

# КРИТЕРИИ ЛОКАЛЬНОГО ПРОГНОЗА ПОРОД-КОЛЛЕКТОРОВ В КАРБОНАТНЫХ ВЕНД-КЕМБРИЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ УСТЬ-КУТСКОГО ГОРИЗОНТА

М.Н. Лемешко<sup>1,2\*</sup>, А.А. Поцелуев<sup>1</sup>, М.В. Шалдыбин<sup>1,2</sup>, Д.И. Лемешко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Россия

<sup>2</sup>ОАО «Томский научно-исследовательский и проектный институт нефти и газа» («ТомскНИПИнефть»), Томск, Россия

В статье приведена литогенетическая типизация пород усть-кутского горизонта тэтэрской свиты центральной части Непско-Ботубобинской антеклизы. Составлена обобщенная схема-модель их формирования. Выделен наиболее перспективный литогенетический тип на выявление зон с улучшенными фильтрационно-емкостными свойствами – зернистые доломиты. Охарактеризована структура пустотного пространства пород усть-кутского горизонта. На основе проведенной количественной оценки пор и каверн, наличия в них солей, установлена корреляционная зависимость между этими параметрами и фильтрационно-емкостными свойствами пород. Показана связь с постседиментационными процессами. Проведена реконструкция условий формирования отложений усть-кутского горизонта с использованием геохимических показателей по элементам-примесям. В результате проведенных исследований разработан комплекс критериев локального прогноза коллекторов для постановки первой очереди разведочно-эксплуатационных работ.

**Ключевые слова:** доломиты, породы-коллекторы, критерии, литогенетические типы, усть-кутский горизонт  
**DOI:** <http://doi.org/10.18599/grs.19.2.6>

**Для цитирования:** Лемешко М.Н., Поцелуев А.А., Шалдыбин М.В., Лемешко Д.И. Критерии локального прогноза пород-коллекторов в карбонатных венд-кембрийских отложениях усть-кутского горизонта. *Георесурсы*. 2017. Т. 19. № 2. С. 122-128. DOI: <http://doi.org/10.18599/grs.19.2.6>

## Введение

Основные перспективы открытия новых месторождений углеводородов в Непско-Ботубобинской нефтегазоносной области связаны с карбонатными венд-кембрийскими отложениями. Одним из продуктивных горизонтов является усть-кутский, изученность которого носит неполный характер (Гурова, 1988; Шемин, 2007; Мельников, 2009 и др.).

Особенностью горизонта является широкое распространение постседиментационных процессов, которые привнесли неоднородность в распределение фильтрационно-емкостных свойств как по площади, так и по разрезу и послужили причиной весьма низкой проницаемости нефтеносных отложений.

Применение стандартных методов изучения слабопроницаемых карбонатных отложений не позволяет локализовать участки, дающие существенные притоки нефти из пластов. Повышение притоков нефти часто достигается с помощью методов интенсификации, что требует знания литологии и структуры пустотного пространства. В связи с этим возникла необходимость изучить литологические особенности, фильтрационные и емкостные свойства, фациальные и геохимические условия образования отложений горизонта, разработать критерии выделения коллекторов для эффективного прогнозирования зон с улучшенными коллекторскими свойствами. Это позволит локализовать благоприятные зоны в карбонатных породах изучаемого горизонта, а также в породах со схожим строением коллекторов.

Район исследований находится на западе, северо-западе Непского свода в центральной части Непско-Ботубобинской нефтегазоносной области, приуроченной к одноименной антеклизе (Рис. 1).

Для достижения цели были проведены следующие исследования: выделены литогенетические типы карбонатных отложений усть-кутского горизонта (Лемешко, 2013), установлено их пространственное положение в осадочном бассейне, изучены коллекторские свойства и проанализированы геохимические условия обстановок осадконакопления отложений.

## Методы исследований

За последние годы был выполнен широкий комплекс исследований с целью детального изучения карбонатных коллекторов и флюидов Восточно-Сибирского региона. В данной работе были использованы результаты комплексных исследований керна усть-кутского горизонта (Табл. 1).

Анализы были выполнены сотрудниками лаборатории седиментологии, физики пласта, геохимии ОАО ТомскНИПИнефть (М.Н. Лемешко, Я.Н. Рощина, Е.Д. Полумогина, Ю.М. Лопушняк, Н.В. Обласов, Р.С. Кашапов, Е.Г. Ачкасова и др.), ИНГГ СО РАН (И.В. Вараксина, Е.М. Хабаров и др.), ОАО НПП «Тверьгеофизика» (А.Н. Никитин, Н.В. Конюхова и др.), ФГУП «ВНИГНИ» (Г.В. Агафонова). Керновый материал и результаты исследований являются собственностью компании НК «Роснефть».

