

УДК 551.31+ 552.086

**ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ КУРСОВСКОЙ СВИТЫ ВЕНДА  
МИРНИНСКОГО ВЫСТУПА НЕПСКО-БОТУОБИНСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ  
ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗУЧЕНИЯ КЕРНОВОГО МАТЕРИАЛА**

*А.В. ПЛЮСНИН*

*ООО «Иркутская нефтяная компания»  
Проект Большой Литейный, дом 4, Иркутск, Россия  
e-mail: Plysnin\_AV@irkutskoil.ru*

Объектом изучения в данной работе являются терригенные и карбонатные породы курсовской свиты непского горизонта ботуобинской фациальной зоны Мирнинского выступа северо-восточной части Непско-Ботуобинской антеклизы. В последние годы, в ходе активных геологоразведочных работ в регионе, появился керновый материал высокого качества, изученный на макро и микроуровне, что позволило получить новые данные о вещественном составе. На основе детального литологического описания и петрографического изучения керна автором впервые приводится описание и обоснование разделения курсовской свиты на три литологические пачки: нижнюю глинисто-песчаную среднюю карбонатно-глинистую и верхнюю карбонатно-глинисто-песчаную. Литологические свойства изучаемого разреза отражают особенности вендского осадконакопления на юге Сибирского палеоконтинента. Накоплению песчаников курсовкой свиты способствовало выветривание магматических породы кислого и среднего состава, продукты разрушения которых поступали из северо-северо-западной части в юго-восточную часть Непско-Ботуобинской антеклизы в современном плане. Снизу-вверх по разрезу курсовской наблюдается постепенное увеличение зрелости терригенных пород, что связано с длительностью их транспортировки и многократным переотложением. Карбонатные микробные образования средней пачки курсовской свиты являются первыми свидетелями жизни в вендском палеобассейне, их характерной особенностью является магнезиальная примесь. Ключевые слова: литология; курсовская свита; непский горизонт; венд; Мирнинский выступ; Непско-Ботуобинская антеклиза; Восточная Сибирь.

<https://doi.org/10.32454/0016-7762-2019-6-45-52>

**MATERIAL COMPOSITION OF THE KURSOV'S ASSISE OF THE VENDIAN  
PERIOD OF THE MIRNIN OUTSHOT OF THE NEPSK-BOTUOBINSK ANTECLISE  
ACCORDING TO THE RESULTS OF THE CORE MATERIAL STUDY**

*ALEXEY V. PLYUSNIN*

*LLC «Irkutsk oil company»  
Bolshoy Liteyny Avenue, house 4, Irkutsk city, 664007, Russia  
mail: Plysnin\_AV@irkutskoil.ru*

In this work, the object studied is the terrigenous and carbonate rocks of the Kursov's assise of the Nepsk horizon of the Botuobinsk facies zone of the Mirnin outshot of the north-eastern part of the Nepsk-Botuobinsk antecline. In recent years, in the course of active geological exploration work in the region, high quality core material appeared. This material was studied at the macro and micro levels, which made it possible to obtain new data on the material composition. Based on the detailed lithological description and petrographic core study, for the first time, the author gives a description and justification of the division of the Kursov's assise into three lithological packs: low clay sand, middle carbonate clay and high carbonate clay sand. The lithological properties of the studied section reflect the characteristics of the Vendian deposition of sediments in the south of the Siberian paleocontinent. The accumulation of sandstones of the Kursov's assise was facilitated by the weathering of magmatic rock of acidic and medium composition; the destruction products that came from the north-western part to the south-eastern part of the Nepsk-Botuobinsk antecline in the modern plan. In the upper-section of the Kursov's assise, the gradual increase in the maturity of terrigenous rocks, which is associated with the duration of their transportation and repeated redeposition, is observed. The carbonate microbial formations of the middle pack of the Kursov's assise are the first witnesses to life in the Vendian paleobasin. Their characteristic feature is the magnesia impurity.

