

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ И УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ УСОЛЬСКОЙ СВИТЫ НЕПСКО-БОТУОБИНСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ

DEPOSITION GENETIC FEATURES AND FORMATION CONDITIONS OF USOLSKAYA SUITE, NEPSKO-BOTUBINSKI ANTICLISE

УДК 552:544

Н.М. НЕДОЛИВКО

кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры геологии и разведки полезных ископаемых Институт природных ресурсов Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Томск
nedolivkonm@yandex.ru

N.M. NEDOLIVKO

Candidate in Geological-Mineralogical Sciences National Research Tomsk Polytechnic University Institute of Natural Resources Geology and Mineral Exploration Department

Tomsk

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

усольская свита, осинский горизонт, эвапориты, доломиты, литотип, генетические признаки, прибрежный шельф, лагуны

KEYWORDS:

usolskaya suite, Osinski horizon, dolomites, lithotypes, genetic characteristics, coastal shelf, lagoons

С привлечением макро- и микроскопического петрографического анализа изучались особенности формирования отложений усольской свиты (нижний кембрий), развитой в пределах Непско-Ботубинской антеклизы (Восточная Сибирь). По особенностям литологического состава в составе свиты выделено 2 горизонта: осинский-2 – $C_1us(os_2)$, представленный переслаиванием соленосных отложений (галит, гипс, ангидрит) и карбонатных пород, и осинский-1 – $C_1us(os_1)$, существенно карбонатного (доломиты, известковые доломиты) состава. По составу пород, их текстурно-структурным особенностям и генезису выделено и охарактеризовано 8 литотипов, сформированных в аридном климате в условиях соленых вод прибрежного шельфа и сильносоленых вод лагун, отшнурованных от моря и периодически осушаемых.

Based on macro- and microscopic petrographic analysis the deposition formation characteristics of Usolskaya Suite (Lower Cambrian), developed within the Nepsko-Botubinski Anticline (eastern Siberia) were studied. According to lithological composition, two horizons were distinguished within this suite: Osinski-2 $C_1us(os_2)$ as saliferous interbeddings (halite, gypsum, anhydrite) and carbonates and Osinski-1 $C_1us(os_1)$, mainly carbonates (dolomites, limestones). In accordance to their composition, texture-structure features and genesis eight, (8) litho-types were highlighted and described. The formation conditions are as follows: arid climate, salty waters, coastal shelf and polyhaline lagoon water, cutoff sea and periodically drained.

Территория исследования административно расположена в Катангском районе Иркутской области, приурочена к северо-западному склону Непского свода и находится в пределах Непско-Ботубинской нефтегазоносной области Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции. Осинский горизонт $C_1us(os)$ выделен в составе усольской (C_1us) свиты подсолевого венд-нижнекембрийского структурно-литологического комплекса, который является основным нефтегазопоисковым объектом территории, что в значительной степени и определяет актуальность проведенных исследований.

В работе использованы результаты макроскопического описания керна скважин и детального петрографического анализа структурно-текстурных особенностей и вещественного состава пород. Условия осадконакопления (или обстановки) восстанавливались по комплексу генетических признаков с учетом закономерностей последовательной смены отложений по разрезу. Уделялось внимание генетическим признакам, проявленным, как в объеме толщи (направленность изменения и последовательность переслаивания пород, контакты между слоями, мощности слоев и их соотношения и т.д.), так и в объеме конкретных образцов (макроскопические

органогенные остатки, конкреции и т.д.) и их частей (микрофаунистические остатки, степень кристалличности пород и т.д.). Генетическая интерпретация пород осуществлялась в соответствии с результатами, изложенными рядом исследователей: Е.В. Дмитриевой, Г.И. Ершовым, В.Л. Либровичем и др. [1], К.И. Багринцевой, А.Н. Дмитриевским, Р.А. Бочко [2], Ю.К. Бурлиным, А.И. Коноховым, Е.Е. Карножиной [3], В.Г. Кузнецовым [4]. Методической основой для выделения фациальных обстановок в карбонатных комплексах послужили работы В.Г. Кузнецова [5], И.Т. Журавлевой и др. [6], Жд. Л. Уилсона [7], И.В. Хворовой [8]. Общетеоретические аспекты условий осадконакопления в раннекембрийское время на территории исследования изложены согласно представлениям Л.П. Гмид [9], В.Г. Кузнецова и О.В. Постниковой [10], Н.Ф. Столбовой и др. [11, 12].

