

ЦИКЛОМЕТРИЧЕСКАЯ СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ШКАЛА ВЕНДА И КЕМБРИЯ ЮЖНОЙ И ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТЕЙ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Н.В. Мельников

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

Общая стратиграфическая шкала венда до сих пор схематична. В последние десятилетия в большинстве публикаций датировки начала венда меняются в диапазоне от 600 до 630—640 млн лет. Шкала кембрия разработана более детально. Определены возрасты границ отделов и ряда ярусов.

Недостаточность стратиграфического расчленения стандартными методами компенсирована изучением цикличности венд-кембрийской части разреза чехла платформы. Последовательность чередования терригенных, карбонатных и соленосных толщ позволяет выполнять стратификацию разреза с выделением этапов седиментации (горизонтов) и разделяющих их перерывов, познать иерархию этих процессов в вендском периоде.

Цикличность геологических процессов, периодичность их повторения рассматриваются как результат колебательных движений земной коры, которые повторяются в одинаковые промежутки времени. Ранги колебательных движений определяются путем анализа строения цикличности седиментационных толщ с выделением регоциклитов, региональных перерывов, некса- и галциклитов. Каждое долгопериодическое колебательное движение начинается с регоциклита, а завершается региональным перерывом в вендской части. В кембрийской части установлен один предмайский региональный перерыв в окончании раннекембрийского долгопериодического колебательного движения. В кембрийском разрезе низы регоциклитов составлены подсвитами, свитами карбонатов, верхи — чередованием пластов соли со слоями карбонатов.

Венд, кембрий, колебательные движения, циклометрическая шкала, нексаоциклиты, регоциклиты, региональные перерывы

THE VENDIAN–CAMBRIAN CYCLOMETRIC STRATIGRAPHIC SCALE FOR THE SOUTHERN AND CENTRAL SIBERIAN PLATFORM

N.V. Mel'nikov

The general Vendian stratigraphic scale of Siberia, with the uncertain age of the Vendian base ranging from 600 to 630–640 Ma in most of recent publications, remains worse constrained than the Cambrian scale, in which the boundaries of epochs and stages have been well defined. However, the imperfect classical stratigraphic division has been compensated by data on the cyclicity of the Vendian–Cambrian sedimentary section. The Vendian stratigraphy of the Siberian Platform and the related deposition history with cycles of sedimentation and gaps, as well as the hierarchy of sedimentation processes, can be inferred from the succession of alternating clastic, carbonate, and salt units. The cyclicity of geologic processes and their recurrence are attributed to periodic oscillatory motions of the crust. The ranks of these motions correlate with the cyclicity of sedimentary strata, including regocyclites, nexocyclites, and halocyclites separated by gaps. Each Vendian long-period oscillatory motion begins with a regocyclite and ends with a regional-scale gap. The Cambrian section includes one pre-Mayan regional gap at the end of the early Cambrian long-period cycle. Cambrian regocyclites are composed of carbonate subformations and formations in the lower part and alternating salt and carbonate beds in the upper part.

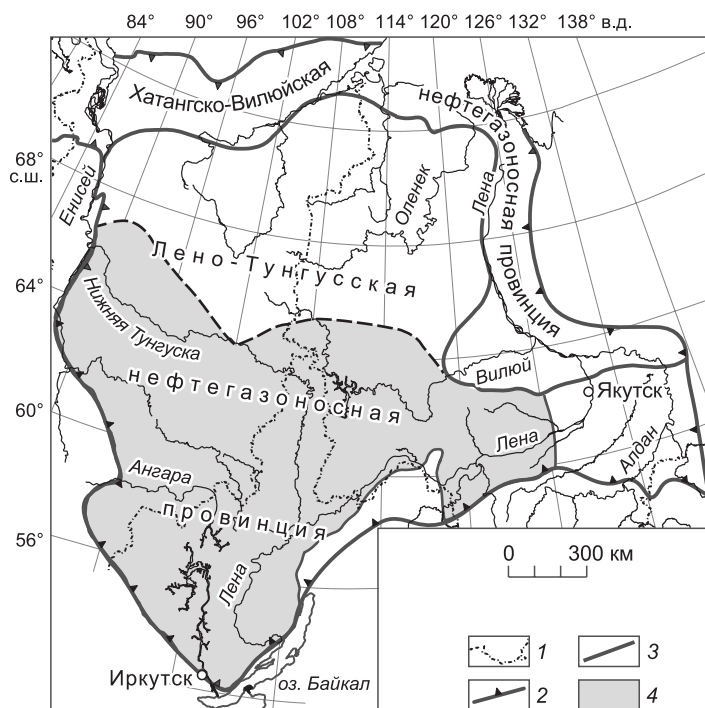
Vendian, Cambrian, oscillatory crust motion, cyclometric scale, nexocyclite, regocyclite, regional gap

ВВЕДЕНИЕ

Циклометрическая стратиграфическая шкала венда и кембрия составлена по центральным и южным частям Сибирской платформы. Это — территория венд-кембрийского соленосного бассейна (рис. 1). Строение вендских и кембрийских отложений изучено по керну и каротажу скважин. Разработаны стратиграфия венда и кембрия, нефтегазогеологическое районирование, выделены вендский и верхневендско-нижнекембрийский нефтегазоносные комплексы, изучен тектонический план, история

Рис. 1. Восточно-Сибирский соленосный бассейн и нефтегазоносные провинции Сибирской платформы.

Границы: 1 — административные, 2 — Сибирской платформы, 3 — нефтегазоносных провинций; 4 — соленосный бассейн.



формирования [Геологическое строение..., 1960; Цахновский, 1970; Геология..., 1981; Мельников, 2018]. Итоги стратиграфических работ по венду и кембрию соленосного бассейна были подведены в 1986 г. [Решения..., 1989]. В схеме венда 1986 г. выделены региональные стратиграфические подразделения — горизонты и подгоризонты по составу пород, наличию стратиграфических несогласий, амплитудных перерывов и циклическому строению. Горизонты и подгоризонты и разделяющие их перерывы отражают крупные циклы седиментации в вендском периоде. В кембрийской части соленосного бассейна перерывы в осадконакоплении редки. Здесь основные признаки цикличности — чередование карбонатных и крупных соленосных толщ. В бассейне диапазон отложения солей установлен от тирского горизонта среднего венда до майского яруса среднего кембрия. Это интервал 570—500 млн лет геологического времени. Нижележащий нижний венд бассейна составлен терригенными породами, вышележащий верхний кембрий — терригенными и карбонатными [Решения..., 1989]. Фиксируется четкая цикличность строения [Писарчик и др., 1975; Чечель и др., 1977; Мельников и др., 19786; Мельников, 1985].

Первое описание геологии венд-кембрийского бассейна было дано по южной части Сибирской платформы под названиями «Иркутский амфитеатр» [Геологическое строение..., 1960] и «Иркутский нефтегазоносный бассейн» [Самсонов, 1975]. В итоге создана основа современной стратиграфической схемы кембрия (мотская, усольская, бельская, булайская, ангарская, литвинцевская, верхоленская свиты). После открытия в Иркутской области Марковской нефтяной залежи в осинском горизонте усольской свиты начались масштабные геолого-разведочные работы на нефть и газ и в центральных районах Сибирской платформы. Обобщающей работой этого периода явилась книга «Геология нефти и газа Сибирской платформы» [Геология..., 1981]. С некоторым запозданием в 1986 г. были составлены стратиграфические схемы венда и кембрия [Решения..., 1989]. Созданная геологическая модель строения вендских и кембрийских образований до сих пор неизменно применяется при геолого-разведочных работах на нефть и газ в Лено-Тунгусской провинции Сибирской платформы, в этой модели происходит только детализация строения венд-кембрийского соленосного бассейна.

