

УДК [56.01+551](470+571)

## ПАЛЕОНТОЛОГИЯ, СТРАТИГРАФИЯ И БИОГЕОГРАФИЯ ПОЗДНЕГО ДОКЕМБРИЯ И ФАНЕРОЗОЯ РОССИИ

**А.Э. Конторович<sup>1</sup>, Б.Л. Никитенко<sup>1,2</sup>**<sup>1</sup> *Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН,  
630090, Новосибирск, просп. Академика Коптюга, 3, Россия*<sup>2</sup> *Новосибирский государственный университет, 630090, Новосибирск, ул. Пирогова, 1, Россия*

В настоящем специальном выпуске обсуждены вопросы возможности ярусного деления венда, где в качестве стратиграфического эталона предложен сводный разрез Сибирской платформы. Для ордовика Сибирской платформы и Северо-Востока России предложены изменения в стратиграфических схемах, рассмотрены номенклатурные вопросы и варианты корреляций региональных горизонтов с ОСШ России. Проведен геохимический анализ ростров белемнитов байоса и бата Арктической Сибири и впервые получена комплексная C-, O- и Sr-изотопная характеристика разрезов, что позволило предложить вариант сопоставления изученных разрезов с европейским стандартом и палеогеографические модели. Комплексные исследования верхней юры и нижнего мела разреза Анабарского залива (море Лаптевых) позволили усовершенствовать биостратиграфическое расчленение этого эталонного разреза, выявить уровни межрегиональной и глобальной корреляции. Обсуждено магнитостратиграфическое расчленение приграничного юрско-мелового интервала и его сопоставление с тетическими регионами. Кривая вариаций  $\delta^{13}\text{C}_{\text{орг}}$  с учетом биостратиграфических данных может служить инструментом для корреляций. На северо-западе Анабаро-Хатангской седловины, по интерпретации сейсмических профилей, увязанных с изученными разрезами, выявлено клиноформное строение толщ верхней юры. Формирование данного комплекса позволяет рассматривать эту стадию инициальной частью верхоянской фазы тектогенеза ее складчатых областей. Анализ вариаций схемы мощности отложений позволяет сделать выводы об интенсивных в поздней юре тектоноседиментационных процессах погружения ложи осадочного бассейна. Анализ специфического комплекса озерных фоссилий эталонного разреза верхов нижнего мела Забайкалья и опубликованных данных показал, что он был широко распространен в Восточной Азии. Биофациальный анализ позволил реконструировать палеообстановки этого времени.

*Докембрий, фанерозой, палеонтология, высокоразрешающая стратиграфия, корреляции*

## PALEONTOLOGY, STRATIGRAPHY AND BIOGEOGRAPHY OF THE LATE PRECAMBRIAN AND PHANEROZOIC FORMATIONS OF RUSSIA

**A.E. Kontorovich, B.L. Nikitenko**

This special issue is dedicated to discussing the possibility of the stage division of the Vendian system, specifically, a composite section of the Siberian platform is proposed as a stratigraphic standard. For the Ordovician system of the Siberian platform and Northeastern Russia, certain changes in stratigraphic charts are proposed, nomenclative issues and different variants of correlations of regional horizons with the GSS of Russia are considered. A geochemical analysis of Bajocian and Bathonian belemnite rostra of Arctic Siberia was carried out and for the first time a comprehensive C, O and Sr isotope characterization of the sections was obtained, making it possible to propose a comparison of the studied sections with the European standard and to develop paleogeographic models. Comprehensive studies of the Upper Jurassic and Lower Cretaceous series of the Anabar Bay deposits (Laptev Sea) led to an improved biostratigraphic division for this reference section and to the identification of the levels for interregional and global correlation. The magnetostratigraphic division of the Jurassic–Cretaceous boundary interval and its comparison with the Tethyan regions are discussed. Taking into account biostratigraphic data, the  $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$  variation curve can also serve as a correlation tool. The clinofom structure of Upper Jurassic strata was revealed in the northwest of the Anabar-Khatanga depression, based on the interpretation of seismic profiles calibrated against studied sections. The formation of this complex allows us to consider this stage as the initiation of the Verkhoyan orogeny in this folded area. Analysis of variations in the thickness of sediments allows us to deduce that intense tectonic-sedimentary processes took place during the Late Jurassic epoch, along with subsidence of the bed of the sedimentary basin. Analysis of a specific assemblage of lacustrine fossils from the reference section of the upper part of the Lower Cretaceous series of Transbaikalia and of published data showed that this fossil assemblage was widespread in East Asia. Biofacies analysis made it possible to reconstruct the paleoenvironments of this time.