Отложения усольской свиты разделяются на два горизонта: осинский-2 – $C_1us(os_2)$, выделенный в нижней части усольской свиты и сложенный доломит-сульфат-соляными породами, и несогласно перекрывающий его горизонт осинский-1 – $C_1us(os_1)$, имеющий преимущественно карбонатный состав (рис. 1).

В пределах основных генетических групп пород (хемогенных, биогенных и

обломочных), встречающихся в разрезе осинского-1 и осинского-2 горизонтов, по особенностям литологического состава, текстурно-структурным характеристикам и условиям образования выделено 8 литотипов пород: в хемогенной генетической группе – 4; в биогенной – 3 (в том числе 1 – в биогенно-хемогенной подгруппе); в обломочной – 1.

К хемогенной генетической группе относятся литотипы (табл. 1):

1. *СДИ* – *сульфаты доломитизированные изолированных водоемов*, образуют волнистые прослои толщиной до 0,5-0,6 м, сложены голубовато-серым гипсом и ангидритом, содержат доломит в виде включений, затеков, кристаллических зерен и агрегатов. Образуются при интенсивном выпаривании и засолении изолированных морских водоемов в аридном жарком климате.

2. *ДСИ* – *доломиты с включениями сульфатов и соли изолированных водоемов*; подразделяются на 3 подтипа:

А) *ДСИ-1* – *доломиты сульфатные с солью изолированных водоемов* с послойными пятнистыми, линзовидными скоплениями сульфатов (30-50 % породы), тонкой примесью соли, наличием тонкой горизонтальной, пологоволнистой и полого-наклонной

слоистости. Формируются в слабо сообщающихся с морем лагунах при низкой динамике и интенсивном выпаривании воды.

Б) ДСИ-2 – доломиты с сульфатами и солью изолированных водоемов, с неправильной волнистой слоистостью, с затеками сульфатов (10–30 % породы) и тонко рассеянным галитом. Формируются в изолированных водоемах засушливого климата в пределах соленых периодически осушаемых лагун.

В) ДСИ-3 – доломиты с солью и сульфатами изолированных водоемов, тонкозернистые, однородные, горизонтально- и полого-волнисто-слоистые. Соль развивается в матице породы, развиваясь между кристаллическими зернами доломита, наряду с солью отмечается присутствие рассеянных зерен ангидрита и скопления сульфатов (менее 10 % породы).

Формируются в застойной или слабодинамической среде аридных водоемов со стоячей водой.

3. ДИИ – доломиты известковистые изолированных водоемов, разнозернистые, от тонко- до мелко-среднезернистых, равномерно-, пятнисто- и послойно-раскристаллизованные, иногда стилолитовые, с единичными кристаллическими зернами сульфатов и тонкой примесью кальцита (до 15 %). Породы образованы химическим путем в изолированных водоемах при интенсивном испарении воды в аридном климате.

4. ДСО – доломиты сульфатизированные зоны осушки, с включениями и тонкими кристаллами сульфатов, с трещинами синерезиса в сульфатах, с горизонтальными и вертикальными трещинами усыхания. Формируются в надприливной зоне при уменьшении объема пород в результате высыхания или обезвоживания интенсивно испаряющихся осадков.

К биогенной генетической группе относятся литотипы (табл. 2):

1. ДКП – доломиты комковатые прибрежной полосы моря, пятнистые, комковатые, комковато-сгустковые и сгустково-комковатые с тонкой волнистой «рябчатой» слоистостью. Формируются в прибрежно-морской полосе в углубленных участках дна в зоне слабых волнений. В соответствии с размерами форменных образований и их соотношением выделено 3 подтипа.