Основная часть разреза построена циклически. Это чередование терригенных тел, карбонатных и соленосных. Изучение и анализ цикличности позволили выполнять дробную стратификацию разреза, выделять циклически построенные пачки (зонциклиты), комплексы (регоциклиты), выделять длительные перерывы, разделяющие этапы осадконакопления (нексациклиты), и определять периоды и ранги колебательных движений [Мельников, 1981]. Эти работы публикуются начиная с 1975 г. Необходимость таких исследований обусловлена недостаточными результатами основных методов стратиграфии. Палеонтологические данные до сих пор не дают необходимую дробность стратиграфической схемы венда и верхнего кембрия. Цифры геохронологии начала венда и его отделов остаются дискуссионными, разница достигает 40 млн лет. Неоднозначны цифры возраста ряда ярусов кембрия, границы венда и кембрия.

Стратиграфические шкалы имеют различные датировки начала венда в диапазоне от 600 до 640—630 млн лет. МСК рекомендует принимать нижнюю границу венда на 600 ± 10 млн лет, верхнюю — 535 ± 1 млн лет [Дополнения..., 2000; Стратиграфический кодекс..., 2006]. М.А. Семихатов и его коллеги предлагали проводить подошву на рубеже 640 млн лет [Семихатов и др., 2015], данные Международной стратиграфической шкалы — эдиакарий начало 630 млн лет, выше — кембрий 542 млн лет. При этом использованы данные биостратиграфии, хемотратиграфии [Кочнев и др., 2018], хронометрии, геологические, радиометрические и криологические данные.

РЕГИОНАЛЬНЫЕ, МЕСТНЫЕ СТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ И РЕГОЦИКЛИТЫ

Ниже рассмотрены стратиграфические подразделения венда и кембрия.

Венд. Региональные, местные и вспомогательные стратиграфические подразделения венда рассмотрены по районам и зонам фациального районирования (рис. 2) [Мельников, 2009, 2018], а регоциклиты — по детальной стратиграфии венда [Мельников, 2020]. Ниже приведено тезисное изложение этих данных.

Разрезы венда расчленены на четыре горизонта — вилючанский [Шенфильд, 1991], непский, тирский и даниловский [Решения..., 1989], разделенные четырьмя региональными перерывами — предвилючанским, преднепским, предтирским и предданиловским (рис. 3).

В вилючанский горизонт вошли две свиты — бетинчинская нижняя и хоронохская верхняя, распространенные в Нюйской и Вилючанской зонах Предпатомского фациального района. Бетинчинская свита сложена кварц-полевошпатовыми песчаниками и алевролитами, залегающими на фундаменте или

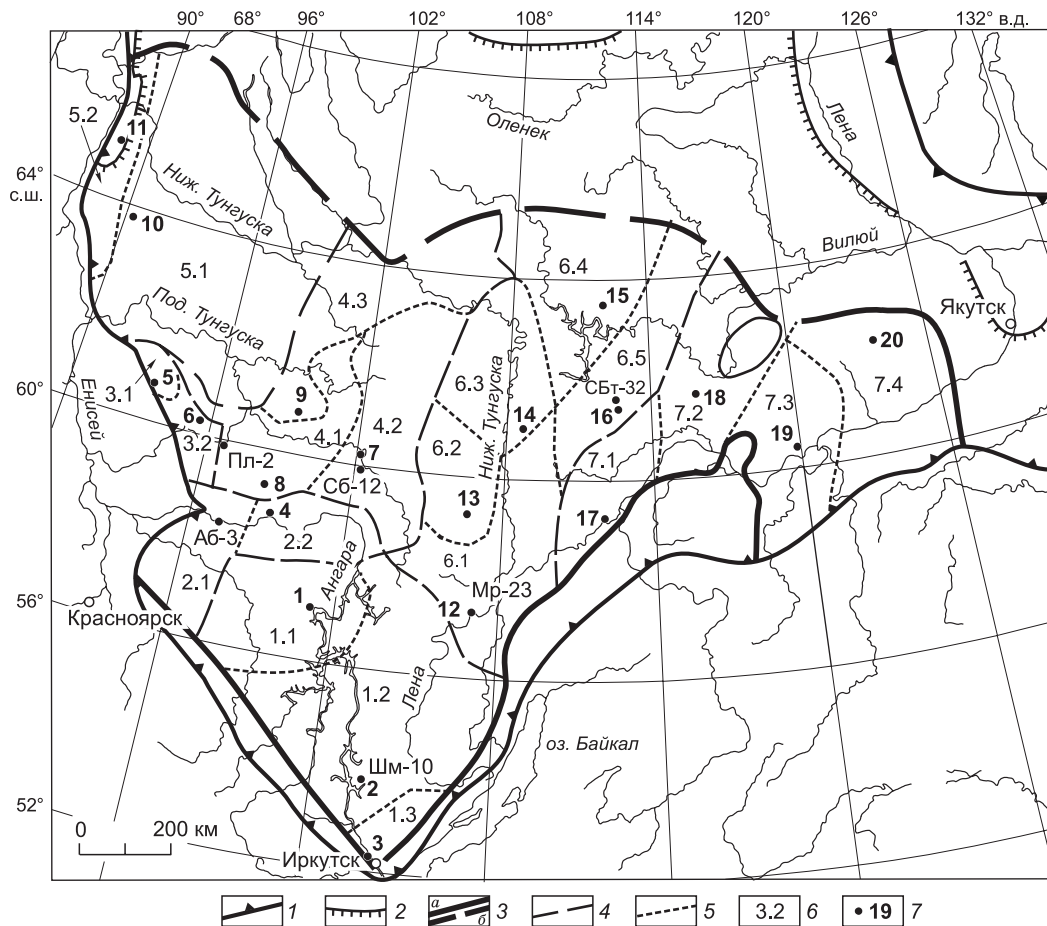


Рис. 2. Схема фациального районирования Сибирской платформы. Вендские отложения. Тунгусский регион.

Границы: 1 — Сибирской платформы, 2 — распространения вендских отложений, 3 — Тунгусского региона: установленные (а), условные (б), 4 — фациальных районов, 5 — фациальных зон; 6 — индексы фациальных районов; 7 — типовые скважины.

Скважины пачковых разбивок венда: Аб-3 — Абаканская, Мр-23 — Марковская, Пл-2 — Платоновская, Сб-12 — Собинская, СБт-32 — Среднеботубинская, Шм-10 — Шамановская.

Типовые скважины: 1 — Ковинская 1, 2 — Шамановская 10, 3 — Иркутская 1, 4 — Агалеевская 4, 5 — Оленчминская 152, 6 — Оморинская 7, 7 — Ванаварская 1, 8 — Кольмовская 139, 9 — Шушукская 1, 10 — Моктаконская 3, 11 — Сухотунгусская 3, 12 — Марковская 23, 13 — Усть-Икская 186, 14 — Давачинская 225, 15 — Батырская 1, 16 — Среднеботубинская 10, 17 — Паршинская 1, 18 — Верхневилючанская 602, 19 — Усть-Бирюкская 2, 20 — Синская 1.

Фациальные регионы, районы, зоны. 1. Ангаро-Ленский район: 1.1. Ковинская зона, 1.2. Ийско-Жигаловская зона, 1.3. Иркутская зона. 2. Нижнеангарский район: 2.1. Богучанская зона, 2.2. Агалеевская зона. 3. Предъенисейский район: 3.1. Оленчминская зона, 3.2. Оморинская зона. 4. Байкитско-Катангский район: 4.1. Тайгинская зона, 4.2. Собинская зона, 4.3. Кординская зона. 5. Турухано-Бахтинский район: 5.1. Бахтинская зона, 5.2. Туруханская зона. 6. Непско-Ботубинский район: 6.1. Приленско-Непская зона, 6.2. Гаженская зона, 6.3. Ергобоченская зона, 6.4. Сюгджерская зона, 6.5. Ботубинская зона. 7. Предпатомский район: 7.1. Нюйская зона, 7.2. Вилючанская зона, 7.3. Березовская зона, 7.4. Синская зона.