## Общая характеристика разреза

В изученных разрезах скважин, пробуренных в 2009-2012 гг. в центральной части Непско-Ботубобинской

\*Ответственный автор: Мария Николаевна Лемешко  
E-mail: [lemeshkonn@tomsknpi.ru](mailto:lemeshkonn@tomsknpi.ru)



Рис. 1. Обзорная карта района исследований

антеклизы, усть-кутский горизонт имеет строение, схожее с описанным в работах Н.В. Мельникова, Г.Г. Шемина, Т.И. Гуровой и др. для разных районов Сибирской платформы (Мельников, 2009; Шемин, 2007; Гурова, 1988). В усть-кутском горизонте выделяется два пласта – верхний (Б<sub>3,4</sub>) и нижний (Б<sub>5</sub>), разделенные глинисто-карбонатно-сульфатной перемычкой толщиной 3...7 м. Мощность усть-кутского горизонта варьирует в пределах 28...82.67 м.

Флюидоупором верхнего пласта являются галогенно-карбонатные отложения усольской свиты, по подошве которых проведена верхняя граница усть-кутского горизонта. Минералогический состав пород установлен рентгенофазовым и петрографическим анализом в шлифах. Основными породами горизонта являются доломиты, реже отмечаются доломиты с незначительной примесью кальцита и разным содержанием нерастворимого остатка

Вид анализа	Всего образцов (по 9 скважинам)
Детальное макроописание керна, м	542.19
Фациальный, м	542.19
Петрографический	419
Рентгенофазовый (XRD)	506
Люминесцентно-микроскопический	500
Рентгеновский энергодисперсионный микроанализ (РЭМ)	150
Масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой ISP-MS	11
Определение карбонатности	173
Изучение фильтрационно-емкостных свойств (определение пористости и проницаемости по газу)	1323

Табл. 1. Перечень выполненных исследований

(Рис. 2). Доломиты вторичные, предполагается, что образовались в результате замещения известняков. Доломиты скрыто- и яснокристаллические (от тонко до крупных) светло-серые, темно-серые, кремовые, бурые (нефтенасыщенные разности), плотные и очень крепкие. При макро- и микроскопическом изучении в доломитах выделяются текстуры часто плохой сохранности из-за многократной перекристаллизации пород. Менее распространены по разрезу глинисто-карбонатные породы (мергели, известковые глины) с разным процентным содержанием глинистых компонентов и аргиллиты. Глинистые породы часто представляют перемычку между породами-коллекторами. Отчетливо при макроописании определяется ангидрит (реже встречается гипс) голубовато-серый и белесоватый нескольких генераций в виде пятен, прослоев, лучисто-шестоватых агрегатов, игольчатых кристаллов, а также сплошных масс, заполняющих поры и трещины. Галит встречается преимущественно в верхней половине разреза и выполняет пустоты.

### Обсуждение результатов

Выполненные исследования позволили выделить группы критериев, которые в различных сочетаниях целесообразно применять при выполнении поисково-оценочных и разведочно-эксплуатационных работ.

**Литологические.** Литологические критерии выявлены с помощью макро и микроскопического изучения керна. По результатам петрографического анализа были выделены и описаны литогенетические типы усть-кутского горизонта (Лемешко, 2013). За основу описания литотипов были взяты классификации Е.М. Хабарова и Р. Данхема (Хабаров, 1985; Dunham, 1962) (Табл. 2).

Благоприятными структурно-текстурными особенностями обладают доломиты зернистые и доломиты полностью перекристаллизованные с повышенной пористостью относительно других пород. Зернистые доломиты с невысоким содержанием микритового материала образуют баровые тела, их первичная структура благоприятна для формирования коллектора.

**Микроструктурные** критерии определены по результатам петрографического анализа и растровой электронной микроскопии. Строение пустотного пространства пород-коллекторов сложное неоднородное с преобладанием пустот, образованных в результате постседиментационных процессов. Так, широкое распространение в породах имеют каверны и поры выщелачивания. В зернистых доломитах их количество достигает 10-25 % от объема пород. Однако эти пустоты часто заполнены солями. В породах-коллекторах

