

УДК 550.93.552

СЕДИМЕНТОЛОГИЯ И СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ ВЕНДСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ЮГО-ЗАПАДЕ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ: ВЫДАЮЩИЙСЯ ВКЛАД ВНЕШНЕГО ИСТОЧНИКА КЛАСТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА В ОБРАЗОВАНИЕ ОСАДОЧНЫХ СИСТЕМ

© 2018 г. Ю. К. Советов

*Институт нефтегазовой геологии и геофизики, СО РАН, 630090, Новосибирск, пр. Коптюга, 3,
e-mail: SovetovYK@ipgg.sbras.ru,*

Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, 630090, Новосибирск, ул. Пирогова, 1

Поступила в редакцию 30.01.2017 г.; принята к печати 20.08.2017 г.

Исследование сфокусировано на седиментологии и стратиграфии огромного вендского (эдиакаранского) осадочно-го бассейна на юго-западе Сибирского кратона для освещения происхождения его главных и детальных подразделений. Осадки коррелируются вдоль края кратона и в его внутреннюю область с использованием стратиграфических секвенций, включающих гляциальные и постгляциальные отложения. Особое значение для корреляции имеют кластические комплексы венда чапской, тасеевской, оселковой и байкальской серий, сложенные аллювиальными отложениями. Детально проанализированы строение аллювиальной айсинской свиты оселковой серии венда При-саянья и ее корреляция с верхними подразделениями чапской, тасеевской и байкальской серий юго-западной периферии Сибирской платформы и подразделениями чехла внутренних ее районов. Детальное описание айсинской свиты сделано на базе единой классификации литофаций и алгоритмов их последовательностей. Выделены два под-комплекса венда (эдиакарана) – нижний *континентально-морской* и верхний *континентальный*. *Континентально-морской* подкомплекс в краевых погруженных зонах Сибирской платформы формировался преимущественно на шельфе окраинных морей, а также на постгляциальных задряхах прибрежной аллювиальной равнины под влиянием внутрикратонных источников кластического материала. *Континентальный* подкомплекс, которому принадлежат речные отложения айсинской свиты, образован крупными красноцветными и пестроцветными толщами аллювия в передовых прогибах и формировался центростремительными речными системами, направленными от внешних источников материала на север и северо-восток в эпиконтинентальное море центральных районов Сибирской платформы. На начальной и поздней стадиях активизации поздневендского орогенеза возникали большие глубокие песчаные реки с внутрирусловыми барами, тогда как постоянные сетчатые и сплетенные песчано-иловые реки возникли на пассивной стадии орогенеза. Наибольшая проградация аллювиальных отложений на Сибирскую платформу маркируется нижними пачками русловых отложений айсинской свиты, а также немчанской, мошаконской, хужирской и качергатской свит, а на плите – боханской песчаниковой пачкой чорской свиты.

Ключевые слова: Сибирская платформа, венд, эдиакаран, неопротерозой, литостратиграфия, литофации, аллювиальные отложения, передовые прогибы, орогенез

SEDIMENTOLOGY AND STRATIGRAPHIC CORRELATION OF VENDIAN DEPOSITS IN THE SOUTHWESTERN SIBERIAN CRATON: MAJOR CONTRIBUTION OF AN EXOCRATONIC CLASTIC SOURCE TO SEDIMENTARY SYSTEMS

Julius K. Sovetov

*A.A. Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of RAS, 3 Akademika Koptyuga av.,
Novosibirsk, 630090, Russia; Novosibirsk National Research State University, 1 Pirogova st., Novosibirsk, 630090, Russia;
e-mail: SovetovYK@ipgg.sbras.ru*

Received 30.01.2017; accepted 20.08.2017

The study focuses on the sedimentation and stratigraphy of a large Vendian (Ediacaran) sedimentary basin in the southwestern Siberian craton, with implications for the origin of its units and subunits. Sediments are been correlated along the craton edge and inward into the craton interior using stratigraphic sequences, including glacial and post-glacial deposits. Clastic complexes in the Vendian: upper Chapa, Taseeva, Oselok, and Baikal Groups composed of fluvial deposits are of special importance for correlations. The structure of the continental Aysa Fm. of the Oselok Group in the Sayany area has been

Для цитирования: Советов Ю.К. (2018) Седиментология и стратиграфическая корреляция вендских отложений на юго-западе Сибирской платформы: выдающийся вклад внешнего источника кластического материала в образование осадочных систем. *Литосфера*, **18**(1), 20-45. DOI: 10.24930/1681-9004-2018-18-1-020-045

For citation: Sovetov J.K. (2018) Sedimentology and stratigraphic correlation of Vendian deposits in the southwestern Siberian Craton: Major contribution of an exocraton clastic source to sedimentary systems. *Litosfera*, **18**(1), 20-45. DOI: 10.24930/1681-9004-2018-18-1-020-045

characterized in detail, based on universal classification of lithofacies and their sequences, and correlated with sediments in the craton interior. There are two Ediacaran subunits: a *continental-marine* complex below and a *continental* complex above. The *continental-marine* subunit in the subsided craton margins was deposited mainly upon postglacial plains (sandurs) and marginal sea shelves, with contributions from intracratonic clastic sources. The deposits of the continental subunit belong to centripetal fluvial systems directed from distant craton-margin mountain upland toward the epicontinental sea in the central Siberian craton. The *continental* subunit is composed of large sections of red and variegated fluvial deposits from a foreland basin which was accumulated mainly in foredeeps in the over-compensation setting and partly reached the slopes of forebulges. Big deep sand rivers with large channel bars were formed at early and late during orogenic activity, while perennial anastomosing and braided mud-sand rivers with levees originate during passive stages of orogeny. The largest progradation of fluvial systems onto the Siberian craton is marked by channel deposits of the lower members from the Nemchanka, Moshakovka, Aysa, Khuzhir and Kachergat Fms., as well as by the Bokhan sandstone member of the Chora Fm.

Keywords: *Siberian craton, Vendian, Ediacaran, Neoproterozoic, lithostratigraphy, lithofacies, fluvial deposits, peripheral foreland sedimentary basin, foredeeps and forebulges*

Acknowledgments

The author is grateful for teachers and students of the Novosibirsk State University V.V. Blagovidov, A.E. Kulikova, M.N. Medvedev, engineer IGM SB RAS L.A. Chigvintseva, leading engineer of INGG SB RAS L.V. Solovetskaya and untimely departed E.P. Butakov for assistance in field research of Vendian deposits and Biota in Prisaian'ya. I also thank Professor S. Jensen of the University of Extremadura (Spain) for a consultation on the definition of ichnofossils and Novosibirsk National Research University for funding participation in reports on 32nd (2004), 33th (2008), 34th (2012) and 35th (2016) IGC.

The works was performed with financial support RFBR, projects 04-05-65299, 08-05-00959.

ВВЕДЕНИЕ

Исследование нацелено на выяснение седиментационной структуры и стратиграфии крупного осадочного комплекса венда на юго-западе Сибирской платформы, происхождения его подразделений и палеогеодинамический анализ бассейна седиментации (рис. 1). Центральное место для этой цели занимает оселковая серия Присаянского прогиба. Проблема корреляции вендских отложений типовая: литофациальная изменчивость однотипных генетических систем и взаимозамещение континентальных и морских комплексов. Обоснование корреляции отложений опирается на устанавливаемую или прогнозируемую генетическую связь осадочных систем. Практический выход исследования – создаваемая генетическая литостратиграфия вендского комплекса имеет прогностическое значение для происхождения залежей углеводородов во внутренних районах Сибирской платформы. Стратиграфическая корреляция опирается на строение осадочных толщ, что предполагает применение детальной седиментологии на основе выделения и классификации седиментационных единиц (литофаций) и картирования обнажений. На протяжении всей истории исследования красноцветных терригенных осадочных серий на юго-западной окраине Сибирской платформы развивалось представление о позднедокембрийском (байкальском) орогенезе [Предтеченский, 1960; Семихатов, 1962; Григорьев, 1963; Анатольева, 1968; Хоментовский и др., 1972; Советов, 1977; Sovetov, 2002]. Петрология песчаников позднедокембрийских осадочных серий от северной части Енисейского кряжа до южного Прибайкалья предоставила первые данные для нескольких радикальных выводов о стра-

тиграфии и происхождении отложений [Советов, 1977]. Было установлено, что верхняя кластическая часть чапской (немчанской), тасеевской, оселковой, мотской и байкальской серий включает три горизонта, которые могут использоваться для корреляции. Результатом корреляции стало заключение о стратиграфическом соответствии большей верхней части указанных подразделений юдомскому комплексу (венду) [Советов, 1977]. Был сделан главный палеотектонический вывод, следовавший из петрографической корреляции: в периферийной юго-западной части Сибирской платформы в юдомское время (венд) образовались передовые прогибы (*foredeeps*), которые по генезису и осадочному выполнению резко отличаются от прогибов “миогесосинклиальной” стадии погружения, соответствующей накоплению подстилающих позднепериферийских отложений чингасанской, вороговской, ослянской и карагасской серий. После седиментологического изучения отложений тасеевской серии Енисейского кряжа и оселковой серии Присаянья стал возможным синтез этой части в единый комплекс, который был классифицирован как “периферийный форландовый осадочный бассейн” [Sovetov, 2002; Советов, Благовидов, 2004]. Более сложная история вендского осадконакопления на Сибирской платформе была установлена после детального седиментологического анализа марнинской и удинской свит оселковой серии Присаянья и открытия в ее основании ледниковых и взаимосвязанных гляцио-флювиальных и гляцио-озерных отложений [Sovetov, 2002, 2011a; Советов, Комлев, 2005]. Стало ясно, что в венде произошла последовательная смена двух типов осадочных бассейнов. Особенности седиментации в этих бассейнах были использованы для обоснования стратиграфической

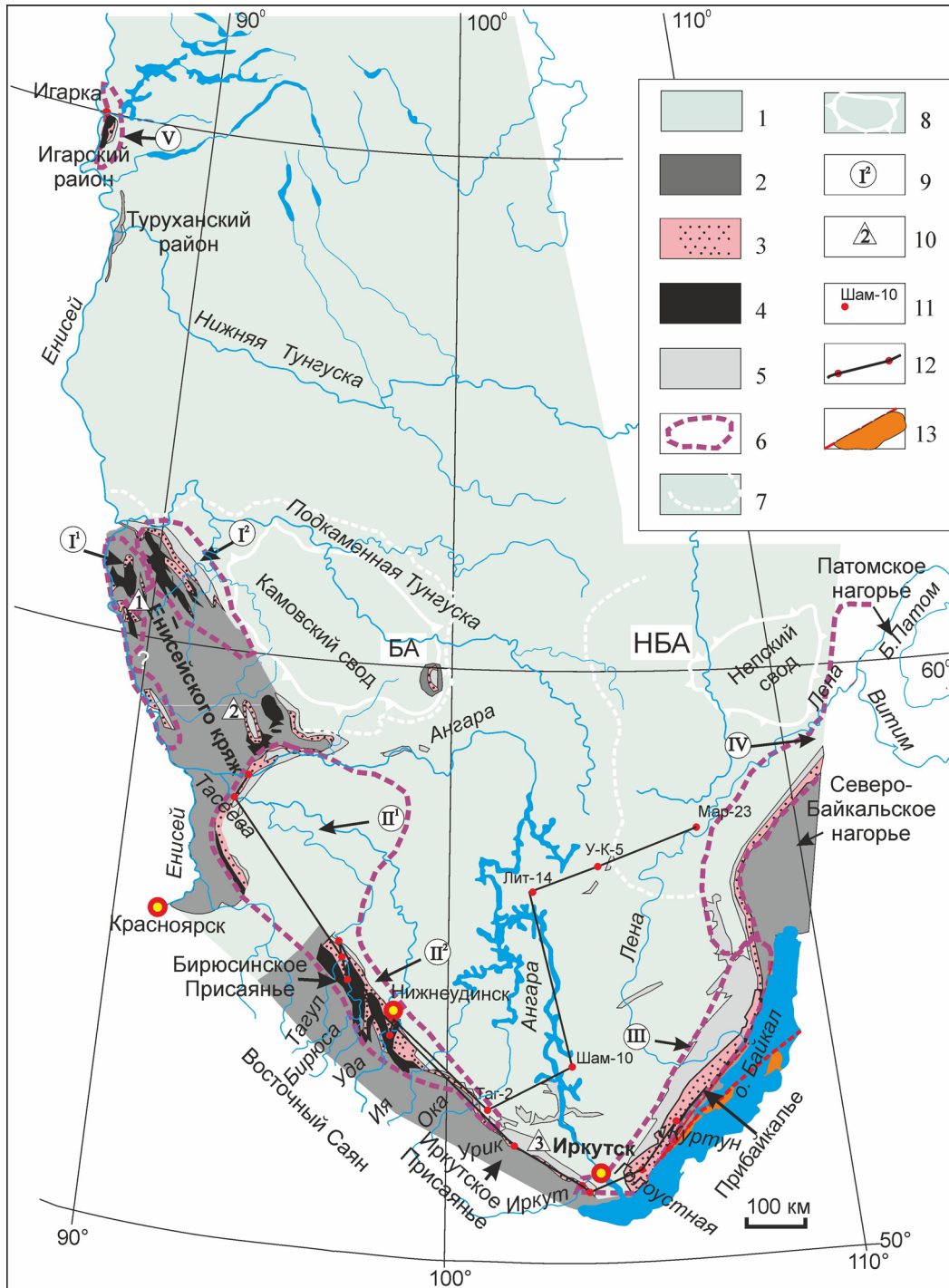


Рис. 1. Схематичная геологическая карта юго-запада и запада Сибирской платформы с неопротерозойскими тектоническими элементами.

1 – послекембрийский палеозойско-мезозойский чехол; 2 – отложения ранне-среднекембрийского эвапоритового осадочного бассейна; 3 – отложения вендского осадочного бассейна; 4 – отложения позднерифейских (поздненеопротерозойских, криогенских) рифтогенных осадочных бассейнов; 5 – архейские и палеопротерозойские комплексы фундамента, рифейские (докриогенские) осадочные и вулканогенно-осадочные бассейны складчатого основания платформы; 6 – контуры вендских передовых прогибов; 7 – контуры вендских внутренних поднятий (антеклиз); 8 – контуры наиболее поднятых частей палеоподнятий (сводов); 9 – номенклатура вендских передовых прогибов [Советов, 1977] (цифры в кружках): Северо-Енисейские прогибы: I¹ – Западный, I² – Восточный; Енисейско-Присяянские: II¹ – Южно-Енисейский, II² – Присяянский; III – Прибайкальский; IV – Предпатомский; V – Игарский; 10 – палеоподнятия, разделяющие прогибы (цифры в треугольниках): 1 – Исаковское, 2 – Удоронгское, 3 – Китойское (Иркутское); 11 – разрезы в скважинах: Шамановская-10, Литвинцевская-14, Усть-Кутская-5, Марковская-23; 12 – направление корреляционных профилей через вендский осадочный бассейн; 13 – ранепалеозойская Ольхонская зона сдвига.

Fig. 1. Schematic geological map of the south-west and west of the Siberian Platform with Neoproterozoic tectonic elements.

1 – after Cambrian Paleozoic-Mesozoic cover; 2–4 – Vendian-Cambrian deposits: 2 – Early-Middle Cambrian evaporite basin, 3 – Vendian sedimentary basin, 4 – Late Riphean (Late Neoproterozoic, (Cryogenian)) riftogenic basins; 5 – Archaean and Paleoproterozoic rocks of basement and Riphean (PreCryogenian) sedimentary and volcano-sedimentary basins in the basement complexes; 6 – Vendian foredeeps outlines; 7 – Vendian buldges (anteclises) outlines; 8 – contours of anteclises arches; 9 – Vendian foredeeps nomenclature [Sovetov, 1977] (numbers in circles): North-Yenisey foredeeps: I¹ – Western, I² – Eastern; Yenisey-NearSayan: II¹ – South-Yenisey, II² – NearSayan; III – NearBaykal; IV – NearPatom; V – Igarka; 10 – paleorises divided foredeeps each other (numbers in triangles): 1 – Isakovka, 2 – Udoronga, 3 – Kitoi (Irkut); 11 – boreholls: Shaman-10, Litvintsevo-14, Ust'-Kut-5, Markovo-23; 12 – direction of the correlation lines across Vendian sedimentary basin; 13 – Early Paleozoic Ol'chon wrench zone.

корреляционной схемы, которая рассматривается в статье. Оселковая серия Бирюсинского Присяянья изучена наиболее детально и выступает связующим звеном для двух профилей корреляции: вдоль юго-западной окраины седиментационного бассейна и от его периферии к центру.

ФАКТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Фактическим материалом для статьи были авторские описания и полевые классификации вендских отложений в обнаженных разрезах стратиграфических серий венда на Енисейском кряже, в Бирюсинском и Иркутском Присяянье, юго-западном Прибайкалье. Петрология отложений в статье специально не рассматривается, но состав кластики учитывался для корреляции пачек и свит.

