

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Общая и региональная геология, петрология и вулканология

УДК 551.735/736 (571.56)

DOI 10.31242/2618-9712-2020-25-4-1

Основные черты стратиграфии касимовско-гжельских и пермских отложений Сибирской платформы и ее складчатого обрамления

Р.В. Кутыгин^{1,*}, И.В. Будников², В.Е. Сивчиков

¹Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН, Якутск, Россия

²Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики
и минерального сырья, Новосибирск, Россия

*rkutygin@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены основные проблемы стратиграфии касимовско-гжельских (верхнепенсильванских) и пермских отложений на территории Средней Сибири, в пределах которой выделяют-ся пять структурно-фациальных областей: Тунгусская, Лено-Енисейская, Вилюйская, Таймырская и Верхоянская. Перечисленные области разделены на структурно-фациальные зоны или районы, характеризующиеся неповторимой последовательностью местных стратонтов (свит, подсвит, толщ). Для корреляции верхнепенсильванских–пермских отложений внутри каждого из трех регионов (Сибирская платформа, Таймыр и Верхоянье) используются самостоятельные региональные стратиграфические шкалы, основанные на вертикальной последовательности палеонтологических комплексов и этапности осадконакопления. Верхнепенсильванско-пермские отложения Сибирской платформы рассматриваются в составе семи последовательных региональных горизонтов (снизу вверх): катский (верхняя часть), клинтайгинский, бурзуклинский, пеляткинский, дегалинский, гагарье-островский и ивакинский. На Таймыре этому интервалу соответствуют турузовский, быррангский, соколинский, байкурский, ледянский и ивакинский, а в Верхоянье – кыгылтасский, хорокытский, эчий-ский, тумаринский, деленжинский, дулгалахский, хальпирский и некучанский (основание) региональные горизонты. Проведено сопоставление региональных стратиграфических шкал Сибирской платформы, Таймыра и Верхоянья с Международной хроностратиграфической шкалой. Для всех изученных структурно-фациальных областей приведены схемы корреляции, которые могут использоваться в качестве каркаса для новых (современных) региональных стратиграфических схем верхнего палеозоя Сибирской платформы и ее складчатого обрамления.

Ключевые слова: стратиграфия, Сибирская платформа, Верхоянье, Таймыр, верхний карбон, пенсильваний, пермская система, корреляция.

Благодарности. Выражаем искреннюю благодарность К.В. Борисенкову, А.С. Бякову, М.Ф. Богословской, В.Г. Ганелину, В.С. Гриненко, В.И. Давыдову, Т.Б. Леоновой, В.И. Макошину, Ю.В. Мосейчик, Л.Г. Пороховниченко, А.В. Прокопьеву и Ф.Ф. Третьякову за плодотворные обсуждения отдельных вопросов настоящей статьи. Исследования выполнены по государственному заданию ИГАБМ СО РАН и при финансовой поддержке РФФИ (проекты № 18-05-00191 – биостратиграфия верхнего карбона и перми; 20-05-00604 – строение пограничных пермско-триасовых отложений). Изучение кепитенско-чансинского седиментогенеза проводилось при финансовой поддержке РНФ (проект № 19-17-00178).

Введение

Сибирская платформа (с прилегающими складчатыми территориями) является одним из немногих регионов Северной Евразии, позволяющих изучить латеральные и вертикальные изменения верхнепалеозойских отложений на столь огромной площади в естественных обнажениях и по материалам глубокого бурения [1]. Изучением вещественного состава, расчленением и корреляцией верхнекаменноугольных и пермских отложений рассматриваемой территории [2] занимались многие ученые, исследования которых сформировали длительную и богатую историю, ранее подробно рассмотренную А.Г. Клецом [3].