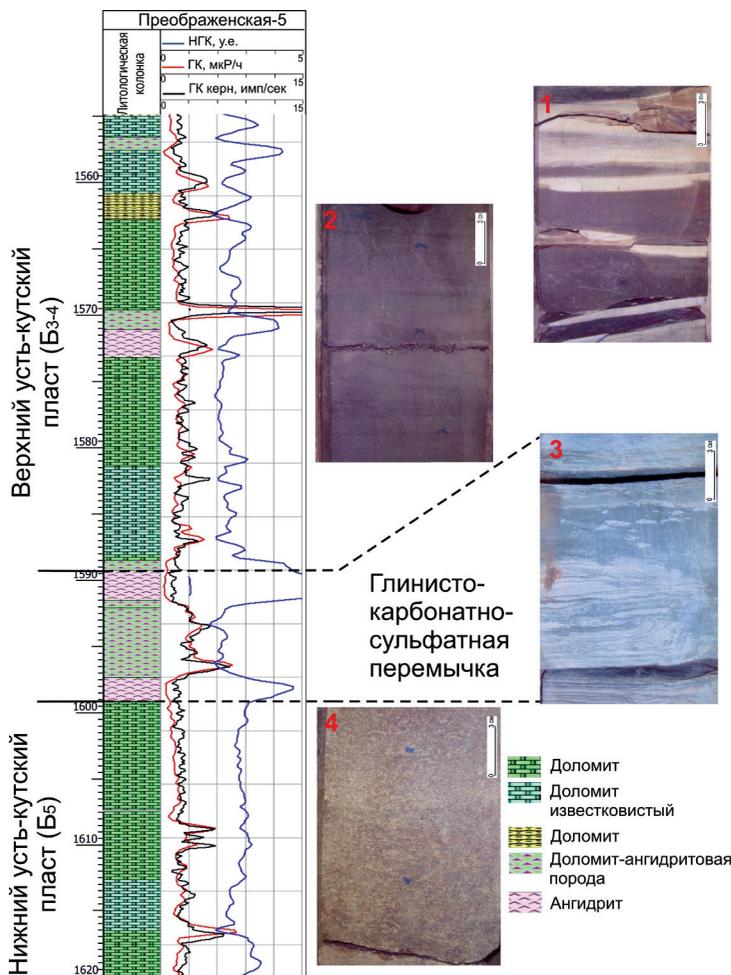


Рис. 2. Разрез усть-кутского горизонта на примере скв. Преображенская-5. Фотографии: 1 – Доломит микрокристаллический нефтенасыщенный пористый с послойным окремнением; 2 – Доломит тонкокристаллический однородно нефтенасыщенный пористый; 3 – Доломит-ангидритовая порода; 4 – Доломит мелкозернистый нефтенасыщенный пористо-каверновый

распространены поры перекристаллизации и остаточные седиментационные поры. В породах полностью перекристаллизованных, которые также как и зернистые доломиты отличаются повышенными фильтрационно-емкостными свойствами, поры перекристаллизации формируют основной объем пустотного пространства. Таким образом, определены благоприятные микроструктурные особенности пород-коллекторов, к которым относятся первичная и вторичная пористость (поры перекристаллизации, выщелачивания, остаточные седиментационные межзерновые), а также сообщаемость пор и каверн. Невысокие показатели проницаемости нефтеносных пород-коллекторов свидетельствуют о наличии изолированных и запечатанных пор и каверн, что относится к неблагоприятным критериям.

Постседиментационные процессы внесли значительные изменения в структуру пустотного пространства коллекторов. Особенности влияния этих процессов изучались в ходе макро- и микроописания керна и петрографического анализа шлифов. Проведенная оценка влияния постседиментационных процессов на пористость и проницаемость пород показала, что улучшению коллекторских свойств способствовали перекристаллизация и выщелачивание. Отрицательно повлияли на коллекторские свойства пород процессы, связанные с новообразованием минералов – сульфатизация, галитизация (засолонение), окремнение (Лемешко, 2014).

Применение метода количественной оценки в шлифах пор и каверн, содержания в них ангидрита и галита позволило оценить влияние вторичных процессов на фильтрационно-емкостные свойства. Для этого были подсчитаны количественные характеристики: пор перекристаллизации, открытых и «залеченных» пор и каверн выщелачивания в

Литогенетические типы		Фильтрационно-емкостные свойства		Кол-во образцов
		Пористость (по газу), % средняя	Проницаемость (по газу), мкм <sup>2</sup> *10 <sup>-3</sup> средняя	
А Зернистые и микритово (кристаллически)-зернистые доломиты	А <sub>1</sub> Оолитовые и оолитоподобные	5,38	1,22	50
	А <sub>2</sub> Ступковато-комковатые (пелоидные)	3,62	0,53	32
	А <sub>3</sub> Интракластовые, обломочные	4,04	0,27	12
	А <sub>4</sub> Неравномерно полностью перекристаллизованные (пятнистые)	4,61	4,55	64
Б Микритовые (кристаллические) доломиты	Б <sub>1</sub> Микритовые и микротонкокристаллические с примесью глинистого вещества	1,60	0,10	52
	Б <sub>2</sub> Равномерно полностью перекристаллизованные (однородные)	3,88	0,82	47
В Доломит-ангидритовые породы (содержание ангидрита выше 30 %)		0,99	0,24	29
Г Строматолитовые доломиты		1,79	0,08	6

Табл. 2. Литогенетические типы усть-кутского горизонта центральной части Непско-Ботуобинской антеклизы

шлифах, ангидрита и галита в породах. Для определения положительной или отрицательной связи перечисленных параметров с коэффициентами пористости и проницаемости использовались ранговые коэффициенты корреляции, которые позволили оценить влияние некоторых вторичных процессов на общую емкость пород.

Положительные ранговые коэффициенты корреляции указывают на прямую пропорциональную зависимость параметров, отрицательные – на обратную (Табл. 3).

Влияние пор перекристаллизации на фильтрационно-емкостные свойства положительное (Табл. 3). В зернистых породах хорошо проявлена неравномерная перекристаллизация форменных элементов и межзернового пространства. В микритовых доломитах с неблагоприятной первичной структурой равномерно-распределенные поры перекристаллизации в кристаллической массе обеспечивают этим породам хорошую пористость.

Влияние открытых каверн на фильтрационно-емкостные свойства положительное. Значительный объем каверн в зернистых доломитах превышает межкристаллическую пористость. Каверны часто являются унаследованными от седиментационных пустот, а также развиваются внутри зерен первичных форменных элементов и пустот перекристаллизации. Кавернообразование является в доломитах усть-кутского горизонта одним из основных положительных процессов для формирования хорошего коллектора. Однако емкость коллектора частично утрачена из-за «запечатывания» каверн минеральными новообразованиями солей – галитом и ангидритом.

