

НЕФТЕГАЗОВАЯ ГЕОЛОГИЯ

РАЗРЕЗ ВЕНДА ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ПЛИТЫ

(по результатам бурения параметрической скважины Восток-3)

А.Э. Конторович, А.И. Варламов\*, Д.В. Гражданкин, Г.А. Карлова, А.Г. Клец, В.А. Конторович,  
С.В. Сараев, А.А. Терлеев, С.Ю. Беляев, И.В. Вараксина, А.С. Ефимов\*\*, Б.Б. Кочнев,  
К.Е. Наговицин, А.А. Постников, Ю.Ф. Филиппов

Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, 630090, Новосибирск, просп. Коптюга, 3, Россия

\* Министерство природных ресурсов РФ, Москва

\*\* Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья,  
630091, Новосибирск, Красный просп., 67, Россия

Параметрическая скв. Восток-3, пробуренная в восточной части Западно-Сибирской плиты (Томская область), в интервале глубин 5002—3870 м вскрыла разрез вендских отложений, в котором по геолого-геофизическим и палеонтологическим данным впервые выделены пойгинская, котоджинская и райгинская свиты. В отложениях котоджинской и райгинской свит совместно с «типичными» поздневендскими остатками *Cloudina hartmanae* и *Namacalathus* sp. встречены разнообразные платисолениды — группа, представители которой традиционно считаются зональными для раннего кембрия. Следовательно, стратиграфический интервал с высокой частотой встречаемости и разнообразием платисоленид имеет более широкое распространение, чем предполагалось ранее, и, судя по всему, охватывает верхневендские и нижнекембрийские отложения. Скважина Восток-3 является первым на территории Сибири местонахождением древнейших организмов *Namacalathus*, четвертым в мире местонахождением ассоциации *Cloudina*—*Namacalathus*, и первым случаем совместного нахождения платисоленид и «типичных» вендских организмов, что в совокупности делает скважину одним из наиболее палеонтологически информативных разрезов верхнего венда.

*Неопротерозой, венд, кембрий, Западно-Сибирская геосинеклиза, Предъенисейская нефтегазонасная субпровинция.*

A SECTION OF VENDIAN IN THE EAST OF WEST SIBERIAN PLATE

(based on data from the Borehole Vostok 3)

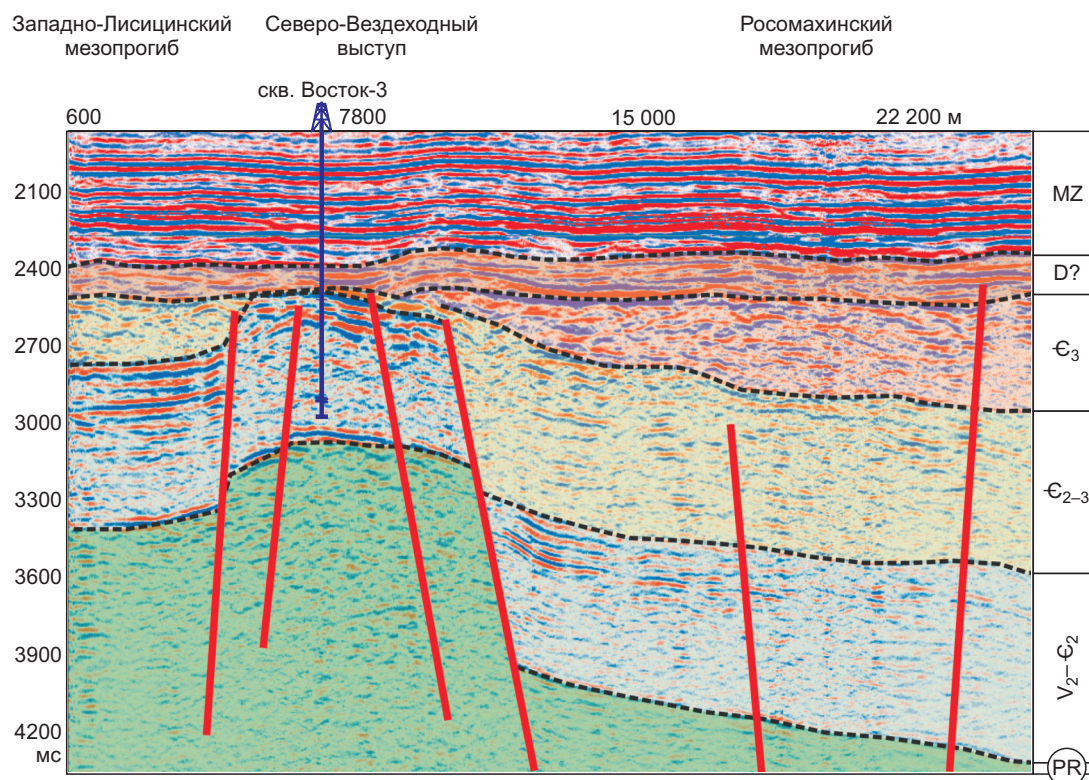
A.E. Kontorovich, A.I. Varlamov, D.V. Grazhdankin, G.A. Karlova, A.G. Kleets, V.A. Kontorovich,  
S.V. Saraev, A.A. Terleev, S.Yu. Belyaev, I.V. Varaksina, A.S. Efimov, B.B. Kochnev,  
K.E. Nagovitsin, A.A. Postnikov, and Yu.F. Filippov

The Borehole Vostok 3 drilled in the east of the West Siberian Plate (Tomsk Region) revealed a Vendian section in the depth range 5002–3870 m, which was subdivided into the Poiga, Kotodzha, and Raiga Formations based on geological, geophysical, and paleontological data. In the Kotodzha and Raiga Formations, typical Upper Vendian fossils of *Cloudina hartmanae* and *Namacalathus* sp. were found along with diverse *Platysolenites*, which are commonly considered to be of zonal significance in Lower Cambrian strata. Hence, the stratigraphic interval with abundant diverse *Platysolenites* has a wider stratigraphic range than it was believed earlier and seems to cover the Upper Vendian and Lower Cambrian deposits. The Borehole Vostok 3 is the first Siberian occurrence of the fossils *Namacalathus*, the world's fourth occurrence of the *Cloudina*-*Namacalathus* association, and the first site where coexisting *Platysolenites* and typical Vendian organisms have been found. Therefore, the borehole provides one of the most informative (in paleontological context) Upper Vendian sections.