Keywords: lithology; Kursov's assise; Nepsk horizon; Vendian; Mirnin outshot; Nepsk-Botuobinsk antecline; Eastern Siberia.



Растущий в мире спрос на углеводородное сырье стимулирует деятельность добывающих компаний по повышению эффективности освоения разведанных и поиску новых залежей нефти, газа и конденсата на объектах, расположенных в сложных природно-климатических условиях Восточной Сибири. Основная надежда в этом направлении связана с рациональным использованием геолого-геофизической информации. Для минимизации рисков, повышения степени достоверности геологической модели и прогноза распространения коллекторов необходимо понимать вещественный состав и условия осадконакопления изучаемых отложений.

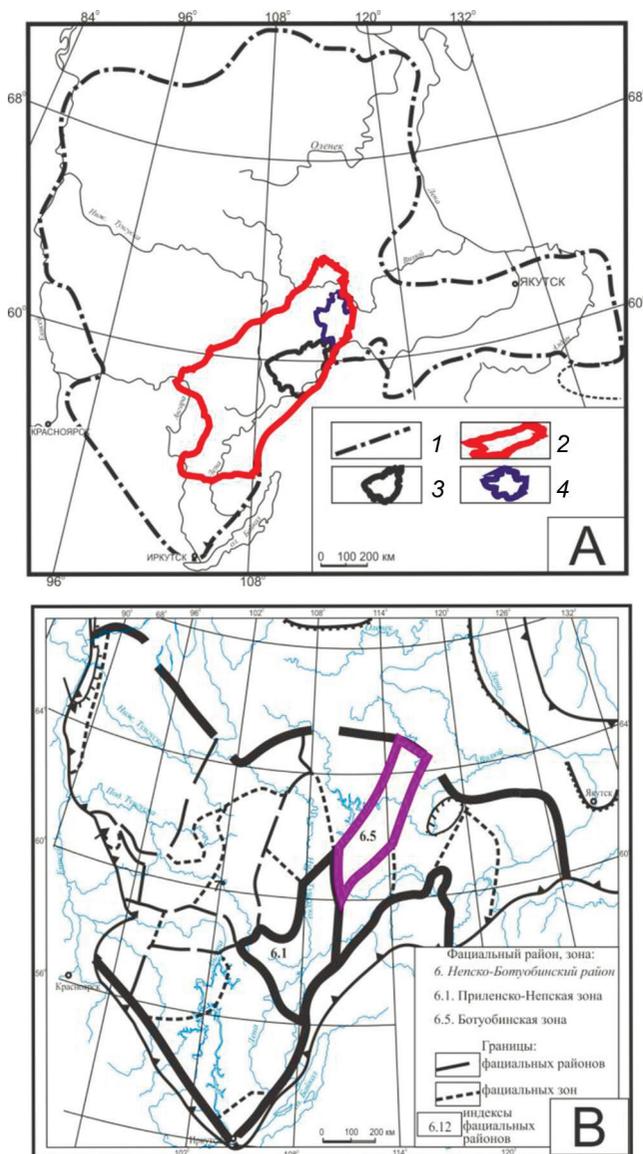


Рис. 1. Схемы расположения района исследования. А. Местоположение Непско-Ботуобинской антеклизы (2), Непского свода (3) и Мирнинского выступа (4) в границах Сибирской платформы (1). В. Схема фациального районирования Сибирской платформы по вендским отложениям ([4] с изменениями)

В последние годы, в ходе активных геолого-разведочных работ в регионе, появился керновый материал высокого качества, изученный на макро и микроуровне, что позволило получить новые данные о вещественном составе венда ботуобинской фациальной зоны Мирнинского выступа.