Влияние залеченных каверн, ангидрита, галита на фильтрационно-емкостные свойства отрицательное. Большая часть каверн подверглась запечатыванию, что негативно влияет на емкость коллектора. Сульфатная минерализация и засоление, как правило, приводят к ухудшению пористости, но в некоторых случаях благодаря

ФЕС	Перекристаллизация (поры)	Выщелачивание (каверны)			Сульфаты - зация (ангидрит)	Засолонные (галит)
		Все	Открытые	Залеченные		
$K_{\Pi}$	<b>0.37</b>	0.07	<b>0.35</b>	<b>-0.22</b>	<b>-0.20</b>	-0.11
$K_{\Pi p}$	<b>0.30</b>	0.03	<b>0.41</b>	-0.17	-0.14	-0.07

Табл. 3. Коэффициенты ранговой корреляции, отражающие влияние постседиментационных процессов на фильтрационно-емкостные свойства. Объем выборки 102 образца. Критическое значение коэффициента корреляции Спирмена 0.18 (при  $P < 0.05$ ); жирным шрифтом выделены значимые величины

частичному заполнению пор и каверн открытая пористость сохраняется.

**Петрофизические параметры** использовались для характеристики пород-коллекторов. Исследования коэффициентов проницаемости и пористости по гелию проводились на установке AP-608 Core test systems. Расчет средних значений фильтрационно-емкостных свойств для каждого литогенетического типа показал, что наиболее высокой пористостью и проницаемостью, относительно других типов пород помимо зернистых доломитов обладают доломиты полностью перекристаллизованные, в которых не сохранилась первичная структура (Табл. 2). Низкие показатели фильтрационно-емкостных свойств, главным образом, связаны с засолением. Так, после отмыва образцов пород от солей, установлено существенное улучшение коллекторских свойств в 2-3 раза.

Интервалы с повышенной пористостью и проницаемостью чаще всего сложены зернистым доломитом и сопровождаются сильным нефтенасыщением и высоким содержанием битумоидов. Неоднородное распределение фильтрационно-емкостных свойств внутри каждого литогенетического типа является неблагоприятным.

**Фациальные.** Фациальные критерии определяют путем выполнения литолого-фациального анализа. Формирование отложений в мелководно-морских условиях при высокой гидродинамической активности среды под влиянием приливно-отливных течений с образованием баровых систем и строматолитовых построек является благоприятным критерием образования коллекторов (Рис. 3).

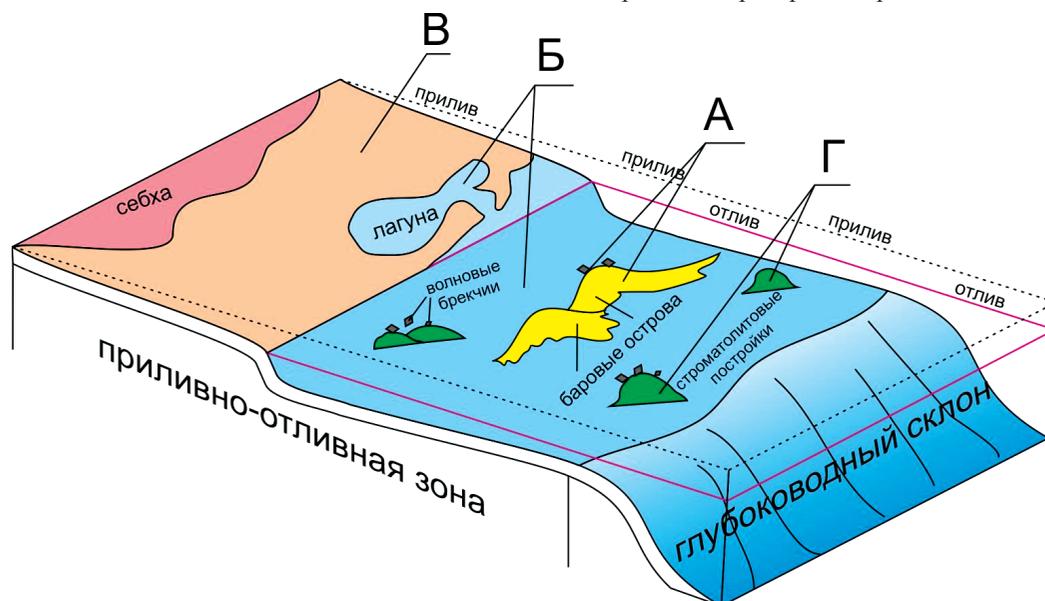


Рис. 3. Обобщенная схема-модель формирования литогенетических типов пород усть-кутского горизонта (А, Б, В – зоны развития литогенетических типов)

Неблагоприятным фактором является формирование отложений в спокойном режиме, что способствует накоплению глинистого материала и понижает коллекторские свойства. Так, зернистые доломиты усть-кутского горизонта способны быть потенциальными коллекторами, так как образуют баровые системы с благоприятной первичной структурой и низким содержанием микрита.