Методы седиментологии были базой литостратиграфии и палеогеографического анализа. Они включают: 1) литофациальный анализ и классификации литофаций; 2) синтез группировок литофаций (архитектурных элементов) с применением фотопанорам субвертикальных стенок обнажений (“вертикальное картирование”); 3) классификации и анализ следов палеотечений (по подошвенным знакам, форсетам косых серий и отпечаткам струй течений); 4) анализ эвстатического колебания уровня моря по маркирующим осадочным системам; 5) анализ поверхности ледниковой экзарации в бассейне седиментации; 6) анализ маркирующих палеонтологических остатков (слепок мягкотелых животных и трейс-фоссилс), маркирующих границу венда и кембрия (эдиакарана и кембрия); 7) анализ петрологии кластических отложений.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Литостратиграфия айсинской свиты

Оселковая серия при геологическом картировании Бирюсинского Присяянья подразделена на три свиты: марнинскую, удинскую и айсинскую [Советов, Комлев, 2005 и ссылки в этой работе]. Ранее детальная литостратиграфия поздневендских отложений (мошаконской свиты, s.s.) на юго-востоке Енисейского кряжа была разработана на основе се-

диментологических данных и анализа цикличности осадконакопления [Светов, Благовидов, 2004]. Мошаконская свита (всего 980 слоевых единиц) была подразделена на две самостоятельные свиты – гребенскую и веселовскую, каждая из которых состоит из четырех пачек аллювиальных отложений с прямой гранулометрической градацией отложений.

Принципиальная литостратиграфическая структура, сходная со структурой мошаконской свиты (s.l.), была выявлена в Бирюсинском Присяянье при седиментологическом анализе айсинской свиты.

Стратиграфический объем айсинской свиты, закартированной при государственной съемке по яркому макроскопическому признаку – пестроцветной окраске – автором увеличен присоединением к ней снизу зеленовато-серых кластических отложений, относимых на картах к верхней части удинской свиты. Проблема стратиграфического скольжения границы зелено-серых и пестроцветных терригенных отложений одинакового петрографического состава в верхней части оселковой серии была разобрана С.С. Брагиным [1985], который для подразделения, объединяющего айсинскую и верхнюю часть удинской свиты, предлагал новое название – икейская свита.

Автор полностью разделяет это принципиальное заключение, которое высказывалось и раньше, но считает целесообразным сохранить за этим “синтетическим” подразделением название *айсинская свита*. Айсинская свита в увеличенном объеме объединяет все поздневендские отложения аллювиального происхождения и одинакового петрографического состава в единый *континентальный* подкомплекс, не разделенный внутри себя какими-либо принципиальными границами. Подстилающие отложения удинской и марнинской свит и их стратиграфических аналогов объединены в *континентально-морской* подкомплекс. Нижняя граница айсинской свиты по кровле пещернинской пачки известняков удинской свиты рассматривается как принципиальный корреляционный репер эпохи высокого стояния уровня моря [Sovetov, 2011б]. Граница между айсинской и вышележащей усть-тагульской свитами резкая: на красных флювиальных алевролитах и мелкозернистых песчаниках айсинской свиты с эрозийным контактом залегает пачка валунных конгло-



Рис. 2. Стратиграфический контакт валунных конгломератов усть-тагульской свиты с алевролитами и песчаниками каталичиковской пачки айсинской свиты на правом берегу р. Тагул в 1 км выше слияния рек Тагул и Бирюса.

Fig. 2. Stratigraphic contact of Ust-Tagul Formation boulder conglomerate and siltstone-sandstone of the Aysa Fm. (Katal'chikov Member), on the right bank of Tagul River about 1 km up-stream from Tagul and Biryusa rivers junction.

мератов усть-тагульской свиты (рис. 2). Конгломераты и связанные с ними аркозовые песчаники усть-тагульской свиты были прослежены от Енисейского кряжа до Иркутского Присяянья [Семихатов, 1962; Хоментовский, 1985] и объединяются в хорошо выдержанный “енисейско-присяянский” горизонт [Советов, 1977]. Верхняя часть этого горизонта характеризуется сменой аллювиальных отложений – прибрежно-морскими и появлением уникальных ихнофоссилий, представленных в том числе видом-индексом *Treptichnus pedum* [Sovetov et al., 2007]. Следы этой уникальной биоты были обнаружены автором в основании островной свиты в Енисейском кряже, на границе двух подсвит усть-тагульской свиты в Бирюсинском Присяянье, в верхней части шаманской свиты в Иркутском Присяянье (рис. 3). Эта биота имеет статус корреляционного репера между эдиакараном (эдиакарием) и кембрием (фортуническим ярусом нижнего кембрия Международной стратиграфической шкалы (МСШ)) [Gradshtein et al., 2004] или границы между котлинским и ровенским (немакитдалдынским) горизонтами позднего венда Общей стратиграфической шкалы России (ОСШ)) [Соколов, 1997, 2013].

Литостратиграфия айсинской свиты была разработана на разрезах по рекам Тагул, Бирюса и Уда (рис. 4). Айсинская свита (1160–1300 м) подразде-

лена на шесть пачек, получивших собственное наименование по местоположению литостратотипического разреза (снизу вверх) [52]: 1) кагатская пачка (р. Уда, урочище Муксут) 110–120 м; 2) муксутская пачка (р. Уда, урочища Муксут и Плиты, р. Бирюса, пос. Кедровый, р. Тагул, урочище Плотбище, выше пос. Георгиевка) 130–150 м; 3) луговская пачка (р. Бирюса, правый борт, от р. Луговая до о. Серебров) 350–370 м; 4) серебрянская пачка (р. Бирюса, правый борт, от о. Серебров до о. Красный) 240–260 м; 5) тымбырская пачка (р. Бирюса, правый борт, против о. Красный, и в левом борту р. Тымбыр) 180–200 м; 6) каталичиковская пачка (р. Тагул, правый борт, против о. Каталичиков) 150–200 м. Объединенные муксутская и луговская пачки образуют крупный цикл (секвенцию), в котором роль базального элемента играют массивные пласты русловых отложений муксутской пачки. Подразделение этой секвенции на две пачки сделано для акцентирования внимания на особенные маркирующие свойства муксутской пачки – русловые отложения *большой глубокой* реки, контролирующей корреляцию венда Енисейского кряжа, Бирюсинского и Иркутского Присяянья, Прибайкалья и внутренних районов Иркутского амфитеатра. Песчаниковые пласты составляют в муксутской пачке около 50% объема, что резко выделяет ее в сравнении с другими пачками.

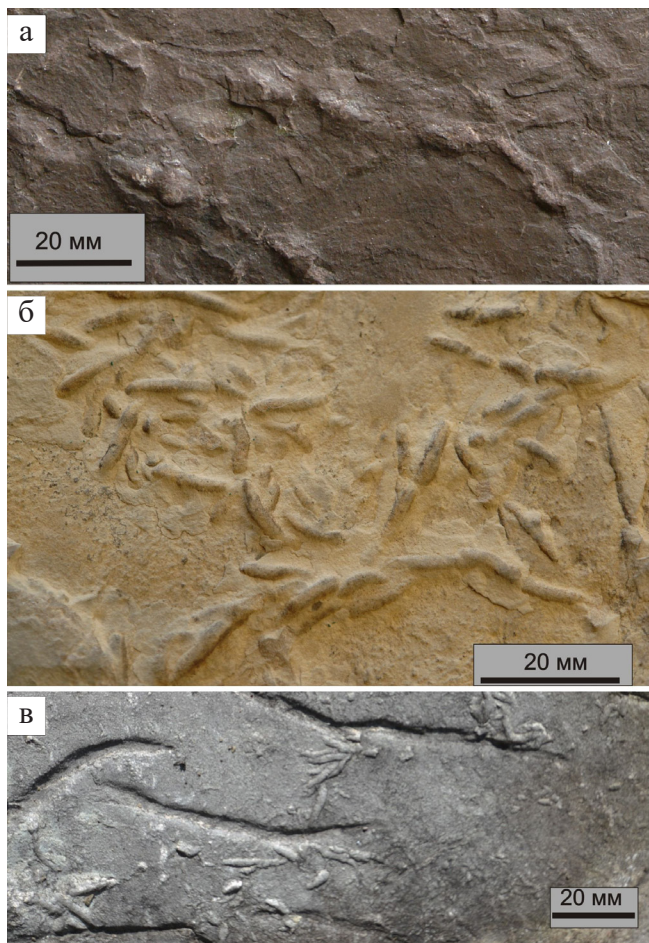


Рис. 3. Ихнофоссилии, маркирующие границу эдиакарана и кембрия в Международной стратиграфической шкале [Gradshtein, 2004] и границу котлинского и ровенского (немакит-далдынского) горизонтов венда в Общей стратиграфической шкале России [Соколов, 2013].

а – цепочка следов *Treptichnus pedum* на поверхности приливных алевролитов верхней часть шаманской свиты, левый борт р. Иркут, Шаманский утес (№ 10521-1); б – обильные следы *Treptichnus pedum* на поверхности глинистого доломита, в верхней подсвите усть-тагульской свиты, в 4–7 м от основания подсвиты, правый борт р. Бирюса напротив пос. Соляная (№ 15039-9-6); в – обильные следы *Treptichnus pedum* на поверхности микритовых слабо глинистых доломитов, в нижней пачке островной свиты, около 10 м от основания свиты), правый борт р. Ангара, в 12 км выше пос. Мотыгино (№ 18029-3). Все образцы хранятся в ИНГГ СО РАН, г. Новосибирск.

Fig. 3. Ichnofossils in the boundary between Ediacaran and Cambrian after ISS [Gradshtein, 2004] or in the boundary between Kotlin and Roven (Nemakit-Daldyn) horizons after CSS of the Russia [Sokolov, 2013].

а – *Treptichnus pedum* in a line on the tidal siltstone in the upper Shaman Fm., left riverside of the Irkut river, Shaman Cliff (no. 10521-1); б – plentiful *Treptichnus pedum* on the clayey dolomite bed surface, in the Ust-Tagul Fm., 4–7 m upper Upper subformation base, right riverside of the Biryusa River opposite Solyanaya village (no. 15039-9-6); в – plentiful *Treptichnus pedum* on weakly clayey micrite dolomite bed surface, in the lower part of the Ostrovnyaya Fm. (10 m from its base), right riverside of the Angara River, 12 km up-stream from Motyginovo village (no. 18029-3). All specimens kept in IPGG SO RAN, Novosibirsk city.

Луговская пачка на 60–90% состоит из чередующихся тонкообломочных отложений (тонкозернистые песчаники, алевролиты, алевролито-аргиллиты мадстоуны), включает до 2–14% песчаников мелко-среднезернистых сортированных пластовых и 3–37% песчаников мелкозернистых несортированных, алевролитистых пластовых. Пластовые песчаники имеют резкие нижнюю и верхнюю границы и образуют интервалы, в которых доля тонкообломочных компонентов наименьшая. Серебровская пачка состоит из преобладающих тонкообломочных отложений (54–69%) и подчиненных пластовых сортированных средне-мелкозернистых песчаников (9–37%), пластовых мелкозернистых несортированных песчаников (7–19%) (рис. 5). Пластовые сортированные песчаники выполняют русла реки и характеризуются пологой косою слоистостью дюн. На интервалах “сгущения” в разрезе пластовых песчаников (47–50%) содержание тонкообломочных отложений минимальное. Тымбырская пачка состоит из тонкообломочных отложений (72–86%), пластовых средне-мелкозернистых сортированных песчаников (3–21%), пластовых мелкозернистых несортированных песчаников (4–15%).

Границы в основании муксутской и каталичковской пачек имеют региональную протяжен-

ность и могут уверенно коррелироваться с границами в основании гребенской (gr_1) и веселовской (vs_1) свит на юго-востоке Енисейского кряжа [Советов, Благовидов, 2004; Sovetov et al. 2007]. Основания серебровской и тымбырской пачек могут, наиболее вероятно, сопоставляться с резкими литологическими реперами (gr_2) и (gr_4) гребенской свиты [Советов, Благовидов, 2004].

Литофациальный анализ айсинской свиты

Краткое содержательное определение цели фациального анализа приведено в работе [Walker, 1992, p. 7–8]. Литофации (фации) используются как инструмент для описания осадочных толщ, средство для построения моделей осадочных систем и для их корреляции. Литофации – это единицы разреза, сходные в каждой группе по ряду параметров и зависимые от физических и биохимических условий седиментации. Для описания аллювиальных осадочных систем всех типов и любого возраста были предложены “стандартная” и частные классификации фаций [Советов, 1986; Miall, 1996; Советов, Благовидов, 2004]. Построение фациальной модели определяется генетической интерпретацией литофаций с опорой на результаты полевых наблю-

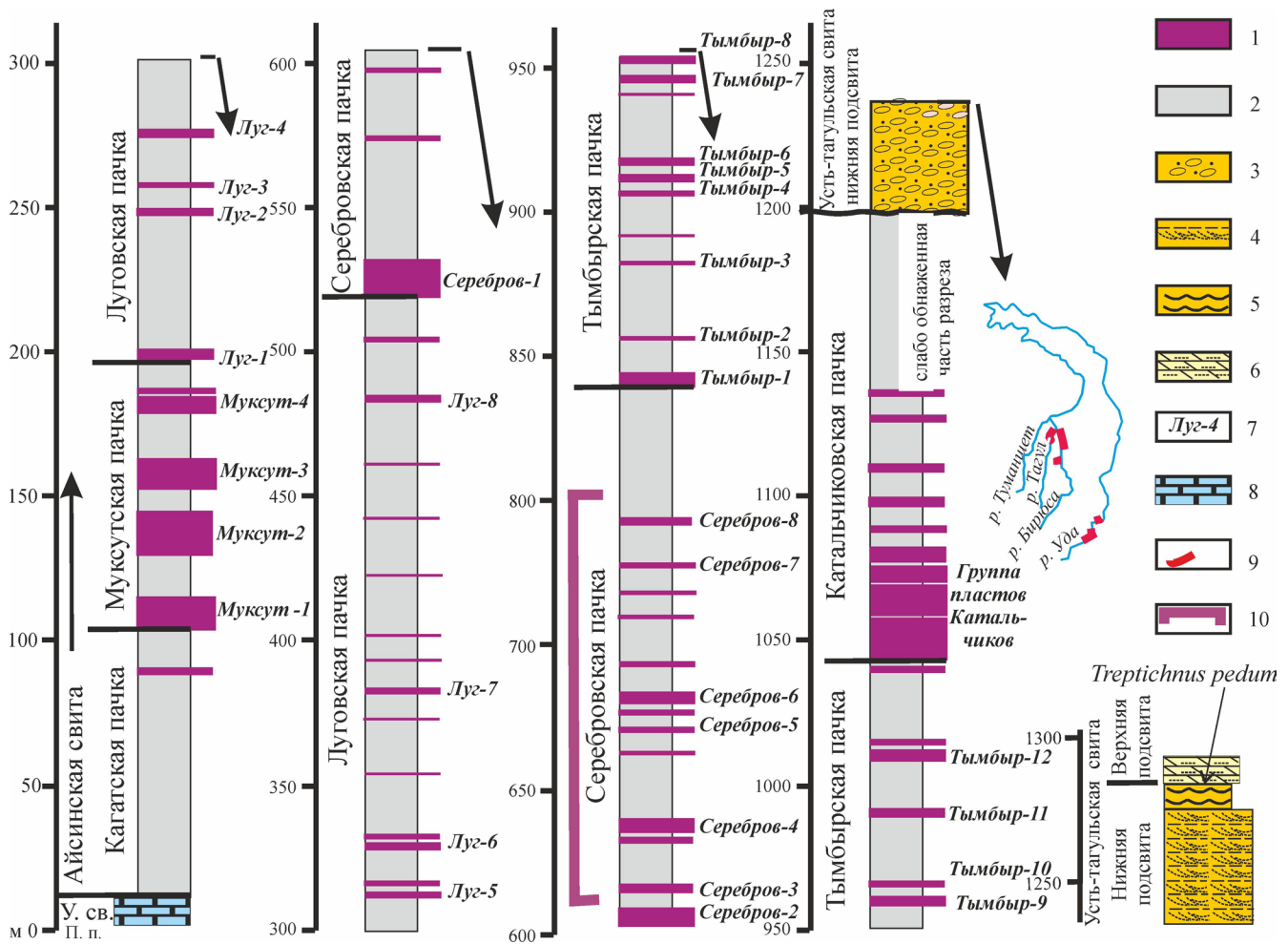


Рис. 4. Стратиграфия айсинской свиты в разрезах рек Бирюса и Тагул в районе их слияния (Бирюсинское Присянье).

1 – песчаник массивный наклоннослоистый и косослоистый (острова и отмели в руслах); 2 – тонкослоистые мелко-тонкозернистые песчаники, алевролиты и аргиллиты (прирусловые валы и пойма); 3 – валунный конгломерат нижней части русла, галечно-песчаная река сплетенного типа; 4 – песчаник массивный крупно-среднезернистый косослоистый (внутрирусловые бары); 5 – песчаник и алевролит средне-тонкослоистый, косоволнисто-слоистый и косослоистый (верхняя часть внутрирусловых баров и мелкие русла дельты); 6 – песчанисто-алевритовый пластово-строматолитовый доломит с ихнофоссилиями *Treptichnus pedum* (прибрежная часть морского бассейна); 7 – буквенные обозначения наиболее крупных русел; 8 – известняк микрофитолитовый и строматолитовый, маркирующий границу удинской и айсинской свит; 9 – положение разрезов айсинской свиты; 10 – интервал разреза, показанный на фотографии, рис. 6.

Fig. 4. Stratigraphy of the Aisa Fm., in the sections along the Biryusa and Tagul rivers in the district its junction (Biryusa NearSayan region).

1 – massive sandstone gentle cross-bedded and trough cross-bedded (islets and shoals in the channels); 2 – thinbedded finegrained sandstone, siltstone and mudstone (levees and floodplane); 3 – boulder conglomerate in the lower unit of the channel in the braided pebbly-sandy river; 4 – massive coarse-middlegrained cross-bedded sandstone (intrachannel bars); 5 – middle-thinbedded sandstone and siltstone cross-bedded and cross-laminated (upper part of intrachannel bars and small deltaic channels); 6 – platy-layered sandy-silty stromatolite dolomite with ichnofossils *Treptichnus pedum* (coastal zone of the sea); 7 – designation of more sizeable channels; 8 – microphytolite and stromatolite limestone marking Uda Fm. and Aysa Fm. boundary; 9 – Aysa Fm. sections location, 10 – section interval showed in the photo, Fig. 6.