| Горизонт | Пачка | Регоциклит | Нижнеангарский район | | Байkitско-Катангский район | | | | Ангаро-Ленский район | | Непско-Ботуобинский район | | | | Пачка | | | | | | |
|-------------|-------|---------------------|---------------------------|-----------|----------------------------|---------------------|---------------------------|-------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------|----------------------------|---------------------|------------|-------------------------|---------------------|-----------|-------------------------|---------------------|----|
| | | | Имбинско-Абаканская зона | | Тайгинская зона | | Собинская зона | | Ийско-Жигаловская зона | | Приленско-Непская зона | | Ботуобинская зона | | | | | | | | |
| | | | Абаканская скв. 3 | | Платоновская скв. 2 | | Собинская скв. 12 | | Шамановская скв. 10 | | Марковская скв. 23 | | Среднеботуобинская скв. 32 | | | | | | | | |
| | | Свита | Глубина, толщина пачек, м | Свита | Глубина, толщина пачек, м | Свита | Глубина, толщина пачек, м | Свита | Глубина, толщина пачек, м | Свита | Глубина, толщина пачек, м | Свита | Глубина, толщина пачек, м | | | | | | | | |
| Даниловский | 2 | Нижнеангарский | Свита | 2820-2845 | 25 | Катангская | 2400-2420 | 20 | Катангская | 2405-2423 | 18 | Катангская | 2478-2497 | 19 | Катангская | 2482-2500 | 18 | Услунская | 1790-1805 | 15 | 2 |
| | | | | 2845-2874 | 29 | | 2420-2442 | 22 | | 2423-2434 | 11 | | 2497-2510 | 13 | | 2500-2505 | 5 | | 1805-1810 | 5 | |
| | | | | 2874-2892 | 18 | | Предданиловский перерыв | | | Предданиловский перерыв | | | Предданиловский перерыв | | | Предданиловский перерыв | | | Предданиловский перерыв | | |
| | | | | 2892-2929 | 37 | | 2442-2448 | 6 | | 2434-2442 | 8 | | Предданиловский перерыв | | | Предданиловский перерыв | | | Предданиловский перерыв | | |
| | | | | 2929-2955 | 20 | | 2448-2497 | 49 | | 2442-2457 | 15 | | Предданиловский перерыв | | | Предданиловский перерыв | | | Предданиловский перерыв | | |
| | | | | 2955-2967 | 12 | | 2497-2506 | 9 | | 2457-2464 | 7 | | Предданиловский перерыв | | | Предданиловский перерыв | | | Предданиловский перерыв | | |
| | | | | 2967-2998 | 31 | | 2506-2530 | 24 | | 2464-2490 | 26 | | Предданиловский перерыв | | | Предданиловский перерыв | | | Предданиловский перерыв | | |
| | | | | 2998-3012 | 14 | | 2530-2542 | 12 | | 2490-2504 | 14 | | Предданиловский перерыв | | | Предданиловский перерыв | | | Предданиловский перерыв | | |
| | | | | 3012-3029 | 17 | | 2542-2548 | 6 | | 2504-2523 | 19 | | Предданиловский перерыв | | | Предданиловский перерыв | | | Предданиловский перерыв | | |
| | | | | 3029-3052 | 23 | | 2548-2564 | 16 | | 2523-2533 | 10 | | Предданиловский перерыв | | | Предданиловский перерыв | | | Предданиловский перерыв | | |
| Тирский | 8 | Верхнетирский | Свита | 3052-3071 | 19 | Оскобинская | Предтирский перерыв | | Оскобинская | 2533-2540 | 7 | Чорская верхняя | Предтирский перерыв | | Тирская | Предтирский перерыв | | Бюкская | Предтирский перерыв | | 10 |
| | | | | 3071-3098 | 27 | | Предтирский перерыв | | | 2540-2546 | 6 | | Предтирский перерыв | | | Предтирский перерыв | | | Предтирский перерыв | | |
| | | | | 3098-3134 | 36 | | Предтирский перерыв | | | Предтирский перерыв | | | Предтирский перерыв | | | Предтирский перерыв | | | Предтирский перерыв | | |
| | | | | 3134-3142 | 8 | | Предтирский перерыв | | | 2546-2570 | 24 | | Предтирский перерыв | | | Предтирский перерыв | | | Предтирский перерыв | | |
| | | | | 3142-3154 | 12 | | Предтирский перерыв | | | 2570-2581 | 11 | | Предтирский перерыв | | | Предтирский перерыв | | | Предтирский перерыв | | |
| | | | | 3154-3169 | 15 | | Предтирский перерыв | | | 2581-2602 | 21 | | Предтирский перерыв | | | Предтирский перерыв | | | Предтирский перерыв | | |
| | | | | 3169-3190 | 21 | | Предтирский перерыв | | | 2602-2620 | 18 | | Предтирский перерыв | | | Предтирский перерыв | | | Предтирский перерыв | | |
| | | | | 3190-3215 | 25 | | Предтирский перерыв | | | 2620-2642 | 22 | | Предтирский перерыв | | | Предтирский перерыв | | | Предтирский перерыв | | |
| | | | | 3215-3229 | 14 | | Предтирский перерыв | | | Предтирский перерыв | | | Предтирский перерыв | | | Предтирский перерыв | | | Предтирский перерыв | | |
| | | | | Непский | 10 | | Верхнепетровский | Свита | | 3215-3229 | 14 | | Ванаварская | Преднепский перерыв | | Ванаварская | Преднепский перерыв | | Тытинская | Преднепский перерыв | |
| 3190-3215 | 25 | Преднепский перерыв | | | | Преднепский перерыв | | | Преднепский перерыв | | Преднепский перерыв | | | Преднепский перерыв | | | | | | | |
| 3169-3190 | 21 | Преднепский перерыв | | | | Преднепский перерыв | | | Преднепский перерыв | | Преднепский перерыв | | | Преднепский перерыв | | | | | | | |
| 3154-3169 | 15 | Преднепский перерыв | | | | Преднепский перерыв | | | Преднепский перерыв | | Преднепский перерыв | | | Преднепский перерыв | | | | | | | |
| 3142-3154 | 12 | Преднепский перерыв | | | | Преднепский перерыв | | | Преднепский перерыв | | Преднепский перерыв | | | Преднепский перерыв | | | | | | | |
| 3134-3142 | 8 | Преднепский перерыв | | | | Преднепский перерыв | | | Преднепский перерыв | | Преднепский перерыв | | | Преднепский перерыв | | | | | | | |
| 3098-3134 | 36 | Преднепский перерыв | | | | Преднепский перерыв | | | Преднепский перерыв | | Преднепский перерыв | | | Преднепский перерыв | | | | | | | |
| 3071-3098 | 27 | Преднепский перерыв | | | | Преднепский перерыв | | | Преднепский перерыв | | Преднепский перерыв | | | Преднепский перерыв | | | | | | | |
| 3052-3071 | 19 | Преднепский перерыв | | | | Преднепский перерыв | | | Преднепский перерыв | | Преднепский перерыв | | | Преднепский перерыв | | | | | | | |
| 2820-2845 | 25 | Преднепский перерыв | | | | Преднепский перерыв | | | Преднепский перерыв | | Преднепский перерыв | | | Преднепский перерыв | | | | | | | |



Рис. 3. Типовые пачковые разрезы венда в фациальных зонах основных районов Тунгусского региона Сибирской платформы.

Преобладающие формации: 1 — аргиллитовая, 2 — алевролитопесчаниковая, 3 — карбонатно-глинистая, 4 — доломитовая, 5 — сульфатно-доломитовая, 6 — перерывы.

доломитах рифея. Хоронохская свита сложена кварцевыми песчаниками и гравелитами. Бетинчинская и хоронохская свиты выделены в одноименные регоциклиты. В схеме 2018 г. [Мельников, 2018] они объединены в один регоциклит. Наличие перерыва между свитами зафиксировано в Вилючанской зоне. Кварцевый состав песчаников позволяет заключить, что перед их отложением было длительное выветривание пород на источниках сноса.