*Neoproterozoic, Vendian, Cambrian, West Siberian Plate, Pre-Yenisei petroliferous subprovince*

ВВЕДЕНИЕ

Сведения о стратиграфии домезозойских отложений восточной части Западно-Сибирской плиты (ЗСП) до недавнего времени были весьма ограниченными. Большой объем новой информации был получен в 1980—1990-х годах в результате проведения детальных геофизических работ и бурения скважин



**Рис. 1.** Сейсмогеологическая характеристика протерозойских и кембрийских отложений в районе скв. Восток-3.

Тыйская-1, Вездеходная-4, Лемок-1, Аверинская-150 [Бененсон, 1989; Каштанов, Филиппов, 1994; Каштанов и др., 1995; Конторович и др., 1999; Елкин и др., 2000, 2001; Филиппов, 2001; Сараев и др., 2004]. Анализ полученного материала позволил выделить новую Предъенисейскую нефтегазоносную субпровинцию [Конторович и др., 2003, 2006], заложить основы стратиграфического расчленения домезозойских отложений рассматриваемой территории, а также реконструировать условия осадконакопления, геодинамические обстановки и палеогеографию бассейна, находящегося на стыке Сибирской платформы и ЗСП [Конторович, Савицкий, 1970; Дашкевич, Каштанов, 1990; Евграфов и др., 1998; Конторович и др., 1981, 1999, 2003, 2008; Сараев и др., 2004].

В пределах ЗСП нормально-осадочные платформенные отложения вендского и кембрийского возрастов были вскрыты скважинами Тыйская-1, Лемок-1 и Аверинская-150, расположенными на территории Красноярского края. Кембрийские отложения в скв. Вездеходная-4, расположенной на территории Томской области, представлены главным образом базальтами. В основании разреза вскрыты гранодиориты. По результатам анализа сейсмических материалов по юго-восточным районам Западной Сибири, выполненного в ИНГГ СО РАН, был сделан вывод о существовании к северу от скв. Вездеходная-4 мощной толщи платформенных отложений верхнепротерозойско-кембрийского возраста, полный разрез которых включает четыре сейсмогеологических комплекса. Возраст сейсмогеологических комплексов, ограниченных регионально выдержанными отражающими горизонтами, по аналогии с Сибирской платформой был условно определен как рифей-вендский, раннесреднекембрийский, среднепозднекембрийский и позднекембрийский соответственно. В разработанной ИНГГ СО РАН и СНИИГГИМС программе региональных геолого-геофизических исследований востока Западной Сибири было запланировано бурение нескольких параметрических скважин для изучения этих стратиграфических комплексов в различных структурных зонах. Скважина Восток-3, описание разреза которой приведено ниже, заложена на востоке Томской области в пределах контрастного, ограниченного высокоамплитудными разломами горста (рис. 1). По результатам интерпретации сейсмических материалов было высказано предположение, что скважина вскрыет кембрийские и значительную часть отложений венда.

#### ОПИСАНИЕ РАЗРЕЗА

Параметрической скв. Восток-3, пробуренной в 2006 г. на глубину 5002 м с детальным отбором керна, в интервале 5002—3870 м был вскрыт разрез венд-нижнекембрийских отложений, который может

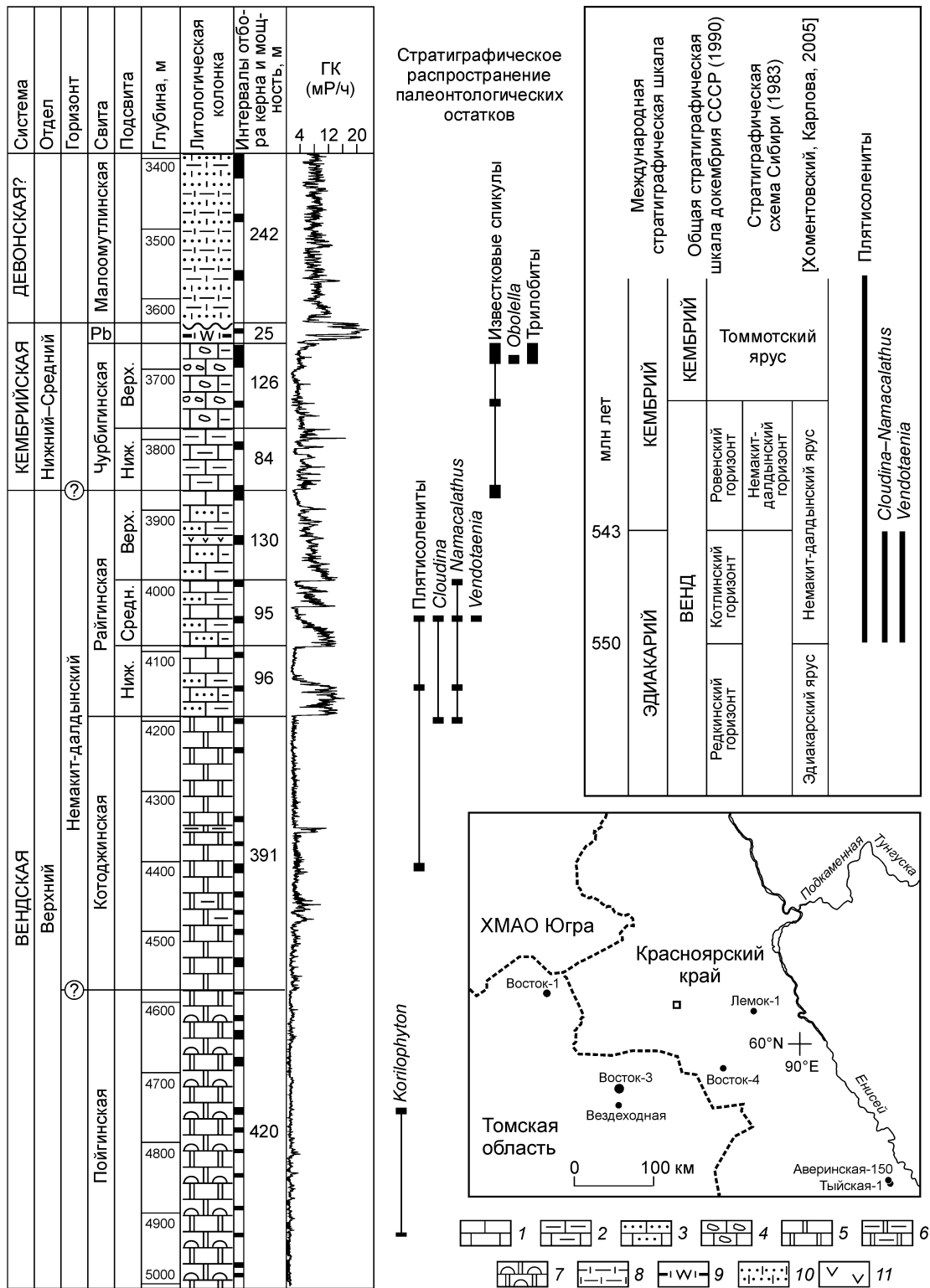


Рис. 2. Геолого-геофизический разрез вендских и кембрийских отложений в скв. Восток-3, уровни находок и стратиграфические интервалы распространения руководящих палеонтологических остатков. Схема расположения скважин, вскрывших домезозойские отложения в юго-восточной части Западно-Сибирской плиты. Соотношение стратиграфических схем расчленения пограничных венд-кембрийских отложений (возраст в млн лет).