дений, ассоциативность, сравнение с другими стратиграфическими единицами сходного происхождения осадков и обстановок их седиментации. В рамках современных седиментологических и стратиграфических концепций осадочная система определяется как “трехмерный ансамбль литофаций, ге-

нетически связанный действующими или выводимыми процессами и обстановками” [Rosamentier et al., 1988].

Набор из 21 литофаций речных отложений был выделен раньше в разрезах алешинской и мошакской свит тасеевской серии Егнисейского кря-

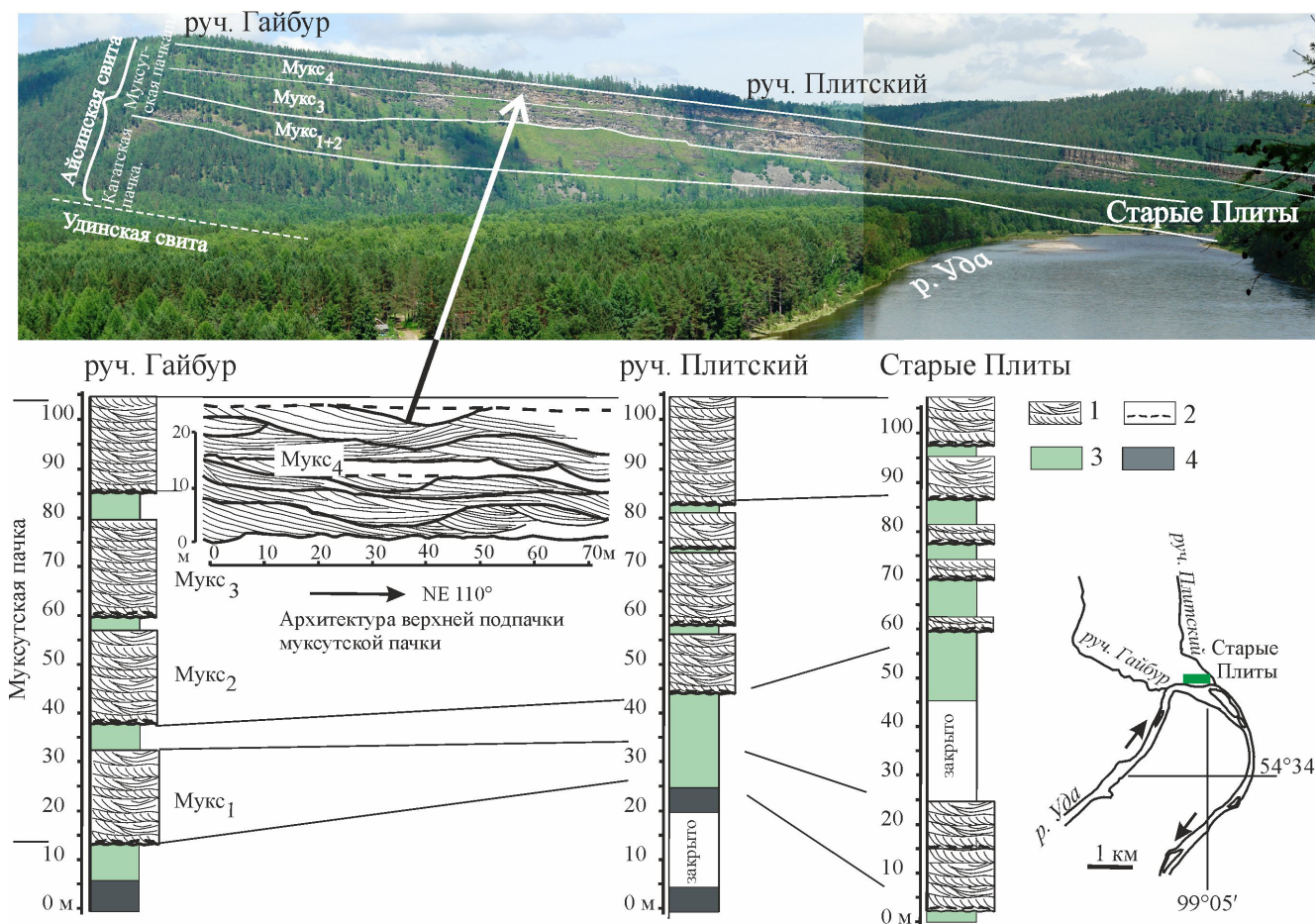


Рис. 5. Стратиграфическая последовательность отложений в мукутской пачке айсинской свиты в левом борту р. Уда, урочище Старые Плиты. Аллювиальная система песчаной большой глубокой реки.

1 – песчаник крупно-среднезернистый внутрирусловых баров, 2 – интракласты песчаника и алевролита, 3 – тонко-косослойчатый песчаник и алевролит кривасс суспензионных потоков на прирусловом вале, 4 – тонко-параллельно-слоистый песчаник и алевролит с ламинитовой текстурой на пойме.

Fig. 5. Stratigraphy of the Muksut Mb of Aysa Fm at the left riverside Uda, Starye Plity locality. Big deep river sandy fluvial system.

1 – coarse-middle-grained sandstone of intra-channel bars, 2 – sandstone and siltstone intraclasts, 3 – fine-cross-bedding sandstone and siltstone of crevasses and suspension currents at the levees, 4 – fine-parallel-bedded sandstone and siltstone with laminate structure at the floodplain.


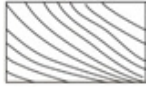



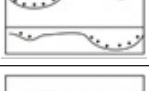

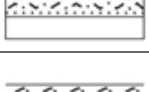
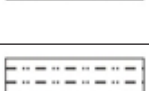
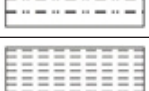



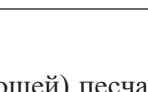
жа [Советов, Благовидов, 2004]. Литофации не отличаются от литофаций аллювиальных отложений различных классификационных схем [Nadon, 1994; Miall, 1996, 2014; Makaske, 2001].

В айсинской свите Присяня выделены 14 литофаций (табл. 1), и они весьма близки литофациям мошакской свиты (s.s.). В представляемой работе классификация литофаций генерализована для главной цели – приемлемого, по времени наблюдений, наиболее точного описания осадочной толщи (см. табл. 1). Литофации, обозначенные прописными буквами алфавита с добавлением аббревиатуры текстур, были инструментом поэлементного описания (седиментографии) айсинской свиты Присянского прогиба.

Блоки осадочного разреза, названные архитектурными элементами [Allen, 1983; Miall, 1996], определяют тип и класс осадочных, в том числе речных, систем [Советов, 1986]. Выделение архитектурных элементов опирается не только на парагенезис литофаций, но и на морфоструктуру тел (например, каналов, баров и дюн), на трехмерный пространственный анализ и картирование обнажений.

Наблюдения и детальная седиментография айсинской свиты показали, что она сложена только речными отложениями, которые можно объединить в осадочные системы двух типов: 1) глубокой песчаной реки с внутрирусловыми или чередующимися барями и крупными прирусловыми валами (см. рис. 5); 2) мелкой и умеренно глубокой сет-

Таблица 1. Классификация литофаций айсинской свиты**Table 1.** Classification of lithofacies Aisinskaya Formation

№ пп	Аббревиатура	Текстура	Литологическая характеристика
1	Пэ		Песчаник разномелкозернистый с нижней эрозионной границей, с интракластами алевролитов и тонкозернистых песчаников; реактивация течений в основании каналов-русел, либо лопастей баров внутри каналов, нижний режим течения
2	Пнс		Песчаник средне-мелкозернистый с крупной пологонаклонной слоистостью; внутрирусловые передовые склоны баров (форсетовые макроформы), нижний режим течения
3	Пкс		Песчаник средне-мелкозернистый с крупной и средней косою слоистостью; внутрирусловые дюны, слагающие бары, нижний режим течения
4	Пксв		Песчаник средне-мелкозернистый с косоволнистой слоистостью; верхняя часть или подножье внутрирусловых баров, нижний режим течения
5	Пвс		Песчаник средне-мелкозернистый с деформированной косою и волновой слоистостью; стоячие волны (сейшы) при конвергенции потоков, нижний режим течения
6	Пл		Песчаник разномелкозернистый с нижней эрозионной поверхностью; линзы среди тонкообломочных отложений прирусловых валов, заплеск при реактивации потока, нижний режим течения
7	Падс		Песчаник мелкозернистый с линзовидной пологой косою слоистостью антидюн с направлением обратным перемещению баров; среди тонкообломочных отложений прирусловых валов, верхний режим течения
8	Пмг		Песчаник средне-мелкозернистый массивный неслоистый с прямой гранулометрической градацией материала; русла прорыва (кревассы) на прирусловом валу, верхний режим течения
9	Пксвг		Песчаник мелкозернистый с косо-волнистой слоистостью и прямой градацией материала; конусы выноса русел прорыва (сплеи кревасс) на прирусловых валах и пойме, нижний режим течения
10	ПАла		Песчаник мелко-тонкозернистый и алевролит с ламинитовой текстурой; прирусловые валы, верхний режим течения
11	Алс		Алевролит тонко-параллельнослойчатый; прирусловые валы и пойма, верхний режим течения
12	Аквс		Алевролит косо-волнистослойчатый; прирусловые валы и пойма, нижний режим течения
13	Ам		Алевролит массивный неслойчатый; осаждение суспензии во временных водоемах на пойме
14	ААп		Алевролит и аргиллит тонко-параллельнослойчатый; временные водоемы на пойме; осаждение глинистой фракции суспензии

чатой (анастомозирующей) песчано-иловой реки с поймой (рис. 6). Установлены следующие признаки речных отложений в айсинской свите: 1) каналы-русла, с "однонаправленным" перемещением фор-

сетовых макроформ, песчаных дюн, ряби (табл. 1, рис. 7, фото 1); 2) подошвенные знаки течения в основании каналов, интракластовые брекчии, конгломераты и гравелиты (рис. 7, фото 2 и 4); 3) при-

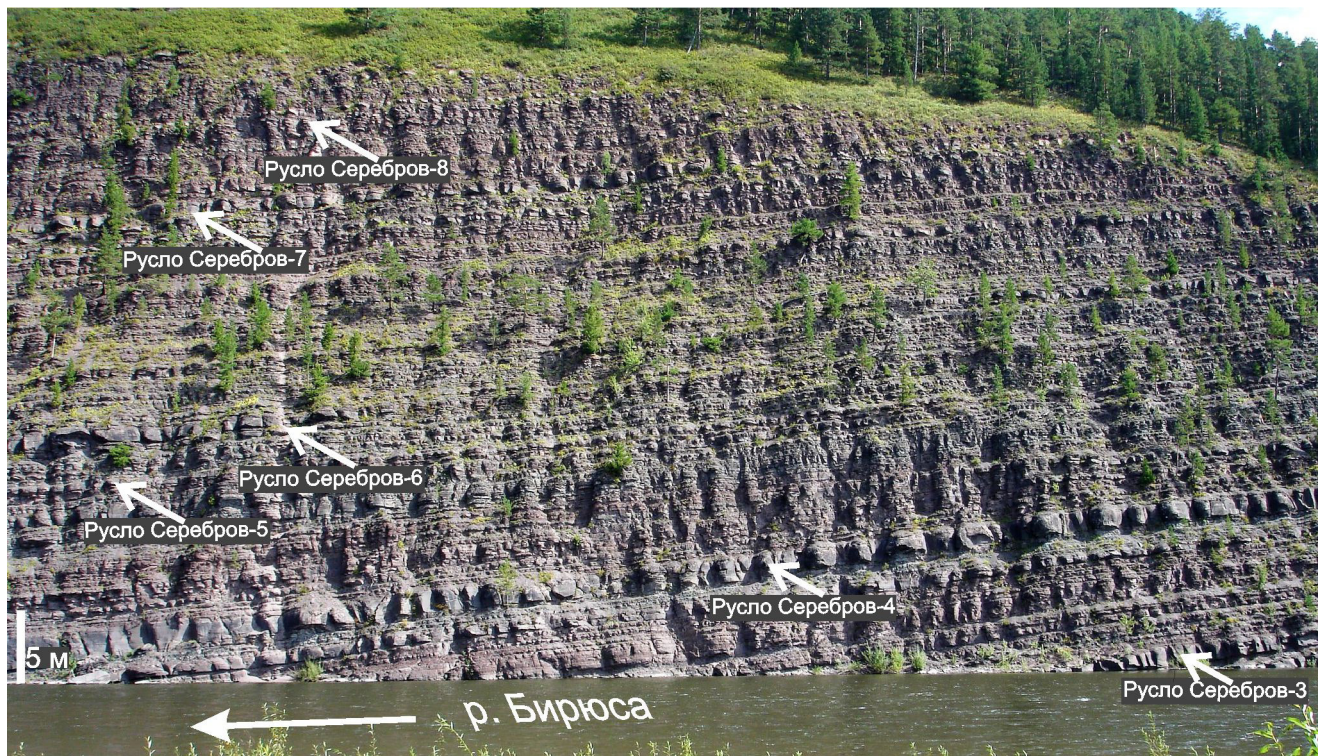


Рис. 6. Фотопанорама речных отложений серебровской пачки айсинской свиты (правый борт р. Бирюса, 1 км ниже о. Серебров). Стрoение (архитектура) речных отложений айсинской свиты, серебровская пачка. Массивные пласты русловых песчаников чередуются с пакетами мелкослоистых отложений прирусловых валов и поймы. Названиями обозначены крупные русла.

Fig. 6. Alluvial deposits photo-panorama of the Serebrov member (right riverside of the Biryusa River, 1 km downstream from Serebrov islet). Architecture of alluvial deposits in the Aysa Fm., Serebrov Mb. Channel massive beds of sandstone alternating the cosets of levee and floodplane deposits. The names on the photo indicate the more great channels.

русловые валы с песчано-алевролитовыми отложениями низкоскоростных потоков (см. рис. 7, фото 5) и высокоскоростных потоков наводнений (см. рис. 7, фото 6); 4) характерные слепки стоячих волн (сейш) на стрелке течений из двух проток реки (см. рис. 7, фото 3); 5) русла прорыва (кревассы) прирусловых валов и их конусы выноса (рис. 7, фото 7); 6) песчаноалевролитовые отложения слабых течений на пойме с многочисленными следами капель дождя (см. рис. 7, фото 8); 7) отложения застойных эфемерных водоемов на пойме, возникавших во время сильных паводков; 8) “однонаправленное” перемещение кластического материала от внешних поднятий на Сибирский кратон; 9) однотипный состав обломочного материала, соответствующий провинции “рециклированных орогенов”, т. е. разрушению и переотложению метаморфизованного материала зрелой пассивной континентальной окраины; 10) отсутствие в айсинской свите седиментологических признаков зон морского пляжа и шельфа. Речные отложения большой глубокой песчаной реки с чередующимися и внутрирусловыми песчаными барами аккреции вниз по течению

(DA – down-stream accretion [Miall, 1996]) формировались в трех обстановках: каналах, прирусловых валах и на пойме. Каналы-русла (мощность от 7–20 м до 40–50 м) состоят из четырех литофаций P_6 , P_{nc} , P_{kc} и P_{kc} . Литофация P_6 – базальная и реактивации течения – находится в основании каналов и содержит многочисленные интракласты алевролитов и песчаников разной зернистости, а также иногда фрагменты крупнозернистых гравийных песчаников разрушенных базальных слоев каналов. Сходная литофация реактивации течения находится также на разных уровнях внутрирусловых баров и сложена песчаником крупно-среднезернистым с интракластами алевролитов и алевритистых песчаников. Появлению базальной литофации предшествовал интенсивный размыв внутриканальных дюн и форсетовых макроформ, образование глубоких промоин от метров до десятков метров. Сходная литофация внутри русел связана с выравниванием рельефа русловых отмелей и островов (баров) во время наводнений. Литофация P_{nc} – песчаников средне- и мелкозернистых с крупной наклонной слоистостью песчаных баров (островов) – соответ-

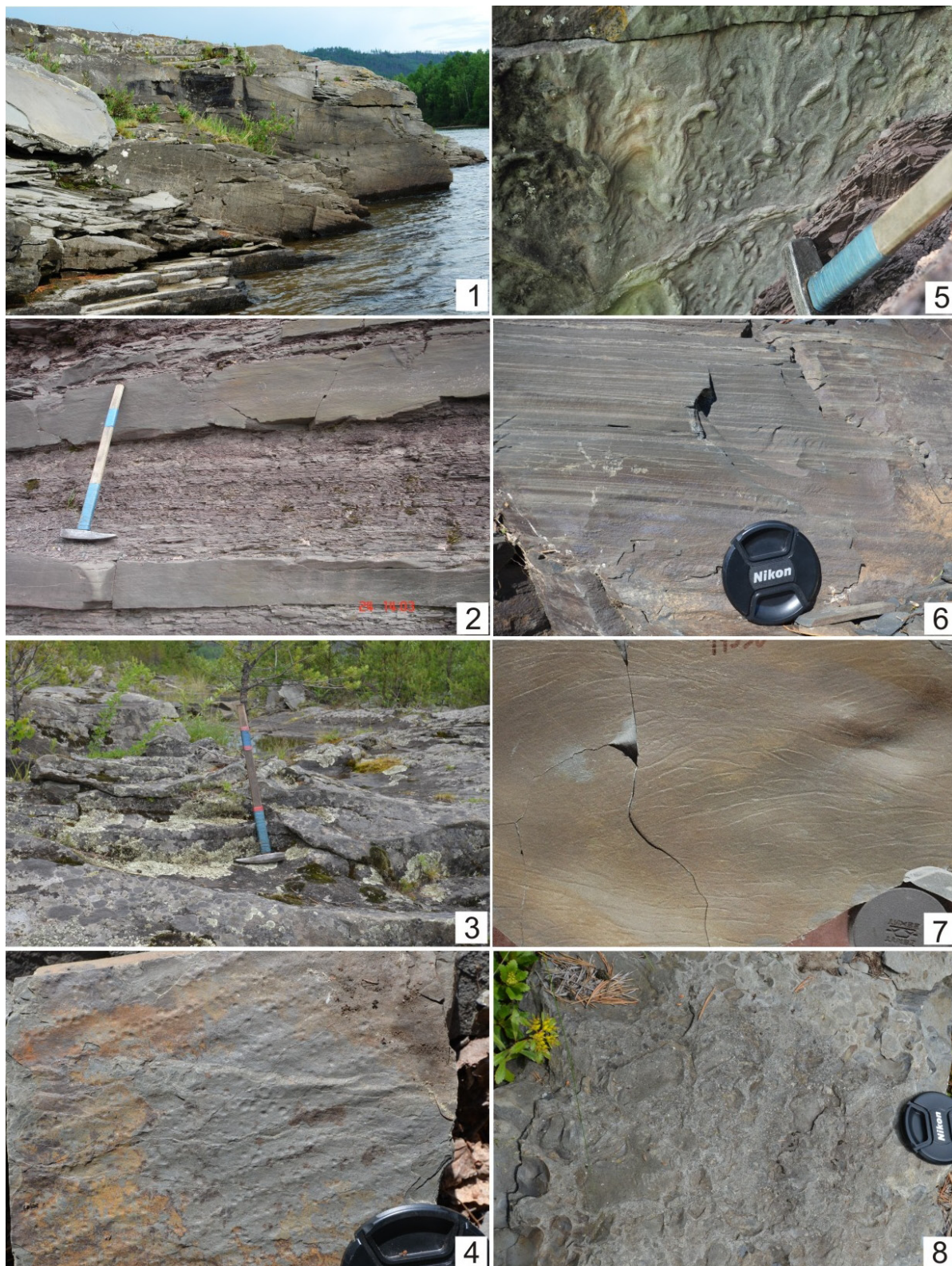


Рис. 7. Типы речных отложений в айсинской свите.