Верхоянский терригенный комплекс, к которому относится рассматриваемый в статье интервал разреза, построен по принципу трансгрессивно-регрессивной цикличности, довольно четко проявленной не только в фациях окраинных морей, но и на древних континентальных равнинах. Морские трансгрессивные уровни обычно представлены глинистыми осадками, сменяющимися вверх по разрезу псаммитовыми породами регрессивных этапов. С периодами отступления моря, сопровождаемого образованием на прибрежной равнине многочисленных лагун и озер, связано наиболее интенсивное угленакпление. Несмотря на то что трансгрессивно-регрессивные этапы развития осадочных бассейнов не всегда совпадают с ярусными этапами Международной хроностратиграфической шкалы, они обладают неплохим корреляционным потенциалом. Верхнекаменноугольные и пермские отложения Верхоянья подразделены на ритмостратиграфические единицы (ритмосвиты), нижние части которых обычно сложены тонкозернистыми (трансгрессивными), верхние – преимущественно псаммитовыми (регрессивными) осадками [4–6]. Аналогичный подход к делению верхнепалеозойских отложений, на наш взгляд, возможен на Сибирской платформе и Таймыре.

В период своей активной научной деятельности И.В. Будников и В.Е. Сивчиков в пределах Таймыра, Лено-Хатангского и Лено-Анабарского прогибов изучили более двух десятков крупных естественных береговых разрезов. Ими был также исследован керн 18 глубоких скважин, вскрывших верхнепалеозойские отложения, суммарной мощностью около 10 км, включая скважины АХ-1 и АХ-2 Анабаро-Хатангского прогиба. В пределах северо-восточных районов Тунгусской синеклизы

(алмазоносные районы) с 1985 по 2019 годы детально описывалось около 80 скважин в год, средней мощностью 70 метров. В период интенсивного разбуривания Вилуйской синеклизы И.В. Будниковым изучен керн около сотни скважин (включая Средневилуйские сверхглубокие 22 и 27) общей мощностью 60 км. Обширный фактический материал И.В. Будниковым и Р.В. Кутыгиным получен в процессе регулярно проводившегося в последние три десятилетия детального изучения многочисленных опорных разрезов карбона и перми в различных уголках Верхоянского хребта. Значительная часть приведенных данных о биостратиграфии верхнего пенсильвания и перми Сибирской платформы и Западного Таймыра базируется на неопубликованных материалах безвременно ушедшего из жизни нашего друга, коллеги и соавтора Виктора Егоровича Сивчикова, во многом благодаря которому и вышла в свет эта научная работа.

Структурно-фациальное районирование

В азиатской части России одним из наиболее крупных регионов с интенсивной фациальной дифференциацией верхнепалеозойских отложений является Сибирская платформа (рис. 1), в которой нами выделяются три структурно-фациальные области (СФО): Тунгусская, Лено-Енисейская и Вилуйская. В складчатое обрамление Сибирской платформы входят Таймырская и Верхоянская СФО.

В Тунгусской структурно-фациальной области распространены отложения внутриконтинентальных палеобассейнов, включающих озера и болота, в пределах которых происходило накопление терригенных песчано-глинистых осадков и торфяников [7]. Биостратиграфической основой расчленения этих отложений является вертикальная последовательность комплексов ангарской макро- и микрофлоры и неморских двустворчатых моллюсков [8], которые позволяют проводить корреляцию с эталонными для Ангарского материка разрезами Кузбасса [9]. Во время крупных трансгрессий морские воды проникали в глубь области, где в условиях приливно-отливных равнин, эстуариев и лагун накапливались преимущественно тонкозернистые осадки, содержащие морскую и солоноватоводную фауну [6]. В пределах Тунгусской СФО выделяются Тасеевская, Муринская, Катинская, Моркокинская, Котуйская, Таймуринская, Усть-Нижнетунгусская и Норильская структурно-фациальные зоны (СФЗ).