1—4 — известняки: 2 — глинистые, 3 — песчанистые, 4 — синседиментационно-брекчированные; 5 — доломиты; 6 — доломиты глинистые; 7 — доломиты пластово-строматолитовые; 8 — аргиллиты, алевроаргиллиты известковистые; 9 — углеродистые известково-глинисто-кремнистые породы; 10 — песчаники известковистые; 11 — долериты. Pd — пайдугинская свита.

рассматриваться в качестве опорного для восточной части ЗСП (рис. 2). Снизу вверх здесь выделены пойгинская, котоджинская, райгинская, чурбигинская и пайдугинская свиты.

**Пойгинская свита** выделена в интервале 5002—4582 м. Названа по ручью Пойга, левому притоку р. Лисица. Свита сложена серыми неравномерно перекристаллизованными доломитами с хорошо сохранившимися признаками пластово-строматолитовых, доларенитовых, долосилитовых, пелитоморфных разностей. По всему разрезу свиты в виде согласных со слойчатостью полос и пятен развита пористость и кавернозность. Нижняя граница свиты в керне не представлена и проводится условно, немного ниже забоя скважины (см. рис. 1). Мощность свиты более 420 м (см. рис. 2).

В нижней части свиты (интервалы 4944—4930 и 4756—4753 м) обнаружены остатки микробиолитов *Korilophyton*, представляющих собой беспорядочно ветвящиеся формы с короткими (до 500 мкм) веточками невыдержанной толщины (40—70 мкм), сложенные микрзернистой темной карбонатной породой.

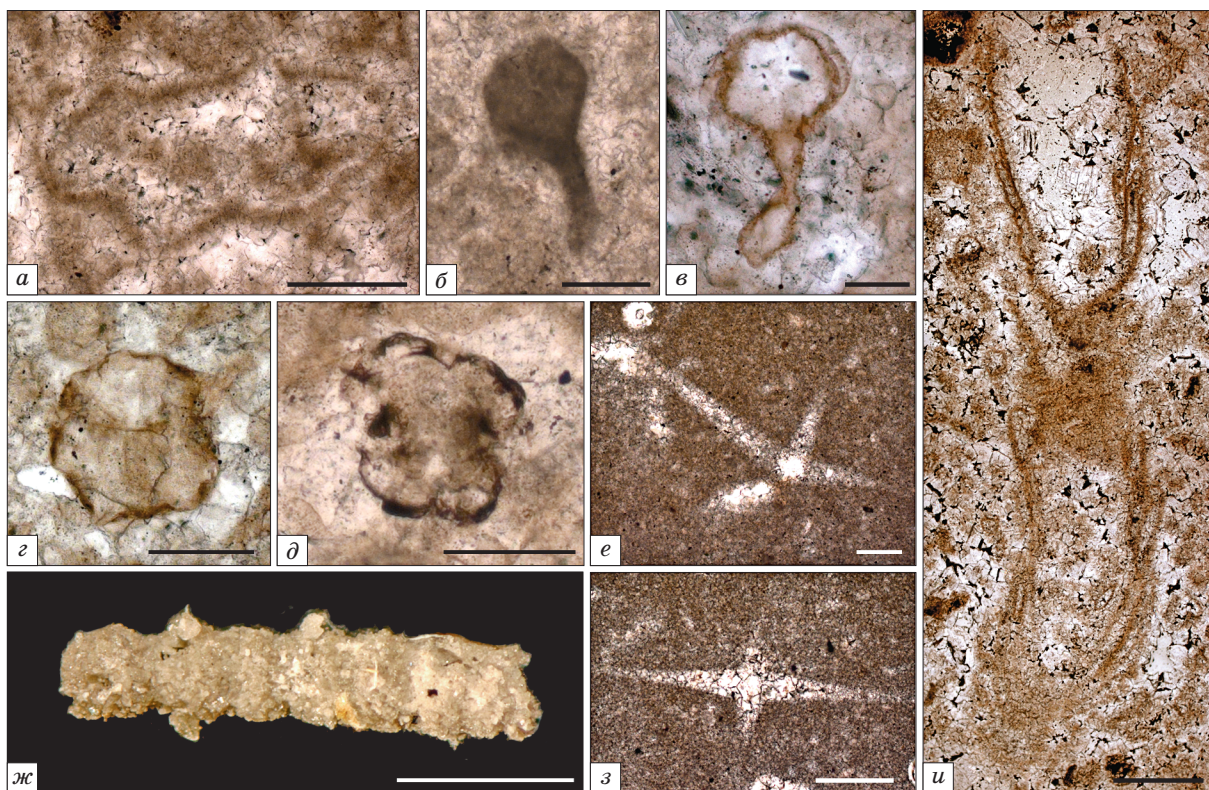
**Котоджинская свита** (интервал 4582—4191 м) названа по ручью Котоджа, левому притоку р. Лисица. Свита сложена темно-серыми, серыми и светло-серыми доломитами, среди которых преобладают переслаивающиеся в разной степени перекристаллизованные доларениты и слабоперекристаллизованные пелитоморфные доломиты. По сравнению с подстилающими отложениями пойгинской свиты в доломитах появляется незначительная примесь алюмосиликокластики пелитовой и алевропесчаной размерности (кварц, мусковит), редкие тонкие прослои кремней и, в целом, увеличивается содержание углеродистого вещества. По комплексу ГИС и данным ВСП, котоджинская свита связана постепенными переходами с подстилающими отложениями пойгинской свиты. Кроме того, внутри разреза свиты выделены две резкие сейсмические отражающие поверхности, приуроченные, вероятно, к прослоям глинистых пород (см. рис. 1). Мощность свиты 391 м.

