаками существовавшего предоскобинского перерыва в осадконакоплении. Породы свиты плотные, крепкие. Гравелиты перекрываются сульфатно-терригенно-карбонатными породами, выше залегают доломиты, алевролиты слюдистые, реже – песчаники и аргиллиты. Текстура пород комковато-пятнистая, полосчато-пятнистая, линзовидно-слоистая, массивная. Сульфатно-терригенно-карбонатные породы сложены крупнозернистым доломитом, сцементированным алевро-глинистым материалом. Их вещественный состав представлен доломитом до 80%, глинистым материалом – 15%. Кварц-полевые включения составляют 5-7%. На территории Байкитской антеклизы толщина оскобинской (тирской) свиты изменяется от 21 м (скв. Мадринская-156) до 137 м (скв. Иринчиминская-155).

В Катангской седловине, судя по изученному разрезу скв. Кулиндинская-1, в подошве тирского горизонта, залегают алевролиты песчанистые с глинистым, ангидритовым и карбонатным цементами порового, базального типа, с многочисленными горизонтально-волнисто-слоистыми прослоями и прожилками аргиллита, с оползневыми текстурными элементами и текстурами внедрения, выполненными алевролитом.

Выше залегают доломиты кристаллические, ожелезненные с включениями терригенного материала песчано-алевритовой размерности (кварц - до 2%), ангидритизированные - до 40%, ожелезненные - до 12%. Над ними залегают доломиты кристаллические, заметно сульфатизированные, с прослоями ангидрита. В местах рыхлой упаковки зёрен доломита отмечаются единичные открытые поры, в отдельных случаях заполненные прозрачным мелкозернистым ангидритом.

Еще выше залегают доломито-ангидритовые породы. Содержание ангидрита больше 50%.

В прикровельной части разреза представлены доломиты строматолитовые коркового типа, пелитоморфные, тонкозернистые, волнисто-слоистые. По слою отмечаются небольшие каверны размером 1 x 2 см и трещины, выполненные кристаллами ангидрита.

В кровле тирские отложения сложены доломитами. Доломиты в разной степени глинистые, пелитоморфные до тонкозернистых. Глинистость увеличивается до полного перехода в глинистую породу. На этом участке порода имеет брекчированный облик. Обломки представлены тем же доломитом и окаймляются разнонаправленными глинистыми прослоями.

В скв. Кугасская-364 в основании карбонатного разреза тирской свиты залегают ангидриты, ангидрито-доломиты, представленные чередованием прослоев ангидрита с брекчиевидной текстурой, сложенной окатанными обломками (80%) светло-розового ангидрита (до 12 см) погруженного в глинистый цемент. Ангидрит в породе составляет 80%,



глина - 10%, доломит - 10%. Ангидрит явно вторичный, наблюдается в виде крупных пятнистых выделений. Зёрна, кристаллы ангидрита в пятнистых конкрециях крупнозернистые, зерна до 1,0 мм, неправильной формы и длиннопризматические.

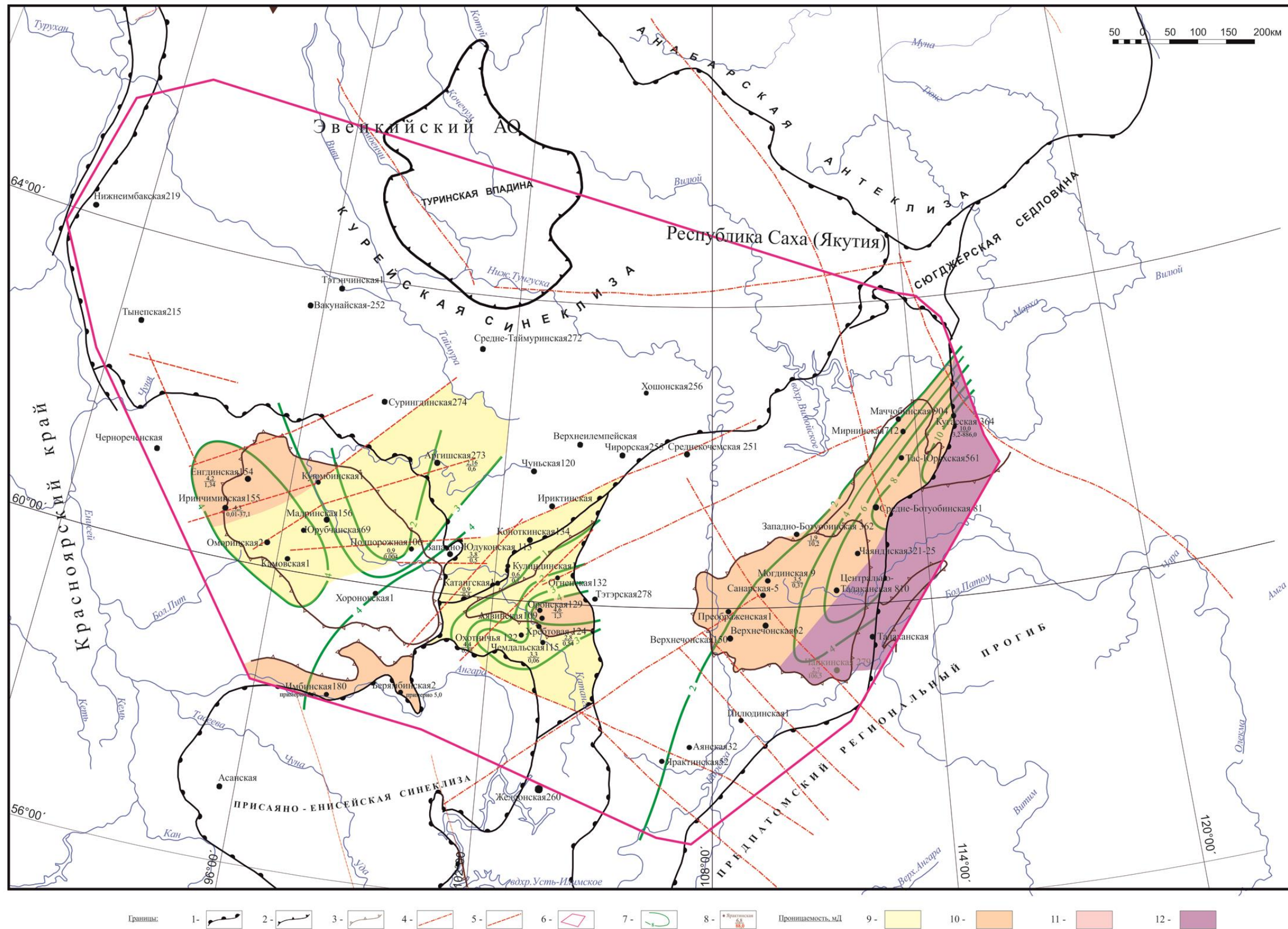
Выше залегают доломиты тонко-мелкозернистые со сгустками, комками, с редкими микрофитолитами. Основная масса породы сложена сгустками, комками тонко и коллоидно-зернистого доломита, среди которых просматриваются одиночные затушеванные контуры остатков микрофитоцитов. В зернистой массе доломитов наблюдаются мелкие открытые поры (2-3%) изолированные и сообщающиеся между собой извилистыми открытыми прожилками, частично выполненными ангидритом до 10%.