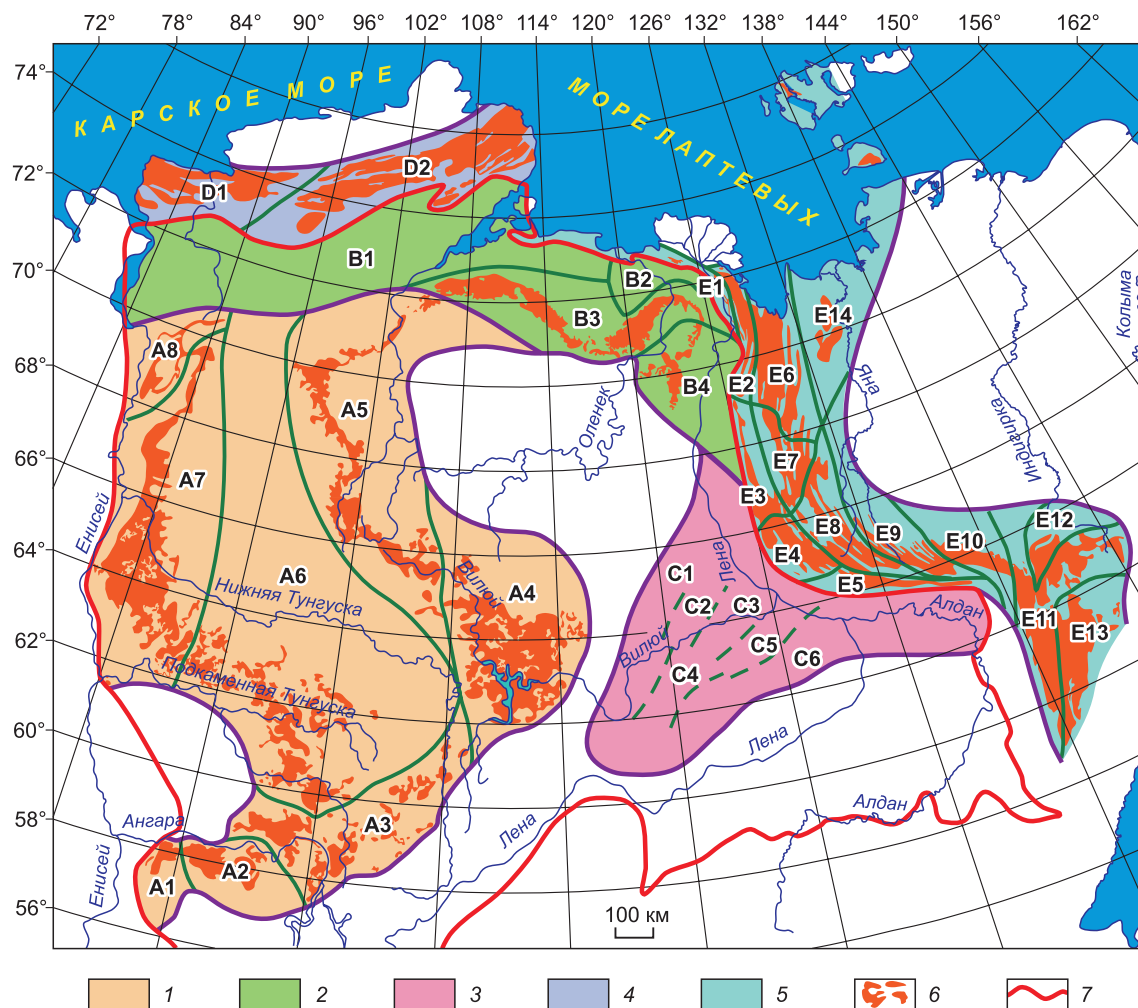


Рис. 1. Схема структурно-фациального районирования верхнепалеозойских отложений Сибирской платформы и ее складчатого обрамления.

1–3 – Сибирская платформа: 1 – Тунгусская СФО (СФЗ: А1 – Тасеевская, А2 – Мурунская, А3 – Катинская, А4 – Моркокинская, А5 – Котуйская, А6 – Таймуранская, А7 – Усть-Нижнетунгусская, А8 – Норильская); 2 – Лена-Енисейская СФО (СФЗ: В1 – Енисей-Оленекская; В2 – Хастахская; В3 – Котуй-Оленекская; В4 – Молодинская); 3 – Вилуйская СФО (Районы: С1 – Северо-Западный борт; С2 – Логлорский вал; С3 – Хапчагайский вал; С4 – Кемпендяйская впадина; С5 – Юго-Западный борт; С6 – Южный борт); 4 – Таймырская СФО (СФЗ: D1 – Западно-Таймырская; D2 – Восточно-Таймырская); 5 – Верхоянская СФО (СФЗ: Е1 – Усть-Ленская, Е2 – Западно-Хараулахская, Е3 – Западно-Орулганская, Е4 – Кобычанская, Е5 – Тукуланская, Е6 – Восточно-Хараулахская, Е7 – Восточно-Орулганская, Е8 – Куранахская, Е9 – Бараинская, Е10 – Томпонская, Е11 – Аллах-Юньская, Е12 – Кобюминская, Е13 – Юдома-Майская, Е14 – Куларская); 6 – распространение пермских отложений на дневной поверхности; 7 – граница Сибирской платформы.