А) ДКП-1 – доломиты пятнистые и пятнисто-комковатые, сложены неправильно-округлыми форменными образованиями: пятнами (диаметром > 2 мм) и комками (в диаметре 0,1–1 мм), состоящими из коллоидно-зернистого и тонкозернистого кальцит-доломитового агрегата и сцементированным тонко-мелкозернистым доломитом.

Б) ДКП-2 – доломиты комковатые и сгустково-комковатые, сложены

Литотип, и подлитотип, горизонт, слой	Тектурно-структурные особенности и состав пород	
	Макроскопически	Под микроскопом
СДИ – сульфаты доломитизированные изолированных водоемов.		 2 николя
ДСИ-1 – доломиты сульфатные изолированных водоемов.		 2 николя
ДСИ-2 – доломиты с сульфатами и солью изолированных водоемов.		 2 николя
ДСИ-3 – доломиты с солью изолированных водоемов.		 1 николь
ДИИ – доломиты известковистые изолированных водоемов.		 2 николя
ДСО – доломиты сульфатизированные зоны осушки.		 2 николя

Таб. 1. Тектурно-структурные особенности пород литотипов хемогенной генетической группы

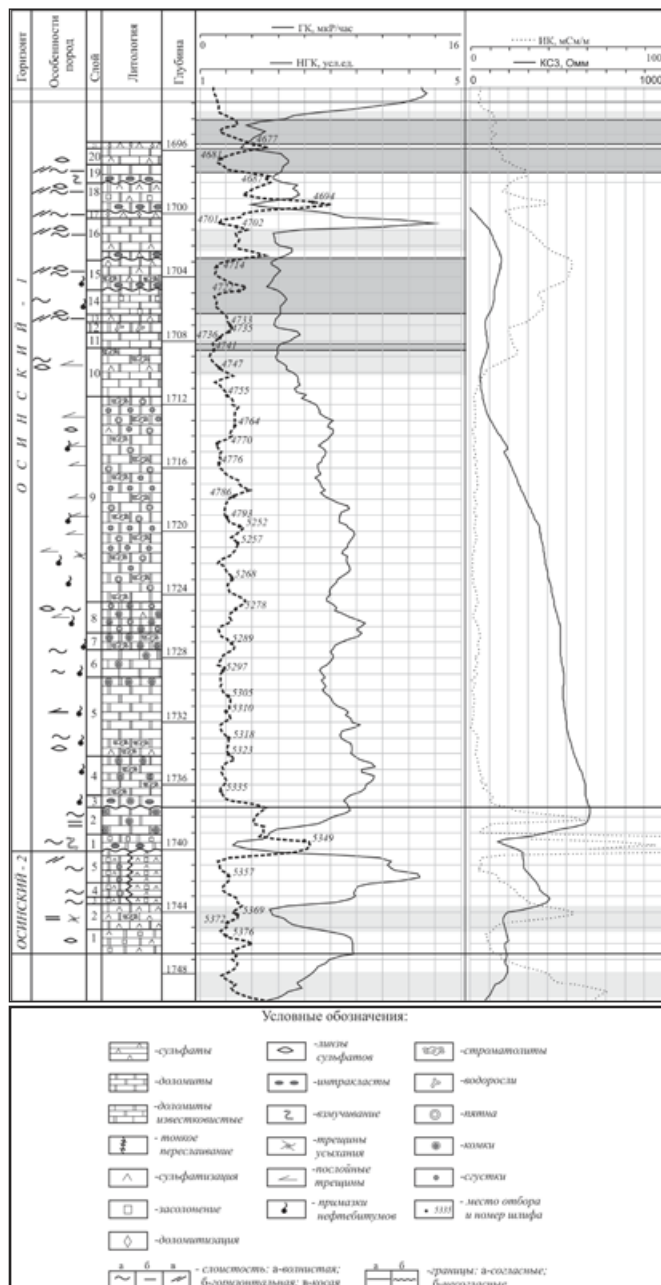


Рис. 1. Геолого-геофизический разрез отложений осинского горизонта в скважине 6 Могдинской площади

комками и сгустками (в диаметре <0,1 мм) из коллоидно-зернистого кальцита и доломита, пространство между которыми заполнено доломитовым цементом.