**Геохимические.** Геохимическая характеристика условий осадконакопления основывалась на данных ICP-MS анализа. По рассчитанным геохимическим показателям проведена реконструкция седиментогенеза, которая подтвердила результаты литолого-фациального анализа. Это позволяет использовать геохимические критерии в комплексе с литолого-фациальными в качестве прогнозных для определения зон перспективных карбонатных коллекторов в отложениях усть-кутского горизонта.

Авторами подсчитаны основные соотношения химических элементов для выяснения глубины области осадконакопления, солёности, окислительно-восстановительных особенностей и др. по методикам А.В. Маслова, Я.Э. Юдовича, Е.Ф. Летниковой (Маслов и др., 2003; Маслов, 2005; Юдович, Кетрис, 2011; Летникова 2005, 2008).

В карбонатных отложениях усть-кутского горизонта основные типоморфные элементы имеют схожее распределение с субплатформенными отложениями древних континентальных блоков и микроконтинентов, которые отлагались в мелководных обстановках. Согласно Е.Ф. Летниковой, область значений усть-кутского горизонта соответствует формированию осадков в мелководном бассейне (Летникова, 2005).

Небольшое количество Ti и Zr показывает, что формирование отложений происходило на значительном удалении от суши в бассейне с пассивным тектоническим режимом. Значения Sr ниже кларка указывает на образование зернистых доломитов в условиях повышенной гидродинамической активности вод, при которых Sr мог выноситься. Распределение типоморфных элементов (Ti, Mn, Zr, Sr, Ba) соответствует мелководным обстановкам формирования отложений. Содержание элементов-примесей (Cr, Ni, Co, Cu, Be) показывает близость источника сноса основного и кислого состава.

По содержанию TR можно судить о геодинамической обстановке осадконакопления. Для реконструкции условий седиментогенеза карбонатных пород можно использовать отношение легких редкоземельных элементов (LREE) к тяжелым (HREE).

В карбонатных отложениях усть-кутского горизонта отношение LREE/HREE изменяется в достаточно широком диапазоне (от 4 и более) и соответствует пассивной континентальной окраине.

Одним из индикаторов палеоклимата является отношение  $\sum Ce/\sum Y$  (отношение цериевых к иттриевым редкоземельным элементам). В рассматриваемых отложениях величина индекса варьирует от 2 до 4 (Рис. 4), что соответствует семиаридному климату.

По отношению Sr/Ba в осадках одного возраста можно проследить переход от пресноводных к морским отложениям. В первых величина отношений Sr/Ba составляет менее 1, во вторых – более 1. Это отношение можно использовать как показатель аридности (Мартьянов, Надененко, 1980). Для большей части образцов усть-кутского горизонта

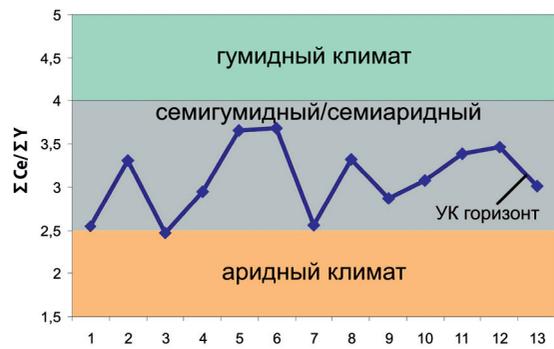


Рис. 4. Отношение  $\sum Ce/\sum Y$  как индикатор палеоклимата

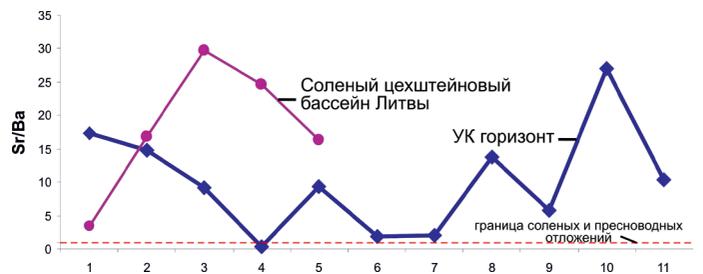


Рис. 5. Отношение Sr/Ba как показатель солёности

отношение Sr/Ba значительно больше единицы, что соответствует морским условиям осадконакопления (Рис. 5).

Для докембрийских отложений, измененных вторичными процессами, использование различных методов для реконструкции окислительно-восстановительных обстановок затруднительно. Поэтому вывод был сделан в результате сравнения подсчитанных значений геохимических индексов усть-кутского горизонта с данными