Fig. 1. Structural-facies zoning of the Upper Paleozoic sediments of the Siberian platform and adjacent fold belts.

1 – 3 – Siberian platform: 1 – Tunguska basin (subbasins: A1 – Taseevo, A2 – Mura, A3 – Kata, A4 – Morkoka, A5 – Kotuy, A6 – Taymura, A7 – Ust-Nizhetunguska, A8 – Norilsk); 2 – Lena-Yenisei basin (subbasins: B1 – Yenisei-Olenek, B2 – Khastakh, B3 – Kotuy-Olenek, B4 – Molodo); 3 – Vilyuy basin (districts: C1 – Northwest side, C2 – Loglor uplift, C3 – Khapchagay uplift, C4 – Kemptendai depression, C5 – Southwest side, C6 – South side); 4 – Taimyr basin (subbasins: D1 – Western Taimyr, D2 – Eastern Taimyr); 5 – Verkhoyanian basin (subbasins: E1 – Ust-Lena, E2 – Western Kharaulakh, E3 – Western, Orulgan, E4 – Kobycha, E5 – Tukulan, E6 – Eastern Kharaulakh, E7 – Eastern Orulgan, E8 – Kuranakh, E9 – Baraj, E10 – Tompo, E11 – Allakh-Yun, E12 – Kobyume, E13 – Yudoma-Maya, E14 – Kular); 6 – Permian outcrops; 7 – contour of the Siberian platform.

Тасеевская СФЗ занимает западную часть Саяно-Енисейской синеклизы. На западе и северо-западе она граничит с Алтае-Саянской складчатой областью. Накопление верхнепалеозойских толщ

в Тасеевской СФЗ происходило на фоне расчлененного рельефа с наличием карстовых воронок [10]. Нижнекаменноугольные древние осадки накапливались лишь в междупольных впадинах.

Муринская СФЗ относится к северо-восточной части Саяно-Енисейской синеклизы. На севере эта зона ограничена системой ангарских складок, с востока – крупным разломом, с юга – крупным структурным поднятием. На западе Муринская зона не имеет четко выраженных структурных ограничений. Здесь на границе с Тасеевской СФЗ развито обширное поле траппов, которое разобщает две названные зоны. Верхнепалеозойские толщи в Муринской зоне преимущественно формировались на территории крупного конседиментационного поднятия и характеризуются сокращенными мощностями. Для зоны характерны отсутствие нижнекаменноугольных отложений, пониженная угленосность и повышенная песчаность верхнепалеозойских толщ.

Катинская СФЗ расположена в междуречье Ангары и Нижней Тунгуски и пространственно приурочена к юго-восточной ветви Ангаро-Виллюйской системы разломов. Сравнительно с соседними территориями Катинская зона отличается наиболее полным разрезом верхнего палеозоя и характеризуется песчано-алевритовым составом отложений, формировавшихся во внутриплатформенных бассейнах с повышенной угленосностью [10].

Моркокинская СФЗ занимает обширную территорию в области сочленения Тунгусской синеклизы, Анабарской антеклизы, Виллюйской синеклизы и Непско-Ботубинской антеклизы. В используемых геологами местных стратиграфических схемах выделяются Айхальский, Ботубинский и Аламджинский районы, отражающие различные особенности разрезов, в пределах которых проводилось бурение для поисков алмазов. Несмотря на имеющиеся сложности в стратиграфии верхнего палеозоя Моркокинской зоны, осадочные толщи в пределах всей этой территории имеют общие закономерности строения, литологического состава и палеонтологической характеристики. Эти осадки формировались в прибрежной зоне единого седиментационного палеобассейна континента, временами заливаемого морем [11, 12]. Пермские отложения здесь представлены песчано-алевритовыми, практически безугольными, нередко только песчаными, породами.