В доломитовом разрезе встречаются прослойки песчаников мелкозернистых мощностью до 1,3 м. В них наблюдается слабая битуминозность по микротрещинам. Перекрываются песчаники доломитами обломочными и доломитами строматолитовыми, с полостями, заполненными прозрачным крупно-среднезернистым доломитом, с черным битумом, с открытыми порами, трещиноватые. Многочисленными трещинами породы разбиты на куски. Между кристаллами, выполняющими палеопустоты, отмечаются примазки черного битума. Выше залегают толща пород, представленная доломитовыми брекчиями. Обломки разной величины доломита неокатанные, угловатые, трещиноватые. Они базально, местами контактово, погружены в известково-глинистую основную массу. Глинистая масса участками битуминозная.

На схематической карте коллекторов в пределах Байкитской антеклизы в ее центральной части в отложениях тирского горизонта, представленного оскобинской свитой, выделяется зона улучшенных коллекторов (рис. 6) в районе Камовского свода, ограниченная изогипсой 4%.

Здесь в карбонатном разрезе на Енгдинской и Иринчиминской структурах открытая пористость колеблется в пределах 0,5-7,4% (средние величины соответственно 4,2 и 4,29%). Проницаемость невысокая (на карте II группа). Можно ожидать наличие порово-трещинных коллекторов, а в скв. Иринчиминская-155, где в отложениях оскобинской свиты помимо карбонатов наблюдаются прослойки песчаников, алевролитов и аргиллитов, отдельные пласты этих пород могут рассматриваться как трещинно-поровый коллектор.

Возможная зона порово-трещинных коллекторов выделяется на юго-востоке антеклизы, где, судя по имеющимся материалам, в скважинах Имбинская-180 и Берямбинская-2 наблюдаются единичные прослойки доломитов с пористостью свыше 5%; при этом в разрезе отмечается интенсивная тектоническая трещиноватость.



**Рис. 6. Схематическая карта коллекторов тирских (бюкских, оскобинских) отложений Сибирской платформы**

Границы: 1 - надпорядковых тектонических структур; 2 - суперпорядковых тектонических структур; 3 - тектонических структур I порядка; 4 - основные региональные разломы по геолого-геофизическим данным; 5 - региональные разломы глубокого заложения; 6 - границы участка работ; 7 - изолинии равных значений пористости, %; 8 - скважины, по которым исследовались данные ФЕС; проницаемость: 9-0,01-1,0 Мд, I тип; 10-1,0-10,0 Мд, II тип; 11 - 10,0-50,0 Мд, III тип; 12 - 50,0-100,0 Мд, IV тип.

В пределах Катангской седловины повышенные значения пористости и проницаемости наблюдаются в районе скважин Оронская-129 и Охотничья-122 (интервал колебания 3,1-12%, средние значения 4,6 и 4,4%). Проницаемость для большинства просмотренных скважин низкая (на карте I группа), за исключением скв. Оронская-129, где ее средняя величина составляет 1,3 мД (на карте II группа). Здесь выделяется трещинно-поровый и порово-трещинный тип коллектора.

В пределах Непско-Ботубинской антеклизы в тирском карбонатном горизонте в виде достаточно узкой полосы юго-западного простирания выделена зона развития коллекторов.

В объеме изогипсы 8-10% - это зона развития преимущественно поровых и трещинно-поровых коллекторов. Здесь широким развитием пользуются водорослевые постройки, именно к ним и приурочены зоны улучшенных коллекторов. Кроме того, как показал литологический материал по скв. Могдинская-9, в карбонатном разрезе наблюдаются прослойки песчаников мелкозернистых, битуминозных. Зона улучшенных преимущественно поровых коллекторов окаймляется по изогипсе 4% зоной развития коллекторов порово-трещинного типа.