1 – массивные наклонно-слоистые (крупно-косослоистые) песчаники внутрирусловых и чередующихся баров – лопасти форсетовых макроформ (мукутская пачка, р. Уда, урочище Старые Плиты, молоток для масштаба); 2 – руслеца прорыва среди тонкослоистых отложений поймы (серебровская пачка, р. Бирюса, 1 км ниже о. Серебров); 3 – текстура стоячих волн (сейшей) на стрелке двух проток глубокой реки (мукутская пачка, р. Уда, урочище Старые Плиты); 4 – мелкая рябь течения с отпечатками капель дождя на прирусловом вале (мукутская пачка, р. Бирюса, урочище Кедровый); 5 – слеп-

ки водоворотных ямок и промоин (flute casts) на нижней поверхности русловых отложений, направление течения сверху вниз (серебровская пачка р. Бирюса, 1 км ниже о. Серебров); 6 – параллельная ламинитовая текстура в песчаниках и алевролитах с редкими антидюнами на прирусловом вале (муксутская пачка, р. Бирюса, урочище Кедровый); 7 – изящные знаки слабых струй течений на пойме (*Arumberia*) (муксутская пачка, р. Тагул, 3 км выше пос. Георгиевка); 8 – интракласты тонкозернистого песчаника и алевролита на границе реактивации течения (муксутская пачка, р. Уда, Старые Плиты).

Fig. 7. Alluvial deposits in the Aysa Fm.

1 – massive gentle bedded (great cross-bedding) sandstone of the intrachannel and alternating bars – foreset macroforms bar lobes (Muksut Mb., Uda River, Starye Plity location, hammer for scale); 2 – small channels (crevasse) between fine layered floodplane deposits (Serebrov Mb., Biryusa River, 1 km downstream Serebrov islet); 3 – seiches structure at the junction of two canal in the deep river (Muksut Mb., Uda River, Starye Plity location); 4 – current small ripples with rain drops at the levee (Muksut Mb., Biryusa River, Kedrovyy locality); 5 – flute casts on the channel bed sole, current direction from up to down (Serebrov Mb., Biryusa River, 1 km downstream from Serebrov islet); 6 – parallel-laminated structure in the sandstone and siltstone with antidunes at the levees (Muksut Mb., Biryusa River, Kedrovyy locality); 7 – delicate marks of weak currents at the floodplane (*Arumberia*), (Muksut Mb., Tagul River, 3 km upstream from Georgievka village); 8 – finegrained sandstone and siltstone intraclasts – traces of current reactivation (Muksut Mb., Uda River, Starye Plity locality).

ствует архитектурному элементу ФМ (форсетовым макроформам) [Miall, 1996]. Она заполняла русла миграцией вниз по течению, а также при латеральном наращивании баров (см. рис. 7, фото 1; рис. 5). Внутрирусловые бары имеют отчетливую выпуклую вверх форму, хорошо видимую в обнажениях и на фотопанорамах. Литофация $\Pi_{\text{квс}}$ песчаников косослойчатых от мелко- до среднезернистых слагает лингоидные внутрирусловые дюны – ядра форсетовых макроформ – и сменяет $\Pi_{\text{пс}}$ вверх по разрезу каналов либо слагает отдельные русла. Статистика измерений толщины литофаций каналов большой глубокой реки в муксутской пачке показала, что литофация $\Pi_{\text{пс}}$ меняется по мощности от 100 до 400 см, а ассоциации макроформ (баров) достигают мощности 20–40 м. Литофация $\Pi_{\text{квс}}$ косоволнистослойчатых мелкозернистых песчаников завершает выполнение русел, но встречается также у подножья дюн и баров. Литофация $\Pi_{\text{вс}}$ песчаников с деформированной текстурой “сейшей” (см. рис. 7, фото 3) встречена только в большой глубокой реке, к которой отнесены отложения муксутской и катальчиковской пачек.

Ассоциация прирусловых валов, замещающих русла глубокой реки латерально, включает отложения боковых частей потоков и русел прорыва прирусловых валов. К первой группе относятся три литофации: $\Pi_{\text{л}}$, $\Pi_{\text{ад}}$, $\Pi_{\text{Ап}}$, $\Pi_{\text{квг}}$. Литофация $\Pi_{\text{л}}$ песчаников неслойчатых линзовидных крупнозернистых, залегающих с размывом в виде прорывистых тел на других отложениях прируслового вала, – следы крупных наводнений и “заплеска” песка на прирусловой вал. Литофации $\Pi_{\text{ад}}$ и $\Pi_{\text{Ап}}$ параллельно-слоистые песчаноалевролитовые пакеты с текстурой антидюн высокоскоростных и $\Pi_{\text{квг}}$ – низкоскоростных течений на прирусловых валах (см. рис. 7, фото 6). Вторая группа включает литофации: $\Pi_{\text{мг}}$ массивных песчаников с градиционным уменьшением зернистости вверх по пласту и $\Pi_{\text{кст}}$ – мелкокосослойчатых песчаников с градицией в этом же направлении, объединяет отложения русел прорыва (кревасс) и конусов выноса на пойму (см. рис. 7, фото 2). Эти литофации “рус-

лец” образуют структуру коротких циклов эпизодических сильных наводнений. Ассоциация поймы реки включает наиболее тонкообломочные отложения: литофации $A_{\text{м}}$, $A_{\text{пс}}$, $A_{\text{квс}}$ и $AA_{\text{п}}$, представленные соответственно массивными, параллельно- и косоволнистослойчатыми, тонкослойными алевролитами и аргиллитами и тонкослойчатыми аргиллитами (см. рис. 7, фото 4 и 7). Текстуры литофации $A_{\text{пс}}$ варьируют от очень тонких косослойчатых – миграции очень мелкой ряби – до параллельно-слоистых. Литофация $AA_{\text{п}}$ черных, часто неслойчатых аргиллитов (мадстоунов) выполняет эфемерные водоемы на пойме, образовавшиеся во время крупных наводнений. Такие наводнения определяются по циклическому строению пластов – от литофации суспензионного потока $\Pi_{\text{мг}}$ и $A_{\text{м}}$ до стоячего водоема с $AA_{\text{п}}$.

Типичный вид обнажения серебровской пачки демонстрирует чередование лентообразных тел русел и пакетов чередования русел прорыва (кревасс) и тонкообломочных отложений поймы (см. рис. 5). Выделяются группы литофаций: 1) каналов-русел относительно мелких постоянных рек; 2) русел-кревасс на прирусловых валах и пойме; 3) “заплеска” литофаций каналов на прирусловой вал в эпизоды высокой воды; 4) суспензионных потоков наводнений на прирусловых валах; 5) донных течений разной интенсивности на прирусловых валах и пойме; 6) временных водоемов-озер на пойме после наводнений. Русла более мелкой постоянной реки сложены литофациями $\Pi_{\text{пс}}$ и $\Pi_{\text{квс}}$, представляющими срезы лингодных выпуклых вверх дюн. Относительно более крупные каналы в основании серебровской и тымбырской пачек включают обе литофации, представленные среднезернистым, до крупнозернистого, песчаником, и имеют многоэтажное строение, как в муксутской пачке, более мелкие каналы заполнены только косослойным песчаником. Прекрасно выражены нижние эрозионные границы каналов со знаками течения (см. рис. 7, фото 5) и постепенный переход вверх и вбок к отложениям прируслового вала (см. рис. 7, фото 2, 4 и 7)

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ КОРРЕЛЯЦИИ
ОСАДОЧНЫХ СИСТЕМ**Корреляция вендских отложений вдоль юго-западной краевой части Сибирской платформы**

Для создания модели осадочного бассейна важнейшее значение имеет литостратиграфический каркас, т.е. последовательность и латеральные связи осадочных систем. Для позднекембрийских осадочных комплексов физическая внутривассейновая корреляция играет первостепенную роль. Литостратиграфическая корреляция неопротерозойских осадочных серий на юго-западе Сибирской платформы – от Енисейского кряжа к Бирюсинскому и Иркутскому Присянью и Прибайкалью, проводившаяся разными исследователями во второй половине XX в., характеризуется сходной методологией [Советов, 1977; Хоментовский, 1985; Шенфиль, 1991]. Корреляция опиралась на крупные литологические комплексы, этапность осадконакопления и неизбежно была зависимой от истолкования происхождения отложений и геологической истории отдельных районов. Звенья цепи позднеопротерозойских прогибов вдоль юго-западной окраины Сибирской платформы разделены конседиментационными поднятиями, где происходили главные изменения комплексов литофаций и мощности отложений.

Стратиграфическое положение позднекембрийского осадочного комплекса, представленного отложениями чапской, тасеевской, оселковой, олхинской, мотской, байкальской сериями и локализованного в краевых (передовых) прогибах юго-запада Сибирской платформы, вызывает острую дискуссию [Хоментовский и др., 1972; Советов, Комлев, 2005; Sovetov et al., 2007]. Наиболее широко распространенная, ранняя, точка зрения о хроностратиграфическом положении оселковой серии и ее аналогов в составе позднего рифея появилась после проведения региональных стратиграфических исследований [Хоментовский, 1985; Шенфиль, 1991]. Эта точка зрения казалась логически безупречной, так как региональный перекрывающий конгломерат-песчаниковый комплекс усть-тагульской свиты и ее аналогов по историко-геологическим построениям относился к нижнему подразделению юдомского комплекса (раннему венду) [Хоментовский и др., 1972; Хоментовский, 1985; Шенфиль, 1991]. Соответственно, граница между рифеем и вендом (юдомским комплексом) в чехле Сибирской платформы по корреляции проводилась между тонкообломочными отложениями олхинской (тыретской) свиты и песчаными отложениями мотской (хужирской) свиты [Хоментовский и др., 1972; Шенфиль, 1991]. Первые сомнения в достоверности стратиграфической классификации появились после петрографического из-

учения песчаников кластических отложений позднекембрийских серий в открытых разрезах и керне скважин опорного и нефтепоискового бурения [Советов, 1977].

Ключевое значение для региональной и глобальной корреляции имеют, биостратиграфические и хемотратиграфические данные. Обнаружение в подошве оселковой серии Присяньи ледниковых отложений, их отождествление с оледенением позднекриогенской эпохи Марино по МСШ, а также независимые палеонтологические данные и датирование детритовых цирконов стали внешним основанием для идентификации венда и его корреляции на юго-западе Сибирской платформы [Советов, Комлев, 2005; Чумаков и др., 2011, 2013; Советов, Казак, 2013]. Эти данные были использованы для создания региональной схемы корреляции позднеопротерозойских отложений юго-западной и южной периферии Сибирской платформы [Sovetov et al., 2007; Sovetov, 2011a, 2011b]. Усовершенствованная схема такой корреляции в продольном сечении осадочного бассейна показана на рис. 8.

Региональное корреляционное значение имеют тиллиты, диамиктиты и гляциогенные брекчии, которые образовались на поверхности ледниковой экзарации и занимают базальное положение в марнинской свите оселковой серии. Эти грубообломочные несортированные отложения найдены в бассейнах рек Уда, Бирюса и Тагул. С тиллитами марнинской свиты Присяньи стратиграфически сопоставлены генетически близкие отложения: гляциофлювиальные конгломераты, брекчии и микститы, а также ледниковая штриховка ложа в основании подъемской свиты чапской серии севера Енисейского кряжа, в основании алешинской свиты тасеевской серии (юг Енисейского кряжа) [Советов, 2015], в основании ванаварской свиты непской серии (Байкитское поднятие) [Мельников, 2009], микститы и брекчии в основании олхинской свиты (Иркутское Присянье) [Мордвин, 1972], бугульдейская пачка диамиктитов в основании голоустенской свиты байкальской серии Прибайкалья [Мац, Егорова, 1957; Божко, 1976; Коробейников, Семейкина, 1978; Советов, Комлев, 2005], конгломераты, “пуддинговые” микститы, а также аркозовые брекчии в основании непской свиты (внутренние районы Сибирской платформы) [Sovetov et al., 2007] и наблюдения автора на юго-восточном склоне Непско-Ботуобинской антеклизы (скв. Чаяндинская № 321-11, скв. Верхне-Вилючанская № 626 – неопубликованные наблюдения автора). Некоторые пачки несортированных отложений и брекчий в основании венда считались остатками коры выветривания [Мордвин, 1972; Коробейников, Семейкина, 1978; Шемин, 2007], но убедительных данных такого их происхождения нет, а залегание

на глубоко эродированной неровной поверхности фундамента с характерными глубокими эрозионными впадинами, неотсортированными обломками подстилающих пород и стратиграфическое перекрытие трансгрессивными отложениями убеждают в родственности этих диамиктитов гляциальной бугульдейской пачке в основании голоуспенской свиты байкальской серии [Советов, Комлев, 2005; Sovetov, 2011a]. Стратиграфически выше тиллитов прослежено несколько границ, связанных с масштабными падениями уровня моря и эрозией субстрата. Важнейшее значение для корреляции имеют эрозионная граница между огнитской и озеркинской пачками марнинской свиты Присаянья [Советов, Комлев, 2005; Sovetov, 2011a], сопоставляемая с ней эрозионная граница между улунтуйской и голоуспенской свитами Прибайкалья [Маслов, 1983; Sovetov, 2011a], граница нижней и средней подсвиты (пачек) чистяковской свиты, нижней и верхней подсвиты подъемской свиты [Советов, Благовидов, 2004]. Не менее важное корреляционное значение имеют седиментологический маркер масштабного падения уровня моря, врезание аллювиальных долин и проградация речных отложений на границе удинской и марнинской свит Присаянья [Советов, Комлев, 2005; Sovetov, 2011a, 2011b]. Эта граница также резко разделяет верхнюю и среднюю подсвиты (пачки) чистяковской свиты [Советов, Благовидов, 2004], среднюю и верхнюю подсвиты улунтуйской свиты [Мац, Егорова, 1957]. Меньшее значение для корреляции имеют маркеры высокого стояния уровня моря, представленные биомикритовыми или фитолитовыми известняками и доломитами. Важнейшее корреляционное значение глобального масштаба имеют позднекембрийские (раннеэдиакаранские) постгляциальные покровные доломиты (кэп-доломиты), характеризующиеся специфическими признаками: ламинитовой текстурой слабых течений и микробиолитовых матов, микритовой структурой, первичной битуминозностью, включениями марказита, деформациями, связанными предположительно с истечением газогидратов в эпоху дегляциации. Подошва кэп-доломитов считается архистратиграфической границей и разделяет в Международной стратиграфической шкале эдиакаран (эдиакарий) и криогений [Gradstein et al., 2004, Knoll, 2006]. Покровные доломиты прекрасно обнажены в Присаянье и Прибайкалье и представлены нижней частью озеркинской пачки марнинской свиты и нижнеголоуспенской подсвитой соответственно [Sovetov, 2011a, 2011b]. Покровные доломиты накапливались в локальных узких полупресноводных морях-озерах, появившихся после глобального таяния ледников и выполняют эрозионные впадины ледникового рельефа, поэтому в каждой местности они локализованы в изолированных линзах. Покровные доломиты осаждались во внутриконтинентальных бассей-

нах и имеют сложные фациальные взаимоотношения с карбонатными и терригенными отложениями шельфов открытого моря. В частности, доломиты озеркинской пачки в бассейне р. Уда замещаются на юго-запад в сторону открытого моря смешанным терригенно-карбонатным комплексом с архитектурой биогермных бугров (онкоидов) морских дюн и песчаных волн [Sovetov, 2011b]. Линзы фитолитовых известняков и доломитов стратиграфически значительно выше постгляциальных покровных доломитов приурочены к верхней части марнинской и удинской свит [Советов, Комлев, 2005] и маркируют также уровни высокого стояния уровня моря в подъемской, чистяковской, олхинской и улунтуйской свитах.