Котуйская СФЗ расположена в бассейнах нижних течений рек Анабар, Попигай и Котуй северо-восточной окраины Тунгусской синеклизы и юго-западной части Анабарской антеклизы. В пермских отложениях здесь присутствуют

седиментационные брекчии. Угленасыщенность увеличивается с востока на запад.

Таймуринская СФЗ охватывает большое пространство средней части Тунгусской синеклизы, к которой приурочены повышенные мощности пермских отложений. Южная часть зоны отличается высокой угленасыщенностью. Пермские отложения северной части Таймуринской зоны обычно перекрыты толщей (до 2,5 км) триасовых вулканогенных образований.

Усть-Нижнетунгусская СФЗ находится в западной части Тунгусской синеклизы, где были выявлены наиболее полные разрезы перми, содержащие промышленно-угленосные уровни [7].

Норильская СФЗ расположена в северо-западном крае Тунгусской синеклизы и характеризуется промышленной угленосностью и относительно небольшими мощностями (180–350 м, реже до 400 м).

Лено-Енисейская структурно-фациальная область расположена на северной и северо-восточной окраинах Сибирской платформы и приурочена к Енисей-Хатангскому, Лено-Анабарскому и Приверхоянскому краевым прогибам.

Енисей-Оленекская СФЗ окаймляет северную часть Сибирской платформы. Пермь здесь сложена мощными (до 2,5 км) отложениями, представленными чередованием прибрежно-морских (песчано-алевритовых) и прибрежно-континентальных (угленосных) толщ.

Хастахская СФЗ расположена на крайнем северо-востоке Сибирской платформы. Вскрытая глубокими скважинами пермь [13] характеризуется преимущественно алеврит-песчаными прибрежно-континентальными отложениями. Сравнительно с Енисей-Оленекской СФЗ здесь наблюдается существенное сокращение мощности пермских отложений (140–400 м).

Котуй-Оленекская и Молодинская структурно-фациальные зоны расположены в сочленении Анабарской антеклизы с окаймляющими ее Енисей-Хатангским, Лено-Анабарским и Приверхоянским краевыми прогибами. Пермские отложения этих двух структурно-фациальных зон формировались в высокодинамичной прибрежной части палеобассейна и представлены линзовидными песчаными клиньями мелких дельт, баров, прибрежных кос, перемежающимися с пачками алевритовых осадков.

Виллюйская структурно-фациальная область пространственно связана с Виллюйской синеклизой востока Сибирской платформы. Здесь

глубокими скважинами вскрыты верхнепалеозойские отложения, расчлененные по комплексу геолого-геофизических данных и по флоре на существенно угленосные и безугольные толщи [14]. Сравнительно небольшое количество скважин, вскрывших преимущественно пермские отложения и низкий выход керна (15–20 %) дают возможность расчленить их лишь на толщи, а не на свиты. Палинокомплексы и немногочисленная макрофлора, характерные для Ангарской флористической провинции, далеко не всегда позволяют датировать вскрытые глубоким бурением толщи с большей точностью, чем до отделов каменноугольной и пермской систем. Корректное выделение структурно-фациальных зон в пределах Вилюйской области затруднено. В конце прошлого века, когда на Сибирской платформе проводилось сверхглубокое бурение, удалось собрать достаточно материала для определения шести типов разреза, различающихся особенностями структурной позиции и литофациальным составом [14, 15].