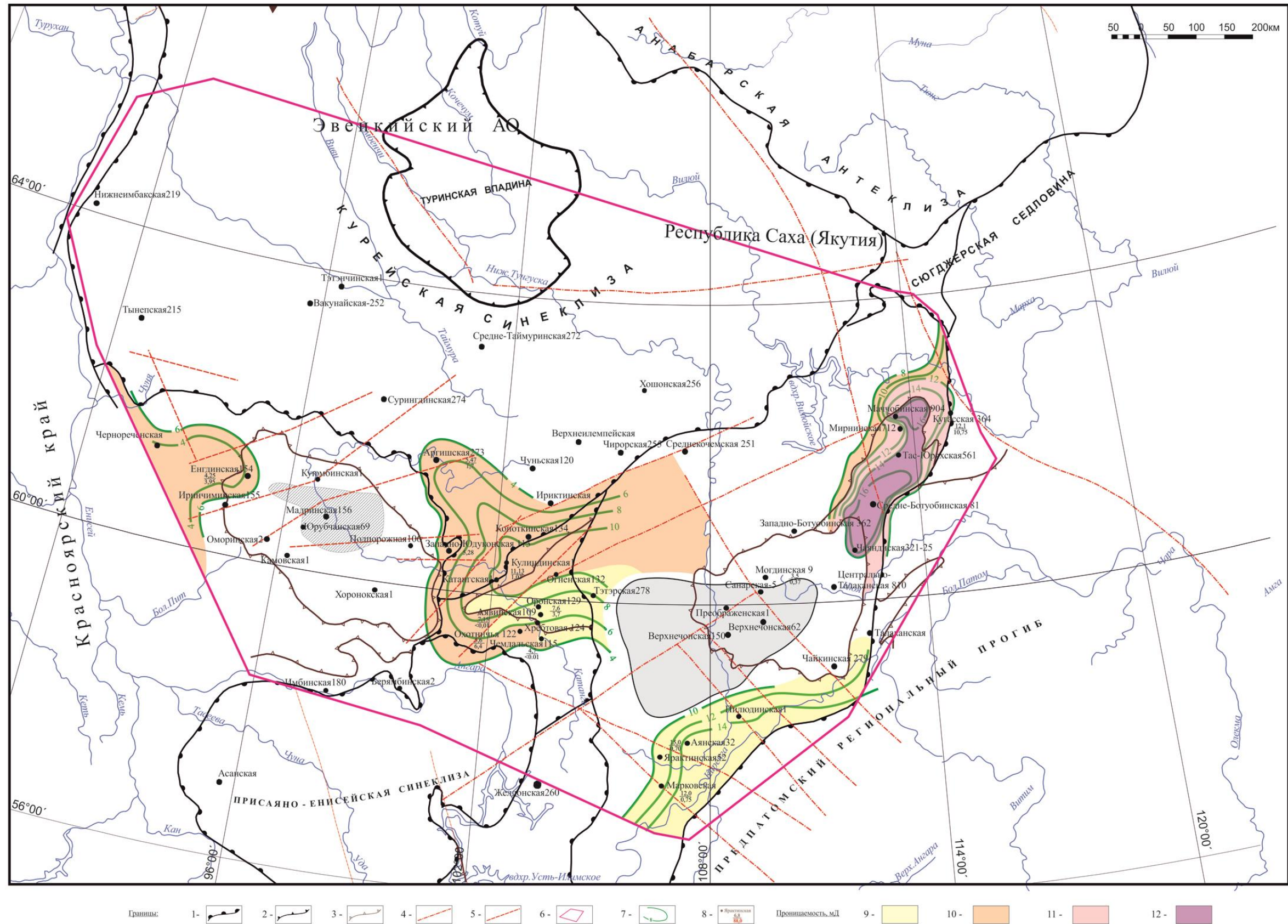
Для отложений тирского горизонта, в котором преобладает карбонатное и карбонатно-сульфатное осадконакопление, построена карта коллекторов (см. рис. 6).

Однако, как отмечалось выше, на отдельных участках рассматриваемой территории в нижней части тирского горизонта увеличивается количество терригенного материала. Так, в Непско-Ботубинской антеклизе в пределах клинообразной полосы шириной 50-150 км и протягивающейся в направлении с юга от Марковской площади на северо-восток к Кугасской площади, наблюдается преимущественно терригенное осадконакопление. Здесь выделяются ботубинский, парфеновский, харыстанский и верхнетирский продуктивные горизонты, являющиеся стратиграфическими аналогами. Мощность терригенной толщи колеблется от 15 м на Талаканской площади до 175 м на Кугасской.

В области терригенного осадконакопления в тирской толще выделяются отдельные продуктивные песчаные горизонты, которые обладают высокими емкостными свойствами. В них открытая пористость по шлифам нередко составляет более 15%, участками наблюдаются слабо сцементированные песчаники, иногда в виде песка. Особенно это характерно для пород ботубинского горизонта.

Для терригенных отложений тирского горизонта также построена схематическая карта коллекторов (рис. 7).





**Рис. 7. Схематическая карта коллекторов тирских (бюкских, оскобинских) отложений Сибирской платформы (терригенная часть)**

Границы: 1 - надпорядковых тектонических структур; 2 - суперпорядковых тектонических структур; 3 - тектонических структур I порядка; 4 - основные региональные разломы по геолого-геофизическим данным; 5 - региональные разломы глубокого заложения; 6 - границы участка работ; 7 - изолинии равных значений пористости, %; 8 - скважины, по которым исследовались данные ФЕС; проницаемость: 9 - 0,01-1,0 Мд, I тип; 10 - 1,0-10, Мд, II тип; 11 - 10,0-50,0 Мд, III тип; 12 - 50,0-100,0 Мд, IV тип.

### Катангские отложения (нижнеданиловский стратиграфический горизонт)

В объеме **катангских отложений** выделен преобразенский продуктивный горизонт (пласт Б<sub>10</sub>).

В Байкитской антеклизе преобразенский горизонт представляет собой карбонатную толщу мощностью до 20 м. Отложения сложены доломитами серыми, участками окремненными, массивными, иногда плитчатыми. По плоскостям скола наблюдаются налеты темного глинисто-битуминозного материала.

Вышележащая часть свиты представляет собой чередование доломитов, доломитовых мергелей, ангидрито-доломитов, ангидритов и подчиненных прослоев аргиллитов. Доломиты известковистые, прослоями глинистые и слабо ангидритистые. Мергели доломитовые, плотные, тонко-горизонтально-слоистые за счет прослоев доломитов мощностью 2-10 мм. Ангидриты тонкозернистые с линзами и прослоями доломитов и доломитовых мергелей. Отличительной особенностью катангской свиты от нижележащих отложений является повышенное содержание глинистых карбонатов и минимальное присутствие ангидритов. Глинистая составляющая достигает 15-20%. Содержание ангидрита не более 5-10%. Преобладающими в разрезе являются доломиты (до 90%). Отмечаются прослои органогенных известковистых доломитов, интенсивно окремненных, иногда брекчированных.

В Катангской седловине в нижнеданиловское время отлагались в основном доломиты, глинистые доломиты и аргиллиты с невысокими коллекторскими характеристиками. К сожалению, в распоряжении авторов не было литологического материала по скважинам из этого региона.

На территории Непско-Ботубинской антеклизы катангские отложения развиты повсеместно [Губина, Шибина, Белоновская, 2008]. В их составе выделен преобразенский продуктивный горизонт, мощность которого изменяется от 8 до 22 м.