- В) ДКП-3 – доломиты комковато-сгустковые и сгустковые, комки и сгустки которых сложены коллоидно-зернистым кальцитом и доломитом, а цемент имеет карбонатный состав.

2. ДВП – Доломиты водорослевые прибрежной полосы моря, с мелкими округло-уплощенными и крупными послойно распределенными остатками водорослей. Формируются в пределах прибрежно-морской полосы в зоне слабых волнений в участках морского дна со слабым углублением.

3. ДСП – Доломиты строматолитовые прибрежной полосы моря, волнисто-слоистые,

часто с мелкими включениями сульфатов. Образуются в зоне волнения в пределах прибрежной полосы моря на возвышенных участках морского дна.

К обломочной генетической группе относится (табл. 3) литотип ДОП – доломиты обломочные сульфатизированные приливной зоны, сложенные разновеликими окатанными и неокатанными обломками (интракластами) доломитового состава, сцементированными доломитовым, доломит-глинистым и сульфат-доломитовым цементом. Пространство между крупными обломками заполнено мелким обломочным материалом и тонкоперетертым доломит-глинистым веществом. Формируются в полуизолированных лагунах при возрастании динамики воды и проникновении приливных морских вод в лагуну.

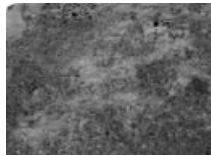
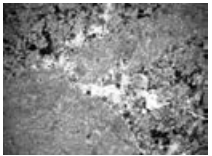
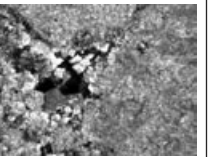
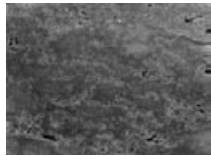
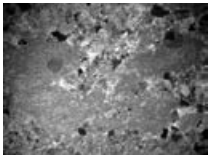
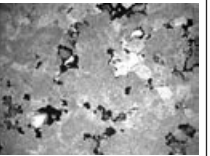



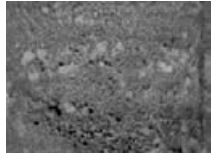
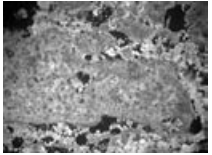
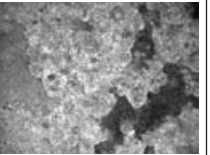
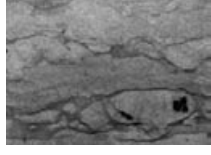

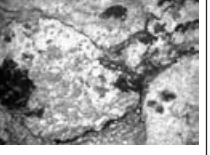
Осинский горизонт-2 имеет сложный литологический состав и представлен переслаиванием гипс-ангидрит-соленосных пород и доломитов. Вверх по разрезу он несогласно перекрывается отложениями осинского горизонта-1.

Гипс-ангидрит-соленосные породы образуют линзы и прослои (толщиной до 0,32 м), тонко переслаиваются с доломитами часто в виде послойно-уплощенных заливообразных участков с плавными границами, гипс и соль заполняют также поры и трещины.

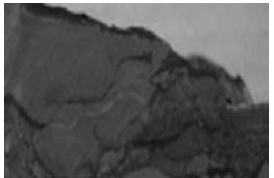
Доломиты однородные, комковатые, сгустково-комковатые, комковато-сгустковые, сгустковые, иногда строматолитовые, не слоистые и слоистые (с тонкой и мелкой сплошной и прерывистой волнистой, горизонтальной, пологонаклонной, косой слоистостью за счет намывов глинистого и органического материала на плоскостях наслонения. Участками они разбиты послойными и субвертикальными трещинами усыхания. Породы сильно засолены: соль распространена в виде скрытой примеси (все породы обладают соленым вкусом), выпотов (примазок, присыпок, корочек), линз, послойных скоплений. Повсеместно в них отмечаются кристаллические зерна и скопления ангидрита, прослои и неправильные включения гипса.