В центральной части Вилюйской синеклизы (*Ханчагайский вал*) Средневилюйской сверхглубокой скважиной СВ-27 вскрыты пермские отложения мощностью более 3,5 км. Разрез представлен мощным комплексом прибрежно-континентальных дельтовых, реже прибрежно-морских отложений, что предопределило их значительную литолого-фациальную изменчивость по площади и в разрезе. К краевым частям синеклизы (*Логлорский вал*, *Южный борт*, *Юго-Западный борт*) мощность отложений сокращается до 550–1000 м, а сам разрез становится песчаным. Каменноугольные и нижнепермские отложения здесь относятся к мохсоголохской серии [16]. В пределах Логлорского вала мохсоголохская серия с размывом залегает на вулканогенно-карбонатно-терригенных отложениях среднего палеозоя. Угленосные тарагайская и хомустьская толщи прослеживаются в большинстве изученных разрезов [13]. Разрез верхнепалеозойских отложений *Северо-Западного* и *Южного бортов* Вилюйской синеклизы сокращен до 80–300 м. Пермские отложения здесь сложены преимущественно песчаниками, переслаивающимися с конгломератами и гравелитами. Строение пермского разреза Кемпедийской впадины сильно отличается от других разрезов перми Вилюйской синеклизы. В Кемпедийской впадине наблюдается тонкое переслаивание алевролитов и аргиллитов, нарушаемое русловыми врезами ко-

сослоистых песчаников, гравелитов и конгломератов. На относительно спокойные бассейновые условия осадконакопления указывают находки в Кэдэпчикской скважине 1 чешуй рыб, двусторчатых моллюсков и конхострак [13]. В фациальном отношении пермские отложения Кемпедийской впадины близки к разрезам восточного борта Тунгусской синеклизы, но их мощность значительно больше (до 1000 м).

Таймырская структурно-фациальная область, приуроченная к южной полосе Таймырского складчато-надвигового пояса, делится на Западно-Таймырскую и Восточно-Таймырскую структурно-фациальные зоны. На территории Таймырской СФО пермские осадки накапливались синхронно с образованием мощных флишеидных образований Верхоянья. В первой половине ранней перми в *Западно-Таймырской СФЗ* формировались мелководно-морские, преимущественно глинистые, толщи. В дальнейший период пермской истории накопление осадков здесь происходило в условиях заболачиваемых лагун, озер и болот. Осадконакопление в *Восточно-Таймырской СФЗ* происходило преимущественно в шельфовых и сублиторальных условиях. Только самая верхняя часть пермских отложений характеризуется фациями заболачиваемых лагун.

Верхоянская структурно-фациальная область. Традиционно верхнепалеозойские терригенные толщи здесь разграничиваются на три крупных сектора: Северное Верхоянье (*Хараулахский* и *Орулганский* антиклинории), Западное Верхоянье (*Куранахский* и *Бараинский* антиклинории) и Южное Верхоянье [5]. Наиболее мощные существенно тонкозернистые разрезы восточного борта Верхоянского хребта представлены морскими осадками внешнего шельфа. Разрезы осевой части хребта несколько менее мощные и более песчаные, представлены широким спектром пород от морских до прибрежно-континентальных. Пермские отложения западного склона хребта характеризуются еще меньшей мощностью. Они сложены прибрежно-континентальными (иногда слабоугленосными), прибрежно-морскими и дельтовыми породами. Верхнепалеозойские отложения Верхоянья разграничены на ряд структурно-фациальных зон, которые отчетливо фиксируют вдольбереговую и поперечную зональность палеобассейна [8, 17]. Принципы структурно-фациального районирования и границы основных элементов нами уже были подробно рассмотрены [1], а в последние годы был

сделан ряд локальных уточнений схемы районирования [18–21]. Ранее выделявшиеся в Верхоянью структурно-фациальные подзоны предлагается перевести в ранг самостоятельных зон (см. рис. 1).

Региональная стратиграфия

Для верхнепенсильванских–пермских отложений Сибирской платформы, Таймыра и Верхоянью существуют самостоятельные региональные стратиграфические шкалы, способствующие внутрирегиональной корреляции (рис. 2).

Сибирская платформа. Территория Сибирской платформы в позднем палеозое была приурочена к матерiku Ангарида с преимущественно эндемичным растительным и животным миром, резко отличавшимся от сопредельных биохорий [22–24]. В ориктоценозах Ангарида чаще всего встречаются растительные макро- и микроостат-

ки (палиноморфы), значительно реже пресно- и солоноватоводные двустворчатые моллюски, фораминиферы и совсем редко другие биотические группы [9, 25].