Нижняя 4-метровая часть преобразенского горизонта сложена доломитовыми брекчиями. Размер обломков - от 0,15 до 6,0 мм. Обломки неокатанные, редко полуокатанные. Доломит в обломках мелко-микро-тонкозернистый, реже отмечаются доломитовые обломки с прослоями алевро-песчаного материала. Среди доломитовых обломков встречаются обломки песчаников кварцевого состава, мелкозернистые с глинисто-карбонатным цементом. Выше по разрезу залегают доломиты тонко-мелкозернистые с редкими зернами ангидрита (1%). Они пигментированы органическим веществом (6-9%) по межзерновым канальцам, трещинкам и порам (4-7%). В верхней части толщи обломочных доломитов среди обломочной части пород отмечаются доломиты перекристаллизованные с нераспознаваемой первичной структурой и доломиты органогенно-обломочные микрофитолитовые, в которых около 40-50% составляют микрофитолиты размером до 5,0 мм.



Верхняя часть преображенного горизонта представлена доломитами микрофитолизовыми, сложенными микро-тонкозернистым доломитом. Как внутренняя полость микрофитолитов, так и контуры их в виде каемок, пигментированы органическим веществом. Выше по разрезу залегают доломиты тонко-мелкозернистые с порфиризовидными выделениями таблитчатого ангидрита. Ангидрит составляет до 25%.

Карта коллекторов по нижнеданиловскому горизонту в объеме катангской и успунской свит (рис. 8) в пределах Байкитской антеклизы строилась, в основном, по данным СНИИГГИМС. Имеющийся материал показывает, что эти отложения сложены преимущественно серыми глинистыми доломитами с прослоями ангидритов; развития в них пористости или кавернозности не отмечалось.

В юго-западной части Байкитской зоны в объеме изолиний значений средней пористости 2% условно может быть выделена зона развития порово-трещинных, реже - трещинно-поровых коллекторов. По данным в скв. Мадринская-156 пористость в доломитах может достигать 13%, межзерновая проницаемость колеблется в пределах 0,01-1 мД (на карте I группа), но может быть существенно увеличена за счет трещиноватости.

В Катангской седловине выделенная зона возможного развития порово-трещинных коллекторов опирается в основном на данные СНИИГГИМС. По материалам ВНИГРИ лишь в скв. Хребтовая-124 в катангской свите при низкой средней пористости (2,8%) среднее значение проницаемости достигает 2,4 мД (интервал колебания 0,01-9,6 мД, и это всего по 4 замерам). Поэтому эта зона не выделяется как коллектор.

В пределах Непско-Ботубинской антеклизы зона улучшенных коллекторов (преображенный продуктивный горизонт) выделена в ее центральной части, приходящейся на вершину Непского свода. Так, в скважинах Могдинской, Санарской, Преображенской, Даниловской, Западно-Чонской и Чонской площадей преображенный горизонт представлен микрофитолизовыми доломитами, кавернозно-пористыми, со средними значениями пористости 6,8% и непосредственно на Преображенской - 10-12%. Коллекторы здесь могут быть отнесены к поровым, однако средние значения проницаемости, как и для всей Непско-Ботубинской антеклизы, невелики: они могут характеризоваться как средние (величина проницаемости колеблется в пределах 0,01-8,6 мД, среднее значение - первые единицы миллидарси – на карте II группа). Вокруг этих скважин изогипсой 4% выделены возможные трещинно-поровые и порово-трещинные коллекторы с низкой межзерновой проницаемостью. Флюидоупором для залежей преображенного продуктивного горизонта служат глинистые доломиты и ангидрито-доломиты средней и верхней частей катангской свиты.

Таким образом, нижнеданиловские отложения на большей части рассматриваемой территории представлены плотными низкопроницаемыми породами.





Увеличение пористости наблюдается лишь на Непском своде, где выделяется преобразенский продуктивный горизонт. На его склонах величина средней пористости понижается до 1%.

На Байкитской антеклизе только в центральной части Камовского свода средняя открытая пористость более 3,4% и при наличии трещин условно эта территория может рассматриваться как порово-трещинный коллектор.

### **Тэтэрские (юряхские) отложения (верхнеданиловский стратиграфический горизонт)**

В объеме **тэтэрских отложений** выделяются регионально продуктивные усть-кутский или юряхский горизонты. Они представлены двумя продуктивными пластами (Б<sub>5</sub> и Б<sub>3-4</sub>). Залегают породы усть-кутского горизонта на доломитах собинской свиты.

В пределах Байкитской антеклизы и Катангской седловины горизонт Б<sub>5</sub> сложен зернистыми доломитами с теньвыми контурами водорослевой проблематики (рис. 9). Для пород характерна интенсивная вторичная преобразованность – перекристаллизация, сульфатизация, выщелачивание. Пористость пород обычно невысокая, однако в скв. Кулиндинская-1 ее величина возрастает за счет развития пор и каверн выщелачивания размером 0,02-0,8 мм и до 2,5 мм.

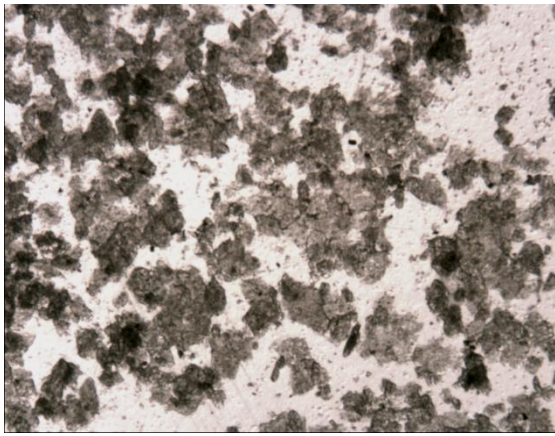
Горизонт Б<sub>3-4</sub> отделен от пласта Б<sub>5</sub> 3-5-метровой толщиной плотных неравномерно сульфатизированных доломитов. Он представлен зернистыми и водорослевыми доломитами, существенно перекристаллизованными, сульфатизированными, прослоями выщелоченными, засоленными. Сульфатизация и частичное засоление снижают величину открытой пористости, обычно она колеблется в пределах 1-7%.

На территории Непско-Ботубинской антеклизы усть-кутский горизонт также представлен двумя пластами Б<sub>5</sub> и Б<sub>3-4</sub>, выделяется на всей территории, при этом мощность нижнего пласта Б<sub>5</sub> колеблется в пределах 21-35 м, а верхнего Б<sub>3-4</sub> - 10-59 м.