В отложениях свиты обнаружены кремниевые спикурообразные остатки и пластовые строматолиты (интервалы 4550.3—4545.3 м, 4538.3—4535.3 м, 4471.5—4469.0 м), микрофитолиты *Vesicularites flexuosus*, *Vesicularites lobatus*, *Vesicularites* sp., *Volvatella zonalis* (интервал 4443.9—4404.8 м) и известковые микробиолиты *Renalcis* sp. (интервал 4411.8—4404.8 м). В верхней части свиты установлен комплекс мелких скелетных остатков. В результате растворения в 3%-м растворе уксусной кислоты в интервале 4411.8—4404.8 м извлечены редкие фрагменты агглютинированных трубчатых скелетных остатков. Наиболее крупный фрагмент имеет S-образную форму, гладкую поверхность, достигает 1.2 мм в длину и 0.4 мм в ширину. Трубчатые остатки можно отнести к роду *Platysolenites* и *Spirosolenites*. В интервале 4203.5—4200.0 м в шлифах в поперечных сечениях обнаружены трубчатые кальцитовые скелетные остатки *Cloudina hartmanae*, которые представляют собой эксцентрично вложенные друг в друга конические сегменты, каждый из которых слегка расширяется в устье. Трубки достигают 1.0—2.9 мм в поперечном сечении. Кроме *Cloudina*, в шлифах установлены слабоминерализованные бокаловидные скелетные остатки, которые можно отнести к роду *Namacalathus*. В большинстве случаев наблюдается срез перфорированной чашечки диаметром 110—230 мкм; на одном из экземпляров (диаметр чашечки 120 мкм) присутствует цилиндрический стебель (диаметр 30 мкм). Толщина стенки чашечки достигает 10 мкм (рис. 3, а, б).

**Райгинская свита** (интервал 4191—3870 м) названа по ручью Райга, правому притоку р. Лисица. Свита хорошо обособляется по всему комплексу ГИС, особенно по гамма-каротажным диаграммам, которые выявляют ее циклическое строение (см. рис. 2). Осадочная последовательность состоит из трех крупных циклитов мощностью от 95 до 130 м, каждый из которых в нижней части сложен обломочными известняками с прослоями песчаников, алевролитов и аргиллитов, обогащенных обломочной слюдой, и характеризуется дифференцированными высокими значениями ГК, а в верхней части — тонкообломочными известняками с низкими недифференцированными значениями. Для свиты характерны градационная, косая, параллельная и линзовидная слоистость. Нижняя граница свиты резкая. Мощность составляет 321 м. Свита подразделяется на три подсвиты. Недостаточная охарактеризованность керном препятствует более подробному расчленению отложений (см. рис. 2).

**Нижнерайгинская подсвита** (интервал 4191—4095 м) представляет собой единый крупный прогрессивный циклит. В основании циклита (нижние 46 м) залегают обломочные известняки с прослоями полевошпатово-слюдисто-кварцевых песчаников и алевролитов и гидрослюдистых аргиллитов с обильной примесью обломочного мусковита. Верхняя часть циклита (50 м) сложена темно-серыми и коричнево-серыми с запахом сероводорода, неравномерно перекристаллизованными обломочными известняками (кальксилиты, тонко- и мелкозернистые калькарениты, редкие интракластовые брекчии) без видимой слоистости, либо с неясной параллельной, косой или редко градационной слоистостью. Мощность нижней подсвиты 96 м.

В отложениях подсвиты в шлифах обнаружены скелетные остатки *Cloudina hartmanae* (до 5.0 мм в поперечном сечении) и *Namacalathus* sp. (диаметр чашечки 120—150 мкм) (см. рис. 3, в, г, и). Кроме того, при растворении в 3%-й уксусной кислоте извлечены скелетные остатки *Platysolenites* sp. Фрагменты трубок прямые, достигают 2.5 мм в длину и 0.5 мм в ширину, наружная поверхность поперечно-ребристая, ребристость регулярная, но расстояние между ребрами может варьировать (0.3—0.5 мм) (см. рис. 3, ж).



**Рис. 3. Руководящие палеонтологические остатки из вендских и кембрийских отложений в скв. Восток-3.**

*a-d* — *Namacalathus* sp.: *a, б* — котоджинская свита (интервал 4412—4405 м), *в, з* — нижнерайгинская подсвита (интервал 4161—4149 м), *д* — среднерайгинская подсвита (интервал 4061—4054 м); *е, з* — известковые спикулы губок, верхнечурбинская подсвита (интервал 3693—3686 м); *жс* — *Platysolenites* sp., нижнерайгинская подсвита (интервал 4161—4149 м); *u* — *Cloudina hartmanae*, нижнерайгинская подсвита (интервал 4161—4149 м). Длина масштабной линейки: *a, з* — 200 мкм; *б-e* — 100 мкм; *жс* — 2 мм; *u* — 1 мм.

В результате мацерации извлечены преобразованные до непрозрачного состояния органостенные микрофоссилии *Vanavarataenia* cf. *V. insolita*, *Tawuia* sp. и ?*Goniosphaeridium* sp. Остатки, похожие на *Vanavarataenia*, имеют нитчатое строение (ширина нитей 20—200 мкм), присутствуют ветвление и округлые внутренние боковые и терминальные утолщения.

**Среднерайгинская** подсвита (интервал 4095—4000 м) разделена на две пачки мощностью 55 и 40 м. Каждая из пачек, судя по данным ГИС, представляет собой осадочный цикл и начинается обломочными известняками с прослоями песчаников, алевролитов и аргиллитов, а заканчивается темно-серыми перекристаллизованными кальксилтитами, тонко- и мелкозернистыми калькаренитами, сильно песчаными с маломощными прослоями известковистых алевролитов, черных пиритоносных аргиллитов, слабоизвестковистых аргиллитов. У отметки 4054.0 м встречена дайка долеритов мощностью 0.6 м с ксенолитами серых перекристаллизованных известняков. Мощность средней подсвиты 95 м.

В отложениях подсвиты в интервале 4061.0—4054.0 м обнаружены мелкие (0.5 мм в поперечном сечении) скелетные остатки *Cloudina hartmanae* и *Namacalathus* sp. (диаметр чашечки 65—145 мкм, иногда наблюдается цилиндрический стебель) (см. рис. 3, д). В интервале 4054.0—4050.0 м присутствуют разнообразные многочисленные *Platysolenites* sp. и *Spirosolenites* sp. Диаметр трубчатых остатков 0.2—0.4 мм, встречены прямые и С-образные фрагменты, поверхность гладкая или поперечно-ребристая, максимальная длина фрагментов 1.5 мм, толщина стенок различная. В темно-серых слюдястых алевролитах (интервал 4061.0—4054.0 м) на поверхностях напластования сохранились многочисленные прямые лентовидные фитолеймы *Vendotaenia antiqua* с тонкой продольной струйчатостью.

**Верхнерайгинская** подсвита (интервал 4000—3870 м) представляет собой крупный цикллит, начинающийся (судя по ГИС) известково-алеврито-глинистыми отложениями и заканчивающийся темно-серыми калькютито-силтитами. Осадочная последовательность нарушается внедрением интрузивного силлообразного тела долеритов (мощностью около 15 м), которые вызывают локальную зональную и рассеянную микропятнистую перекристаллизацию вмещающих известняков. Мощность подсвиты 130 м.