В целом детальное подразделение нижней части оселковой серии и структура сиквенций применены как доказательная основа для корреляции с нижними частями чапской, тасеевской и байкальской серий [Sovetov et al., 2007]. Эти серии отнесены к венду по климатостратиграфическим, хемостратиграфическим (по изотопам углерода и стронция) и биостратиграфическим данным (отпечатки и слепки Metazoa) [Советов, Комлев, 2005; Советов, 2007; Sovetov, 2011b; Покровский и др., 2012]. Вывод был подтвержден постмаринонскими (постварангерскими, постлапландскими) значениями $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в карбонатных породах пещернинской пачки удинской свиты, исследованных А.Дж. Кауфманом с соавторами (Мэрилендский университет США, устное сообщение), и в улунтуйской свите байкальской серии [Kuznetsov et al., 2013].

Начало поздневендского континентального осадконакопления связано с литологической границей между известняковыми отложениями удинской свиты, венчающими одноименный цикл (сиквенцию) и его аналоги, и песчаноалевролитовыми отложениями аллювиальной и прибрежно-морской равнин. Эта граница, обусловленная сменой типа осадочного бассейна, в палеогеографическом и палеотектоническом отношении – одна из наиболее кардинальных в вендской истории Сибирской платформы [Хоментовский и др., 1972; Хоментовский, 1985; Sovetov, 2002, 2011b; Sovetov et al., 2007] и, вероятно, соответствует рубежу редкинско-котлинского горизонтов венда Восточно-Европейской платформы [Гражданкин, 2006; Соколов, 1997, 2013].

Главную роль в идентификации отложений, которые автор считает синорогенной поздневендской молассой, сыграли седиментологические и петрологические данные. Результаты седиментологической работы формулируются в следующих пунктах: 1) кластический материал моласс по составу соответствует провинции “рециклированных орогенов” [Советов, Казак, 2013] по классификациям [Dickinson, Suczek, 1979]; 2) область сноса находилась к юго-западу от Сибирского кратона; 3) реч-

Рис. 8. Детальная корреляция вендских отложений вдоль юго-западной окраины Сибирской платформы.

Образования осадочного бассейна позднего венда-раннего кембрия общего погружения Сибирского кратона (с внешним источником кластического материала); отложения внутриконтинентального морского бассейна: 1 – доломиты массивные и доломитовые брекчи, 2 – доломиты глинисто-алевритовые, алевриты и песчанники ламинарные с глистоморфозами по галиту (надприливная зона, себха), 3 – доломиты мелкослоистые (подприливные лагуны), 4 – доломиты пластово-строматолитовые (внутриприливная зона), 5 – песчанники и алевриты с текстурой волновой ряби и дюн подприливной зоны. Отложения краевой части бассейна: 6 – песчанники параллельно-слоистые с биотурбациями и текстурой дюн, 7 – песчанники гравийные и галечные, конгломераты с троговой косой слоистостью русел. Вендский форландовый бассейн, *континентальный* подкомплекс (внешний источник кластического материала): 8 – песчанники с крупной наклонной и косой слоистостью русел глубоководных и относительных мелких рек, 9 – песчанники, алевриты и аргиллиты русел прорыва, на прирусловых валах и пойме. Образование *континентально-морского* подкомплекса. 10–11 – отложения внутрикратонных радиальных рек и их дельты (с внутренним источником обломочного материала): 10 – конгломераты, гравелиты и гравийные песчанники с косой слоистостью русел песчано-гравийной реки, 11 – песчанники, алевриты и аргиллиты с дельтовой последовательностью наложения. Отложения ледниковой эпохи (с внутренним источником обломочного материала): 12 – тиллиты и ледниковые брекчи, 13 – песчанники несортированные, алевриты, аргиллиты и доломиты строматолитовые с гравийно-песчаным дробисом, (глияно-флювиальные и гляцио-озерные). Отложения постледниковые шельфовые: 14 – доломиты покровные ламинарные и волнистослоистые (мелкие озера-моря), 15 – песчанистые доломиты с крупной волновой слоистостью прибрежных баров, 16 – песчанники (ортокварциты) косослоистые прибрежных баров и дюн, 17 – алевриты и аргиллиты с пакетами песчанок приливных и штормовых течений, 18 – известняки линзовидные микрофитолитовые, оолитовые и строматолитовые банок и биогермных массивов, 19 – известняки биогермные и зернистые (карбонатные темпеститы) высокого стояния уровня моря. Отложения эпиконтинентального моря, синхронные с *континентальным* подкомплексом: 20 – песчанники кварцевые прибрежные и штормовых выносов, 21 – песчано-илловые и песчано-известняковые темпеститы, 22 – алевриты и аргиллиты ламинарные дистальных частей штормовых течений. Довендские образования основания осадочного бассейна: 23 – глинистые известняки и сланцы киргизской свиты позднего рифа (криогения), 24 – строматолитовые песчанистые доломиты тагульской и алевритовые кварциты ипситской свиты карагаской серии позднего рифа (криогения). 25 – метаморфические и магматические породы палеопротерозоя фундамента Сибирской платформы. Стратиграфическое положение: 26 – ихнофоссилий *Teretichnus pedum*, 27 – фосфатных пород и фосфоритов. Основные маркирующие границы: 28 – самое низкое стояние уровня моря и, одновременная эрозионная поверхность, сформированная внутриконтинентальным ледником эпохи Марино, 29 – региональная постгляциальная трансгрессия, 30 – эрозионная граница падения уровня моря и последующей трансгрессии в конце раннего венда, 31 – начало проградации аллювиальных систем с кратона в окраинные моря, предположительно, после оледенения Гаскье, 32 – наиболее высокое стояние уровня моря в конце раннего венда, 33 – начало образования экзакратонных провинциальных *континентально* подкомплекса и периферического форландового осадочного бассейна, 34 – реактивация орогенеза и последующая трансгрессия моря, 35 – смена периферического форландового осадочного бассейна бассейном общего погружения кратона, 36 – смена континентальных условий осадконакопления прибрежно-морскими, 37 – начало образования эвапоритового бассейна позднего венда-раннего кембрия, 38 – тектонические нарушения между вендским чехлом и фундаментом.

Fig. 8. Detailed correlation of the Vendian deposits across south-western margin of the Siberian Platform.

Vendian-Cambrian sedimentary sag basin in the Siberian Craton (external source of clastics); intracontinental sea basin deposits: 1 – dolomite and dolomite breccia, 2 – laminated clayey-silty dolomite, siltstone and sandstone with NaCl pseudomorphs (subtidal lagoon), 3 – dolomite fine-bedded (subtidal lagoon), 4 – dolomite platystromatolitic (intertidal zone), 5 – sandstone and siltstone with wavy ripples (subtidal zone). Deposits of marginal zone: 6 – parallel-bedded with dunes structure and bioturbation, 7 – conglomerate, trough cross-bedded sandstone with pebbles and gravels. Vendian foreland basin, *continental* subcomplex (external sources of clastics): 8 – channel sandstone coarse gentle- and trough cross-bedded of big deep river and more shallow rivers, 9 – sandstone, siltstone and mudstone of levee and floodplane. Deposits of *continental-marine* subcomplex (internal sources of clastics): 10 – conglomerate, gravelstone, and gravely unsorted sandstone cross-bedded of rivers channels, 11 – sandstone, siltstone and mudstone with deltaic sequences. Glacial deposits: 12 – tillite and glacial breccia, 13 – gravely unsorted sandstone, siltstone and stromatolite dolomite with sandy-gravel debris (glaciofluvial and glacio-lacusian). Postglacial deposits: 14 – cap dolomite laminated and wavy-bedded (shallow lake-sea), 15 – sandy dolomite with large wavy bedding (coastal bars), 16 – sandstone-or-thoquartzite cross-bedded (coastal bars and dunes), 17 – sandstone and siltstone (black shale) of tidal and storm currents tempestite cosets, 18 – lentic microphytolite and stromatolite limestone of shoals, 19 – biohermal stromatolite and grained limestone of massifs (carbonate tempestites) at the time of sea high rise. Deposits of epicontinental sea synchronous the *continental* subcomplex with: 20 – coastal and storm current quartzose sandstone, 21 – sandstone-mudstone and sandy-limy tempestites, 22 – laminated intercalation siltstone and argillite, distal tempestites. Pre-Vendian rocks: 23 – clayey limestone and shale of Late Riphean Kirgitey Fm., 24 – sandy stromatolite dolomite of the Tagul Fm., and arkose siltstone of the Ipsit Fm. (Late Riphean (Cryogenian) Karagassy Cr.). 25 – magmatic and metamorphic rocks of Paleoproterozoic basement. Stratigraphic position: 26 – ichnofossils *Teretichnus pedum*, 27 – phosphatic rocks and phosphorites. Main marking boundaries: 28 – lowest sea level and erosional surface in result of intracontinental glacier in the Marinoa epoch (Early Vendian), 29 – postglacial regional transgression, 30 – erosional surface of low stand sea and following sea level and erosional surface in result of alluvial system progradation from craton to marginal seas (possibly after Gaskier glaciation), 32 – highest sea level in the Early Vendian end, 33 – onset of exacratonic continental provinancic influence, peripheral foreland basin and *continental* subcomplex forming, 34 – orogenesis reactivation and following sea transgression, 35 – change peripheral foreland basin by sag basin, 36 – change continental depositional system by coastal depositional system, 37 – onset of Late Vendian–Early Cambrian evaporite basin, 38 – fault between basement and cover of the Siberian Platform.

ные потоки имели центростремительное направление и перенос терригенного материала происходил от внешних горных сооружений на кратон; 4) перенос и отложение кластического материала осуществлялись постоянными реками и плащеобразными потоками наводнений; 5) приемным бассейном кластического материала было мелкое море во внутренних районах кратона [Sovetov, 2002]. Особенности корреляционные качества имеют мощные песчанниковые пачки и границы аллювиальных циклов в основании гребенской и айсинской свит и резонансные отложения во внутрикратонном бассейне седиментации, отражающие региональные проградации аллювия. Нижняя пачка песчаников в айсинской свите ранее была выделена как пачка X [Брагин, 1985], а в общей последовательности подразделений марнинской и удинской свит получила название муксутская пачка [Советов, Комлев, 2005]. Муксутская пачка айсинской свиты Присяянья (мощность 120–300 м) имеет определяющие свойства для корреляции поздневендских синорогенных отложений как в передовых прогибах, так и на разделяющих поднятиях и на плите Сибирской платформы.

Верхние части стратиграфических подразделений, принадлежащих *континентальному* подкомплексу, перекрываются регионально выдержанными конгломерат-песчаниковыми толщами, слагающими “енисейско-присяянский” горизонт с видоиндексом *Treptichnus pedum* в его кровле [Советов, 1977; Sovetov et al., 2007]. С большой вероятностью *континентальный* подкомплекс принадлежит позднему эдиакарану (средней части венда). В российской стратиграфической шкале (ОСШ) верхняя граница подкомплекса, вероятно, разделяет котлинский и ровенский (\approx немакит-далдынский) горизонты позднего венда [Соколов, 1997, 2013].

Корреляция вендских отложений от юго-западных периферийных районов во внутреннюю закрытую область Сибирской платформы

Резкое изменение мощности и литологии неопротерозойских отложений происходит в направлении от периферийных прогибов к внутрикратонным Байкитскому и Непско-Ботуобинскому поднятиям (рис. 9). Эти изменения породили разные варианты корреляции отложений в радиальном направлении и, в конечном счете, к созданию региональных стратиграфических схем и номинации надрегиональных стратоноров – венда (юдомия) и верхнего рифея (“байкалия”) [Хоментовский и др., 1972; Шенфиль, 1991]. Петрографический метод корреляции создал основу для заключения об одновозрастности “верхнего байкалия”, который был символом позднейшей эпохи рифея в краевых депрессиях, и юдомского комплекса во внутренних районах Сибирской платформы [Советов, 1977].

Седиментологическое исследование сложных осадочных комплексов раннего венда показало ряд региональных тенденций [Sovetov et al., 2007]: 1) толщи *континентально-морского* подкомплекса (подъемская, чистяковская, марнинская, удинская, голоустенская и улунтуяйской свиты) накапливались в краевых эпиконтинентальных морях и прилегающей со стороны кратона аллювиальной равнине; 2) карбонатные отложения этого подкомплекса выклиниваются во внутренней области Сибирской платформы и замещаются тонкообломочными терригенными отложениями; 3) перенос кластического материала был радиальным и осуществлялся реками и эфемерными потоками со стороны внутренних поднятий к окраинным морям; 4) мощность отложений увеличивается к окраинным морям. До седиментологических работ к такому же выводу пришли другие исследователи с помощью точной корреляции по каротажу и по ассоциациям микрофоссилий [Тыщенко, 1986].

Корреляция разрезов тасеевской серии Енисейского кряжа и отложений во внутренних районах Сибирской платформы рассматривалась как комплексная проблема корреляции отложений в передовых прогибах и на конседиментационных внутренних поднятиях [Советов, Благовидов, 2004]. Сокращение мощности осадочных толщ от Енисейского кряжа (Южно-Енисейского прогиба) к Байкитскому поднятию и плите Сибирской платформы связано с выклиниванием и фаціальным замещением отложений. При корреляции учитывались следующие реперные границы, связывающие разрезы в двух зонах бассейна: 1) резкое несогласие в подошве тасеевской серии и ванаварской свиты; 2) резкая трансгрессия в подошве чистяковской свиты и верхневанаварской подсвиты; 3) резкая проградация аллювиальных систем в основании мошакской (гребенской) свиты и перерыв в подошве оскобинской свиты; 4) проградация аллювиальной системы с чередующимися барями в подошве веселовской свиты и, вероятный отклик в шельфовом бассейне – появление пачки песчаников в средней части оскобинской свиты; 5) резкое изменение источников материала в подошве редколесной свиты и появление *парфеновской пачки* (s.s.) полевошпатовых кварцевых песчаников; 6) резкая трансгрессия моря в основание островной и катангской свит.

Первая из названных границ образована ледниковой эрозией кратона и проградацией грубокластических постледниковых континентальных отложений из внутренних районов Сибирского кратона во внешнюю его зону [Sovetov, 2011a]. Русловые отложения сплетенных гравийных рек в алешинской свите структурно и генетически очень сходны с типом постледниковых отложений современной р. Скотт, классифицированных А. Майеллом [Miall, 1996], и функционально им идентичны [Советов, 2015]. С этой границей в передовых проги-

бах ассоциируют пачки тиллитов и гляциофлювиальных отложений основания чапской, тасеевской, оселковой и байкальской серий [Советов, Комлев, 2005; Sovetov, 2011a; Советов, 2015]. Вторая граница отражает раннюю постгляциальную трансгрессию из окраинных морей на кратон и маркирует образование на кратоне аргиллитовых битуминозных толщ в непской свите. Третья граница соответствует наиболее сильной и далекой по обилию кластического материала проградации на кратон аллювиальных комплексов из внешней обширной внезапно появившейся области сноса. Эта граница обозначает переломный рубеж в развитии вендских осадочных бассейнов, с ней ассоциируются в Присаянье и Енисейском кряже комплексы крупных речных долин в нижней части немчанской, мошак-овской, айсинской свит и их коррелятивов в основании чорской свиты (боханская пачка), а также перерыв в основании оскобинской свиты [Мельников, 2009]. Четвертая граница связана с импульсом поднятия (обновления) внешней области сноса и второй сильной проградацией аллювиальных комплексов на кратон. Пятая граница связана с изменением тектонического режима и плана погружения Сибирского кратона и образованием на периферии аллювиальных конусов выноса, а во внутренних районах шлейфа кварцевых и полевошпат-кварцевых песчаников парфеновской пачки (s.s.) [Sovetov et al., 2007]. С четвертой и пятой границами ассоциируют, соответственно, начало образования большелугской и шаманской свит Иркутского Присаянья [Советов, 1977] и их стратиграфических аналогов: каталичиковской пачки айсинской свиты и нижней подсвиты усть-тагульской свиты в Бирюсинском Присаянье, веселовской и редколесной свит на юго-востоке и юге Енисейского кряжа, средненемчанской подсвиты и нижней подсвиты угловской свиты на северо-востоке Енисейского кряжа, кварцевых и полевошпат-кварцевых песчаников парфеновской пачки в самой верхней части чорской свиты и их аналогов в верхней части тирской свиты на Ангаро-Ленской ступени (Иркутский амфитеатр). Корреляция указанных границ и пачек приводит к заключению о стратиграфическом соответствии в направлении от прогиба к плите: алешинской и чистяковской свит тасеевской серии – ванаварской свите; мошак-овской (в объеме гребенской и веселовской свит) и редколесной свит – оскобинской свите; островной свиты и ее аналогов в Присаянье – катангской, собинской и тэтэрской свитам на плите [Советов, Благовидов, 2004]. Корреляция, достаточно простая в пределах отдельных палеотектонических структур, становится многовариантной в зонах перехода от внешних прогибов к внутренним поднятиям. При выборе предпочтительного варианта корреляции решающее значение имели следующие факты: 1) вендские отложения представлены генетически различ-

ными осадочными системами; 2) осадочные системы сменяют друг друга в разрезах чапской, тасеевской, оселковой и байкальской серий однотипно, т.е. занимают в этих стратонах определенное стратиграфическое положение; 3) фациальные изменения и замещение континентальных систем морскими происходит закономерно: для раннего венда – от центральных районов кратона к его краевым частям, для позднего венда – от периферийной зоны к центру кратона.