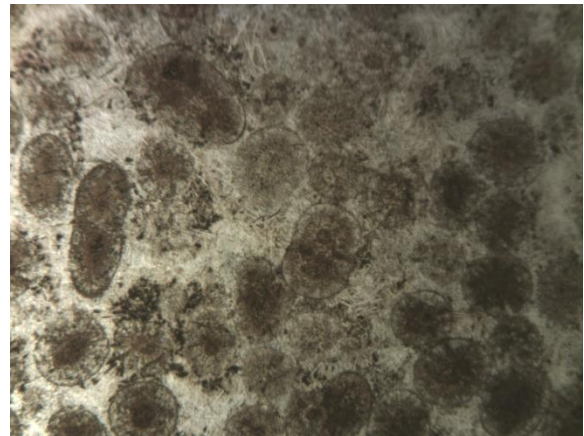
Усть-кутский продуктивный горизонт II (пласт Б<sub>5</sub>), как показали исследования по скв. Могдинская-9, в нижней части сложен доломитами пелитоморфно-тонкозернистыми, слабо известковистыми с реликтовой узорчатой структурой с фенестрами, заполненными галитом. На некоторых глубинах доломиты брекчиевидные с микросдвигами, выше которых отложения представлены строматолитовыми доломитами, кавернозно-пористыми с полого волнисто-слоистыми текстурами. Строматолитовые корочки мощностью - до 1-2 см, в единичных случаях - до 6,0 см. Отмечаются крутопадающие трещины, заполненные ангидритом, нефтью. В трещиноватых породах отмечаются сдвиги слоев.

Выше залегают доломиты кристаллические крупно-среднезернистые, перекристаллизованные, с глинистыми прожилками и зачаточными стилолитами, с единичными зернами ангидрита, пористые (до 15%).





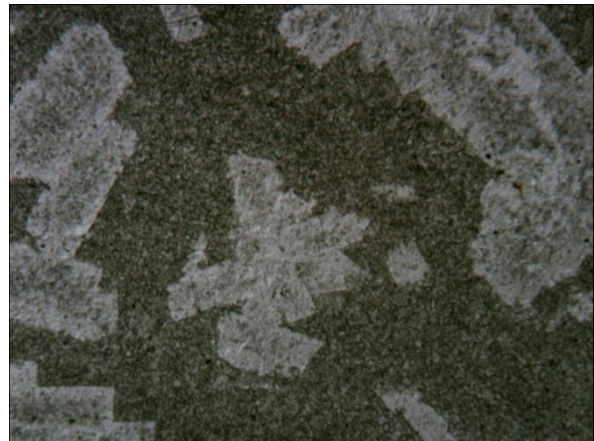
А



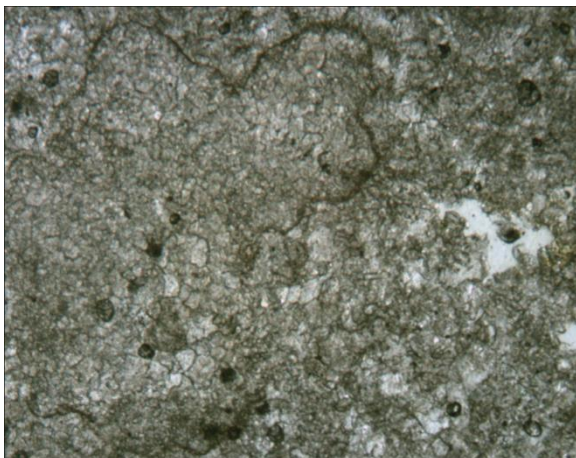
Б



В



Г



Д



Е

**Рис. 9. Карбонатные отложения тэтэрской свиты юга Сибирской платформы**

*А - рыхлый доломит средне-крупнозернистый с многочисленными открытыми порами и пустотами. Глубина 1743,4 м; Б - Кремнистый оолит с кварцитовидным цементом базального и порового типа, глинистый. Глубина 1750,7 м; В - Строматолит кремнистый с мелкозернистым доломитовым цементом с многочисленными сгустками гидроокислов железа и минеральными трещинами, выполненными ангидритом. Глубина 1770,6 м; Г- Крупные порфиробласты ангидрита в доломите тонко-мелкозернистом. Глубина 1771,1 м; Д - доломит мелко-среднезернистый с прожилками и стилолитами, выполненными глинистым веществом. Глубина 1791,7 м; Е - Доломит средне-мелкозернистый с единичными открытыми порами выщелачивания. Глубина 1791,7 м.*



Породы нацело перекристаллизованы; из-за сильной перекристаллизации первичная структура пород нераспознаваема. В перекристаллизованном доломите также наблюдаются редкие теневые контуры округлых образований неясного генезиса (возможно биогенного). Выше встречаются доломиты слабо известковистые кристаллические с реликтовой микрофитолитовой структурой, с реликтовыми контурами желваков, с глинистым (5-7%) и органическим веществом (2-4%), выполняющим межзерновые поры и каналцы, кавернозно-пористые (10-12%). Открытые поры и каверны щелевидной, вытянутой, изометричной, извилистой формы, довольно равномерно распределены в общей массе. Структура пород нередко реликтово водорослевая с развитием вторично кристаллической. В отдельных кавернах и порах наблюдаются кристаллы галита, часть их открытая, но вероятно тоже была заполнена солью. Размер пор - 0,15-1,0 мм, каверн - 1,0-3,0 мм. Засолонение происходит как внутри облаковидной «известковой» водоросли, так и по межформенным порам, кавернам перекристаллизованных водорослей.

Усть-кутский продуктивный горизонт-I (пласт Б<sub>3-4</sub>) от вышеописанных отложений отличается большим разнообразием и частым переслаиванием разнотипных литологических разностей пород с мощностью прослоев до 3,0 м. Отложения представлены доломитами строматолитовыми, брекчиями строматолитовых пород; плотными доломитами тонкозернистыми до пелитоморфных; доломитами глинистыми; глинами серыми с зеленоватым оттенком, иногда с элементами оползания; кремненными строматолитовыми калиптрами, доломитами разно кристаллическими, кавернозно-пористыми, засолоненными. В разрезе наблюдаются оолитовые обломочные породы с внедрениями даек.