*Precambrian, Phanerozoic, paleontology, high-resolution stratigraphy, correlations*

С момента основания ИГиГ СО АН СССР, более 60-ти лет назад, была основана Сибирская палеонтолого-стратиграфическая школа академиком АН СССР Б.С. Соколовым, чл.-корр. АН СССР В.Н. Саксом и чл.-корр. АН БССР А.В. Фурсенко. Основатели задали мощный импульс исследованию стратиграфии и палеонтологии докембрия—палеозоя, мезозоя и кайнозоя, микропалеонтологии. Эта научная школа разработала основы стратиграфии, палеогеографии и биофациального анализа докембрийских и фанерозойских осадочных бассейнов азиатской части России. Фундаментальным результатом совместных работ стало начиная с 2000-го года создание серии книг из девяти томов «Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири» (гл. ред. А.Э. Конторович), не имеющей аналогов в мире по масштабности и детальности обобщений по стратиграфии осадочных палеобассейнов мира.

В начале XXI в. резко возросло комплексирование палеонтолого-стратиграфических данных с таковыми небиологической природы: геохимическими, изотопными, литогеохимическими, геофизическими, секвенс-стратиграфическими, палеомагнитными, сейсмическими, радиоизотопным датированием и пр., что резко повышает и расширяет возможности расчленения и межрегиональной корреляции. В настоящем специальном выпуске журнала особое внимание уделено проблемам расчленения верхов докембрия, микропалеонтологии и стратиграфическим схемам раннего палеозоя Сибири и Северо-Востока России, комплексным исследованиям палеонтологии, стратиграфии, палеогеографии, геохимии, литогеохимии, глобальной корреляции эталонных разрезов юры и мела Сибири.

В первом разделе выпуска «Венд и нижний палеозой» представлены новые стратиграфические модели. Открывает раздел статья, посвященная стратиграфии венда Общей стратиграфической шкалы России [Гражданкин и др., 2023]. В стратиграфии докембрия венд оказался новой геосторической реальностью и занял совершенно определенное положение в системе стратиграфических подразделений стратисферы [Соколов, 2011]. Ранее региональная Сибирская шкала венда, построенная на вариациях изотопного состава углерода в карбонатах, не была учтена при создании стандартной шкалы [Halverson et al., 2010; и др.]. В качестве основы для обсуждения ярусной шкалы предлагается использовать сводный разрез венда Сибирской платформы. Перспектива разделения венда на ярусы, которые отражали бы эволюционные изменения и этапность развития органического мира до настоящего времени, дискуссионна. Однако неоднородный и нестабильный окислительно-восстановительный режим в венде обусловил периодическое распространение на шельфе обстановок, насыщенных кислородом, которые прерывались ширококомасштабными океанскими аноксией и эквсинией. Выявленные в венде эпохи накопления карбонатов, обогащенных легким изотопом углерода со специфическими литологическими особенностями, позволяющими предполагать ощелачивание океана, открывают новые возможности для периодизации и ярусного расчленения этого интервала конца докембрия. Намечающаяся на Сибирской платформе шкала периодизации венда, представляющая собой последовательность геологических тел регионального и субглобального масштаба, каждое из которых имеет специфическую углеродную изотопно-геохимическую характеристику, имеет все шансы стать основой для будущего ярусного деления венда.

В статье Ю.И. Тесакова [2023] рассмотрена хронозональная структура мангазейского надгоризонта Восточной Сибири (ордовик), в которую входят листовяжский, баксанский горизонты и их хронозоны. Показаны их объемы, стратотипы и их место в региональной и глобальной стратиграфической структуре ордовика. Предлагается сохранить за Великобританией, по праву приоритета, статус стратотипического региона для установления в ордовике стратотипов отделов, ярусов, подъярусов, а Восточную Сибирь считать одним из гипостратотипических регионов с установлением в ней региотипических стратиграфических подразделений ордовика. Подобную увязку глобальных стратотипических шкал с региональными гипостратотипическими шкалами необходимо разрабатывать системно на фоне комплексных изучений всех седиментационных бассейнов Земли, как это сделано на примере силура [Тесаков, 2012—2015].