Палеонтологическими остатками подсвита не охарактеризована.

**Чурбигинская** свита выделена в интервале 3870—3660 м и названа по ручью Чурбига, правому притоку р. Орловка. Свита сложена тонким переслаиванием мелкообломочных пелитоморфных известняков (преобладают) и карбонатно-глинистых пород. По литологии и данным ГИС, свита разделена на две подсвиты (см. рис. 2). *Нижнечурбигинская* подсвита (интервал 3870—3786 м) представлена переслаиванием серых пелитоморфных известняков, тонкозернистых калькаренитов и кальксилитов, темно-серых пиритсодержащих глинисто-карбонатных пород с мелкими (около 10 см) прослоями черных пиритоносных углеродсодержащих аргиллитов и линзами кремней. *Верхнечурбигинская* подсвита (интервал 3786—3660 м) сложена своеобразными мономиктовыми брекчиями, происхождение которых объясняется синседиментационным нарушением переслаивающихся светло-серых с коричневым оттенком пелитоморфных известняков и серых, зеленовато-серых карбонатно-глинистых пород, сложенных гидрослюдистым глинистым веществом, доломитом, кальцитом, мелкоалевритовыми зернами кварца, полевого шпата, мусковита и биотита.

Отложения, образующие свиту, начиная с основания разреза, содержат перекристаллизованные известковые одноосные (рабды), трехосные (трирадиаты) и четырехосные (тетрарадиаты) спикулы губок (см. рис. 3, е, з) и фрагменты скелетных остатков плохой сохранности. Лишь в самой верхней ее части (интервал 3693—3685.8 м) в шлифах установлены сечения панцирей трилобитов с характерным подворотом дублюры и шипами, а в результате растворения в 3%-й уксусной кислоте обнаружены мелкие (до 2 мм) фрагменты вытянутых с гладкой поверхностью карбонатных раковин брахиопод *Obolella* sp., отдельные шипы и фрагменты губок *Teraxaculum* sp.

**Пайдугинская** свита выделена [Конторович и др., 2008] в разрезе скв. Восток-1 в интервале 4945—4825 м (стратотип). Название дано по р. Пайдугина. Стратотип свиты коррелируется с интервалом 3660—3635 м разреза скв. Восток-3, который предлагается в качестве парастратотипа. В разрезе скв. Восток-3 свита представлена преобладающими черными углеродистыми карбонатно-глинисто-кремнистыми пиритоносными породами и менее распространенными углеродсодержащими слабоизвестковистыми пиритоносными доломитами. Как правило, кремнистое вещество преобладает над общим количеством компонентов. Отдельные прослои относятся к углеродистым силицитам. В кремнистых породах встречаются уплощенные пепловые частицы с полуаморфной структурой слагающего их глинисто-кремнистого вещества. Свита отчетливо выделяется по гамма-каротажным диаграммам, которым свойственны высокие показания ГК (см. рис. 2).

Вышележащие отложения (интервал 3635—3393 м) в разрезе скв. Восток-3 выделены в малоомутлинскую толщу. Толща представлена переслаиванием серых известковых песчаников с крупными обломками аргиллитов, черных и темно-серых аргиллитов и глинистых известковистых алевролитов. Литологический состав и данные ГИС этой толщи резко отличаются от характеристики подстилающих отложений и, вероятно, свидетельствуют о значительном перерыве между ними. Возраст этой толщи достоверно не установлен.

Определимые палеонтологические остатки в свите редки и встречаются только в карбонатных породах — известковые водоросли *Tubophyllum* (интервал 3573.2—3566.0 м), *Girvanella* (интервал 3486.9—3480.0 м), *Proaulopora* (интервал 3399.5—3393.1 м), *Epiphyton* (интервал 3426.5—3420.0 м), фрагменты скелетных остатков, а также кремнистые, реже известковые спикулы губок (интервал 3399.5—3393.1 м).

## ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВОЗРАСТА

Микробиолиты *Korilophyton* традиционно считаются характерными для отложений немакит-далдынского возраста [Riding, Voronova, 1984; Воронова, Лучинина, 1985; Терлеев и др., 2004], однако в разрезе скв. Восток-3 они встречены на очень низком стратиграфическом уровне (под слоями с *Cloudina*). Морфологически идентичные формы известны на юго-западе США в доломитах формации Noonday, также подстилающих слою с *Cloudina* [Corsetti, Grotzinger, 2005]. По всей видимости, пойгинская свита в разрезе скв. Восток-3, наряду с доломитами формации Noonday США, является древнейшим стратиграфическим уровнем находок микробиолитов *Korilophyton*, которые указывают на вендский возраст отложений, но не являются показателем поздневендского (немакит-далдынского) возраста.

Трубчатые кальцитовые скелетные остатки *Cloudina*, обнаруженные в разрезе скв. Восток-3, имеют глобальное распространение, встречаясь в Намибии, Уругвае, Аргентине, Бразилии, Мексике, на юго-западе США, в Канаде, Китае, Испании, Антарктиде, Омане и Саяно-Алтайской складчатой области [Grant, 1990; Hofmann, Mountjoy, 2001; Amthor et al., 2003; Терлеев и др., 2004; Hua et al., 2005]. U—Pb возраст по цирконам для вмещающих отложений в Намибии и Омане определяют временной диапазон распределения остатков *Cloudina* в интервале от  $549 \pm 1$  до  $542 \pm 1$  млн лет, что отвечает позднему венду. До настоящего времени неизвестно случаев совместного нахождения *Cloudina* с остатками организмов кембрийского

возраста. Таким образом, обнаруженные в скв. Восток-3 скелетные остатки *Cloudina* свидетельствуют о поздневендском возрасте вмещающих отложений котоджинской и райгинской свит.

В разрезе скв. Восток-3 совместно с *Cloudina* встречены бокаловидные слабоминерализованные кальцитовые скелетные остатки, принадлежащие к роду *Namacalathus*. Экземпляры из разреза скв. Восток-3 принадлежат к новому виду рода *Namacalathus*, так как, в отличие от типового вида *N. hermanastes*, имеют существенно (на порядок) более мелкие размеры. К настоящему моменту известно три местонахождения *N. hermanastes* (в Намибии, Канаде и Омане), причем везде они встречены совместно с остатками *Cloudina* [Grotzinger et al., 2000; Hofmann, Mountjoy, 2001; Amthor et al., 2003]. Точный стратиграфический диапазон распространения палеонтологической ассоциации *Cloudina*—*Namacalathus* не установлен, тем не менее этот комплекс различными исследователями признается надежным индикатором позднего венда. В этой связи новая находка этой ассоциации в разрезе скв. Восток-3 имеет фундаментальное научное и прикладное значение. Таким образом, скелетные остатки *Namacalathus* в скв. Восток-3 подтверждают поздневендский возраст отложений котоджинской и райгинской свит. Кроме того, скв. Восток-3 является четвертым местонахождением представителей рода *Namacalathus* в мире и первым разрезом, в котором комплекс *Cloudina*—*Namacalathus* встречен на территории Сибири, что существенно расширяет палеобиогеографический ареал распространения этих древнейших скелетных организмов.