В верхней части горизонта залегают рыхлые доломиты средне-крупнозернистые. Породы в керне полностью растасканы на небольшие куски. Пористость обусловлена выщелачиванием соли – по керну породы засолоненные. Первичная структура не распознаваема. Породы сложены зернами доломита средне-крупнозернистой размерности до 0,5 мм. Форма зерен – многогранная, овальная, ромбоэдрическая. Породы пористо-кавернозные более 20% с неразвитыми трещинами усыхания.

В кровле верхнего усть-кутского горизонта (Б<sub>3-4</sub>) залегают доломиты обломочно-оолитовые, псевдооолитовые, с базальным, крустификационным тонко-мелкокристаллическим цементом, с открытыми порами 5%.

Таким образом, в объеме усть-кутских продуктивных горизонтов II и I на территории Непско-Ботубинской антеклизы на Непском своде наблюдаются повышенные значения пористости, а участками и проницаемости (Преображенская, Западно-Ботубинская площади). Повышенные коллекторские характеристики наблюдаются и на Кугасской площади (северо-восточный склон Непско-Ботубинской антеклизы). Здесь возможно выделение коллекторов

как порового, так и трещинно-порового типа.

На схематической карте коллекторов верхнеданиловского горизонта в объеме тэтэрской (юряхской) свит (рис. 10) в пределах Байкитской антеклизы как потенциальный коллектор условно можно рассматривать отложения в районе скв. Ирнчиминская-155. Здесь отложения юряхской свиты мощностью 25 м представлены неравномерным переслаиванием серых в разной мере глинистых плотных доломитов с песчаниками с немногочисленными включениями глинисто-битуминозного материала и ангидритами. Для этой толщи показания открытой пористости колеблются от 0,1 до 4%, проницаемость также весьма низкая (на карте I группа). Лишь наличие тектонической трещиноватости, связанной с разломами, может сделать их трещинным или порово-трещинным коллектором.

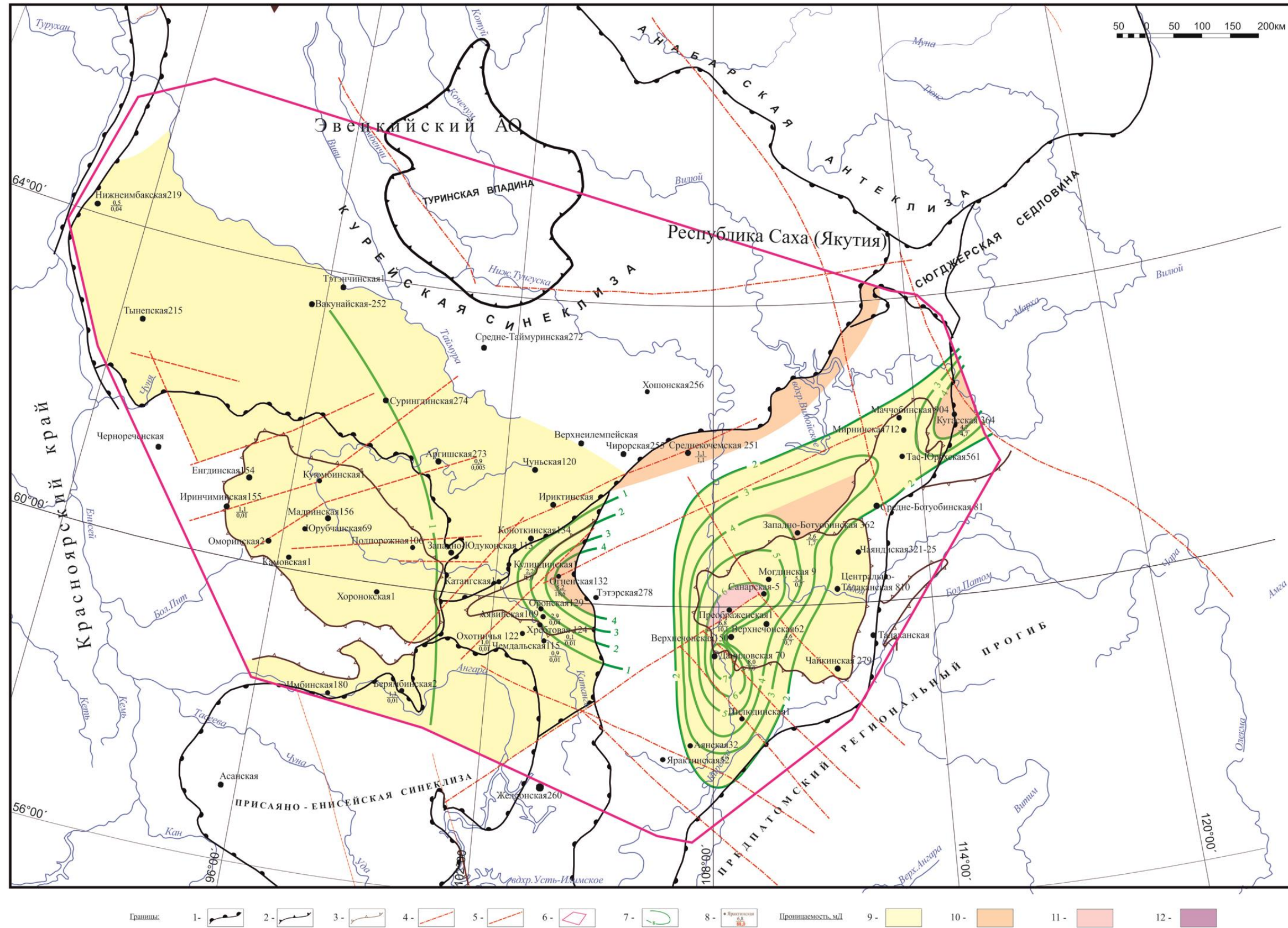
Основная же часть территории Байкитской антеклизы в позднеданиловское время, сложенная в основном сульфатно-карбонатными породами, представлена серыми в разной степени глинистыми доломитами, иногда известковистыми и окремненными, а также мергелями и прослоями ангидритов, характеризуется высокой трещиноватостью, но как коллектор не рассматривается.