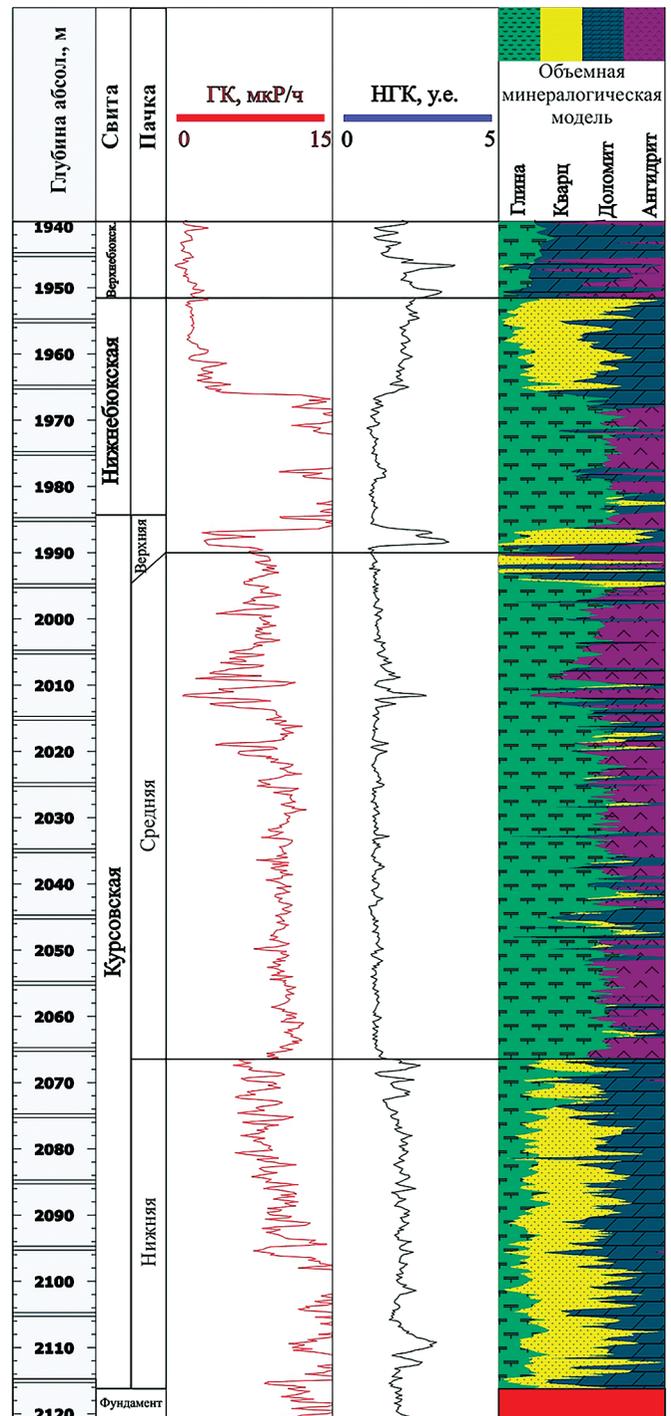


Рис. 2. Сводный геолого-геофизический разрез курской и ботуобинской свиты Мирнинского выступа с объёмной минералогической моделью



Целью работы является характеристика вещественного состава курсовской свиты венда Мирнинского выступа. Основой для работы послужил керновый материал высокого качества и лабораторные исследования высокого уровня на передовом оборудовании.

Мирнинский выступ находится в пределах Непско-Ботуобинской антеклизы (рис.1). Отложения венда в пределах площади исследований составляют основание осадочного чехла и залегают непосредственно на выветрелой поверхности кристаллического фундамента. Рассматриваемая в работе часть терригенных отложений венда входит в состав непского регионального горизонта

соответствующий нижней части редкинского яруса верхнего отдела вендской системы [1, 4] (рис.2).