Верхнепенсильванско-пермские отложения Сибирской платформы рассматриваются в составе шести последовательных горизонтов (снизу вверх): катский (верхняя часть горизонта), клинтайгинский, бургуклинский, пеляткинский, дегалинский, гагарьеостровский и ивакинский.

В.Е. Сивчиков, разрабатывая биостратиграфическую схему верхнего палеозоя Сибирской платформы, по макрофлоре выделял *лоны*, являющиеся зональными биостратиграфическими единицами регионального распространения. По причине безвременного ухода из жизни автор биостратиграфической схемы не успел обосновать стратотипы большинства подразделений новой биостратиграфической шкалы,

Система	Отдел	Ярус	Верхоянье	Таймыр	Сибирская платформа		Кузбасс		
			Горизонт, подгоризонт	Горизонт	Горизонт, подгоризонт	Слои с макрофлорой	Горизонт		
П е р м	Лопинский	Чансинский –	Некучанский (низы)	Ивакинский		<i>Cordaites matveevkaensis</i>	Тайлуганский		
		Вучапинский	Хальпирский	Ледянский	Гагарьеостровский	<i>Javorskia mungatica</i>			
	Гваделупский	Кептенский	Дупалахский			Верхний	Ледянский	Дегалинский	<i>Callipteris? lata</i>
					Нижний				Дегалинский
		Вордский	Дележинский	Верхний		Байкурский	Пелятинский	Верхний	
					Рoadский				Нижний
	Приуральский	Кунгурский	Тумаринский	Верхний		Соколинский	Бургуклинский	Верхний	
					Нижний				Соколинский
		Артинский	Эчийский	Быррангский		Клинтайгинский	<i>Samaropsis skokii</i>	Ишановский	
		Сакмарский			Промежуточный				
		Ассельский	Хорокытский	Катский		Верхний	<i>Angaridium daldykanense</i> – <i>A. finale</i>	Алыкаевский	
	Каменно-угольная	Гжельский	Кыгытасский		Верхний				Турузовский
		Касимовский		Нижний					

Рис. 2. Сопоставление региональных стратиграфических шкал верхнего карбона и перми в Сибири.

Fig. 2. Correlation of regional stratigraphic units of the Upper Carboniferous and Permian in Siberia.

ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ СТРАТИГРАФИИ КАСИМОВСКО-ГЖЕЛЬСКИХ И ПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ

что вынуждает нас предварительно рассматривать лоны схемы В.И. Сивчикова в качестве слоев с макрофлорой, которые в дальнейшем могут быть переведены в ранг региональных биостратиграфических зон (см. рис. 2, 3). Не-

которые из установленных биостратонов ранее были описаны В.Е. Сивчиковым и Т.Б. Доновой [26] для Минусинского бассейна, расположенного западнее рассмотренной в настоящей статье территории.