Совместно с *Namacalathus* sp. и *Cloudina hartmanae* в скв. Восток-3 также встречены прямые и изогнутые трубковидные агглютинированные скелетные остатки *Platysolenites* sp. и *Spirosolenites* sp. Представители этих родов распространены на Авалонских террейнах (Англия, Уэльс, Ньюфаундленд, Испания), на Североамериканской (Калифорния, Невада) и Восточно-Европейской платформах, где в основном приурочены к нижнекембрийским отложениям [Розанов, 1979; McIlroy et al., 2001; Streng et al., 2005]. Плятисоленитам в настоящее время придается большое значение при установлении кембрийского возраста отложений и обосновании биостратиграфических границ в алумосиликокластических фациях [Розанов, 1979; Vidal et al., 1999; McIlroy et al., 2001; Streng et al., 2005]. Наиболее древние находки плятисоленит происходят из отложений ровенского горизонта Восточно-Европейской платформы [Келлер, Розанов, 1979; Vidal et al., 1999], стратиграфический возраст которого окончательно не установлен, но в соответствии с решением Второго Всесоюзного совещания по общим вопросам расчленения докембрия СССР (Уфа, 1990 г.) считается верхневендским [Постановления..., 1992]. Отложения, в которых плятисолениты достигают максимума частоты встречаемости, некоторые исследователи предлагают выделять в зону *Platysolenites antiquissimus* нижнего кембрия. Однако в разрезе скв. Восток-3 ископаемые остатки *Cloudina* со всей очевидностью указывают на поздневендский возраст разнообразного комплекса плятисоленит. Следовательно, богатый комплекс плятисоленит не может служить достаточным критерием для отнесения вмещающих его отложений к кембрию. Стратиграфический интервал с высокой частотой встречаемости и разнообразием плятисоленит явно имеет более широкое распространение, чем это предполагалось ранее, и, судя по полученным данным, охватывает не только нижнекембрийские, но и верхневендские отложения (см. рис. 2).

Фитолеймы *Vendotaenia antiqua*, обнаруженные в средней подсвите райгинской свиты, характерны для отложений поздневендского (котлинского) возраста [Гниловская, 1985]. Установленные в нижней подсвите райгинской свиты органостенные микрофоссилии *Vanavarataenia insolita* впервые были описаны из отложений ванаварской свиты поздневендского (донемакит-далдынского) возраста во внутренних районах Сибирской платформы [Пятилетов, 1985]. Похожие остатки известны также в поздневендских отложениях Восточно-Европейской платформы [Бурзин, 1993]. Поэтому макроостатки *Vendotaenia*- и *Vanavarataenia*-подобные микрофоссилии в разрезе скв. Восток-3 подтверждают поздневендский возраст вмещающих отложений райгинской свиты. Остатки акантоморфных акритарх из райгинской свиты, похожие на *Goniosphaeridium*, имеют более широкий стратиграфический диапазон распространения и не могут быть использованы для точного установления возраста вмещающих пород.

Бедность палеонтологической характеристики и плохая сохранность скелетных остатков не позволяют уверенно установить возраст значительной части отложений чурбигинской свиты (интервал 3870—3747.8 м). Определимые палеонтологические находки представлены многочисленными перекристаллизованными остатками известковых спикул и указывают на раннекембрийский возраст чурбигинской свиты. Наиболее уверенно устанавливается возраст самой верхней ее части (интервал 3693—3660 м), где встречены фрагменты панцирей трилобитов и кальцитовых раковин брахиопод *Obolella* sp., которые позволяют ограничить возможный стратиграфический возраст отложений от верхней части атдабанского яруса до нижней части ботомского яруса нижнего кембрия. Возраст перекрывающих черносланцевых отложений (пайдугинская свита), по аналогичному стратиграфическому положению и составу в стратотипическом разрезе пайдугинской свиты в скв. Восток-1, принят как раннесреднекембрийский [Конторович и др., 2008].

## ОБСТАНОВКИ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ

Литологические особенности отложений в разрезе скв. Восток-3 позволяют реконструировать обстановки осадконакопления, существовавшие в венде и раннем кембрии на восточной части Западной Сибири.

В основании разреза выделяются микробиолитовые и биостромовые фации (пойгинская свита), которые характеризуют обстановки строматолитового барьерного рифа, сформировавшегося в пределах стабильного участка шельфа, изолированного от привноса тонкой алюмосиликокластики, о чем свидетельствует отсутствие терригенной примеси. Вышележащие карбонатные отложения котоджинской свиты содержат алюмосиликокластику, прослой кремней и интерпретируются как фации передового склона и подножия рифа. Вверх по разрезу (райгинская свита) широко распространены образования гравитационных потоков. Тонкозернистая структура отложений чурбигинской и пайдугинской свит, признаки градиционной параллельной слоистости, глинистые слои с обломочным доломитом, алевритовым кварцем, полевым шпатом и обильной слюдой, выделения кремнистого вещества, а также пачки высокоуглеродистых пород в отложениях пайдугинской свиты указывают, что осадконакопление известковых и карбонатно-глинистых илов происходило в условиях открытого морского бассейна. Таким образом, вся изученная осадочная последовательность венд-нижнекембрийских отложений образовалась в условиях постепенного углубления бассейна.