### Материал и методы

На начальном этапе производился анализ литературы, в которой рассматривалось строение вендских отложений НБА [1–5]. В основу написания статьи легли результаты послойного описания керна, петрографический анализ шлифов, рентгеноструктурный анализ (РСА), рентгенофлуоресцентный анализ (РФА) и определение гранулометрического состава пород методом лазерного светорассеивания. Все минералогические исследования были сведены в обоб-

Таблица 1

Вещественный состав терригенной части курсовской свиты

Аналитический параметр		Число анализов	Нижняя часть курсовской свиты	Средняя часть курсовской свиты	Верхняя часть курсовской свиты
Минеральный состав образцов горных пород по данным рентгеноструктурного анализа	Сумма глин, %	60	9	40	30
	Кварц, %		72	40	50
	Полевые шпаты, %		10	5	5
	Галит, %		1	1	1
	Ангидрит, %		4	9	9
	Пирит, %		1	2	2
	Кальцит, %		1	1	1
	Доломит, %		1	1	1
	Сидерит, %		1	1	1
	Каолинит	60	0	5	4
	Хлорит		25	32	33
	Гидрослюда		61	51	50
	ССО		14	12	12
	Минеральный состав по данным описания шлифов	Кварц	84	70	Подсчет мин.состава затруднен из-за малого размера обломков
Полевые шпаты		23		3	
Обломки пород		6		2	
Слюда		1		0	



щающие таблицы отдельно для карбонатных и терригенных пород по свитам, подсвитам и выделенным пачкам (см. табл. 1 и 2).

При работе с керновым материалом и интерпретации результатов минералогических анализов использовались труды известных исследователей в области литологии [6–9].

### Результат

Исследование кернового материала с территории Мирнинского выступа позволило впервые произвести детальное разделение курсовкой свиты на три литологические части (пачки). Далее по тексту автор впервые приводит их детальное описание.

Таблица 2  
 Вещественный состав карбонатной части курсовкой свиты

Аналитический параметр		Число анализов	Средняя часть курсовкой свиты	Верхняя часть курсовкой свиты
Минеральный состав образцов горных пород по данным рентгеноструктурного анализа	Сумма глин, %	60	8	6
	Кварц, %		7	8
	Полевые шпаты, %		1	1
	Галит, %		0	1
	Ангидрит, %		35	1
	Пирит, %		3	3
	Кальцит, %		0	1
	Доломит, %		25	3
	Сидерит, %		6	73
	Магнезит, %		15	3
	Каолинит		60	16
Хлорит	21	-		
Гидрослюда	53	-		
ССО	10	-		
Минеральный состав образцов горных пород по данным рентгенофлуоресцентного анализа	CaO	60	34	1
	MgO		20	12
	S		10	1
	SiO <sub>2</sub>		17	9
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		1	4
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		2	34
	Другие элементы		16	39



**Нижняя часть свиты.** В подошве отмечают гравелиты в ассоциации с конгломератами и песчаниками; выше они переходят песчаники с многочисленными прослоями плотных глинистых алевролитов, выше переходящие в алевролиты (см. табл. 1). Выделены следующие литотипы.

**Гравелиты** разнообломочные, песчаные, массивные и пологокосослоистые с регенерационным кварцевым, полевошпатовым и глинистым цементом, обломки пород угловато-окатанные и плохо отсортированные. Среди обломков преобладает кварц и обломки полевых шпатов. В массивных гравийно-галечных грубозернистых песчаниках наблюдается нормальная и обратная градиционная слоистость. В таких песчаниках обломки пород уплощенной формы часто имеют линейную ориентировку. В кровле песчаных слоев и прослоев местами отмечаются тонкие (до 3 см) слои алевролита.

**Песчаники** разнозернистые, от мелко- до грубозернистых, полевошпат-кварцевые, с неравномерно расположенным пятнистым сульфатным и доломитовым цементом, с многочисленными тонкими волнистыми глинистыми прожилками; с неравномерной карбонатной, сульфатной и глинистой цементацией; в песчаниках отмечаются прожилки, прослои и интракласты алевролитов.