Южнее Нюйской зоны на восточной окраине Приленско-Непской зоны Непско-Ботуобинского района кварцевые песчаники выявлены в нижнеминьской подсвите венда, залегающей на байкальской серии. На юге Ангаро-Ленского района в Иркутской зоне распространена хужирская свита кварцевых песчаников и гравелитов. Хужирская свита перекрыта космической свитой непского + тирского горизонтов венда и залегает на олхинской свите, относимой к байкальской серии. Эти территориально разобщенные участки кварцевых песчаников, вероятно, одновозрастны хоронохской свите и относятся к венду.

В предлагаемой стратиграфической циклометрической шкале за основу квазиизохронности подошвы венда принято распространение свит, сложенных кварцевыми песчаниками. Формирование кварцевых песчаников обусловлено длительностью и интенсивностью процессов дезинтеграции и выветривания, когда от горной породы сохраняется только кварц. Кварцевые песчаники обычно формируют надперерывные базальные слои, свиты в седиментационных толщах [Казаринов, 1953; Геологическое строение..., 1960]. Поэтому хоронохский регоциклит выделен в основании вендского неосоциклита, а бетинчинский регоциклит составляет верхи байкалия. Между регоциклитами — длительный предвендский перерыв (рис. 4, 5).

Породы вилючанского горизонта, возможно, распространены в других районах Сибирской платформы — в Богучанской зоне Нижнеангарского района, в Оленчиминской зоне Предьенисейского района, Ковинской зоне Ангаро-Ленского района, где в Кутурминской скв. № 156 вскрыто на забое 140 м песчаников под чорской свитой непского горизонта.

| Общая стратиграфическая шкала [Стратиграфический кодекс..., 2006] | | | Региональная стратиграфическая шкала [Решения..., 1989] | | Циклометрические стратиграфические шкалы, по Н.В. Мельникову | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------------|-------------------|--|----------------------|---|-------------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------------|-------------|-------------------|--------------------|-------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----|--------------------|-------------------------------------|---------------------------------|---------|----------------|--------------------|--------------------|---------------|-----|-----------------------|
| Система | Отдел | Ярус | Начало, млн лет | Горизонт | Подгоризонт | [Мельников, 2009] | | [Мельников, 2018] | | [Мельников, 2020] | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | Регоциклит | Начало, млн лет | Регоциклит | Начало, млн лет | Колебательные движения | Регоциклит | Перерыв | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ордовик | Верхний | Майский | 490±2 | Раннемайский перерыв | Литвинцевский | Литвинцевский | 515 | 515 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 500 | | | | | | | | | Устьмундуйский | 490 | Устьмундуйский | 490 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | Устьпеляд-кинский | 495 | Устьпеляд-кинский | 495 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | Летнинский | 500 | Летнинский | 500 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | 505 | 505 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | 510 | 510 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Кембрий | | | | | | | | | Средний | Амгинский | 509 | Зеледеевский | Литвинцевский | Литвинцевский | 515 | 515 | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | Тойонский | | | | | | | | | Наманский | Булайско-ангарский | Булайско-ангарский | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Чарский | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | Ботомский | | | | | | | | | Олекминский | Бельский | Бельский | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | (526) Урицкий | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | Атдабанский | Толбачанский | Усольский | Усольский | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | Эльгянский | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | (529) Усольский | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | Томмотский | 535±1 | Верхний | Даниловский | Усольский | Усольский | 530 | 530 | Позднеданиловско-раннеусольское 535 | Верхнеданиловско-нижнеусольский | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | Верхний | Немакит-далдынский | | | | | | | | | 555 | Верхний | Тэтэрско-осинский | Тэтэрский | 535 | 535 | Среднеданиловское 540 |
| | | | Средний | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Нижний | Нижний | Катангский | Катангский | 545 | 545 | Раннеданиловское 550 | Нижнеданиловский | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Венд | Верхний | Перерыв | 570 | Перерыв | Предданиловский перерыв | Предданиловский перерыв | 555 | 555 | Позднетирское 560 | Верхнетирский | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | Тирский | Тирский | 565 | 565 | Раннетирское 570 | Нижнетирский | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | Верхнетирский | 555 | 555 | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | Внутритирский перерыв | 560 | 560 | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | Нижний | Перерыв | 570 | Перерыв | Предтирский перерыв | Предтирский перерыв | 570 | 570 | Поздне-непское 580 | Верхне-непский | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Непский | Верхний | Верхне-непский | 575 | 575 | Нижне-непский | | |
| | Нижний | Нижне-непский | 585 | 585 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | *Вилючанский | Хоронохская свита | Хоронохский | Преднепский перерыв | Преднепский перерыв | 595 | 595 | Вилючанское 600 | Вилючанский | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | Бетинчинская свита | | | | | | | | | | | Бетинчинский | 620 | 600 | | | | | |
| | Верхний рифей (каратавий) | Перерыв | 1030 | Перерыв | Предвилючанский перерыв | Предвилючанский перерыв | 645 | 630 | | Предвилючанский перерыв | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | Верхи рифея | Рифей | Олуниское 630 | ? | | | | | | | | | | | | | | |

Рис. 4. Стратиграфические шкалы венда и кембрия соленосного бассейна Сибирской платформы.

Звездочка — вилючанский горизонт, по [Шенфильд, 1991].

| Эра-тема | Общая стратиграфическая шкала | | | Региональная шкала горизонтов | Колебательные движения, млн лет | | Циклометрическая шкала | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|-------------------------------|----------------|---------------|-------------------------------|---|--------------------|------------------------|--|-----------------------|------------------|-----------------------|--------------------|------------------|---------------|--------------------------------|---------------|------------------|-------------------------|------------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|-------------|-----|---------------|---|---------------|-----------------|---------------|--------------|-----------------|-------------|
| | Система | Отдел | Ярус | | Планетарные | Эвстатические | | Галциклит | Нексоциклиты | Региональный | Региональные перерывы | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | Долгопериодические | Региональные | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Палеозой | Ордовик | O ₂ | Аренгский | 473 | Среднепозднекембрийско-раннеордовикское | 470 | Аренгское | Среднепозднекембрийско-нижеордовикский | Чуньский | Предбайкицкий | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Тремадокский | | | | | | | 490 | Тремадокское | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 500 | Верхний | Майский | | 510 | Позднекембрийское | | | Устьмундуйский | Майское | Устьпелядкинский | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | Средний | Амгинский | Майский | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 509 | Нижний | | | Тойонский | | | | 530 | | Раннекембрийское | Литвинцевское | Предмайский | Литвинцевский | Ангаро-булайский | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Ботомский | | | | 530 | Бельское | | | Ангаро-булайский | | Бельский | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Атдабанский | 529 | | | | | | Усольское | Среднепозднеусольское | | | | | | | | | Осинско-верхнеусольский | Юряхско-нижнеусольский | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Томмотский | | | 535±1 | | | | | | | | | | | Поздневендско-раннекембрийское | | Даниловское | | | Среднеданиловское | Раннеданиловское | Среднеданиловский | Нижнеданиловский | Нижнеданиловский | | | | | | | | | | |
| | | | | | | Верхний | 555 | | | | | Немакит-дапдынский | | | | | | | | | | | | | Даниловский | 550 | Позднетирское | Верхневендско-нижнепалеозойский (170 млн лет) | Верхнетирский | Предданиловский | Верхнетирский | | | |
| | Средний | Тирский | | | | | | Тирское | | | | | | | | | | | 570 | | | | | | | | | | | | | Раннетирское | Нижнетирский | Предтирский |
| | | | 600 | | | Нижний | | | | | Непский | | Вендское | Непское | | 590 | | | | | | | Ранне-непское | | | | | | | | | | | |
| | 610 | Вилучанский | | | | | | Хороносское | | 600 | | | | | | | | | Хороносское | | | | | | | | | | | | | Хоронохский | Предвилучанский | Хоронохский |
| | | | | | Байкальский | | | | Байкальское | | | | | | | | | 620 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 640 | Олхинское | | 640 | | | | Голоустинский | | Голоустинский | | | | | Байкальский | | Улунтуйский | | Предбайкальский | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Верхний рифей | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Рис. 5. Предлагаемая циклометрическая шкала низов палеозоя и эдиакария Сибирской платформы.