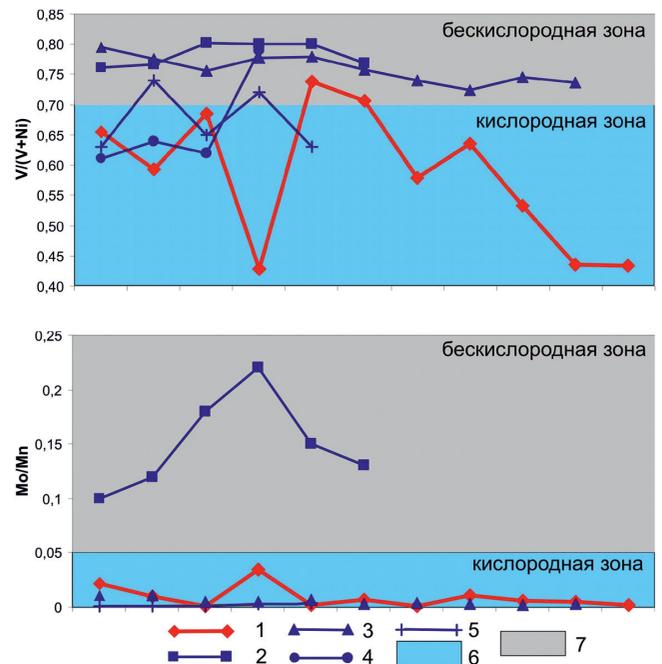


Рис. 6. Основные геохимические отношения, характеризующие окислительно-восстановительные условия. 1 – Усть-кутский горизонт; 2 – Нижнеаптские битуминозные сланцы центральных районов Русской плиты; 3 – Нижнеаптские небитуминозные глинистые породы центральных районов Русской плиты; 4 – Нижний венд западного склона Среднего Урала; 5 – Средний рифей западного склона Среднего Урала; 6 – зона хорошо аэрируемого бассейна – окислительные условия; 7 – бескислородная зона – восстановительные условия (Jones, Manning, 1994; Холодов, Недумов, 1991; Эрнст, 1976; Hatch, Leventhal, 1992)

Ю.О. Гаврилова и др. (2002), А.В. Маслова и др. (2003).

Для оценки окислительно-восстановительных условий усть-кутского горизонта были использованы наиболее информативные геохимические индексы (Рис. 6).

На рис. 6 показано преобладание величин индексов, которые соответствуют обстановкам хорошо аэрируемого, постоянно обогащаемого кислородом бассейна. Нельзя также исключать присутствие умеренно бескислородных обстановок. Чаще всего пробы, попадающие в бескислородную зону представлены глинистыми доломитами и глинисто-карбонатно-сульфатными отложениями (литогенетический тип Б и В).

Установленные выше особенности карбонатных коллекторов можно объединить и использовать в качестве комплекса прогнозных критериев вероятного размещения пород с улучшенными коллекторскими свойствами в карбонатных отложениях усть-кутского горизонта. Участки наиболее вероятного размещения пород с улучшенными коллекторскими свойствами могут рассматриваться как зоны, перспективные для выявления залежей нефти, определяя наиболее эффективное направление поисково-оценочных и разведочно-эксплуатационных работ как на хорошо изученных бурением территориях, так и за их пределами.

## Литература

Гаврилов Ю.О. Динамика формирования юрского терригенного комплекса Большого Кавказа: седиментология, геохимия, постседиментационные преобразования. *Автореф. дис. д. геол.-мин. н. М.*: МГУ. 2002. 52 с.

Гурова Т.И., Чернова Л.С., Потлова М.М. и др. Литология и условия формирования резервуаров нефти и газа Сибирской платформы. М.: Недра. 1988. 254 с.

Лемешко М.Н., Жуковская Е.А., Варакина И.В. Связь нефтенасыщения карбонатных коллекторов с процессами формирования пустотного пространства (на примере древних отложений Восточной Сибири). *Известия Томского политехнического университета*. 2013. Т. 323. № 1. С. 93-99.

Лемешко М.Н. Роль постседиментационных процессов в формировании карбонатных коллекторов усть-кутского продуктивного горизонта в центральной части Непско-Ботуобинской антеклизы. *Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири*. 2014. № 1(17). С. 51-58.

Летникова Е.Ф. Геохимическая специфика карбонатных отложений различных геодинамических обстановок северо-восточного сегмента Палеоазиатского океана. *Литосфера*. 2005. № 1. С. 70-81.

Летникова Е.Ф. Геохимические типы карбонатных отложений южного обрамления Сибирской платформы: *дисс. д. геол.-мин. н.* Новосибирск. 2008. 319 с.

Мартынов В.С., Надененко В.Н. Микроэлементы в подовых отложениях юга Украины. *Препринты Ин-та геол. наук АН УССР*. 1980. № 9. С. 33-34.

Маслов А.В., Крупенин М.Т., Гареев Э.З., Петров Г.А. К оценке редокс-обстановок рифейских и вендских бассейнов осадконакопления западного склона Урала. *Литосфера*. 2003. №2. С. 75-93.

Маслов А.В. Осадочные породы: методы изучения и интерпретации

полученных данных. Екатеринбург. Изд-во УГГУ. 2005. 289 с.

Мельников Н.В. Венд-кембрийский соленосный бассейн Сибирской платформы (Стратиграфия, история развития). Мин-во природ. ресурсов РФ, Сиб. науч.-исслед. ин-т геологии, геофизики и минерального сырья. Новосибирск: Издательство СО РАН. 2009. 148 с.

Хабаров Е.М. Сравнительная характеристика познекембрийских рифогенных формаций. Новосибирск: Наука. 1985. 125 с.