Вопросы стратиграфического расчленения и межрегиональной корреляции (Северо-Восток России и Сибирская платформа) среднего ордовика рассмотрены в статье «Остракоды и межрегиональная корреляция разрезов ордовика...» [Гонта и др., 2023]. Впервые из ряда эталонных разрезов ордовика Северо-Востока России изучены и изображены таксономически наиболее полные комплексы ордовикских остракод. Таксономический состав, стратиграфическое и пространственное распространение остракод позволили в значительной степени уточнить стратиграфическое положение выделенных здесь литостратиграфических подразделений. Сопоставление региональных стратиграфических подразделений Верхояно-Чукотской складчатой области с ярусами ОСШ России основывается на совместных находках бентосных групп фауны (остракоды и др.) и граптолитов. Проведенный стратиграфический анализ находок этих групп в разрезах Северо-Востока России меняет представление о сопоставлении региональных горизонтов с ярусами ОСШ. Совместные находки остракод и граптолитов в изученном разрезе позволяют по-новому сопоставить горизонты Северо-Востока России и Сибирской платформы с ярусами ОСШ России.

Во втором разделе выпуска «Мезозой: юра и мел» представлены результаты комплексных геологических, стратиграфических, геохимических, палеогеографических и биогеографических исследова-

ний разных регионов России (Арктическая Сибирь, Забайкалье), вариантов межрегиональных и глобальных корреляций.

В статье О.С. Дзюба с соавторами [2023] впервые проведен геохимический анализ ростров белемнитов байоса и бата Арктической Сибири (с учетом данных по Русской плите), что позволило получить комплексную C-, O- и Sr-изотопную характеристику разрезов. Комплексный анализ полученных хемотрастиграфических данных совместно с биострастиграфическими (несмотря на ограниченный материал) позволил предложить модель сопоставления бореальных разрезов с западно-европейским стандартом. На настоящее время — это проблематично и дискусионно при использовании только одного из этих методов. Изучены взаимосвязи между изменениями изотопных параметров, эвстатике, климата, тектоническими и палеогеографическими событиями. Так, установлены два интервала подъема уровня моря и кратковременного значительного повышения палеотемператур в Анабаро-Ленском палеобассейне. С этими событиями связывается периодическое открытие меридионального пролива (Русская плита), связывающего северные бассейны и южные моря. Раскрытие пролива могло приводить к периодическому поступлению теплого течения, идущего с юга на север, которое достигало Северо-Сибирских акваторий, неся тепло и влияя на изотопный состав кислорода в рострах белемнитов.

Статья Б.Л. Никитенко с соавторами [2023] является логическим продолжением комплексных микропалеонтологических, палинологических, стратиграфических, геохимических и литолого-седиментологических исследований мезозоя Арктики [Никитенко и др., 2015, 2022; Nikitenko et al., 2018]. Проведенные исследования позволили усовершенствовать зональные шкалы по микрофоссилиям, обосновать стратиграфическую непрерывность изученного эталонного разреза (п-ов Нордвик, Анабарский залив, море Лаптевых) в интервале нижнего и средневожского подъярусов, где ранее предполагался крупный стратиграфический перерыв. Выделенные биостратоны обладают хорошим корреляционным потенциалом и могут использоваться для межрегиональных сопоставлений. По кальцисферам/известковым диноцистам выявлен реперный уровень, позволяющий осуществлять глобальные корреляции и увязывать приграничные толщи юры и мела Тетиса и Арктических регионов. Обсуждено магнитостратиграфическое расчленение изученного разреза и его сопоставление с тетическими регионами. Показано, что кривая вариаций  $\delta^{13}\text{C}_{\text{орг}}$  с учетом биостратиграфических данных может служить инструментом для корреляций. Для верхневожского подъяруса и бореального берриаса установлена цикличность изменений изотопного состава углерода. Проведенные исследования показывают, что высокие значения  $\text{C}_{\text{орг}}$  с легким изотопным составом верхневожского подъяруса формировались за счет высокой биопродуктивности фитопланктона и накопления ОВ в восстановительных условиях. Анализ содержания основных пороодообразующих оксидов в изученных породах позволил выявить определенные изменения в химическом составе изученных отложений, отражающие изменения минерало-петрографических характеристик.