Распространенные в осинском-2 горизонте породы имеют преимущественно хемогенное происхождение и представлены сульфатами, доломитами и известковистыми доломитами литотипов СДИ (слои 3, 4, 5), ДСИ-1 (слои 3, 4, 5) и ДСИ-2 (слои 1, 3, 4, 5), ДИИ (слой 2), ДСО (слой 2), находящимися в тесном переслаивании друг с другом. В подчиненном количестве в разрезе присутствуют доломиты биогенной генетической группы: ДСП (слой 2), ДКП-3 (слой 5), ДКП-2 (слой 4).

Формирование отложений осуществлялось в пределах слабо сообщающихся с морем и периодически осушаемых лагун в солонатоводной и соленой среде в слабо изменчивой гидродинамической обстановке (тонкие и мелкие типы слоистости). Преимущественно хемогенное осадконакопление, обилие сульфатов и галита свидетельствуют, что осаждение материала протекало в условиях аридного климата с высокой степенью испарения, а порой и с выходом осадков на поверхность

Литотип, подлитотип, горизонт, слой	Макроскопические текстурно-структурные особенности	Микроскопические текстурно-структурные особенности и пустотное пространство	
		0 0,05 0,10 0,15 0,20 мм	
		Текстура, структура, состав	Пустотное пространство
		2 николя	1 николя
ДКП-1 – доломиты пятнистые и пятнисто-комковатые прибрежной полосы моря.			
		2 николя	2 николя
ДКП-2 – доломиты комковатые и сгустково-комковатые прибрежной полосы моря			
		2 николя	1 николя
ДКП-3 – доломиты комковато-сгустковые и сгустковые			
		2 николя	1 николя
ДВП – доломиты водорослевые прибрежной полосы моря.			
		2 николя	2 николя
ДСП – доломиты строматолитовые прибрежной полосы моря.			
		2 николя	1 николя

Таб. 2. Текстурно-структурные особенности литотипов биогенной генетической группы

Литотип и подлитотип, горизонт, слой	Текстурно-структурные особенности и состав пород	
	Макроскопически	Под микроскопом
	0 0,05 0,10 0,15 0,20 мм	
ДОП – доломиты сульфатизированные приливной зоны.		
		2 николя

Таб. 3. Текстурно-структурные особенности литотипов обломочной генетической группы

(трещины усыхания).

Осинский горизонт-1 с размывом залегает на горизонте осинский-2. В целом горизонт имеет преимущественно карбонатный состав, в подошве и кровле его, наряду с карбонатами, развитие получили соленосные и сульфатные породы.

Разрез представлен неоднократным чередованием хемогенных (тонко-, мелко-, тонко-мелко- и мелкокристаллических), биогенно-хемогенных (комковато-сгустковых, сгустково-комковатых, комковато-пятнистых) биогенных (водорослевых, строматолитовых) и обломочных доломитов (брекчий, конгломератов, песчаников), неравномерно известковистых, иногда слабо глинистых. Периодически они содержат рассеянные включения и линзы (в кровле – прослойки) соли и сульфатов. Породы массивные и слоистые, с тонкой (толщиной несколько мм) и мелкой (до 1–4 см) сплошной и прерывистой слоистостью преимущественно волнистой (линзовидно-волнистой), реже горизонтальной, полого- и косо-наклонного типов, подчеркнутой глинисто-органическим материалом, неравномерно-послойной перекристаллизацией, ориентировкой форменных образований, включений сульфатов и битума. Участками слоистость деформирована взмучиванием и размыта с образованием эрозионных границ и включений интракластов доломитовых пород. В отдельных прослоях породы разбиты трещинами усыхания, брекчированы и несут следы растворения.