В Катангской седловине в пределах изолинии 4% выделены зоны развития пород с повышенной пористостью. Они наблюдаются в скважинах Огневская-132 и Кулиндинская-1. Здесь в доломитах, частично сульфатизированных, значения открытой пористости колеблются в широких пределах от 0,1 до 11,3%. В разрезе отмечается и кавернозность. В скв. Огневская-132 отмечается и повышенное значение средней проницаемости – 18,5 мД. Поэтому здесь возможно выделить трещинно-поровый тип коллектора, хотя малое количество замеров не позволяет это сделать с уверенностью. Пористость в скв. Кулиндинская-1 более низкая - в среднем она составляет 2,2%, хотя интервал ее изменения колеблется от 0,1 до 11,3%. Значения проницаемости также колеблются в широком интервале от 0,01 до 37,2 мД, в среднем составляя 1,0 мД. Поэтому в пределах тэтэрской свиты лишь в отдельных пластах можно выделить порово-трещинный тип коллектора.

В Катангской седловине в отложениях тэтэрской свиты интрузия долеритов не сказалась отрицательно на их ФЕС. В ее пределах вряд ли можно ожидать развития пористо-проницаемых разностей, хотя в разрезе встречаются отдельные пористые и даже кавернозные прослои. Так в скв. Аявинская-109 среди доломитов встречаются не только кавернозные, но и битуминозные прослои.

В центральной части Непско-Ботубинской антеклизы по изогипсе 4% выделена зона повышенной пористости. На фоне преимущественно низкопроницаемых пород выделяются два продуктивных горизонта: нижний пласт усть-кутский-2 (юряхский-3) – продуктивный пласт Б<sub>5</sub>, и верхний – усть-кутский-1 (юряхский-1) – продуктивный пласт Б<sub>3-4</sub>.





**Рис. 10. Схематическая карта коллекторов тэтэрских (юряхских) отложений Сибирской платформы**

Границы: 1 - надпорядковых тектонических структур; 2 - суперпорядковых тектонических структур; 3 - тектонических структур I порядка; 4 - основные региональные разломы по геолого-геофизическим данным; 5 - региональные разломы глубокого заложения; 6 - границы участка работ; 7 - изолинии равных значений пористости, %; 8 - скважины, по которым исследовались данные ФЕС; проницаемость: 9 - 0,01-1,0 Мд, I тип; 10 - 1,0-10,0 Мд, II тип; 11 - 10,0-50,0 Мд, III тип; 12 - 50,0-100,0 Мд, IV тип.



В вошедших в эту зону скважинах наблюдается широкий диапазон изменения значений открытой пористости. Максимальные средние значения характерны для Даниловской, Верхнечонской, Преображенской, Могдинской площадей, средняя величина которых обычно не превышает 10%, чаще колеблется в пределах 6-7%. Проницаемость в основном низкая (на карте I группа), исключением являются показания по Преображенской, Западно-Ботубинской (1,7 мД) и Кугасской (4,7 мД) площадям. Коллекторы в основном трещинно-поровые, реже – порово-трещинные, в скв. Преображенская-5 – поровые.

Таким образом, в пределах тэтэрской свиты в Байкитской антеклизе и Катангской седловине продуктивные усть-кутские горизонты не выявлены, здесь преобладают низкие значения пористости и проницаемости. Так, в Байкитской антеклизе в тэтэрских отложениях открытая пористость колеблется от 0,9 до 1,1%. Максимальные значения пористости - 2,3-2,6%, средние значения проницаемости - не более 0,01 мД. В Непско-Ботубинской антеклизе усть-кутские продуктивные горизонты представлены в основном низкопроницаемыми породами, повышенные значения пористости в которых связаны с развитием на этой территории биогермных построек.

Флюидоупором для залежей усть-кутского горизонта служат каменные соли нижней подсвиты усольской свиты. На зональном уровне покрывками являются сульфатно-карбонатные породы, перекрывающие нередко продуктивные пласты, а для терригенных пород как локальные покрывки могут рассматриваться аргиллиты, мощность которых меняется от 10 до 80 м. На площади, где расположена скв. Чайкинская-279, для непских резервуаров локальной покрывкой могут являться торсальские соли, мощность которых составляет 45 м.

В заключении следует отметить, что проведенный комплекс литолого-петрографических исследований позволил для каждого из четырех продуктивных толщ венда (непской, тирской, катангской и тэтэркой свит), в трех разных структурно-тектонических зонах (Байкитская и Непско-Ботубинская антеклизы, Катангская седловина) выявить свои фильтрационно-емкостные характеристики, связанные с особенностями седиментации и последующими катагенетическими преобразованиями, которые и определили их коллекторский потенциал. Для каждого продуктивного горизонта выявлена корреляционная связь между полученными литологическими характеристиками отложений и геологическими особенностями структурных зон. Отдельное внимание было уделено характеристике пород-флюидоупоров для этих горизонтов. Все это легло в основу построения приведенных схематических карт коллекторов. Особое внимание при изучении коллекторов уделялось вопросам выявления участков, где можно ожидать повышенной тектонической трещиноватости, связанное как с пликативными, так и дизъюнктивными дислокациями. Это позволило выделить в разрезах

коллекторы разного типа: поровые, порово-трещинные и трещинно-поровые. При этом было показано, что в карбонатном разрезе в качестве коллекторов могут рассматриваться породы с открытой пористостью даже ниже 5% и межзерновой проницаемостью в сотые доли миллидарси (например, в Непско-Ботуобинской нефтегазоносной области в преображенском горизонте при среднем значении пористости 4% и проницаемости от нуля до 0,01-8,6 мД, выделяются коллекторы трещинно-порового и порово-трещинного типа).

Примененный комплексный подход при изучении коллекторов может быть использован для построения седиментационно-емкостных моделей для подсолевого комплекса всего юга Сибирской платформы.

На основании анализа распределения промышленных залежей, открытых на настоящий момент в отложениях венда, а также используя полученные данные о распределении в выделенных толщах зон с улучшенными ФЕС, авторами определены наиболее перспективные для поисков залежей углеводородов направления геологоразведочных работ.