Обсуждены новые материалы по стратиграфии и особенностям строения бат-неокомских разрезов Анабаро-Ленского осадочного бассейна [Девятов, Никитенко, 2023]. Их анализ с учетом результатов бурения, анализа сейсмических данных, доизучения естественных выходов позволяет по-новому оценить стратиграфию, особенности строения, состава и районирование разрезов юры и мела. На северо-западе Анабаро-Хатангской седловины, по интерпретации сейсмических профилей, увязанных с изученными разрезами, выявлено клиноформное строение толщ верхней юры. Формирование комплекса, отличающегося лавинной седиментацией на многих участках обрамления севера Сибирской платформы, позволяет рассматривать эту стадию инициальной частью верхоянской фазы тектогенеза ее складчатых областей. Чернохребетнинская клиноформная свита преимущественно песчаного состава и большой мощности пород развита вдоль Таймырской горно-складчатой системы. Анализ корреляции разрезов с использованием сейсмических материалов и составленная схема мощности отложений дают основание судить об интенсивных в поздней юре тектоноседиментационных процессах погружения ложи осадочного бассейна на северо-западе Анабаро-Хатангской седловины.

Из обнажения Миддендорфа (Забайкалье) изучен специфичный континентальный комплекс макрофауны (насекомые, конхостраки, рыбы) и микрофоссилий (остракоды, палиноморфы), который обособлен в тургинский биоценоз [Косенко и др., 2023]. Анализ опубликованных данных показал, что в раннем мелу он был широко распространен в Восточной Азии. Этот комплекс является «ядром» китайской биоты Джехол и характеризует ее среднюю и позднюю эволюционные фазы. Возраст тургинских осадков на основании микропалеонтологических и палинологических данных определяется как конец баррема—начало апта, что хорошо сопоставляется радиоизотопными датировками биоты Джехол в Китае. Таким образом, тургинская свита Забайкалья сопоставляется с формацией Yixian и низами формации Jiufotang Северо-Восточного Китая. По данным микропалеонтологического и палинологического анализов, тургинские отложения накапливались в обширном и мелководном пресном озере со спокойной гидродинамикой, что способствовало возникновению застойных обстановок. Растительность вокруг озера была преимущественно представлена хвойными лесами с примесью лиственных пород. Гео-

химический анализ ОВ показал, что для пород тургинской свиты характерны его высокие концентрации, источником служили пресноводные водоросли, бактериальная масса и наземная растительность.

Представленные в специальном выпуске статьи, конечно, не охватывают многие фундаментальные и прикладные аспекты палеонтолого-стратиграфических исследований, проводимых в последние годы в России. Вместе с тем специальный выпуск показывает совершенно новые результаты исследований последних лет общероссийского и международного уровня, ставит дискуссионные вопросы и определяет перспективы и направления дальнейших исследований в области палеонтологии и стратиграфии докембрия и фанерозоя.

Работа выполнена при поддержке проекта РНФ, № 22–17–00054 и научно-методическом сопровождении ФНИ (FWZZ-2022–0005).

Когда спецвыпуск журнала был уже подготовлен, пришло скорбное известие о кончине академика РАН Алексея Эмильевича Конторовича. До своего 90-летнего юбилея он не дождал всего несколько недель. До последних дней жизни Алексей Эмильевич был полон идей, творческой энергии и трудился не покладая рук. А.Э. Конторович был поразительно разносторонним ученым, его научные интересы охватывали широкий круг объектов, явлений и проблем — от исследований органического вещества осадочных пород, основ осадочно-миграционной теории нефтегазообразования, геологии, тектоники, стратиграфии и литологии осадочных бассейнов (особенно арктических) до региональной и глобальной экономики нефтегазового комплекса. У Алексея Эмильевича осталось множество учеников, единомышленников и коллег, некоторые публикации которых приведены в этом спецвыпуске.