По результатам гранулометрического анализа суммарная доля песчаной фракции составляет 54—96%, доля гравийных обломков может достигать 3%, алевролитовой содержится 3—44% (высокие значения могут быть из-за наличия глинистых интракластов). В составе цемента отмечается карбонаты (до 9%), сульфаты (до 21%) и глинистый материал (рис. 3А).

**Алевролиты** темно-серые и зеленовато-серые, разнозернистые, преимущественно крупнозернистые, с примесью мелкозернистого песчаного материала, а также с прослоями и линзами мелкозернистого песчаника, породы микрослоистые, участками с деформационными текстурами, плотные. Алевролитовая фракция составляет от 51 до 68%. В песчаных прослоях и линзах наблюдается пятнистый сульфатный цемент и стяжения неправильной формы.

**Средняя часть курсовской свиты** снизу-вверх представлена аргиллитами алевролитовыми и алевролитами глинистыми с прослоями доломитов и мергелей. Основными породообразующими минералами карбонатной части являются: доломит, ангидрит, глинистые минералы, кварц (в виде терригенной примеси), сидерит и магнезит. Глинистая фракция пород представлена гидрослюдисто-хлоритовой ассоциацией с примесью каолинита и

смешаннослойных образований (см. табл. 1 и 2). Выделены следующие литотипы.

**Аргиллиты алевролитовые и алевролиты глинистые**, разнозернистые (преимущественно мелкозернистые), с повсеместно регенерированным кварцевым цементом, тонко- и неясно-слоистыми, участками с текстурами пластовых деформаций, с единичными следами биотурбации, плотными, с трещинами залеченными сульфатами, с многочисленными мелкими карбонатными (магнезит по данным рентгеноструктурного анализа (РСА)) и сульфатными стяжениями, с мелкими желваками ангидрита (рис. 3В).

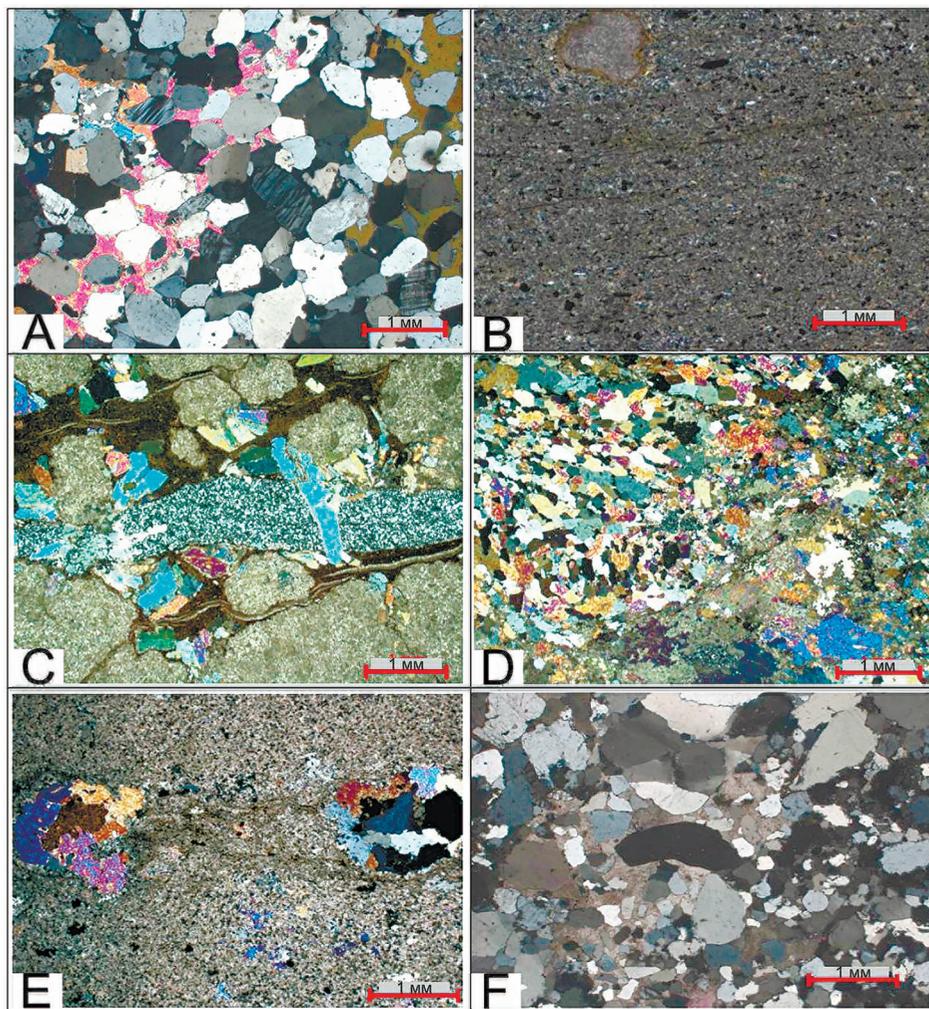
**Доломиты и доломиты сульфатизированные** (доломиты-магнезиальные), разнокристаллические, преимущественно тонко-микроскристаллические, массивные, плотные, с трещинами, с многочисленными мелкими включениями ангидрита и гипса. По данным петрографического описания в породах наблюдается равномерное включение микроскристаллического пирита и глинистого материала гидрослюдистого состава в виде включений неправильной формы. Присутствует незначительная примесь зерен кварца изометричной формы, редких чешуек мусковита и зерен титанистых минералов (рис. 3С).