Горизонты нижнего кембрия: 1 — эльганский, 2 — толбачанский, 3 — урицкий, 4 — олекминский, 5 — чарский, 6 — наманский.

Непский горизонт повсеместно распространен в южной части Сибирской платформы. Горизонт разделен на два подгоризонта, сложенных терригенными породами. В нижнем подгоризонте больше песчаников, в верхнем — алевролитов и аргиллитов. Пласты песчаников часто содержат залежи нефти и газа в различных районах и зонах юга Сибирской платформы. Пласты имеют собственные названия. В Ангаро-Ленском районе — Боханский и Шамановский; в Нижнеангарском — Алешинские 1, 2 и 3; в Предьенисейском и Байкитско-Катангском — Ванаварские 1, 2, 3, 4, 5 и 6; в Непско-Ботуобинском — Марковский, Чонский 1, 2, Безымянный; в Предпатомском — Талахский и Хамакинский.

При выполнении детальной корреляции разрезов скважин непский горизонт был разделен на 8—10 пачек [Мельников, 2020], некоторые пачки — на слои. Такое расчленение позволило выявить перерывы в седиментации, дать длительному перерыву в средней части непского горизонта название «внутринепский», принять его за границу подгоризонтов и выделить два регоциклита — нижненепский (пачки 1—6 в непской и 1—3 в талахской свитах) и верхненепский (пачки 7—10 в непской, чорской, ванаварской свитах) (см. рис. 3). Детальная корреляция позволила понизить границу подгоризонтов в южной половине Непско-Ботуобинского фациального района на кровлю пласта Чн-2.

Распространение пачек обусловлено перерывами в осадконакоплениях. Установлены два длительных перерыва — преднепский—предтирский и предданиловский. Преднепский перерыв длился более 10—30 млн лет между байкальским и вендским этапами седиментации. Прекратился перерыв в начале позднего венда, когда повсеместно отложились пачки 7 и 8 верхненепского регоциклита [Мельников, 2015, 2018]. Последовательность исчезновения нижних пачек 1—6 позволяет заключить, что они покрывают рельеф, возникший ранее 640 млн лет до рубежа верхнего протерозоя и эдиакария (рис. 6). Следует добавить, что в Турухано-Бахтинском районе этот перерыв завершился в начале отложений пород даниловского горизонта (550 млн лет), он продолжал длиться непское и тирское время вендского периода [Мельников, 2018]. Размытом во время предвендского перерыва был сnivelирован рельеф, и из размытых пород рифея и фундамента сформировались терригенные пачки байкалия и непского горизонта венда.

Тирский горизонт распространен почти повсеместно по территории Сибирской платформы. Он отсутствует только в Гаженской зоне Непско-Ботуобинского района и в Турухано-Бахтинском районе. В Гаженской зоне эти отложения были размыты полностью или не отлагались, а в ряде участков также были размыты верхние пачки верхненепского подгоризонта во время предданиловского регионального перерыва. В Турухано-Бахтинском районе в тирское время находилась обширная суша, которая существовала здесь с байкалия до начала даниловского века.

Состав тирского горизонта меняется по территории платформы. В Ангаро-Ленском районе горизонт составлен терригенными породами. В основании горизонта (верхнечорская подсвита) находится Парфеновский газоносный пласт песчаников. Севернее разрез горизонта представлен чередованием терригенных и карбонатных пород. Карбонаты последовательно замещают терригенные слои. В Нижнеангарском районе газоносны слои песчаников чистяковские 1, 2, 3. В Приленско-Непской зоне юга Ботуобинского района — Верхнетирский пласт газоносных песчаников. Далее на север в разрезе преобладают сульфатные доломиты с единичными слоями газо- и нефтеносных песчаников. В северном направлении сульфатность разреза нарастает, в основании горизонта находится пачка доломитоангидритов и ангидритодоломитов. На северо-востоке в низах горизонта выявлены торсальская пачка каменной соли, а в основании — телгеспитская пачка доломитов. Так произошло зарождение венд-кембрийского соленосного бассейна Сибирской платформы, которое продолжилось в позднем венде, раннем и среднем кембрии. Пачка нефтегазоносных песчаников в основании тирского горизонта остается только в Ботуобинской зоне Непско-Ботуобинского района (ботуобинская подсвита), в Вилючанской (харыстанская свита) и Березовской (сералахская свита) зонах.

Ниже тирского горизонта прослежен предтирский региональный перерыв (под парфеновскими и ботуобинскими песчаниками, под нижней пачкой чистяковской — оскобинской свит, под тирской, бюксской свитами [Мельников, 2018]). В средней части оскобинской и тирской свит в отдельных участках Байкитско-Катангского и Непско-Ботуобинского районов также фиксируется перерыв менее значительного масштаба. Наличие перерывов позволяет выделить в тирском горизонте нижнетирский и верхнетирский регоциклиты.

Предтирский перерыв произошел на рубеже 570 млн лет длительностью 2—10 млн лет. В районах с большей длительностью он привел к размытию пачек 9 и 10 верхненепского подгоризонта. Краткая длительность предтирского перерыва выявлена в Нижнеангарском районе, в Собинской зоне Байкитско-Катангского района, Сюгджерской зоне Непско-Ботуобинского района и в Предпатомском районе.

Во время позднетирского колебательного движения начался почти повсеместно длительный предданиловский перерыв, который закончился на разных временах формирования слоев ильбокичской пачки — нижней пачки нижнеданиловского подгоризонта. В Турухано-Байкитском фациальном районе