Разрез вендских и нижнекембрийских отложений скв. Восток-3 отличается от расположенного восточнее разреза скв. Аверинская-150, которая вскрыла соленосную толщу вендских и кембрийских отложений [Сараев и др., 2004], и расположенной к югу скв. Вездеходная-4, вскрывшей толщу вулканогенно-осадочных кембрийских отложений зоны развития локального задугового спрединга [Конторович и др., 1999]. Вскрытая скв. Восток-3 осадочная последовательность отложений пойгинской, котоджинской, райгинской, чурбигинской и пайдугинской свит сформировалась у западной внешней границы реконструируемого биогермного пояса бассейна [Конторович, Савицкий, 1970; Конторович и др., 1981; Сараев и др., 2004], где преобладали обстановки с нормальной соленостью вод. Отложения пойгинской свиты отвечают времени максимального распространения полосы этих построек на запад. Видимо, именно эта биогермная система определила облик всех вышележащих карбонатных отложений котоджинской, райгинской, чурбигинской, пайдугинской свит и явилась источником огромного количества тонкообломочного карбонатного материала. Вверх по разрезу осадочной последовательности постепенно возрастает роль вулканогенно-терригенной примеси. По всей вероятности, источником алюмосиликокластики являлись массивы островной суши на месте Енисейского кряжа, а вулканогенный материал (в том числе — тефра кислого и основного составов) поступал со стороны вулканической дуги, реконструируемой к югу от места заложения скв. Восток-3 [Конторович и др., 1999; Сараев и др., 2004]. Известково-терригенные породы пайдугинской свиты, обогащенные планктоногенным, углеродистым и биогенным кремнистым веществом образовались в результате замедления темпов поступления обломочного терригенного и карбонатного материала в условиях стратифицированной водной толщи [Конторович и др., 1981, 2008].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В разрезе параметрической скв. Восток-3 в интервале глубин 5002—3870 м установлена палеонтологически охарактеризованная осадочная последовательность вендских отложений. В основании разреза залегает пойгинская свита, вендский возраст которой установлен по микробиолитам *Korilophyton*. Вышележащие отложения, расчлененные на котоджинскую и райгинскую свиты, содержат своеобразный комплекс ископаемых остатков, включающий как «типичные» поздневендские (немакит-далдынские) формы *Cloudina* и *Namacalathus*, так и зональные формы раннекембрийского возраста *Platysolenites* и *Spirosolenites*. Плятисолениды раньше были известны из верхневендских отложений вблизи границы с кембрием, однако впервые встречены на таком низком стратиграфическом уровне. В перекрывающих отложениях, выделенных в качестве чурбигинской свиты, установлен комплекс остатков раннекембрийского возраста, однако более точный возраст (верхи атдабанского—низы ботомского ярусов) можно определить только для самых верхних горизонтов свиты. Осадочную последовательность продолжает толща, которая относится к пайдугинской свите нижнесреднекембрийского возраста.

Разрез венд-кембрийских отложений скв. Восток-3 имеет большое значение для палеогеографических реконструкций. Благодаря этому разрезу удалось уточнить западную границу солеродного бассейна кембрия и начать изучение зоны его перехода в открытый морской бассейн. Особое, глобальное для стратиграфии венда, значение придают этому разрезу находки остатков ископаемой биоты поздневендского возраста. Разрез скв. Восток-3 является первым на территории Сибири местонахождением древнейших скелетных организмов *Namacalathus*, четвертым в мире местонахождением ассоциации *Cloudina*—*Namacalathus* и первым в мире совместным нахождением плятисоленид и «типичных» вендских организмов. Обнаруженный в скв. Восток-3 комплекс ископаемых остатков можно считать диагностическим при определении отложений немакит-далдынского возраста.



В разрезе скв. Восток-3 зафиксирована смена условий преимущественно карбонатного, рифогенного осадконакопления обстановками постепенного увеличения доли терригенного материала. Эти изменения среды обусловили нахождение в одном разрезе стратиграфически важных ископаемых остатков, которые прежде были встречены раздельно только в карбонатных или только в алюмосиликокластических разрезах.

Описанные выше особенности разреза, вскрытого скв. Восток-3, придают ему особое значение при решении ряда глобальных проблем стратиграфии венда.

#### ЛИТЕРАТУРА

**Бененсон В.А.** Геолого-геофизические особенности доверхнепалеозойских отложений Западно-Сибирской плиты в связи с их нефтегазоносностью // Геология нефти и газа, 1989, № 12, с. 6—10.

**Бурзин М.Б.** Древнейший хитридиомицет (*Mycota, Chytridiomycetes incertae sedis*) из верхнего венда Восточно-Европейской платформы // Фауна и экосистемы геологического прошлого / Под ред. Б.С. Соколова, А.Б. Ивановского. М., Наука, 1993, с. 21—33.

**Воронова Л.Г., Лучинина В.А.** Известковые водоросли немакит-далдынского горизонта // Вендская система. Историко-геологическое и палеонтологическое обоснование. Т. 1. Палеонтология / Под ред. Б.С. Соколова, А.Б. Ивановского. М., Наука, 1985, с. 162—169.

**Гниловская М.Б.** Вендотениды — вендские *Metaphyta* // Вендская система. Историко-геологическое и палеонтологическое обоснование. Т. 1. Палеонтология / Под ред. Б.С. Соколова, А.Б. Ивановского. М., Наука, 1985, с. 117—125.

**Дашкевич Н.Н., Каштанов В.А.** Платформенные отложения палеозоя и подсолевые комплексы докембрия левобережья р. Енисей — новый объект нефтегазопроисковых работ // Докл. АН СССР, 1990, т. 315 (5), с. 1187—1191.

**Евграфов А.А., Ефимов А.С., Чунихина Л.Д.** Особенности геологического строения доюрских отложений Приенисейской части Западно-Сибирской низменности по сейсмическому маршруту: Вездеходная площадь (Томская область)—Сымская площадь (Красноярский край) // Геология и полезные ископаемые Красноярского края. Красноярск, КНИИГиМС, 1998, с. 123—130.

**Елкин Е.А., Конторович А.Э., Сараев С.В., Тищенко В.М., Анастасиева С.А., Бахарев Н.К., Богущ О.И., Вараксина И.В., Изох Н.Г., Клец А.Г., Конторович В.А., Коровников И.В., Лучинина В.А., Сенников Н.В., Таныгин Г.И., Филиппов Ю.Ф.** Новые данные по стратиграфии палеозоя крайнего юго-востока Западно-Сибирской плиты (по материалам глубокого бурения на Вездеходной площади, Томская область) // Геология и геофизика, 2000, т. 41 (7), с. 943—951.

**Елкин Е.А., Каштанов В.А., Конторович А.Э., Коровников И.В., Кринин В.А., Лучинина В.А., Сараев С.В., Тищенко В.М., Филиппов Ю.Ф., Хоменко А.В.** Схема стратиграфии кембрийских отложений приенисейской части Западной Сибири // Геология и геофизика, 2001, т. 42 (7), с. 1015—1027.

**Каштанов В.А., Филиппов Ю.Ф.** Геологическая интерпретация материалов сейсмопрофилирования МОГТ лево- и правобережья Енисея и перспективы нефтегазоносности докембрийских и палеозойских отложений. Новосибирск, 1994, 28 с. (Препринт / ОИГГМ СО РАН; № 3).