**Сульфатизированные мергели и доломиты.** Мергели глинистые и сульфатизированные, микроскристаллические и тонкокристаллические, тонко- и неясно-слоистые, с многочисленными мелкими желваками сульфатов, магнезита и сидерита (по данным РСА); от плотных до тонкопористых, с трещинами, с мелкими включениями пирита. По данным петрографического описания присутствует глинистый материал, преимущественно хлорит-гидрослюдистого состава, а также довольно часто встречаются зерна кварца, полевых шпатов мелкоалевролитовой размерности (рис. 3D, E).

**Верхняя часть свиты** снизу-вверх представлена постепенным, но быстрым переходом от песчаников до алевролитов. Завершается пачка карбонатными образованиями (см. табл. 1).

**Песчаники** разнозернистые, от мелко до крупнозернистых, с пятнистым доломитовым и известковым цементом, с крупной косою и субгоризонтальной слоистостью, пористые, крепкие. Отличительной особенностью является быстрый переход от грубо-крупнозернистых песчаников до пелито-алевролитовых пород (в кровле).

Песчаники полевошпат-кварцевого состава с содержанием кварца от 74 до 81%, полевых шпатов — от 10 до 15%, обломков пород — от 3 до 15%. По результатам гранулометрического анализа, количество песчаной фракции обломочного



**Рис. 3.** Фото шлифов характерных пород курсовской свиты Мирнинского выступа. А-песчаник средне-крупнозернистый, олигомиктовый с поровым сульфатным, полевошпат-кварцевым регенерационным и пленочным глинистым цементом; В-аргиллит алевролитистый, со стяжениями карбоната, пиритизированный, слоистый, микрослоистый; С-доломит-магнезитовая порода, неравномерно сульфатизированная, с многочисленными прожилками растворения желваковой отдельности, заполненными смесью глинистого материала и органического вещества, с крупной трещиной, залеченной кремнистым материалом; D-карбонатно-сульфатная разнокристаллическая порода, с желваковыми скоплениями сульфата; E-доломит тонко-микросталлический, с реликтовой пластово-строматолитовой структурой, неравномерно сульфатизированный; F-песчаник грубо-средне-крупнозернистый гравистый, полевошпатово-кварцевый, с поровым карбонатным, контактово-поровым глинистым цементом, неясно выраженной слоистостью. Вид с анализатором А,В,С, D, E, F. Увеличение А, С, D, E, F-25x; В-100x. Длина масштабной линейки 1 мм.