Холодов В.Н., Недумов Р.И. О геохимических критериях появления сероводородного заражения в водах древних водоемов. *Изв. АН СССР. Сер. геол.* 1991. № 12. С. 74-82.

Шемин Г.Г. Геология и перспективы нефтегазоносности венда и нижнего кембрия центральных районов Сибирской платформы (Непско-Ботуобинская, Байкитская антеклизы и Катангская седловина). Изд-во СО РАН. Новосибирск. 2007. 467 с.

Эрнст В. Геохимический анализ фаций. Л.: Недра. 1976. 126 с.

Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Геохимические индикаторы литогенеза (литологическая геохимия). Сыктывкар: Геопринт. 2011. 742 с.

Dunham R.J. Classification of carbonate rocks according to depositional texture. *Classification of carbonate rocks, American Association of Petroleum Geologists Memoir*. Ed. W.E.Ham. 1962. V.1. Pp. 108-121.

Hatch J.R., Leventhal J.S. Relationship between inferred redox potential of the depositional environment and geochemistry of the Upper Pennsylvanian (Missourian) Stark Shale Member of the Dermis Limestone, Wabaunsee County, Kansas, U.S.A. *Chem. Geol.* 1992. V. 99. Pp. 65-82.

Jones B., Manning D.A.C. Comparison of geochemical indices used for the interpretation of palaeoredox conditions in ancient mudstones. *Chem. Geol.* 1994. V. 111. Pp. 111-129.

## Сведения об авторах

*Мария Николаевна Лемешко* – аспирант кафедры общей геологии и землеустройства, Институт природных ресурсов, Национальный исследовательский Томский политехнический университет; младший научный сотрудник лаборатории седиментологии, ОАО «ТомскНИПИнефть» Россия, 634027, Томск, пр. Мира, 72

Тел: +7 3822 611-958, e-mail: lemeshkomn@tomsknipi.ru

*Анатолий Алексеевич Поцелуев* – д. геол.-мин. н., профессор кафедры общей геологии и землеустройства, Институт природных ресурсов, Национальный исследовательский Томский политехнический университет Россия, 634050, Томск, пр. Ленина, 30

*Михаил Викторович Шалдыбин* – канд. геол.-мин. н., доцент кафедры общей геологии и землеустройства, Институт природных ресурсов, Национальный исследовательский Томский политехнический университет; зав. сектором литологии, ОАО «ТомскНИПИнефть» Россия, 634027, Томск, пр. Мира, 72

*Дмитрий Иванович Лемешко* – инженер 1 категории лаборатории седиментологии, ОАО «ТомскНИПИнефть» Россия, 634027, Томск, пр. Мира, 72

Статья поступила в редакцию 12.12.2016;

Принята к публикации 04.05.2017; Опубликована 30.06.2017

## Criteria for local forecast of reservoir formations in carbonate Vendian-Cambrian deposits of the Ust-Kutskian horizon

M.N. Lemesko<sup>1,2\*</sup>, A.A. Potseluev<sup>1</sup>, M.V. Shalbybin<sup>1,2</sup>, D.I. Lemesko<sup>2</sup>

<sup>1</sup>National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia

<sup>2</sup>TomskNIPIneft, Tomsk, Russia

\*Corresponding author: Mariya N. Lemesko, e-mail: lemeshkomn@tomsknipi.ru

**Abstract.** The article presents a lithogenetic typification of the rocks of the Ust-Kutskian horizon of the Teterian

formation in the central part of the Nepa-Botuobin antecline. A generalized scheme-model of their formation is drawn

up. Granular dolomites have been identified as the most promising lithogenetic type to allocate zones with improved reservoir properties. The structure of the void space of the Ust-Kutskian horizon is characterized. Based on the quantitative assessment of pores and caverns, the presence of salts in them, a correlation was established between these parameters and the reservoir properties of the rocks.

The connection with post-sedimentation processes is shown. The conditions for the formation of the Ust-Kutskian deposits are reconstructed with the use of geochemical indicators for element-impurities. As a result of the studies, a set of criteria for local forecasting of reservoirs for setting up the first stage of exploration and development has been developed.

**Keywords:** dolomite, reservoir rocks, criteria, lithogenetic types, Ust-Kutskian horizon

**For citation:** Lemeshko M.N., Potseluev A.A., Shaldybin M.V., Lemeshko D.I. Criteria for local forecast of reservoir formations in carbonate Vendian-Cambrian deposits of the Ust-Kutskian horizon. *Georesursy = Georesources*. 2017. V. 19. No. 2. Pp. 122-128. DOI: <http://doi.org/10.18599/grs.19.2.6>