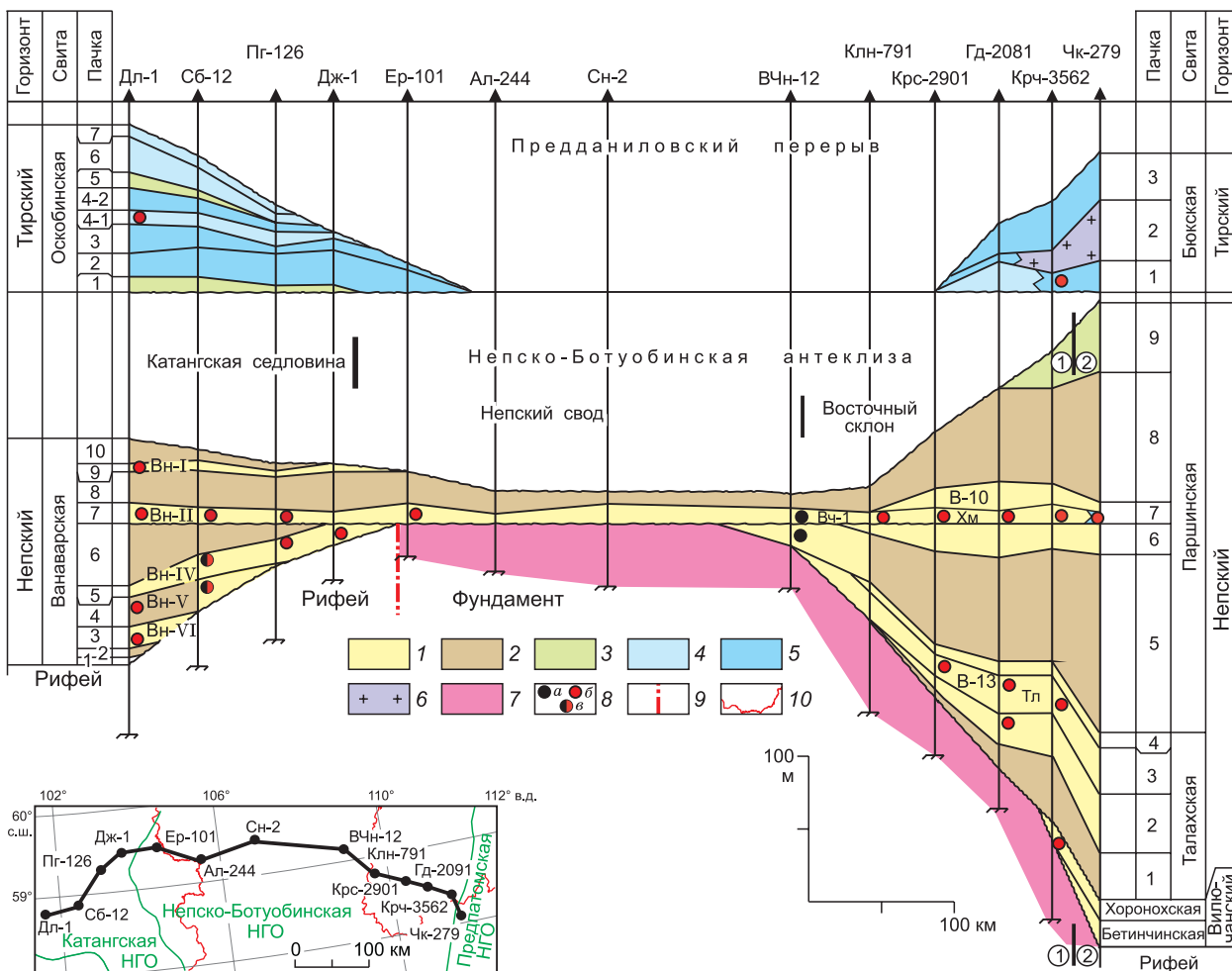


Рис. 6. Геоморфологическое поднятие в вендском нефтегазоносном комплексе. Разрез через Катангскую седловину и Непско-Ботуобинскую антеклизу. Непский, тирский горизонты венда.

1 — песчаник; 2 — аргиллит; 3 — глинистый доломит; 4 — доломит; 5 — сульфатный доломит; 6 — соль; 7 — фундамент; 8 — проявления: газа (а), нефти (б), газа и нефти (в); 9 — разлом; 10 — административные границы на схеме. Продуктивные пласты: Вн — ванаварские, Вч — верхнечонский, Хм — хамакинский, Тл — талахский, В-10, В-13 — региональное название [Геология..., 1981]. Цифры в кружках: 1 — Восточный склон, 2 — Предпатоумский прогиб. На врезке — схема расположения профиля.

венда Предданиловский перерыв завершался перед формированием следующей преобразенной пачки этого подгоризонта. Ильбокичская пачка отсутствует, район оставался обширной низкой сушей.

Во время Предданиловского перерыва на Байкитской и Непско-Ботуобинской антеклизax произошел полный или частичный размыв отложений верхнетирского регоциклита, на Камовском своде Байкитской антеклизы и на Непском своде Непско-Ботуобинской антеклизы полный размыв тирского и частичный непского горизонтов (см. рис. 6). Такая же интенсивность и длительность установлена у преднепского перерыва, что позволяет выделить формирование непского и тирского горизонтов в одно долгопериодическое колебательное движение длительностью 40 млн лет и назвать его «вендским», а породы этих горизонтов выделить в вендский неосоциклит.

Даниловский горизонт повсеместно распространен в венд-кембрийском соленосном бассейне. Горизонт разделен на три подгоризонта: нижний, сложенный в основном глинистыми доломитами, средний — сульфатными доломитами и верхний (юряхский) — доломитами. Подгоризонты разобщены зональными перерывами в осадконакоплении, в течение которых были размывы несколько верхних слоев нижележащих пород. В низах нижнеданиловского подгоризонта находится преобразенная пачка доломитов, в основании среднеданиловского подгоризонта — пачка сульфатных доломитов. В верхних частях нижнеданиловского и среднеданиловского подгоризонтов в Агалеевской зоне Нижнеангарского района и Ковинской зоне Ангаро-Ленского района распространены пласты каменной соли толщиной до

9 м, чередующиеся с пластами глинистых доломитов. Верхнеданиловский подгоризонт доломитов перекрыт нижеусольской подсвитой, сложенной пластами солей и доломитов. Эти особенности позволили выделить три регоциклита — нижнеданиловский, среднеданиловский и юряхско-нижеусольский.

Преображенская пачка доломитового состава низов нижнеданиловского регоциклита нефтегазонасна в Приленско-Непской и Ербогаченской зонах Непско-Ботубинского района. Притоки газов из доломитов среднеданиловского регоциклита получены в Тайгинской зоне Байкитско-Катангского района. В юряхско-нижеусольском регоциклите распространены три газонасных пласта доломитов в Вилючанской зоне Предпатомского района (Ю - I, II, III), а в Приленско-Непской зоне Непско-Ботубинского района газонасные пласты УК-I и II в тэтэрской свите — возрастном аналоге юряхской.

Кембрий. В кембрийской системе пачкового расчленение разрезов проведено по свитам в нефтегазонасных областях южной и центральной частях Сибирской платформы [Геология..., 1981]. Обобщение пачек по всей территории отсутствует. Здесь мы ограничены анализом и корреляцией свит, составлены корреляционные профили, по которым выделены пачки под своими номерами. В усольской свите выделены три пачки в нижней подсвите и пять в верхней, в бельской свите семь пачек, в ангарской — шесть и литвинцевской — три пачки. Но границы усольской и бельской свит диахронны, скольжение составляет величину до двух пачек [Геология..., 1981]. Ограничение распространения пластов и пачек соли в других свитах и переходы к бессолевым разрезам, смены литологического состава усложняют создание сквозной нумерации пачек для всей территории. Поэтому в кембрийской части предлагаемой стратиграфической схемы даны названия регоциклитов, принятые для территории венд-кембрийского соленосного бассейна, охватывающей южные и центральные части Сибирской платформы (см. рис. 4).

Разрез кембрия составляют осинско-верхнеусольский, бельский, ангаро-булайский, литвинцевский регоциклиты в верхневендско-нижнекембрийском нексосиклите, майский, устьпелядкинский и устьмундуйский регоциклиты в среднекембрийско-нижеордовикском нексосиклите (см. рис. 5). На границе нексосиклитов выделены предмайский региональный перерыв, а на кровле среднекембрийско-нижеордовикского нексосиклита — прибайкитский региональный перерыв в основании среднего ордовика.

В кембрийском периоде установлен один длительный региональный предмайский перерыв. Во время перерыва были размыты полностью или частично отложения литвинцевской свиты, а в Богучанской зоне Нижнеангарского района дополнительно до трех верхних пачек ангарской свиты [Мельников, 2018]. Зональные малоамплитудные перерывы в кембрии установлены в кровлях верхнеусольской подсвиты и ангарской свиты в Байкитско-Катангском и Непско-Ботубинских районах.

ЦИКЛИЧНОСТЬ ВЕНДСКИХ И КЕМБРИЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ

Изучение цикличности строения вендских и в основном кембрийских частей осадочного чехла началось по южным территориям Сибирской платформы. В работах до 1980 г. циклиты в разрезе венда и кембрия выделялись под названиями ритмов, циклов разных порядков, мегациклитов, циклопачек, циклокомплексов [Писарчик, 1963; Цахновский, 1970; Жарков, Чечель, 1973; Писарчик и др., 1975; Келлер и др., 1977; Чечель и др., 1977; Мельников и др., 1978а; Дополнения..., 2000]. Применение методов циклостратиграфии [Мельников и др., 1978б; Мельников, 1981] позволило создать циклостратиграфическую схему венда и нижнего кембрия [Мельников, 1985], где были выделены циклокомплексы и полициклиты.

После выхода книги Ю.Н. Карогодина [1980] в геологию включено понятие циклит, а в зависимости от масштаба седиментационных циклов приняты термины «зонциклит», «регоциклит», «нексосиклит» и «галциклит» [Карогодина, 1990]. Содержание этих терминов для венд-кембрийского соленосного бассейна Сибирской платформы приведено в книгах Н.В. Мельникова [2009, 2018].