материала в песчаниках изменяется от 51 до 92%, и в среднем составляет 76%. Алевролитовая фракция изменяется от 4 до 18%, в среднем составляет 14%, пелитовая — достигает 4%, а гравийная фракция — 36 %.

По данным петрографического описания шлифов цемент: карбонатный, сульфатный и глинистый (распределены неравномерно), а также кварцевый в виде шиповидных, прерывистых наростов и редких восстановленных кристаллографических граней (рис. 3F).

*Алевролиты глинистые*, тонко-мелко-крупнозернистые, слабо песчаные, с субгоризонтальной и волнистой тонкой слоистостью, участками с оползневыми деформационными текстурами, плотные, с редкими зеркалами уплотнения, преимущественно хрупкие, с органическим шламом, крепкие. По данным гранулометрического анализа в породах данного литотипа преобладает алевролитовая фракция от 72, до 86%, песчаная фракция от 3 до 18%, пелитовая составляет от 8 до 41 %.



По данным петрографического анализа породы состоят из тонкой агрегатной смеси глинистых (каолинит-гидрослюдистых) минералов.

Верхняя карбонатная пачка. *Сидеролит* разнокристаллический, преимущественно тонко-микроразделенный, микробильный, плотный, в различной степени закарстованный. Наблюдаются палеокарстовые полости и трещины, выполненные глинистым материалом с крупными желваками ангидрита. Помимо ангидрита наблюдаются включения соли (карналлит); примесь и включения минералов железа (гематит, лимонит, а также сидерит), окрашивающие породы в бурый и желтовато-серый цвет. В кровле пачки породы слабо брекчированные.

Порода полностью перекристаллизована. Сидерит микроразделенный в виде ксеноморфных, редких гипидиоморфных кристаллов с плотной конформной упаковкой

### Выводы

В результате проведенных исследований автором, дано детальное литологическое и минералогическое описание свит и пачек курсовской свиты

непского горизонта ботубинской фациальной зоны. Представлены обобщающие таблицы минералогического состава для подсвит. Впервые предложено и обосновано разделение курсовской свиты на три литологические пачки: нижнюю глинисто-песчаную, среднюю карбонатно-глинистую и верхнюю карбонатно-глинисто-песчаную.

Характерной особенностью карбонатных пород венда является наличие породообразующего минерала магнезита. Магнезиты так же, как и доломиты, являются первичными. В позднем протерозое были широко развиты цианобактерии, жизнедеятельность которых резко повышала рН, что приводило к массовому осаждению карбонатов не только кальция, но и магния. Первые микробильные постройки фиксируются в средней пачке курсовской свиты, что указывает на преобладания мелководно-морских условий на данном этапе осадконакопления. Пользуясь стратиграфическими схемами (Мельников, 2009) время появления первых микробилитов оценивается 577–575 млн. лет.

В заключении автор выражает благодарность заведующему лаборатории минералогии и петрографии Митрошину О.Ю., а также петрографам Климовой Е.С. и Мартынюк Е.В.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Мельников Н.В. Венд-кембрийский солеродный бассейн Сибирской платформы (Стратиграфия, история развития). Новосибирск: СО РАН, 2009. 148 с.
2. Котова Л.Н. Литогеохимия тонкозернистых обломочных пород венда Непского свода Сибирской платформы / Л.Н. Котова, В.Н. Подковыров, О.В. Граунов // Литосфера. 2016. Т. 1. С. 74–87.
3. Кузнецов В.Г. Литология — основы общей (теоретической) литологии / В.Г. Кузнецов. М.: Изд-во Научный мир, 2011. 360 с.
4. Маслов А.В. Осадочные породы: методы изучения и интерпретации полученных данных / А.В. Маслов. Учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2005. 289 с.
5. Петтиджон Ф.Дж. Осадочные породы / пер. с англ. под ред. И.М. Симановича, П.П. Тимофеева. М.: Недра, 1981. 752 с.
6. Решения четвертого межведомственного регионального совещания по уточнению и дополнению стратиграфических схем венда и кембрия внутренних районов Сибирской платформы. Новосибирск: СНИИГГиМС, 1989. С. 40.
7. Фролов В.Т. Литология: в 2 кн. М.: Изд-во МГУ, 1993. 432 с.
8. Шемин Г.Г. Геология и перспективы нефтегазоносности венда и нижнего кембрия центральных районов Сибирской платформы (Непско-Ботубинская, Байкитская антеклизы и Катангская седловина) / Г.Г. Шемин. Новосибирск: Изд-во СО РАН. 2007. 467 с.
9. Einsele G. Sedimentary basins: Evolution, facies, and sediment budget. Berlin: Springer-Verlag, 2000. 792 p.
10. Lebedev M.V. Facial unconformities and facial series in the sequence stratigraphy. Oil and Gas Studies. 2018; (6): 24–32. (In Russ.) <https://doi.org/10.31660/0445-0108-2018-6-24-32>.