Осадочные системы *континентально-морского* подкомплекса на Иркутском поднятии представлены отложениями олхинской серии, сопоставляемой с улунтуйской и качергатской свитами байкальской серии Прибайкалья [Бабкова, 1951; Исакова, 1963; Сулимов, 1964; Конева, 1985; Шенфиль, 1991; Sovetov et al., 2007]. Вышележащая мотская серия, подразделенная на хужирскую, большелугскую и шаманскую (нуртейскую) свиты [Советов, 1977], представляет кластический комплекс чередующихся континентальных и морских систем. Хужирская свита была детально изучена как пролювиально-аллювиальная система в связи с поисками россыпей золота [Мордвин, 1972; Слащева, Винниченко, 1972] и рассматривалась автором в керне скважин разведочного бурения. Большелугская свита, больше известная как пачка маркирующих “кварцито-видных песчаников”, представлена хорошо сортированными кварцевыми песчаниками с небольшой пачкой доломитов мелководно-морского генезиса [Советов, 1977], что обосновывает ее одновозрастность с космической свитой в скв. Ангарская 1 [Конева, 1985; Шенфиль, 1991]. Было проведено специальное седиментологическое изучение шаманской (нуртейской) свиты и ее аналогов – усть-тагульской и ушаковской свит в связи с проблемой поздневендского-раннекембрийского рифтинга и формирования солеродного бассейна Сибирской платформы [Sovetov et al., 2007]. **Отложения шаманской свиты** (Шаманский Утес, р. Иркут) подразделяются на речные отложения в нижней части свиты и морского побережья в верхней ее части. Подразделение внешне однородной красноцветной толщи на две разные по генезису части отражает региональное изменение палеогеографии и имеет ключевое значение для корреляции границы между ушаковской и куртунской свитами в Прибайкалье с границей между нижней и верхней подсвитами усть-тагульской свиты в Присаянье [Sovetov et al., 2007].

Сопоставление хужирской и космической свит с чорской свитой Ангаро-Ленской ступени или парфеновской свитой (s.l.) в интерпретации [Советов, 1977], по-видимому, сближало взгляды большинства исследователей на корреляцию поздневендских отложений Иркутского поднятия и плиты Сибирской платформы [Хоментовский и др., 1972; Шенфиль, 1991; Мельников, 2009]. Такая корреляция выводила подошву хужирской свиты (ранее –

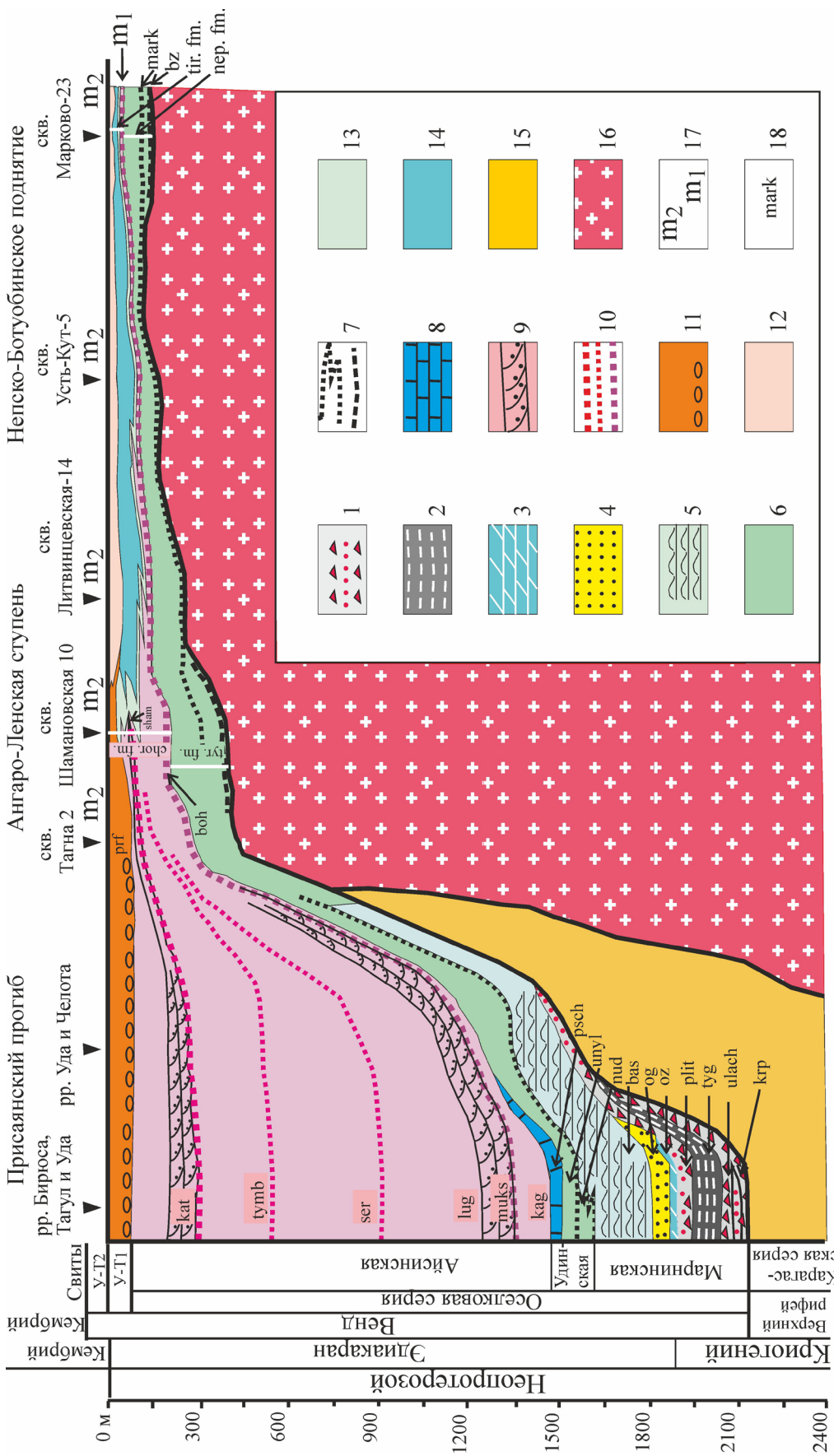


Рис. 9. Корреляция осадочных систем вендского бассейна от Присаянского прогиба до Непско-Бозубинской антеклизы. Стратиграфическая позиция геофизических реперов M_1 и M_2 и продуктивных пачек песчаников заимствованы из схемы корреляции Л.Ф.Гыщенко [1986].

1 – диамиктиты, брекчи и песчаники глициального происхождения; 2 – черные сланцы с лентообразными прослоями доломитов и известняков постгляциальных бассейнов; 3 – доломиты покровного типа постгляциальные; 4 – кварциты прибрежных морских баров; 5 – песчаники и алевролиты штормового генезиса; 6 – алевролиты и аргиллиты дельт внутриконтинентальных рек; 7 – песчаники прибрежных баров, замещающие русловые отложения постгляциальных радиальных рек; 8 – песчаники русловых отложений радиальных рек; 9 – известняки микрофитолитовые и строматолитовые и биогермов высокого стояния моря; 10 – проградации речных долин, маркирующие стратиграфические уровни; 11 – корреляционные уровни песчаников русел на аллювиальной равнине; 12 – гравелиты и конгломераты аллювиального комплекса, маркирующие рифтинг в позднем венде по ОСШ России (или на границе венда и кембрия, по МСШ [Соколов, 1997, 2013; Gradstein et al., 2004]); 13 – терригенно-карбонатные стратиграфические аналоги отложений раннекембрийских аллювиальных конусов выноса; 14 – терригенно-сульфатно-доломито-магнезитовые отложения эпиконтинентального опресненного моря – стратиграфические аналоги отложений аллювиальной равнины; 15 – довендские (верхнерифейские, криогенские) терригенные и карбонатные отложения карагасской серии; 16 – комплексе пород фундамента Сибирской платформы; 17 – региональные маркирующие реперы геофизического каротажа; m_1 – мар-

кирующий геофизический репер и сопоставляемая граница *континентального* подкомплекса венда, m_2 – маркирующий геофизический репер, соответствующий трансгрессии моря (поверхности заложения) регионального масштаба в верхней части верхнего венда в ОСШ, по Б.С. Соколову [1997, 2013] или на границе венда и кембрия по МСШ [Gradstein et al., 2004]. 18 – аббревиатуры стратиграфических подразделений: У-Т – усть-тагульская свита, нижняя подсвита; пачки в айсинской свите: kat – каталичиковская, tymb – тымбарская, ser – серебрянская, lug – луговская, mks – муксуская, kag – кагатская, kag – кагатская, pug – пещеринская, uny1 – уныльская, nud – нижнеудинская, bas – большайсинская, og – озеркинская, oz – озеркинская, pit – плитинская, tyg – тыгунейская, krp – карапчатуйская; свиты во внутренних районах Сибирской платформы: chor – чорская свита по [Арутюнов и др., 1982], парфеновская свита по [Советов, 1977], туг – тыретская свита по [Советов, 1977], олхинская свита по [Мордвин, 1972] или тыптинская свита по [Мельников, 20013], tir – тирская свита, nep – непская свита; пачки: prf – парфеновская, boch – боханская, mar – марковская, bz – безымянная пачка по [Тыщенко, 1986], chon – чоная пачка по [Мельников, 2009], sham – шаманская пачка, по [Мельников, 2009].

Fig. 9. Depositional systems correlation in the Vendian sedimentary basin from Near Sayan region to Nepa-Botuoba anteclise. Stratigraphic position of geophysics horizons m_1 and m_2 and oil and gas-bearing strata are shown as in the correlation scheme of the L.F. Tyschenko [1986].

1 – diamictite, breccia and unsorted sandstone of glacial genesis, 2 – black shale with ribbon-like beds of dolomite and limestone in the postglacial basin, 3 – cap dolomite, 4 – coastal bar quartzite, 5 – sandstone and siltstone of storm currents, 6 – deltaic siltstone and argillite of postglacial intracratonal rivers, 7 – coastal bar sandstone changing the postglacial radial river channels sandstone, 8 – sandstone of radial river channels, 9 – microphytolite and stromatolite biohermal limestone at the high sea level, 10 – stratigraphic marks of river valley progradation, 11 – correlation of alluvial channels, 12 – fluvial gravelstone and conglomerate marking a rifting at the Late Vendian on the CSS of the Russia (or at the Early Cambrian on the ISS [Sokolov, 1997, 2013; Gradstein et al., 2004]), 13 – terrigenous-carbonate stratigraphic analogues of the early Cambrian alluvial fans deposits, 14 – terrigenous-sulphate-dolomite-magnesian deposits in the brackish sea as stratigraphic analogues of the alluvial plane deposits, 15 – Pre-Vendian (Late Riphean, Cryogenian) terrigenous and carbonate deposits of the Karagassy Gr., 16 – basement rocks of the Siberian Platform, 17 – regional well logging marks: m_1 – well logging mark of lower boundary of the Vendian-continental complex, m_2 – well logging mark of regional transgression (flooding surface) in the upper Vendian after the B.S. Sokolov [1997, 2013] in CSS or in the Vendian-Cambrian boundary after [Gradstein et al., 2004]; 18 – stratigraphic units abbreviation: U-T1 lower Ust'-Tagul Fm.; Aysa Fm. members: kat – Katal'chikov Mb., tymb – Tymbar Mb., ser – Serebrov Mb., lug – Lugovoy Mb., mks – Muktut Mb., kag – Kagat Mb.; Marnya Fm. members: psch – Peschernaya Mb., uny1 – Uny1 Mb., nud – Nizhneudinsk Mb., bas – Bol'shaya Aysa Mb., og – Ognit Mb., oz – Ozerki Mb., pit – Pity Mb., tyg – Tygnei Mb., ulach – Ulyacha Mb., krp – Karapchatuy Mb.; stratigraphic formations in the inner districts of the Siberian Platform: chor – Chora Fm. after [Arutyunov et al., 1982], Parphenovo Fm. after [Sovetov, Komlev, 2005], Tyret' Fm. after [Sovetov, Komlev, 2005], Olcha Fm., after [Sovetov, 2002] or Typta Fm. [Mordvin, 1972], tir – Tira Fm., nep – Nepa Fm.; stratigraphic members: prf – Parphenovo Mb., boch – Bochan Mb., mar – Markovo Mb., bz – Bezymannaya Mb. on [Tyschenko, 1986], chon – Chona Mb. on [Mel'nikov, 2009], sham – Shaman Mb., [Mel'nikov, 2009].

нижнемотской подсвиты) на подошву боханского продуктивного пласта и пачки, а космическую свиту на тирскую и оскобинскую свиты. Независимая корреляция границ секвенций и осадочных систем *континентально-морского* подкомплекса венда в Присаянском и Прибайкальском прогибах подтвердила их полное сходство и одинаковое стратиграфическое положение [Sovetov et al., 2007].

Из согласованной корреляции следует главный вывод: стратиграфический уровень чорской свиты находится заведомо выше *континентально-морского* подкомплекса, представленного отложениями нижней и средней подсвит олхинской свиты и коррелируемых с ними морских отложений удинской и марнинской свит Присаянья, чистяковской и подъемской свит Енисейского кряжа, голуустенской и улунтуйской свит байкальской серии Прибайкалья. Все “подчорские” алевролитогаргиллитовые отложения, с редкими пластами песчаников, нижней части вендского чехла юга Сибирской платформы (тыретская, тулунская, олхинская свиты), идентифицированные и прослеженные до Непско-Ботуобинского поднятия [Тыщенко, 1986], стратиграфически соответствуют допоздненвендским отложениям передовых прогибов. Следовательно, в краевых (передовых) прогибах мощные терригенные отложения, от подошвы поздневендского *континентального* подкомплекса до первой региональной (катангской) трансгрессии моря вверх, одновозрастны комплексу отложений чорской свиты небольшой мощности. Корреляционный уровень катангской трансгрессии соответствует смене речных отложений прибрежно-морскими отложениями куртунской свиты Прибайкалья, верхней части шаманской и усть-тагульской свит Присаянья, средней части угловской свиты Енисейского кряжа [Sovetov et al., 2007].

Ранее, двумя независимыми методами: петрографическим [Советов, 1977] и геофизическими [Тыщенко, 1986], было доказано, что пачка песчаников под названием “парфеновская” имеет разное стратиграфическое положение в стратотипе (среднее течение р. Ангара) и на Непско-Ботуобинской антеклизе. До введения в стратиграфическую практику названия “чорская свита” со стратотипом в скв. Чорская 115 и Шамановская 10 [Арутюнов и др., 1982], все отложений между геофизическими реперами m_1 и m_2 объединялись автором, чтобы сгладить номенклатурные разночтения, в *парфеновскую* свиту (s.l.) с двумя петрографическими пачками – боханской внизу и парфеновской (s.s.) сверху [Советов, 1977]. Эта часть разреза называлась также нижней подсвитой мотской свиты с пластами песчаников P_3 внизу и P_1 сверху разреза [Тыщенко, 1986].

Фациальная изменчивость чорской свиты приводит к нескольким заключениям: 1) от Ангаро-Ленской ступени к Непско-Ботуобинскому поднятию средняя ее часть замещается глинисто-

доломит-ангидритовыми отложениями, что было установлено по каротажу и керну [Тыщенко, 1986] и подтверждено корреляцией петрографических горизонтов [Советов, 1977]; 2) осадочная толща от каротажного репера m_1 до фундамента стратиграфически соответствует непской свите, т.е. “марковский” и “безымянный” маркирующие пласты песчаников непской свиты находятся стратиграфически ниже “боханского” пачки; 3) от Ангаро-Ленской ступени к Прибайкальскому и Присаянскому прогибам нижняя и средняя части чорской свиты (боханская пачка) увеличивается по мощности за счет появления дополнительных пластов песчаников [Арутюнов и др., 1982; Мельников, 2009]; 4) чорская свита замещается тирской свитой и ее стратиграфическим аналогом – оскобинской свитой, залегающими на Непско-Ботуобинском и Байкитском поднятиях и их склонах [Тыщенко, 1986]. Неизбежным следствием такой стратиграфической модели автор считает заключение о глубоком погружение аналогов чорской свиты в прогибах и корреляцию ее с нижними маркирующими пачками песчаников поздневендского *континентального* подкомплекса (см. рис. 9). Обоснование замещения мощных осадочных серий в прогибах маломощным чехлом на передовых поднятиях приведено в [Светов, Благосидов, 2004] и подтверждено также для районов, сопредельных с Енисейским кряжем и Патомским нагорьем [Мельников, 2009]. Стратиграфическим аналогом боханской пачки чорской свиты в Присаянье автор считает муксутскую пачку айсинской свиты, которая по внезапной сильной проградации аллювия на платформу представляет собой проксимальную часть песчаного клина уникального для корреляции. В Прибайкалье ей соответствует нижняя пачка песчаников качергатской свиты (черемшанская пачка по стратотипу в урочище Черемшанка) в бассейне рек Голоустная и Куртун. Последняя была прослежена над улунтуйскими известняками в ряде скважин по профилям от Прибайкальского прогиба на Иркутское поднятие и Ангаро-Ленскую ступень. В схеме корреляции В.Ю. Шенфиля [1991] была придумана иная геологическая модель погружения краевой части Сибирской платформы [Sovetov et al., 2007]: полная инверсия Байкальского, как считалось, поздне-рифейского прогиба, перед накоплением ушаковской свиты, глубокий размыв качергатской свиты и ее аналогов в прогибе и на кратоне, а затем новое интенсивное погружение. По этому варианту корреляции к “терригенному” венду относился только самый верхний терригенный грубозернистый осадочный комплекс – ушаковская свита, отделенная конгломератами от подстилающих отложений. По аргументам, приведенным выше, венд на юго-западе Сибирской платформы имеет значительно больший литостратиграфический объем и объединяет отложения крупных осадочных серий в пол-

ном объеме – чапской, тасеевской, оселковой, байкальской. Ранее автором приведена аргументация происхождения конгломератов и перекрывающего эвапоритового осадочного бассейна в результате поздневендского-раннекембрийского рифтинга [Sovetov et al., 2007]. Поэтому, если относить к венду только усть-тагульскую свиту, ее аналог на севере Енисейского кряжа – угловскую свиту [Советов, 1977] и ушаковскую свиту Прибайкалья, значит сузить систему до объема немакит-далдынского горизонта, который начинается с основания иркутской и островной свит [Хоментовский и др., 1972, с. 281; Советов, 2015], т.е. с верхней подсвиты усть-тагульской свиты.