Цикличность геологических процессов, периодичность их повторения рассматриваются как отражение колебательных движений земной коры. Колебательные движения — это процессы, которые точно или приблизительно точно повторяются через одинаковые промежутки времени [Андронов и др., 1981]. Изучение цикличности осадочных пород показало, что одновременно могут происходить колебательные движения нескольких рангов длительности. Возникает их интерференция, которая приводит к изменениям длительности долгопериодических колебательных движений, но величины этих изменений составляют долю от длительности региональных колебательных движений, т. е. изменения малозначимы для циклометрической шкалы долгопериодических движений [Мельников, 1981, 2018].

Ранги колебательных движений, их интерференция определяются путем анализа породного выражения иерархий седиментационных циклов. Последовательность циклитов позволяет определить количество и ранги колебательных движений, их интерференцию и, главное, оценить изменения скорости погружения или подъема пород участков бассейна седиментации.

В циклометрической шкале Сибирской платформы есть один плюс — установлено число колебательных движений в вендском и кембрийском периодах. Это означает, что нам известно число отрезков

времени и число циклитов в этих периодах, но различные цифры начала вендского периода определяют длительность одного отрезка времени (время одного колебательного движения). Так, в Красноярском крае, где в составе венда нет отложений ниже непского горизонта, длительность времени долгопериодических колебательных движений принята равной 20 млн лет.

Первая циклометрическая шкала венда и кембрия Сибирской платформы составлена в 2009 г. [Мельников, 2009], когда были выделены регоциклиты, региональные перерывы и показано время начала (млн лет) каждого регоциклита и перерыва (см. рис. 4). Начало венда было дано в основании вилючанского горизонта (600 млн лет).

В циклометрической шкале 2009 г. в состав вендской системы включены вилючанский, непский, тирский и даниловский горизонты и их подгоризонты, преднепский и предданиловский перерывы. Разрез кембрия расчленен на ярусы и горизонты [Решения..., 1989]. Циклометрическая шкала включает регоциклиты, перерывы и цифры возраста их начал (см. рис. 4).

В дальнейшем был выделен нижний эдиакарий, а выше венд (начало венда 600 млн лет) [Гражданкин, Маслов, 2015]. Вышеприведенная циклометрическая шкала венда была уточнена в 2018 г. [Мельников, 2018]. Предвилючанский перерыв с началом 630 млн лет отнесен к рифею, вилючанский горизонт — к основанию венда (600 млн лет). В составе тирского горизонта венда выделены ниже- и верхнетирские регоциклиты и разделяющий их внутритирский перерыв. Детализированы цифры начала регоциклитов и разделяющих их перерывов (см. рис. 4).

Детальная (пачковая) корреляция и полученная циклометрическая стратиграфическая схема вендского нефтегазоносного комплекса по территории Красноярского края [Мельников, 2020] включает шкалу колебательных движений и шкалу регоциклитов + перерывов, в которой показаны изменения длительности регоциклитов и перерывов по шкале региональных колебательных движений. Длительность формирования каждого регоциклита меняется от 10 до 0 млн лет, перерывов — от 0 до 10 млн лет во время каждого регионального колебательного движения (см. рис. 4). В итоге для нефтегазоносных областей Красноярского края создана детальная стратиграфическая схема участков вендского НГК, где каждый участок отличается по набору пачек в регоциклитах и по длительности перерывов [Мельников, 2020].

Приведенные на рис. 4 циклометрические стратиграфические шкалы венда и кембрия отражают их последовательное совершенствование.

ЦИКЛОМЕТРИЧЕСКАЯ ШКАЛА ВЕНДА И КЕМБРИЯ СОЛЕННОГО БАССЕЙНА СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Приведенная в настоящей статье циклометрическая шкала низов палеозоя и эдиакария основана на анализе колебательных движений, которые прошли в этом этапе времени. В колебательных движениях этот этап охватывает время формирования одноименного галциклита. Время галциклита разделено на четыре планетарных колебательных движения, обусловивших образование нексосциклитов, шкалу долгопериодических эвстатических движений, приведших к формированию горизонтов венда и отделов кембрия и шкалу региональных колебательных движений, когда сформировались регоциклиты. Основные цифры геологического времени даны в шкале долгопериодических колебательных движений. Они приняты по региональным перерывам в венде и частично в кембрии (см. рис. 5).

Циклометрическая шкала составлена на основе общей стратиграфической шкалы и шкалы региональных горизонтов (см. рис. 5).

Раздел «Общая стратиграфическая шкала» взят из Стратиграфического кодекса 2006 г. и частично из дополнений к Стратиграфическому кодексу 2000 г., а по венду принято предложение по его месту в международной шкале [Гражданкин, Маслов, 2015], где венд составляет верхний отдел эдиакарской системы, возраст 600—540 млн лет. Под вендом выделен нижеэдиакарский отдел 640—600 млн лет. На Сибирской платформе близкий интервал выделен как байкальское подразделение докембрия и под этим названием до сих пор используется в ряде публикаций [Писарчик, 1963; Кочнев и др., 2007]. К байкалию отнесены голоустинская, улунгуйская и качергатская свиты, выделенные на юге прибайкальской части Ангаро-Ленской ступени. Поэтому в предлагаемой схеме для Сибирской платформы предлагается выделить эдиакарий с двумя системами — байкальской (нижней) и вендской (верхней) (см. рис. 5). Вендская система разделена на три отдела [Стратиграфический кодекс..., 2006]. Нижний отдел составлен вилючанским и непским горизонтами, средний тирским горизонтом, верхний — даниловским в региональной шкале. В региональной шкале приведены горизонты и подгоризонты в венде и нижнем—среднем кембрии. В циклометрической шкале впервые введены шкалы колебательных движений планетарных (нексосциклиты) и эвстатических. Последние разделены на долгопериодические и региональные (регоциклиты). Названия движений даны по стратиграфическим подразделениям. Для планетарных движений — по системам и отделам для долгопериодических эвстатических движений — по отделам

кембрия и горизонтам венда, для региональных эвстатических движений — по подгоризонтам венда и свитам кембрия.

Анализ цикличности венд-кембрийской части разреза установил число крупных планетарных колебательных движений (три движения). Определение длительности каждого движения зависит от длительности вендского плюс кембрийского периодов. Но нет однозначности в возрасте начала и конца вендского периода. Поэтому цифра длительности одного планетарного колебательного движения может меняться в зависимости от изменения времени начала и окончания вендского периода.

В предлагаемой циклометрической стратиграфической шкале венд-кембрийского галциклита соленосного бассейна Сибирской платформы геологическое время проставлено по шкале долгопериодических эвстатических колебательных движений (см. рис. 3). Применение численных значений начала (600 млн лет) и конца кембрийского (490 млн лет) периодов [Стратиграфический..., 2006] определило длительность каждого долгопериодического эвстатического движения, равной 20 млн лет, длительность регоциклита — 10 млн лет в венде и 5 млн лет в кембрии. Вендские долгопериодические движения названы по горизонтам венда [Дополнения..., 2000] — непское, тирское и даниловское, каждые длительностью 20 млн лет. В статье [Гражданкин, Маслов, 2015] в венде выделены ярусы — лапландинский (20 млн лет), беломорский и котлинский (по 10 млн лет). Предполагаемая длительность долгопериодических и региональных движений совпадает с таковой для ярусов венда в хроностратиграфической шкале [Гражданкин, Маслов, 2015]. Формирование венд-кембрийской части галциклита — 110 млн лет (см. рис. 5).

В региональных колебательных движениях вендского периода выделены отдельно время формирования регоциклитов и время перерывов. Региональным перерывам даны названия с приставкой «пред», так как они возникают и находятся на сменах долгопериодических колебательных движений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение цикличности строения вендских отложений подтвердило распространение одной и той же последовательности пачек в непском и тирском горизонтах на южных и центральных областях Сибирской платформы, охваченных нефтегазопроисловым бурением. В непском горизонте число пачек меняется на территории от 0 до 10. Основная причина — существование предвендского амплитудного рельефа, обусловившего последовательное прилегание нижних—средних и верхних пачек к породам фундамента или рифея [Мельников, 1981]. Дополнительная причина — размыв верхних пачек во время предтирского перерыва на крупных положительных структурах.