Типы доломитов в осинском-1 горизонте весьма разнообразны: в разрезе распространены литотипы преимущественно биогенной генетической группы: ДКП-1 (слои 2–8); ДКП-2 (слои 8 и 9); ДКП-3 (слой 9), ДВП (слой 12) и ДСП (слои 4, 5, 7, 9, 10, 15). Хемогенные разности доломитов играют подчиненную роль и распространены в нижней и верхней частях разреза: ДСИ-1 (слои 13, 15, 16, 18, 20, изредка слои 5, 8, 9, 10); ДСИ-2 (слой 18); ДСИ-3 (слои 1 и 14); ДИИ (слои 6, 10, 11, 14, 20); ДСО (слой 9), перемежаясь с литотипами обломочного генезиса – литотип ДОП (слои 1, 3, 15, 16, 17, 19). К кровельным участкам (слои 17, 21) приурочены и сульфатные прослойки литотип СДИ.

Накопление осадков осинского-1 горизонта осуществлялось также в аридном климате и связано с лагунами и прибрежно-шельфовыми участками морского дна. На ранних этапах накапливались соленосные отложения при нестабильном гидродинамическом режиме, обусловленном то прогибанием морского дна и возрастанием степени сообщаемости лагуны с морем, то его подъемом и возрастанием изолированности; в середине цикла осадконакопление протекало в относительно стабильных гидродинамических условиях в пределах прибрежно-шельфовой полосы; на заключительных этапах осадки накапливались на фоне общего постепенного подъема морского дна при неустойчивом гидродинамическом режиме и возрастании изоляции в лагунах, периодически сообщающихся с морем.

Коллекторы приурочены как к доломитам химического происхождения:

литотипы ДСИ-2, ДСИ-3, ДИИ, ДСО, так и к карбонатным породам биогенной генетической группы: ДКП-1, ДКП-2, ДВП, ДСП. В подавляющем большинстве они относятся к поровому, каверново-поровому и порово-каверновому типам, реже распространены трещинные и каверново-трещинные коллекторы. Пустотно-поровое пространство в коллекторах связано с остаточными седиментогенными (внутриформенными и межформенными порами), диагенетическими и катагенетическими (межкристаллическими порами перекристаллизации), и эпигенетическими (кавернами и трещинами) пустотами.

Внутриформенные поры (размером до 0,01–0,05 мм) отмечены в органогенных водорослевых и строматолитовых разностях (литотипы ДВП, ДСП) внутри остатков водорослей. Они имеют округлую, сложно изогнутую, иногда (при неполном выполнении остатков перекристаллизованным доломитом) угловатую форму.

Межформенные поры (размером до 0,05–0,5 мм) развиты в породах биогенной генетической группы в комковато-пятнистых, комковато-сгустковых, сгустковых доломитах (литотипах ДКП-1, ДКП-2, ДВП, ДСП), изредка в обломочных породах (литотип ДОП). Форма их округло-вогнутая, сформированная сферической поверхностью форменных образований, или угловатая (в обломочных разностях), стенки имеют зигзаговидную поверхность за счет инкрустации ромбоздрическими кристаллами доломита.

Межкристаллические поры образуются при катагенезе и эпигенетической перекристаллизации в карбонатах хемогенного происхождения с мелко-тонкозернистой и мелко-среднезернистой структурой (литотип ДИИ). Они заключены между ромбоздрическими кристаллами, имеют малые размеры (от 0,01 до 0,1 мм) и геометтически правильную (треугольную, прямоугольную, ромбовидную) и неправильно-угловатую форму с ровными гладкими поверхностями – гранями кристаллов доломита.