### REFERENCES

1. Mel'nikov N.V. Vend-kembrijskij solerodnyj bassejn Sibirskoj platformy (Stratigrafiya, istoriya razvitiya) [Vendian-Cambrian salt pool of the Siberian platform (Stratigraphy, history of development)]. Novosibirsk, SB RAS Publ., 2009, 148 p. (in Russian)
2. Kotova L.N., Podkovyrov V.N., Graunov O.V. Lithochemistry of fine-grained Vendian clastic rocks of the Nepa dome, Siberian Platform. LITHOSPHERE (Russia), 2016, (1), pp. 74–87. (In Russian)
3. Kuznetsov V.G., Litologiya. Osnovy obshchey (teoreticheskoy) litologii [Lithology. Fundamentals of general (theoretical) lithology], Moscow, Nauchnyy mir Publ., 2011, 360 p. (in Russian)
4. Maslov A.V. Osadochnye porody: metody izucheniia i interpretatsii poluchennykh dannykh: uchebnoe posobie [Sedimentary rocks: methods of study and interpretation of obtained data: study manual]. Ekaterinburg, Izdatel'stvo UGGU, 2005. 289 p. (in Russian)



5. Pettidzhon F.Dzh. Osadochnye porody [Sedimentary rocks]. Moscow, Nedra, 1981, 752 p.
  6. Resheniya chetvertogo Mezhvedomstvennogo regional'nogo stratigraficheskogo soveshchaniya po utochneniyu i dopolneniyu stratigraficheskikh skhem venda i kembriya vnutrennih rajonov Sibirskoj platformy [Decisions of the fourth Interdepartmental Regional Stratigraphic Meeting to clarify and supplement the Vendian and Cambrian stratigraphic schemes of the inner regions of the Siberian Platform]. Novosibirsk, CIIGGIMS, 1989, 64 p. (in Russian)
  7. Frolov V.T. Litologiya [Lithology]. Moscow, Moskovskii gosudarstvennyi universitet, 1992, book 1, 336 p. (in Russian)
  8. Shemin G.G. Geologiya i perspektivy neftegazonosnosti venda i nizhnego kembriya central'nyh rajonov Sibirskoj platformy (Nepsko-Botuobinskaya, Bajkitskaya anteklizy i Katangskaya sedlovina) [Geology and oil and gas potential of the Vendian and Lower Cambrian in the central regions of the Siberian platform (Nepsko-Botuobinskaya, Baikit anteklises and Katanga saddle)]. Novosibirsk, SB RAS Publ., 2007, 467 p. (in Russian).
  9. Einsele G. Sedimentary basins: Evolution, facies, and sediment budget. Berlin: Springer-Verlag, 2000, 792 p.
  10. Lebedev M.V. Facial unconformities and facial series in the sequence stratigraphy. Oil and Gas Studies. 2018;(6):24-32. (In Russian) <https://doi.org/10.31660/0445-0108-2018-6-24-32>.
-