Установлены наиболее перспективные участки с учетом ФЕС для аккумуляции углеводородов. Как возможно перспективные выделяются следующие площади: в Непско-Ботуобинской антеклизе - Кугасская площадь, где повышенные коллекторские свойства наблюдаются в тэтэрских отложениях (среднее значения открытой пористости - более 4,5% и проницаемости – от 1,0 до 10,0 мД); в центральной и восточной части Катангской седловины, где перспективы могут быть связаны с непской (ванаварской), тирской (оскобинской) и верхнеданиловской (тэтэрской) толщами.

### Литература

*Белоновская Л.Г., Гмид Л.П.* Роль трещинно-поровых карбонатных коллекторов в оценке ресурсного потенциала Непско-Ботуобинской антеклизы // Литологические и геохимические основы прогноза нефтегазоносности: сб. материалов Международной научно-практической конференции. – СПб.: ВНИГРИ, 2008. - С. 492-500.

*Губина Е.А., Шибина Т.Д., Белоновская Л.Г.* Карбонатные коллекторы Непско-Ботуобинской антеклизы // Литологические и геохимические основы прогноза нефтегазоносности: сб. материалов Международной научно-практической конференции. – СПб.: ВНИГРИ, 2008. - С. 406-412.

*Коханова А.Н., Шибина Т.Д., Дмитриева Т.В., Окнова Н.С.* Геология резервуара на основе литологических исследований образцов керна скважины № 1 Кулиндинская // Актуальные проблемы нефтегазовой геологии XXI века: материалы III Междунар. конференции молодых ученых и специалистов. - СПб.: ВНИГРИ, 2013. – С. 7-15.

Методические рекомендации по изучению и прогнозу коллекторов нефти и газа сложного типа / Под ред. М. Х. Булач, Л. Г. Белоновской. - Л.: ВНИГРИ, 1989. -103 с.

*Окнова Н.С., Коханова А.Н.* Литология и фильтрационные свойства вендских отложений юга Сибирской платформы // Эволюция осадочных процессов в истории Земли: материалы 8 Всероссийского литологического совещания (г. Москва, 27-30 октября 2015 г.). – Москва: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2015. – С. 250-253.

*Шемин Г.Г.* Геология и перспективы нефтегазоносности венда и нижнего кембрия центральных районов Сибирской платформы (Непско-Ботуобинская, Байкитская антеклизы и Катангская седловина). – Новосибирск: Изд. СО РАН, 2007. - 460 с.



**Belonovskaya L.G., Shibina T.D., Oknova N.S., Kokhanova A.N.**

All Russia Petroleum Research Exploration Institute (VNIGRI), St. Petersburg, Russia, [ins@vnigri.ru](mailto:ins@vnigri.ru)

**Verzilin N.N.**

St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

## LITHOLOGICAL FEATURES AND FILTRATION POTENTIAL CAPACITY OF SUBSALT VENDIAN COMPLEX ROCKS OF EASTERN SIBERIA

*On the basis of huge amount of factual data the lithologic and petrophysical characteristics of productive deposits of the Vendian complex of south of the Siberian platform are analyzed. The schematic maps of distribution of open porosity and permeability of carbonate and clastic rocks are constructed and analyzed for individual layers and areas of improved reservoirs are distinguished. The proposed maps show differences between petrophysical features of rocks that form the hydrocarbon bearing strata, as well as their variation within the major structures of the studied region. The promising areas for hydrocarbon deposits prospecting are highlighted taking into account the reservoir properties data for the studied area.*

**Keywords:** *Vendian, clastic sediments, carbonate sediments, porosity, permeability, fracture, reservoir, productive deposits, Baykit anteklise, Katanga saddle, Nepa-Botuoba anteklise, Siberian platform.*

### References

Belonovskaya L.G., Gmid L.P. *Rol' treshchinno-porovykh karbonatnykh kollektorov v otsenke resursnogo potentsiala Nepsko-Botuobinskoy anteklizy* [The role of the fractured-porous carbonate reservoirs in the evaluation of the resource potential of the Nepa-Botuoba anteklise]. *Litologicheskie i geokhimicheskie osnovy prognoza neftegazonosnosti. Proceedings of International scientific-practical conference.* Saint Petersburg: VNIGRI, 2008, p. 492-500.

Gubina E.A., Shibina T.D., Belonovskaya L.G. *Karbonatnye kollektory Nepsko-Botuobinskoy anteklizy* [Carbonate reservoirs of Nepa-Botuoba anteklise]. *Litologicheskie i geokhimicheskie osnovy prognoza neftegazonosnosti: Proceedings of International scientific-practical conference.* Saint Petersburg: VNIGRI, 2008, p. 406-412.

Kokhanova A.N., Shibina T.D., Dmitrieva T.V., Oknova N.S. *Geologiya rezervuara na osnove litologicheskikh issledovaniy obraztsov kerna skvazhiny № 1 Kutlinskaya* [Geology of the reservoir on the basis of lithological studies of core samples from well number 1 Kutlinskaya]. *Aktual'nye problemy neftegazovoy geologii XXI veka: Proceedings of III International Conference of young scientists and specialists.* Saint Petersburg: VNIGRI, 2013, p. 7-15.

*Metodicheskie rekomendatsii po izucheniyu i prognozu kollektorov nefiti i gaza slozhnogo tipa* [Guidelines for the study and forecast of oil and gas reservoirs of complex type]. Editors M.Kh. Bulach, L.G. Belonovskaya. Leningrad: VNIGRI, 1989, 103 p.

Oknova N.S., Kokhanova A.N. *Litologiya i fil'tratsionnye svoystva vendskikh otlozheniy yuga Sibirskoy platformy* [Lithology and filtration properties of Vendian deposits of southern Siberian platform]. *Evolutsiya osadochnykh protsessov v istorii Zemli: Proceedings of 8 All-Russian lithological meeting (Moscow, 27-30 October 2015).* Moscow: RGU nefiti i gaza im. I.M. Gubkina, 2015, p. 250-253.

Shemin G.G. *Geologiya i perspektivy neftegazonosnosti venda i nizhnego kembriya tsentral'nykh rayonov Sibirskoy platformy (Nepsko-Botuobinskaya, Baykitskaya anteklizy i Katangskaya sedlovina)* [Geology and petroleum potential of the Vendian and Lower Cambrian central regions of the Siberian Platform (Nepa-Botuoba, Baykitskaya anteklise and Katanga saddle)]. Novosibirsk: SO RAN, 2007, 460 p.