## References

- Dunham R.J. Classification of carbonate rocks according to depositional texture. *Classification of carbonate rocks, American Association of Petroleum Geologists Memoir*. Ed. W.E.Ham. 1962. V.1. Pp. 108-121.
- Ernst V. Geochemical analysis of facies. Leningrad: Nedra. 1976. 126 p.
- Gavrilov Yu.O. Dynamics of formation of the Jurassic terrigenous complex of the Greater Caucasus: sedimentology, geochemistry, post-sedimentation transformations: *Avtoref. Diss. dokt. geol.-min. nauk* [Abstract Dr. geol. and min. sci. diss.]. Moscow: MGU. 2002. 52 p. (In Russ.)
- Gurova T.I., Chernova L.S., Potlova M.M. et al. Lithology and conditions for the formation of oil and gas reservoirs of the Siberian Platform. Moscow: Nedra. 1988. 254 p. (In Russ.)
- Hatch J.R., Leventhal J.S. Relationship between inferred redox potential of the depositional environment and geochemistry of the Upper Pennsylvanian (Missourian) Stark Shale Member of the Dermis Limestone, Wabaunsee County, Kansas, U.S.A. *Chem. Geol.* 1992. V. 99. Pp. 65-82.
- Jones B., Manning D.A.C. Comparison of geochemical indices used for the interpretation of palaeoredox conditions in ancient mudstones. *Chem. Geol.* 1994. V. 111. Pp. 111-129.
- Khabarov E.M. Comparative characteristics of the Late Precambrian reefogenic formations. Novosibirsk: Nauka. 1985. 125 p. (In Russ.)
- Kholodov V.N., Nedumov R.I. On the geochemical criteria for the occurrence of hydrogen sulfide contamination in the waters of ancient reservoirs. *Izv. AN SSSR. Ser. geol.* 1991. No. 12. Pp. 74-82. (In Russ.)
- Lemeshko M.N., Zhukovskaya E.A., Varaksina I.V. Relationship between the oil saturation of carbonate reservoirs and processes of formation of a pore space (on the example of ancient deposits of Eastern Siberia). *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta = Bulletin of the Tomsk Polytechnic University*. 2013. Vol. 323. No. 1. Pp. 93-99. (In Russ.)
- Lemeshko M.N. The role of post-sedimentation processes in the formation of carbonate reservoirs of the Ust-Kut productive horizon in the

central part of the Nepa-Botuoba anticline. *Geologiya i mineral'no-syr'evye resursy Sibiri = Geology and Mineral Resources of Siberia*. 2014. No. 1(17). Pp. 51-58. (In Russ.)

Letnikova E.F. Geochemical specificity of carbonate deposits of various geodynamic settings of the northeastern segment of the Paleo-Asiatic Ocean. *Litosfera = Lithosphere*. 2005. No. 1. Pp. 70-81. (In Russ.)

Letnikova E.F. Geochemical types of carbonate deposits of the southern frame of the Siberian platform: *Diss. dokt. geol.-min. nauk* [Dr. geol. and min. sci. diss.]. Novosibirsk. 2008. 319 p. (In Russ.)

Martynov V.S., Nadenenko V.N. Microelements in the bottom sediments of the south of Ukraine. *Preprinty In-ta geol. nauk AN USSR*. 1980. No. 9. Pp. 33-34. (In Russ.)

Maslov A.V., Krupenin M.T., Gareev E.Z., Petrov G.A. To the assessment of the redox environments of the Riphean and Vendian basins of sedimentation of the Urals western. *Litosfera = Lithosphere*. 2003. No.2. Pp. 75-93. (In Russ.)

Maslov A.B. Sedimentary rocks: methods for studying and interpreting the data obtained. Ekaterinburg: UGGU. 2005. 289 p. (In Russ.)

Mel'nikov N.V. Vend-Cambrian salt basin of the Siberian platform (Stratigraphy, development history). *Min-vo prirod. resursov RF, Sib. nauch.-issled. in-t geologii, geofiziki i mineral'nogo syr'ya*. Novosibirsk: SO RAN Publ. 2009. 148 p. (In Russ.)

Shemin G.G. Geology and oil and gas potential of the Vendian and Lower Cambrian of the central regions of the Siberian platform (Nepsko-Botuobinskaya, Baikit anticline and Katangskaya saddle). Novosibirsk: SO RAN Publ. 2007. 467 p. (In Russ.)

Yudovich Ya.E., Ketris M.P. Geochemical indicators of lithogenesis (lithological geochemistry). *Syktivkar: Geoprint*. 2011. 742 p. (In Russ.)

## About the Authors

*Mariya N. Lemeshko* – PhD student, Department of Geology and Land Management, Institute of Natural Resources, National Research Tomsk Polytechnic University; Junior Researcher of the Sedimentology Laboratory, TomskNIPIneft

Russia, 634027, Tomsk, Mira pr., 72

Phone: +7 3822 611-958

e-mail: [lemeshkomn@tomsknipi.ru](mailto:lemeshkomn@tomsknipi.ru)

*Anatolii A. Potseluev* – DSc in Geology and Mineralogy, Professor, Department of Geology and Land Management, Institute of Natural Resources

National Research Tomsk Polytechnic University

Russia, 634050, Tomsk, Lenina pr., 30

*Mikhail V. Shaldybin* – PhD in Geology and Mineralogy, Department of Geology and Land Management, Institute of Natural Resources, National Research Tomsk Polytechnic University; Head of the Lithology division, TomskNIPIneft

Russia, 634027, Tomsk, Mira pr., 72

*Dmitrii I. Lemeshko* – Engineer, Sedimentology Laboratory TomskNIPIneft

Russia, 634027, Tomsk, Mira pr., 72

*Manuscript received 12 December 2016;*

*Accepted 04 May 2017; Published 30 June 2017*