#### ЛИТЕРАТУРА

**Гонта Т.В., Каныгин А.В., Соболевская Р.Ф.** Остракоды и межрегиональная корреляция разрезов ордовика Северо-Востока России (бассейн р. Эрихе) и Сибирской платформы // Геология и геофизика, 2023, т. 64 (11), с. 1546—1560.

**Гражданкин Д.В., Александров Д.О., Максименко В.О., Рогов В.И.** На пути к ярусному расчленению венда // Геология и геофизика, 2023, т. 64 (11), с. 1517—1536.

**Девятков В.П., Никитенко Б.Л.** Стратиграфия и седиментогенез клиноформной верхней юры Анабаро-Ленского осадочного бассейна (Арктическая Сибирь, побережье моря Лаптевых) // Геология и геофизика, 2023, т. 64 (11), с. 1616—1627.

**Дзюба О.С., Шурыгин Б.Н., Изох О.П., Кузнецов А.Б., Косенко И.Н.** Изотопы С, О и Sr в ротах белемнитов из байоса—бата Арктической Сибири и их значение для глобальной корреляции и палеогеографических реконструкций // Геология и геофизика, 2023, т. 64 (11), с. 1561—1585.

**Косенко И.Н., Пешевицкая Е.Б., Ефременко В.Д., Метелкин Е.К., Ян П.А., Родченко А.П., Никитенко Б.Л., Мирзабаев Д.А.** Тургинский лагерштетт (обнажение Миддендорфа, Восточное Забайкалье, баррем—апт): стратиграфическое положение и палеообстановки // Геология и геофизика, 2023, т. 64 (11), с. 1628—1653.

**Никитенко Б.Л., Девятков В.П., Пешевицкая Е.Б., Попов А.Ю., Фурсенко Е.А., Хафаева С.Н.** Стратиграфия, литология и геохимия прибрежных и мелководно-морских разрезов верхов средней юры низов мела р. Анабар (Арктическая Сибирь) // Геология и геофизика, 2022, т. 63 (5), с. 673—708, doi: 10.15372/GiG2020189.

**Никитенко Б.Л., Князев В.Г., Пешевицкая Е.Б., Глинских Л.А.** Верхняя юра побережья моря Лаптевых: межрегиональные корреляции и палеообстановки // Геология и геофизика, 2015, т. 56 (8), с. 1496—1519, doi: 10.1016/j.rgg.2015.07.008.

**Никитенко Б.Л., Пешевицкая Е.Б., Каширцев В.А., Фурсенко Е.А., Попов А.Ю., Хафаева С.Н., Брагин В.Ю.** Микрофоссилии, высокоразрешающая стратиграфия, геохимия и литология верхней юры и нижнего мела (урдюк-хаинская и паксинская свиты) п-ова Нордвик, Анабарский залив, море Лаптевых // Геология и геофизика, 2023, т. 64 (11), с. 1586—1615.

**Соколов Б.С.** Хроностратиграфическое пространство литосферы и венд как геоисторическое подразделение неопротерозоя // Геология и геофизика, 2011, т. 52 (10), с. 1334—1348.

**Тесаков Ю.И.** Силурийский бассейн Восточной Сибири, в 4 томах: Т. 1, 2012, 445 с.; Т. 2, 2013, 474 с.; Т. 3, 2014, 389 с.; Т. 4, 2015, 415 с. Новосибирск, ИНГГ СО РАН, 2012—2015.

**Тесаков Ю.И.** Хронозональная структура Мангазейского надгоризонта Восточной Сибири и ее место в глобальной шкале ордовика // Геология и геофизика, 2023, т. 64 (11), с. 1537—1545.

**Halverson G.P., Wade B.P., Hurtgen M.T., Barovich K.M.** Neoproterozoic chemostratigraphy // Precambrian Res., 2010, v. 182, p. 337—350.

**Nikitenco B.L., Pestchevitskaya E.B., Khafaeva S.N.** High-resolution stratigraphy and palaeoenvironments of the Volgian—Valanginian in the Olenek section (Anabar-Lena region, Arctic Eastern Siberia) // Rev. Micropalaeontologie, 2018, v. 61, p. 271—312, doi: 10.1016/j.revmic.2018.07.001.