Каверны и мелкие кавернообразные поры растворения являются преобладающим типом пустот в литотипах как хемогенного (литотипы ДСИ-2, ДСИ-3), так и биогенного (литотипы ДКП-1, ДКП-2, ДВП, ДСП) происхождения. Встречаются неравномерно распределенные изолированные и сообщающиеся поры с заливообразными ограничениями размером от 0,01 до 1 мм и более крупные изолированные каверны округлой, овальной, извилистой формы (размером до 3–5 мм, реже до 1 см), развитые в непористой матрице; сообщающиеся узкими каналами разноразмерные (размером от нескольких мм до более 1 см) каверны, приуроченные к пористым прослоям; каверны вытянутой слабоизвилистой формы с плавными (за счет растворения) и зигзагоподобными (за счет инкрустации доломитом) стенками, приуроченные к трещинам.

Трещины генетически связаны с усыханием, уплотнением и тектоническими процессами. Чаще всего они закрыты или залечены сульфатами, кальцитом, доломитом, иногда кварцем. В ряде случаев

вдоль трещин и прожилков отмечается растворение, и образуются щелевидные каверны (литотип ДСО). Они заполнены вязким бурым битумом. Пленки битума отмечаются также на стенках каверн, мелкие поры заполнены битумом полностью.

Поровая, каверновая и трещинная составляющие емкости меняются по разрезу, что обуславливает неоднородность прдуктивного горизонта.

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Атлас текстур и структур осадочных горных пород. Т.2. Карбонатные породы / Е.В. Дмитриева, Г.И. Ершов, В.Л. Либрович и др. – М.: Недра, 1969. – 655 с.
2. Багринцева К.И., Дмитриевский А.Н., Бочко Р.А. Атлас карбонатных коллекторов месторождений нефти и газа Восточно-Европейской и Сибирской платформ. – М. – 264 с.
3. Багринцева К.И. Условия формирования и свойства карбонатных коллекторов нефти и газа. – М.: РГУ, 1999 (II) – 285 с.
4. Бурлин Ю.К. Природные резервуары нефти и газа: Учебное пособие. – М.: Изд-во МГУ, 1976. – 136 с.
5. Бурлин Ю.К., Конюхов А.И., Карнюшина Е.Е. Литология нефтегазоносных толщ. – М.: Недра, 1991. – 286 с.
6. Бузова И.А. Карбонатные коллекторы верхне-нижнекембрийского нефтегазоносного комплекса Восточной Сибири. – Нефтегазовая геология. Теория и практика. Электронное научное издание. – 2010 – Т.5. – № 2. – 18 с. http://www.ngtp.ru/rub/4/23_2010.pdf.
7. Гмид Л.П. Литологические аспекты изучения карбонатных пород-коллекторов. – Нефтегазовая геология. Теория и практика. Электронное научное издание. – 2006. – 23 с. <http://www.ngtp.ru/rub/8/07.pdf>.
8. Кузнецов В.Г. Литология карбонатных пород-коллекторов: Учебное пособие. – М.: МИНГ, 1986. – 80 с.
9. Кузнецов В.Г. Фауны и методы фауциального анализа: Учебное пособие. – М.: МИНХиГП, 1973. – 113 с.
10. Кузнецов В.Г., Постникова О.В. Особенности строения природного резервуара органогенных построек нижнего кембрия Непско-Ботубинской антеклизы // Бюл. МОИП, отд. геол. – 1985. – Т.60. – №4. – С. 118–119.
11. Литогенез венд-кембрийских отложений юго-западного склона Байкитской антеклизы (по результатам изучения разреза Ирчинчинской параметрической скважины 155 в Восточной Сибири) / Н.Ф. Столбова, О.В. Бетхер, Ю.В. Киселев и др. // Известия Томского политехнического университета. – 2007. – Т. 311. – № 1 – С. 53–58.
12. Литогенетические особенности разреза восточного борта Большехетской впадины (по результатам изучения Туколандо-Вадинской параметрической скважины 320) / Н.Ф. Столбова, Ю.В. Киселев, О.В. Бетхер и др. // Известия Томского политехнического университета. – 2004. – Т. 307. – № 5. – С. 43–47.