**Каштанов В.А., Варламов В.И., Данилова В.П., Дашкевич Н.Н., Ефимов А.С., Ильина В.И., Костырева Е.А., Меленевский В.Н., Пак К.Л., Филиппов Ю.Ф., Чунихина Л.Д.** Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности палеозойских отложений левобережья р. Енисей (Тыйская параметрическая скважина). Новосибирск, Изд-во СО РАН, 1995, 52 с.

**Келлер Б.М., Розанов А.Ю.** Стратиграфия верхнедокембрийских и кембрийских отложений запада Восточно-Европейской платформы. М., Наука, 1979, 236 с.

**Конторович А.Э., Савицкий В.Е.** К палеогеографии Сибирской платформы в раннюю и среднюю кембрийские эпохи // Труды СНИИГГиМСа, Серия литология и палеогеография. Новосибирск, 1970, В. 106, с. 95—106.

**Конторович А.Э., Евтушенко В.М., Ивлев Н.Ф., Ларичев А.И.** Закономерности накопления органического вещества на территории Сибирской платформы в докембрии и кембрии // Литология и геохимия нефтегазоносных толщ Сибирской платформы. М., Наука, 1981, с. 19—42.

**Конторович А.Э., Сараев С.В., Казанский А.Ю., Каштанов В.А., Конторович В.А., Пономарчук В.А., Тищенко В.М., Филиппов Ю.Ф.** Новый терригенно-вулканогенный разрез кембрия и положение западной границы Сибирской платформы (по материалам параметрического бурения на Вездеходной площади, Томская область) // Геология и геофизика, 1999, т. 40 (7), с. 1022—1031.

**Конторович А.Э., Конторович В.А., Филиппов Ю.Ф., Бурштейн Л.М., Каштанов В.А., Хоменко А.В.** Предьенисейская нефтегазоносная субпровинция — новый перспективный объект поисков нефти и газа в Сибири // Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса (от океана к континенту): Материалы научного совещания. Иркутск, ИЗК СО РАН, 2003, с. 123—127.

**Конторович А.Э., Конторович В.А., Филиппов Ю.Ф., Беляев С.Ю., Бурштейн Л.М., Вальчак В.И., Евграфов А.А., Ефимов А.С., Каштанов В.А., Конторович А.А., Петров В.Н., Хоменко А.В.** Предъенисейская нефтегазоносная провинция — новый перспективный объект поисков нефти и газа в Сибири // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений, 2006, № 5—6, с. 9—23.

**Конторович А.Э., Варламов А.И., Емешев В.Г., Ефимов А.С., Клец А.Г., Комаров А.В., Конторович В.А., Коровников И.В., Сараев С.В., Филиппов Ю.Ф., Варакина И.В., Глинских В.Н., Лучинина В.А., Новожилова Н.В., Пегель Т.В., Сенников Н.В., Тимохин А.В.** Новый тип разреза кембрия в восточной части Западно-Сибирской плиты (по результатам бурения параметрической скважины Восток-1) // Геология и геофизика, 2008, т. 49 (11), с. 1119—1128.

**Постановления** Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. Вып. 26. СПб., Изд-во ВСЕГЕИ, 1992, 68 с.

**Пятилетов В.Г.** Водоросли юдомия (венда) запада Сибирской платформы // Докл. АН СССР, 1985, т. 281 (4), с. 934—936.

**Розанов А.Ю.** Плятисолениды // Палеонтология верхнекембрийских и кембрийских отложений Восточно-Европейской платформы. М., Наука, 1979, с. 83—87.

**Сараев С.В., Хоменко А.В., Батурина Т.П., Карлова Г.А., Кринин В.А.** Венд и кембрий юго-востока Западной Сибири: стратиграфия, седиментология, палеогеография // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений, 2004, № 1, с. 7—18.

**Терлеев А.А., Лучинина В.А., Сосновская О.В., Багмет Г.Н.** Известковые водоросли и нижняя граница кембрия в западной части Алтае-Саянской складчатой области // Геология и геофизика, 2004, т. 45 (4), с. 485—491.

**Филиппов Ю.Ф.** Геология и перспективы нефтегазоносности домезозойских отложений левобережья р. Енисей (Кеть-Елогуйское междуречье): Автореф. дис. ... к.г.-м.н. Новосибирск, Институт геологии нефти и газа СО РАН, 2001, 24 с.

**Хоментовский В.В., Карлова Г.А.** Основание томмотского яруса — нижняя граница кембрия Сибири // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2005, т. 13, № 1, с. 26—40

**Amthor J.E., Grotzinger J.P., Schroder S., Bowring S.A., Ramezani J., Martin M.W., Matter A.** Extinction of Cloudina and Namacalathus at the Precambrian-Cambrian boundary in Oman // Geology, 2003, v. 31, p. 431—434.

**Corsetti F.A., Grotzinger J.P.** Origin and significance of tube structures in Neoproterozoic post-glacial cap carbonates: example from Noonday Dolomite, Death Valley, United States // Palaios, 2005, v. 20, p. 348—362.

**Grant S.W.F.** Shell structure and distribution of Cloudina, a potential index fossil for the terminal Proterozoic // Amer. J. Sci., 1990, v. 290A, p. 261—294.

**Grotzinger J.P., Watters W.A., Knoll A.H.** Calcified metazoans in thrombolite-stromatolite reefs in the terminal Proterozoic Nama Group, Namibia // Paleobiology, 2000, v. 26, p. 334—359.

**Hofmann H.J., Mountjoy E.W.** Namacalathus-Cloudina assemblage in Neoproterozoic Miette Group (Byng Formation), British Columbia: Canada's oldest shelly fossils // Geology, 2001, v. 29, p. 1091—1094.

**Hua H., Chen Z., Yuan X., Zhang L., Xiao S.** Skeletogenesis and asexual reproduction in the earliest biomineralizing animal Cloudina // Geology, 2005, v. 33, p. 277—280.

**McIlroy D., Green O.R., Brasier M.D.** Palaeobiology and evolution of the earliest agglutinated Foraminifera: Platysolenites, Spirosolenites and related forms // Lethaia, 2001, v. 34, p. 13—29.

**Riding R., Voronova L.** Assemblages of calcareous algae near the Precambrian/Cambrian boundary in Siberia and Mongolia // Geol. Mag., 1984, v. 121, p. 205—210.

**Streng M., Babcock L.E., Hollingsworth J.S.** Agglutinated protists from the Lower Cambrian of Nevada // J. Paleontol., 2005, v. 79, p. 1214—1218.

**Vidal G., Palacios T., Moczydlowska M., Gubanov A.** Age constraints from small shelly fossils on the early Cambrian terminal Cadomian Phase of Iberia // GFF, 1999, v. 121, 137—143.

*Рекомендована к печати 16 июня 2008 г.  
А.В. Каныгин*

*Поступила в редакцию  
25 апреля 2008 г.*