В тирском горизонте число пачек меняется от 0 до 7. Основная причина — рельеф, возникший во время последующего предданиловского перерыва на крупных положительных структурах, и размыв пачек.

Циклометрическая шкала не может быть использована для уточнения возраста и обоснования границы венда или кембрия. Задача, которую решает циклометрическая шкала, одна. Она дает ответ на вопрос, сколько колебательных движений, одной длительности каждый, составляют вендский и кембрийский периоды геологического времени? Эта задача позволяет использовать условное время начала венда 600 млн лет для расчленения венда на четыре отрезка времени, каждый отрезок длительностью 20 млн лет охватывает один горизонт венда (см. рис. 5).

Если принять конец рифея [Гражданкин и др., 2015], подошву фанерозоя, кровлю рифея и подошву венд-кембрийского галциклита на начале эдиакария (640 млн лет, см. рис. 5) и кровлю галциклита на кровле нижнего ордовика (так как тремадокский ярус ордовика сложен в основном доломитами, а аренигский ярус — карбонатами и песчаниками), то длительность галциклита составит 180 млн лет, число планетарных колебательных движений возрастает на байкальское в низах галактического движения. В этом варианте длительность каждого планетарного движения составит 50—40 млн лет, долгопериодического — 20 млн лет, регионального — 10 млн лет. В каждое планетарное колебательное движение сформирован один неосоциклит (байкальский, вендский, верхневендско-нижнекембрийский и средне-позднекембрийско-нижнеордовикский).

Вышесказанное еще раз подчеркивает возможность применения колебательных движений для выделения разновозрастных неосоциклитов, регоциклитов, этапов седиментации и разделяющих их длительных перерывов. Все это позволяет уточнить строение общих и региональных стратиграфических подразделений. Можно рассмотреть распределение фауны и флоры вендского периода по пачкам, а не по свитам.

Автор выражает благодарность рецензентам Д.В. Гражданкину и С.А. Моисееву за редакционные замечания, но не может согласиться с заменой термина «циклометрическая стратиграфическая шкала» на «циклометрическая шкала».

ЛИТЕРАТУРА

- Андронов А.А., Витт А.А., Хайкин С.Э.** Теория колебаний. М., Наука, 1981, 560 с.
- Геологическое строение и нефтегазоносность Иркутского амфитеатра** М., Недра, 1960, 336 с.
- Геология нефти и газа Сибирской платформы** / Под ред. А.Э. Конторовича, В.С. Суркова, А.А. Трофимука. М., Недра, 1981, 552 с.
- Гражданкин Д.В., Маслов А.В.** Место венда в Международной стратиграфической шкале // Геология и геофизика, 2015, т. 56 (4), с. 703—717.
- Дополнения к стратиграфическому кодексу России.** СПб., ВСЕГЕИ, 2000, 112 с. (МПР РФ).
- Жарков М.А.** Палеозойские соленосные формации мира. М., Недра, 1974, 392 с.
- Жарков М.А., Чечель Э.И.** Осадочные формации кембрия Ангаро-Ленского прогиба // Общая характеристика кембрийских отложений и карбонатная формация Ангаро-Ленского прогиба. Новосибирск, Наука, 1973, 240 с.
- Казаринов В.П.** Этажи нефтегазоносности в мезозойских осадках Сибири // Проблемы сибирской нефти. Новосибирск, Изд-во СО АН СССР, 1953, с. 46—57.
- Карогодин Ю.Н.** Седиментационная цикличность М., Недра, 1980, 242 с.
- Карогодин Ю.Н.** Введение в нефтяную литологию. Новосибирск, Наука, 1990, 240 с.
- Келлер Б.М., Кратц К.О., Митрофанов Ф.П., Семихатов М.А., Соколов Б.С., Соколов В.А., Шуркин К.А.** Достижения в разработке общей стратиграфической шкалы докембрия СССР // Изв. АН СССР. Сер. геол., 1977, № 11, с. 16—21.
- Кочнев Б.Б., Наговицин К.Е., Файзуллин М.Ш.** Байкалий и венд Нижнего Приангарья (юго-запад Сибирской платформы) // Геология и геофизика, 2007, т. 48 (11), с. 1201—1209.
- Кочнев Б.Б., Покровский К.Е., Кузнецов А.Б., Марусин В.В.** С- и Sr-изотопная хемотратиграфия отложений венда—нижнего кембрия центральных районов Сибирской платформы // Геология и геофизика, 2018, т. 59 (6), с. 731—755.
- Мельников Н.В.** Циклы седиментации в бассейновых условиях // Теоретические и методологические вопросы геологии нефти и газа. Новосибирск, Наука, 1981, с. 103—113.
- Мельников Н.В.** Циклостратиграфическая схема венда и нижнего кембрия юга Сибирской платформы // Региональная стратиграфия нефтегазоносных провинций Сибири. Новосибирск, СНИИГГиМС, 1985, с. 49—58.
- Мельников Н.В.** Венд-кембрийский соленосный бассейн Сибирской платформы (стратиграфия, история развития). Новосибирск, Изд-во СО РАН, 2009, 148 с.
- Мельников Н.В.** Геологическое строение венда западной части Юрубченского газонефтяного месторождения // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. Новосибирск, СНИИГГиМС, 2015, № 1 (21), с. 23—28.
- Мельников Н.В.** Венд-кембрийский соленосный бассейн Сибирской платформы (стратиграфия, история развития). Новосибирск, СНИИГГиМС, 2018, 177 с.
- Мельников Н.В.** Детальная стратиграфическая схема вендского нефтегазоносного комплекса Лено-Тунгусской провинции Сибирской платформы (Красноярский край). Новосибирск, СНИИГГиМС, 2020, 88 с.
- Мельников Н.В., Ефимов А.О., Килина Л.И., Сафронова И.Г., Шемин Г.Г.** Детальная корреляция разрезов венда и кембрия юга Сибирской платформы // Геология и нефтегазоносность Восточной Сибири. Новосибирск, СНИИГГиМС, 1978а, вып. 264, с. 3—26.
- Мельников Н.В., Шемин Г.Г., Осташевский Б.Б.** Цикличность кембрийских отложений Приленского района Непско-Ботуобинской антеклизы // Геология и геофизика, 1978б (7), с. 9—14.
- Писарчик Я.К.** Литология и фации нижнесреднекембрийских отложений Иркутского амфитеатра (в связи с нефтегазоносностью и соленостью). 1963, т. 89, 340 с. (Труды ВСЕГЕИ, нов. сер.).
- Писарчик Я.К., Минаева М.А., Русецкая Г.А.** Палеогеография Сибирской платформы в кембрии // Региональная стратиграфия нефтегазоносных провинций Сибири. Л., Недра, 1975, 195 с.
- Решения** Четвертого Межведомственного регионального стратиграфического совещания по уточнению и дополнению стратиграфических схем венда и кембрия внутренних районов Сибирской платформы. Новосибирск, СНИИГГиМС, 1989, 64 с.
- Самсонов В.В.** Иркутский нефтегазоносный бассейн. Иркутск, Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1975, 196 с.
- Семихатов М.А., Кузнецов А.Б., Чумаков Н.М.** Изотопный возраст границ общих стратиграфических подразделений верхнего протерозоя (рифей и венда) России: эволюция взглядов и современная оценка // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2015, т. 23, № 6, с. 16—27.
- Стратиграфический кодекс России.** СПб, Изд-во ВСЕГЕИ, 2006, 96 с.

Цахновский М.А. Циклы соленакоплений на юге Сибирской платформы // Геология и калиеносность Сибирской платформы и других районов соленакопления СССР. М., Наука, 1970, с. 210—216.

Чечель Э.И., Машович Я.Г., Гилев Ю.Г. Закономерности строения соленосных отложений кембрия юга Сибирской платформы. М., Недра, 1977, 142 с.

Шенфиль В.Ю. Поздний докембрий Сибирской платформы. Новосибирск, Наука, 1991, 185 с.

Поступила в редакцию 9 февраля 2021 г.,

принята в печать 30 марта 2021 г.