В самое последнее время были обнаружены остатки мягкотелых многоклеточных животных, имеющие диагностическое значение для венда (эдиакарана), в частности рангеоморфные фоссилии в стратиграфическом аналоге айсинской свиты – качергатской свите байкальской серии [Советов, Соловецкая, 2014]. Другие слепки и отпечатки мягкотелых многоклеточных животных в марнинской свите демонстрировались автором в докладах на международных конференциях в Москве и Новосибирске [Советов, Комлев, 2005; Советов, 2007], на 33-м, 34-м и 35-м МГК в Осло, Брисбене и Кейптауне. [Sovetov, 2011b]. Новые биостратиграфические, изотопно-геохимические и геологические данные, полученные в последнее десятилетие в Байкало-Патомском регионе, также подтверждают вендский возраст оселковой серии и коррелируемых стратиграфических подразделений на юго-западе Сибирской платформы. Проба цирконов из основания жуинской серии в Приленской зоне дала три кластера значений возраста, один из которых имеет среднюю величину 646.9 ± 3.4 млн лет, что стало основанием для отнесения к венду дальнетайгинской серии патомского комплекса [Чумаков и др., 2011, 2013]. Вместе с хемотратиграфическими данными [Покровский и др., 2006], это значение возраста детритовых цирконов допускает интерпретацию возраста стратиграфического аналога жуинской серии – *континентального* подкомплекса – как поздневендского. Другие данные и детальный анализ микрофоссилий, приведенные в работе [Чумаков и др., 2013], подтверждают ранневендский возраст нижележащей дальнетайгинской серии и соответственно коррелируемых с ней байкальской и оселковой серий, что было предсказано в работе [Советов, Комлев, 2005].

Континентально-морской подкомплекс подразделяется на две секвенции – марнинскую и удинскую, каждая из которых начинается с глубокого падения уровня моря и заканчивается высоким уровнем его стояния. Марнинская секвенция включает базальный горизонт ледниковых, гляциофлювиальных и гляциоозерных отложений, принадлежащих двум стадиям оледенения Марино, и больше-

айсинскую трансгрессию моря [Sovetov, 2011a, б]. Удинская секвенция прямых признаков оледенения в основании не несет, но предшествующее оледенение, возможно эпохи Гаскье, предполагается по нижней глубокой эрозионной границе и тенденции поворота изотопной кривой δC^{13} на этой границе в область отрицательных значений [Sovetov, 2011a]. Удинская секвенция заканчивается трансгрессией моря и высоким уровнем его стояния (уныльская, пещернинская пачки марнинской свиты и самая верхняя пачка известняков верхнеулунтуйской подсвиты). В позднем венде на Сибирской платформе произошло радикальное изменение палеогеографии и появился периферический форландовый бассейн, который связан с аккрецией к юго-западной границе платформы огромного палеоконтинента. Вероятно, это же геодинамическое событие отразилось на Восточно-Европейской платформе формированием редкинского, беломорского и полузакрытого котлинского бассейнов, которые несут признаки форландового бассейна [Гражданкин, 2003]. Новый этап в истории двух платформ начинается с падения уровня моря и последующей глобальной “кембрийской” трансгрессии и появлением уникальной биоты в начале ровенского (немакит-далдынского) века. Этот рубеж принимается как граница между эдиакараном и кембрием [Gradstein et al., 2004] либо рассматривается как поздневендская предкембрийская экспансия представителей мелкоракотинной фауны, трубкажилов и мягкотелых животных, оставивших только характерные следы [Соколов, 2013].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Анализ седиментационной структуры осадочных толщ стал ключевым моментом интерпретации стратиграфии и корреляции стратонов венда на юго-западе Сибирской платформы.

2. Впервые приведена детальная литофациальная классификация речных отложений айсинской свиты оселковой серии венда Присаянья и на этой основе сделан вывод об огромном влиянии на строение поздневендского осадочного бассейна речной системы гигантской реки (big river). Эти данные стали основой корреляции отложений венда в юго-западной периферической зоне Сибирской платформы, которые сгруппированы в два региональных подкомплекса: нижний *континентально-морской* и верхний *континентальный*.

3. Каждый из двух подкомплексов образован уникальным латеральным рядом осадочных систем и отличается от другого по положению области сноса, направлениям переноса кластического материала, градиенту мощности, темпу погружения бассейна и палеогеографической зональности. Подкомплексы образуют два латеральных ряда осадочных систем: нижний – от преобладания мелководно-

морских систем на периферии к континентальным во внутренней области Сибирской платформы, верхний – от доминирования аллювиальных систем на периферии к исключительно мелководно-морским системам во внутренней области.

4. *Континентально-морской* подкомплекс представлен во внутренних районах Сибирской платформы терригенной непской свитой, которая на юго-запад замещается нижними стратиграфическими подразделениями байкальской серии (голоустенская и улунтуйская свиты), олхинской серии, оселковой серии (марнинская и удинская свиты) и тасеевской серии (алешинская и чистяковская свиты). *Континентальный* подкомплекс накопился в передовых (краевых) прогибах и замещается во внутренних районах Сибирской платформы (Байкитская антеклиза, Непско-Ботуобинская антеклиза) мелководно-морскими терригенно-карбонатными и карбонатными отложениями (с ангидритом, доломитом и магнезитом) тирской и оскобинской свит.

Автор выражает благодарность преподавателям и студентам Новосибирского государственного университета В.В. Благовидову, А.Е. Куликовой, М.Н. Медведеву, инженеру ИГМ СО РАН Л.А. Чигвинцевой, ведущему инженеру ИНГГ СО РАН Л.В. Соловецкой и безвременно ушедшему Е.П. Бутакову за содействие в полевых исследованиях вендских отложений и биоты Присаянья. Приношу также благодарность профессору С. Иенсену из Университета Экстремадура (Испания) за консультацию по определению ихнофоссилий.

Исследования проводились при финансовой поддержке РФФИ, проекты 04-05-65299, 08-05-00959, Новосибирский национальный исследовательский государственный университет финансировал участие с докладами на 32-м (2004), 33-м (2008), 34-м (2012) и 35-м (2016) МГК.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Анатольева А.И. (1968) Древняя красноцветная терригенно-гематитовая формация на юго-западе Сибирской платформы. *Бюлл. МОИП. Отд. геол.*, (5), 79-92.
- Арутюнов С.Л., Городничев В.И., Дробот Д.И., Воробьев В.Н., Журавлев А.Г., Шенфиль В.Ю., Диденко А.Н., Пятилетов В.Г. (1982) К стратиграфии позднего докембрия Ангаро-Ленской нефтегазоносной области. *Геология и геофизика*, (3), 41-43.
- Бабкова М.С. (1951) Новая свита в разрезе древних толщ Присаянья. *Тр. Иркутского госуниверситета. Сер. геол.*, 5(2), 100-103.
- Божко Н.А. (1976) О присутствии тиллоидов в разрезе докембрия центральной части Западного Прибайкалья. *Вестник МГУ. Сер. геол.*, (4), 106-108. 4.
- Брагин С.С. (1985) Оселковая серия позднего докембрия Присаянья (расчленение и корреляция). *Стратигра-*

- фия позднего докембрия и раннего палеозоя Сибири. Венд и рифей. (Отв. ред. В.В. Хоментовский.) Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 44-57.
- Гражданкин Д.В. (2003) Строение и условия осадконакопления вендского комплекса в Юго-Восточном Беломорье. *Стратиграфия. Геологическая корреляция*, **11**(4), 3-23.
- Григорьев В.Н. (1963) Кембрийские молассовые формации западной окраины Сибирской платформы и ее обрамления. *Вулканогенно-осадочные и терригенные формации*. (Отв. ред. И.В. Хворова) М.: Изд-во АН СССР, 374-386.
- Исакова В.С. (1963) Новые данные по геологии юго-западного Прибайкалья. *Докл. АН СССР*, **151**(1), 161-164.
- Конева Л.П. (1985) Строение мотской серии юга Ангаро-Ленской ступени. *Региональная стратиграфия нефтеносных провинций Сибири*. Новосибирск: СНИИГиМС, 28-33.
- Коробейников Н.К., Семейкина Л.К. (1978) Характер взаимоотношения байкальской серии среднего протерозоя в северо-западном Прибайкалье. *Новое в стратиграфии и палеонтологии позднего докембрия восточных и северных районов Сибири*. (Отв. ред. В.В. Хоментовский) Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 134-146.
- Маслов В.К. (1983) О перерывах в осадконакоплении и корреляции разрезов среднего-верхнего рифея в Западном Прибайкалье. *Геология и геофизика*, (7), 79-105.
- Мац В.Д., Егорова О.П. (1957) Стратиграфия байкальского комплекса и некоторые данные по его фосфоритности. *Материалы по геологии и полезным ископаемым Восточной Сибири*. (Отв. ред. М.М. Одинцов) Вып. 1 (22), 47-58.
- Мельников Н.В. (2009) Венд-кембрийский соленосный бассейн Сибирской платформы. Новосибирск: СО РАН, 148 с.
- Мордвин А.П. (1972) Хужирское рудопроявление золотоносных конгломератов. *Геология и золотоносность конгломератов рифея и венда южного обрамления Иркутского амфитеатра*. (Отв. ред. Г.Х. Файнштейн) Иркутск: Восточно-Сибирское книжное издательство, 154-189.
- Покровский О.Г., Мележик В.А., Буякайте М.И. (2006) Изотопный состав **C**, **O**, **Sr** и **S** в **позднекембрийских** отложениях Патомского комплекса, Центральная Сибирь. Сообщение 1. Результаты, изотопная стратиграфия и проблемы датирования. *Литология и полез. ископаемые*, (5), 505-530.
- Покровский О.Г., Буякайте М.И., Кокин О.В. (2012) Геохимия изотопов **C**, **O**, **Sr** и **хемостратиграфия неопротерозойских** отложений севера Енисейского кряжа. *Литология и полез. ископаемые*, (2), 197-220.
- Предгеченский А.А. (1960) Древнее поднятие южной Сибири (К вопросу о "Древнем темени Азии"). *Тр. СНИИГиМС*. Вып. 13, 65-78.
- Семихатов М.А. (1962) Рифей и нижний кембрий Енисейского кряжа. (Отв. ред. В.В. Хоментовский) М.: Изд-во АН СССР, 241 с.
- Семихатов М.А., Сергеев В.Н., Воробьева Н.Г. (2013) Современное состояние общей стратиграфической шкалы протерозоя и перспективы ее детализации. *Тр. Всерос. конф. "Общая стратиграфическая шкала России: состояние и перспективы обустройства"* (Отв. ред. М.А. Федонкин) М.: ГИН РАН, 41-48.
- Слащева Л.И., Виниченко М.Н. (1972) Золотоносность конгломератов венда Юго-Восточного Присаянья. *Геология и золотоносность конгломератов рифея и венда южного обрамления Иркутского амфитеатра*. (Отв. ред. Г.Х. Файнштейн) Иркутск: Восточно-Сибирское книжное издательство, 115-154.
- Советов Ю.К. (1977) Верхнедокембрийские песчаники юго-запада Сибирской платформы. (Отв. ред. Ю.П. Казанский) Новосибирск: Наука СО, 294 с.
- Советов Ю.К. (1986) Парагенетические ассоциации континентальных отложений в позднекембрийской эпиконтинентальной молассе: Малый Каратау, Казахстан. *Проблемы формационного анализа*. (Отв. ред. М.А. Жарков), *Тр. ИГиГ СО АН СССР*, (628), Новосибирск: Наука СО, 104-126.
- Советов Ю.К. (2007) Новое местонахождение бесскелетных Metazoa вендо-эдиакарского типа на юго-западе Сибирской платформы: оселковая серия, Бирюсинское Присаянье. *The Rise and Fall of the Vendian (Ediacaran) Biota. Origin of the Modern Biosphere. Transaction of the International Conference of the IGSP 493*. (ed. M.A. Fedonkin) Moscow: GEOS. 33-37.
- Советов Ю.К. (2015) Тиллиты вблизи основания тасеевской серии венда стратотипического разреза (Сибирская платформа). *Геология и геофизика*, **56**(11), 1934-1944.
- Советов Ю.К., Благовидов В.В. (2004). Реконструкция бассейна осадконакопления (на примере вендского передового прогиба – "форландового бассейна" юго-запада Сибирской платформы). *Осадочные бассейны: методы изучения, строение и эволюция*. (Ред.: Ю.Г. Леонов, Ю.А. Волож). М.: Научный мир, 159-212.
- Советов Ю.К., Казак А.К. (2013) Орогенез и аллювиальное осадконакопление на юго-западе Сибирской платформы в позднем венде (тип дренажной сети, источники материала, темп погружения). *Осадочные бассейны, седиментационные и постседиментационные процессы в геологической истории*. Мат-лы VII Всерос. литол. совещ. Т. III. Новосибирск: ИНГГ СО РАН, 129-132.
- Советов Ю.К., Комлев Д.А. (2005) Тиллиты в основании оселковой серии Присаянья и положение нижней границы венда на юго-западе Сибирской платформы. *Стратиграфия. Геологическая корреляция*, (1), 3-34.
- Советов Ю.К., Соловецкая Л.В. (2014) Первая находка рангеоморфных организмов в качергатской свите Прибайкалья и стратиграфическое положение эдиакарской пачки стратотипа эдиакарана на Сибирской платформе. *Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса (от океана к континенту)*. (Отв. ред. Е.В. Складаров) Материалы научного совещания по Программе фундаментальных исследований ОНЗ РАН. Вып. 12. Т. 2. Иркутск: ИЗК СО РАН. 279-280.
- Соколов Б.С. (1997) Очерки становления венда. М.: КМК Scientific Press Ltd., 153 с.
- Соколов Б.С. (2013) Вендская система в общей стратиграфической шкале России (приложение к сборнику статей конференции). *Общая стратиграфическая шкала России: состояние и перспективы обустройства*. (Отв. ред. М.А. Федонкин) М.: ГИН РАН. С. 3-48.
- Сулимов И.Н. (1964) О позднем докембрии Олхинского

- Присяяня. *Геология и геофизика*, (8), 130-133.
- Тыщенко Л.Ф. (1986). Корреляция и номенклатура продуктивных горизонтов подсолевого терригенного комплекса юга Сибирской платформы. *Геология нефти и газа*, (5), 11-15.
- Хоментовский В.В. (1985) Венд Сибирской платформы. *Вендская система. 2. Историко-геологическое и палеонтологическое обоснование. Стратиграфия и геологические процессы*. (Отв. ред. Б.С. Соколов, М.А. Федонкин) М.: Наука, 83-161.
- Хоментовский В.В., Шенфиль В.Ю., Якшин М.С., Бутаков Е.П. (1972) Опорные разрезы отложений верхнего докембрия и нижнего кембрия Сибирской платформы. М.: Наука. 356.
- Чумаков Н.М., Капитонов И.Н., Семихатов М.А., Леонов М.В., Рудько С.В. (2011) Возраст верхней части патомского комплекса Средней Сибири: изотопные датировки обломочных цирконов никольской и жербинской свит. *Стратиграфия. Геологическая корреляция*, **18**(2), 115-119.
- Чумаков Н.М., Семихатов М.А., Сергеев В.Н. (2013) Опорный разрез вендских отложений юга Средней Сибири. *Стратиграфия. Геологическая корреляция*, **21**(4), 26-51.
- Шемин Г.Г. (2007) Геология и перспективы нефтегазности венда и нижнего кембрия центральных районов Сибирской платформы (Непско-Ботуобинская, Байкитская антеклизы и Катангская седловина). Новосибирск: Изд-во СО РАН. 467 с.
- Шенфиль В.Ю. (1991) Поздний докембрий Сибирской платформы. Новосибирск: Наука СО, 184 с.
- Allen J.R.L. (1983) Studies in fluvial sedimentation: bars, bar complexes and sandstone sheets (low-sinuosity braided streams) in the Brownstones (L. Devonian), Welsh Borders. *Sed. Geol.*, **33**, 237-293.
- Dickinson W.R., Suczek C.A. (1979) Plate tectonic and sandstone compositions. *AAPG Bull.*, **63**(12), 2164-2182.
- Gradstein F.M., Ogg J.G., Smith A.G., Bleeker W., Lourens L.J. (2004) A new Geological Time Scale, with special reference to Precambrian and Neogene. *Episodes*, **27**(2), 83-100.
- Knoll A. H., Walter M. R., Narbonne G. M., Christie-Blick N. (2006) The Ediacaran Period: A new addition to the geologic time scale. *Lethaia*, **39**, 13-30.
- Kuznetsov A.B., Ovchinnikova G.V., Gorokhov I.M., Letnikova E.F., Kaurova O.K., Konstantinova G.V. (2013) Age constraints on the Neoproterozoic Baikal Group from combined Sr isotopes and Pb-Pb dating of carbonates from the Baikal type section Southwestern Siberia. *J. Asian Earth Sciences*, **62**, 51-66.
- Makaske B. (2001) Anastomosing rivers: a review of their classification, origin and sedimentary products. *Earth-Science Reviews*, **53**, 149-196.
- Miall A.D. (1996) Geology of fluvial deposits. Sedimentary facies, basin analysis, and petroleum geology. Berlin Heidelberg, Springer Verlag, 582 p.
- Miall A.D. (2014) Fluvial depositional Systems. Springer International Publishing Switzerland, 316 p.
- Nadon G. (1994) The genesis and recognition of anastomosed fluvial deposits: data from the St. Mary River Formation, southwestern Alberta. *J. Sed. Res.* **B64**, 451-463.
- Posamentier H.W., Jervey, M.T., Vail P.R. (1988). Eustatic controls on clastic deposition I – conceptual framework. *Sea-level changes: an integrated approach. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Spec. Publ.* **42**, 109-124.
- Sovetov J.K. (2002) Vendian foreland basin of the Siberian cratonic margin: Paleoproterozoic accretionary phases. *Russian Journal of Earth Sciences*, **4**(5), 363-387.
- Sovetov J.K. (2011) Late Neoproterozoic (Vendian) glaciogenic deposits in the Marnya formation, Oselok Group, in the foothills of the East Sayan Range, southwestern Siberian Craton *The Geological Record of Neoproterozoic Glaciations. IGCP 512*. (Eds: E. Arnaud., G.P. Halverson, G. Shields-Shou). Geological Society, London, Mem. 36, Ch. 28, 317-329.
- Sovetov, J.K. (2011) Guidebook on the post-conference field trip to the East Sayan Foothills. International Conference *Neoproterozoic sedimentary basins: stratigraphy, geodynamics and petroleum potential*. Novosibirsk, IPGG SB RAS, 229 p.
- Sovetov J.K., Kulikova A.E., Medvedev M.N. (2007) Sedimentary basins in the southwestern Siberian Craton: Late Neoproterozoic–Early Cambrian rifting and collisional events. *The evolution of the Rheic Ocean: From Avalonian-Cadomian active margin to Alleghenian-Variscan collision*. (Eds U. Linnemann, R.D. Nance, P. Kraft, G. Zulauf) *Geol. Soc. of America Spec. Publ.*, Paper 423, 549-578.
- Walker R.G. (1992) Facies, facies models and modern stratigraphic concepts. *Facies models. Response to sea level change* (Eds R.G. Walker, N.P. James) Geol. Assoc. of Canada. Love Printing Service Ltd. Stittsville. Ontario, 1-14.

REFERENCES

- Zherba formations. *Stratigr. Geol. Korrel.*, **18**(2), 115-119. (In Russian)
- Chumakov N.M., Semikhatov M.A., Sergeev V.N. (2013) Base section of the Vendian deposits at the south Middle Siberia. *Stratigr. Geol. Korrel.*, **21**(4), 26-51. (In Russian)
- Dickinson W.R., Suczek C.A. (1979) Plate tectonic and sandstone compositions. *AAPG Bull.*, **63**(12), 2164-2182.
- Gradstein F.M., Ogg J.G., Smith A.G., Bleeker W., Lourens L.J. (2004). A new Geological Time Scale, with special reference to Precambrian and Neogene. *Episodes*, **27**(2), 83-100.
- Grazhdankin D.V. (2003) Structure and depositional environments of the Vendian Complex at the southeastern coast of the White Sea. *Stratigr. Geol. Korrel.*, **11**(4), 3-23. (In Russian)
- Grigor'ev V.N. (1963) Cambrian molasse formations at the western margin of the Siberian Platform and its framing. (Ed. I.V. Khvorova) *Vulkanogenno-osadochnye i terrigenne formatsii*. [Volcanic-sedimentary and terrigenous formations]. Moscow, AN SSSR, 374-386. (In Russian)
- Isakova V.S. (1963) New data on geology of southwestern Near Baikal territory. *Dokl. Akad. Nauk SSSR*, **151**(1), 161-164. (In Russian)
- Khomentovskiy V.V. (1985). Vendian at the Siberian Platform. *Vend'skaja Sistema. 2. Istoriko-geologicheskoe i paleontologicheskoe obosnovanie. Stratigrafija i geologicheskie protsessy*. [The Vendian System. 2. Historical-geological and paleontological grounding. Stratigraphy and geological processes]. (Editor's note: B.S. Sokolov, M.A. Fedonkin) Moscow, Nauka Publ., 83-161. (In Russian)
- Khomentovskiy V.V., Shenfil' V.Yu., Jakshin M.S., Butakov E.P. (1972) *Opornye razrezy otlozhenii pozdnego dokembrija i nizhnego kembrija Sibirskoy platformy* [Base sections of Upper Precambrian and Lower Cambrian deposits the Siberian Platform]. (Editor's note:). Moscow: Nauka Publ.. 356 p. (In Russian)
- Knoll A.H., Walter M.R., Narbonne G.M., Christie-Blick N. (2006) The Ediacaran Period: A new addition to the geologic time scale. *Lethaia*, **39**, 13-30.
- Koneva L.P. (1985) Structure of the Moty series at the South Angara-Lena Step. *Regional'naja stratigrafija neftenosnykh provintsiy Sibiri* [Region stratigraphy of oilbearing areas Siberia]. Novosibirsk, SNIIGGiMS Publ., 28-33. (In Russian)
- Korobeinikov N.K., Semeikina L.K. (1978) The interrelation character of the Middle Proterozoic Baikal Series at the northwestern Near Baikal territory. (Ed. V.V. Khomentovskiy). *Novoe v stratigrafii i paleontologii pozdnego dokembrija vostochnykh i severnykh rayonov Sibiri* [News in the stratigraphy and paleontology of Late Precambrian eastern and northern areas of Siberian] Novosibirsk, IGI SO AN SSSR, 134-146. (In Russian)
- Kuznetsov A.B., Ovchinnikova G.V., Gorokhov I.M., Letnikova E.F., Kaurova O.K., Konstantinova G.V. (2013) Age constraints on the Neoproterozoic Baikal Group from combined Sr isotopes and Pb-Pb dating of carbonates from the Baikal type section Southwestern Siberia. *J. Asian Earth Sciences*, **62**, 51-66.
- Makaske B. (2001) Anastomosing rivers: a review of their classification, origin and sedimentary products. *Earth-Science Reviews*, **53**, 149-196.
- Maslov V.K. (1983) About disconformities and correlation of the Middle-Upper Riphean sections at the Western Near Baikal territory. *Geol. Geofiz.*, (7), 79-105. (In Russian)
- Mats V.D., Egorova O.P. (1957) Stratigraphy of the Baikal Complex and some data of its phosphorite bearing. *Materialy po geologii i poleznym iskopaemym Vostochnoy Sibiri* [Materials on geology and mineral resources of Eastern Siberia]. (Ed. M.M. Odintsov). Vyp. 1 (22), 47-58. (In Russian)
- Melnikov N.V. (2009) *Vend-kembriyskiy solenosnyy basseyn Sibirskoy platformy* [Vend-Cambrian saltbearing Basin at the Siberian Platform]. Novosibirsk SO RAN. 148 p. (In Russian)
- Miall A.D. (1996) Geology of fluvial deposits. Sedimentary facies, basin analysis, and petroleum geology. Berlin; Heidelberg, Springer Verlag., 582 p.
- Miall A.D. (2014) Fluvial depositional Systems. Springer International Publishing Switzerland, 316 p.
- Mordvin A.P. (1972) Khuzhir display of goldbearing conglomerate. *Geologija i zolotonosnost' konglomeratov rifeja i venda juzhnogo obramlenija Irkutskogo amfiteatra* [Geology and gold content of conglomerates of the Riphean and Vendian of the southern frame of the Irkutsk Amphitheater]. (Ed. G.Kh. Feinstein) Irkutsk, Vostochno-Sibirskoe knizhnoe izdatel'stvo, 154-189. (In Russian)
- Nadon G. (1994) The genesis and recognition of anastomosed fluvial deposits: data from the St. Mary River Formation, southwestern Alberta. *J. Sed. Res.*, **B64**, 451-463.
- Pokrovskiy O.G., Buyakaite M.I., Kokin O.V. (2012) Isotope geochemistry C, O, Sr and S and chemostratigraphy of the Neoproterozoic deposits at the north Yenisei Ridge. *Litol. Polezn. Iskop.*, (2), 197-220. (In Russian)
- Pokrovskiy O.G., Melezhik V.A., Buyakaite M.I. (2006) Isotopes C, O, Sr and S in the Late Precambrian deposits in the Patom Complex, Central Siberia. *Announce 1, Results, Isotopes stratigraphy and dating problem. Litol. Polezn. Iskop.*, (5), 505-530. (In Russian)
- Posamentier H.W., Jervey M.T., Vail P.R. (1988) Eustatic controls on clastic deposition I – conceptual framework. *Sea-level changes: an intergrated approach. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication*, **42**, 109-124.
- Predtechenskiy A.A. (1960) Old Uplift at the south Siberia. (To question about the "Aisa old top of the head") *Trudy SNIIGGiMS*, Vyp. 13, Novosibirsk, SNIIGGiMS, 65-78. (In Russian)
- Semikhatov M.A. (1962) *Pifey i kembriy Eniseyskogo krjazha* [Riphean and Cambrian at the Yenisey Ridge]. (Ed. V.V. Khomentovskiy). Moscow, AN SSSR, 241 p. (In Russian)
- Semikhatov M.A., Sergeev V.N., Vorob'eva N.G. (2013) Present-day state of the Proterozoic general stratigraphic scale and perspectives its itemization. *Trudy Vserossiiskoi konferentsii "Obshchaya stratigraficheskaja shkala Rossii: sostojanie i perspektivy obystroystva"* (Otv. red. M.A. Fedonkin) [Tr. All-Russian Conf. "Common stratigraphic scale of Russia: Condition and perspectives of the arrangement" (Ed. M.A. Fedonkin)] Moscow, GIN RAS, 41-48. (In Russian)
- Shemin G.G. (2007) *Geologija i perspektivy neftenosnosti venda i nizhnego kembriya tsentral'nykh rayonov Sibirskoy platformy (Nepko-Botuobinskaya, Baykitskaya anteklizy i Katangskaya stupen')* [Geology and perspectives of oil-gas bearing capacity of the Vendian and Lower Cambrian in central districts of the Siberian Platform (Nepa-Botuoba, Baikit anteklises and Katanga saddle-

- back)]. Novosibirsk, SO RAN, 467 p. (In Russian)
- Shenfil' V.Ju., (1991) *Pozdnie dokembrii Sibirskoi platformy* [Late Precambrian in the Siberian Platform]. Novosibirsk: Nauka SO AN SSSR, 184 p. (In Russian)
- Slashcheva L.I., Vinichenko M.N. (1972) Vendian goldbearing conglomerates at the southeastern Foot Hills of the East Sayan Range. *Geologiya i zolotonosnost' konglomeratov rifeya i venda juzhnogo obramleniya Irkutskogo amfiteatra* [Geology and gold content of conglomerates of the Riphean and Vendian of the southern frame of the Irkutsk Amphitheater]. (Ed. G.Kh. Feinstein) Irkutsk, Vostochno-Sibirskoe knizhnoe izdatel'stvo, 115-154. (In Russian)
- Sokolov B.S. (2013) Vendian System in the General Stratigraphic Scale in the Russia (application to conference articles book. (Editor's note M.A. Fedonkin). *Obshchaya stratigraficheskaya shkala Rossii: sostojanie i perspektivy obystroystva Vserossiyskaya konferentsiya* [The general stratigraphic scale of Russia: the state and prospects of the arrangement, All-Russian Conference]. Moscow, GIN RAN, 3-48. (In Russian)
- Sokolov B.S. *Ocherki stanovleniya venda* [Essays of the Advent of the Vendian System]. Moscow, KMK Scientific Press Ltd, 153 p.
- Sovetov J.K. (1986) Paragenetic continental deposits associations in the Late Precambrian epicontinental molasse: Malyi Karatau, Kazakhstan. *Problemy formatsionnogo analiza* [Problems of formation analysis]. (Ed. M.A. Zharkov). Trudy IGI SO AN SSSR, Vyp. 628. Novosibirsk, Nauka SO AN SSSR, 104-126. (In Russian)
- Sovetov J.K., Kazak A.K. (2013) Orogeny and Late Vendian alluvial sedimentation at the south-west Siberian Platform: drainage system, materials sources and subsidence rate. *Osadochnye bassejny, sedimentatsionnye i postsedimentatsionnye protsessy v geologicheskoy istorii* [Sedimentary basins sediment and post-sediment processes in geological history]. T. III. (Eds L.G. Vakulenko P.A. Yan). Novosibirsk, INGG SO RAN, 129-132. (In Russian)
- Sovetov J.K. (2011) Late Neoproterozoic (Vendian) glaciogenic deposits in the Marnya formation, Oselok Group, in the foothills of the East Sayan Range, southwestern Siberian Craton. (Eds E. Arnaud, G.P. Halverson, G. Shields-Shou). *The Geological Record of Neoproterozoic Glaciations. IGCP 512*. Geological Society, London, Memoirs 36, Chapter 28, 317-329.
- Sovetov J.K. (1977) *Verkhnedokembriyskie peschaniki ju-go-zapada Sibirskoy platformy* [Upper Precambrian sandstones at the south-west Siberian Platform]. (Ed. Yu.P. Kazanskiy). Novosibirsk, Nauka SO AN SSSR, 294 p. (In Russian)
- Sovetov J.K. (2002) Vendian foreland basin of the Siberian cratonic margin: Paleopangean accretionary phases. *Russian J. Earth Sciences*. 4(5). 363-387.
- Sovetov J.K. (2007). New location of soft-body Vendian-Ediacaran Metazoan at the south-west Siberian Platform: Oselok Group, Biryusa Foot Hills of the East Sayan Range. *The Rise and Fall of the Vendian (Ediacaran) Biota. Origin of the Modern Biosphere*. (Ed. M.A. Fedonkin) Transaction of the International Conference of the IGSP 493. Moscow, GEOS Publ. 33-37. (In Russian)
- Sovetov J.K. (2015) Tillites at the base of the Vendian Taseeva Group stratotype (Siberian craton)]. *Geol. Geofiz.*, 56(11), 1934-1944. (In Russian)
- Sovetov J.K., Blagovidov V.V. (2004) Sedimentary basin reconstruction (by the example of Vendian foredeep – “foreland basin” at the south-west Siberian Platform). *Osadochnye bassejny: metody izuchenija, stroenie i evoljutsija* [Sedimentary basins: methods of study, construction and evolution] (Eds Yu.G. Leonov, Yu.A. Volozh) Moscow, Nauchnyi mir Publ., 159-212. (In Russian)
- Sovetov J.K., Komlev D.A. (2005) Tillites in the base of Oselok Group at the Foot Hills of East Sayan Range and Vendian lower boundary at the south-west Siberian Platform. *Stratigr. Geol. Korrel.*, (1). 3-34. (In Russian)
- Sovetov J.K., Solovetskaya L.V. (2014) The first finding of the Rangeamorphic organisms in the Kachergat Formation at the Near Baikal Territory and stratigraphic position of the Ediacaran Member in the Siberian Platform. *Geodinamicheskaja evoljutsija litosfery Tsentral'no-Asiatskogo podvizhnogo pojasa (ot okeana k kontinentu)*. *Materialy nauchnogo Soveshchaniya po Programme fundamental'nykh issledovaniy ONZ RAN* [Geodynamic evolution of the lithosphere of the Central Asian mobile belt (from the ocean to the continent)]. (Editor's note: E.V. Sklyarov). Materials of a scientific meeting on the Program of Fundamental Research of ONZ RAN. Issue. 12, V. 2. Irkutsk, IZK SO RAN, 279-280. (In Russian)
- Sovetov J.K. (2011) Guidebook on the post-conference field trip to the East Sayan Foothills. August 2-14, 2011. *International Conference “Neoproterozoic sedimentary basins: stratigraphy, geodynamics and petroleum potential”*. Novosibirsk, IPGG SB RAS, 229 p.
- Sovetov J.K., Kulikova A.E., Medvedev M.N. (2007) Sedimentary basins in the southwestern Siberian Craton: Late Neoproterozoic-Early Cambrian rifting and collisional events. (Eds U. Linnemann, R.D. Nance, P. Kraft, G. Zulauf) *The evolution of the Rheic Ocean: From Avalonian-Cadomian active margin to Alleghenian-Variscan collision*. *Geol. Soc. Amer. Spec. Publ.*, 423. 549-578.
- Sulimov I.N. (1964) On the Late Precambrian at the Olkha Foot Hills of the East Sayan Range. *Geol. Geofiz.*, (8), 130-133. (In Russian)
- Tyshchenko L.F. (1986) Correlation and nomenclature of producing horizons in the terrigenous complex under saline deposits at the south Siberian Platform. *Geologiya nefi i gaza*, (5), 11-15. (In Russian)
- Walker R.G. (1992) Facies, facies models and modern stratigraphic concepts. *Facies models. Response to sea level change*. (Eds R.G. Walker, N.P. James) *Geol. Assoc. of Canada*. Love Printing Service Ltd. Stittsville, Ontario, 1-14.