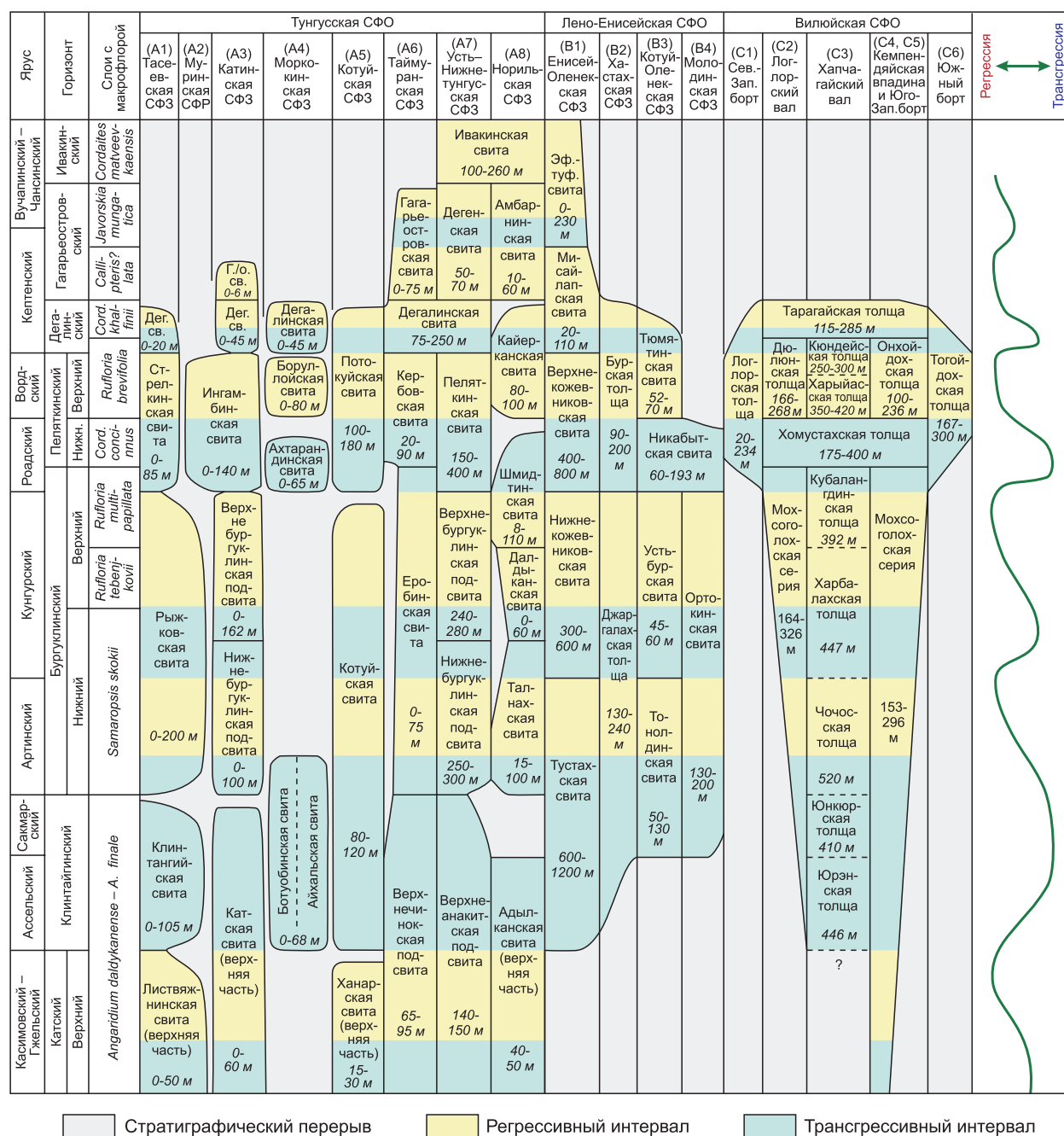


Рис. 3. Корреляция верхнепенсильванских и пермских отложений Сибирской платформы.

Сокращения: п/св. – подсвита, Дег. св. – дегалинская свита, Г/о. св. – гагареостровская свита, эф.-туф. – эффузивно-туфовая.

Fig. 3. Correlation of the Upper Pennsylvanian – Permian deposits in Siberian platform.

Abbreviations: п/св. – Subformation, Дег. св. – Degali Formation, Г/о. св. – Gagarijostrov Formation, эф.-туф. – Effusive-Tuff Formation.

Катский горизонт первоначально был выделен в объеме одноименной свиты [27], установленной на р. Ката, притоке р. Ангара. В стратотипической местности катский горизонт характеризуется тонким чередованием мелкозернистых песчаников, алевролитов, аргиллитов и углистоглинистых пород [28]; отличается повышенной угленосностью [29].

В стратотипе катской свиты, расположенной на р. Ката, наблюдается фрагментарный разрез мощностью около 15 м, содержащий растительные остатки нижнебалахонского облика. Так как свита является типовой для одноименного горизонта, фрагментарность лито- и биостратиграфической характеристики ее стратотипа может приводить к неоднозначному пониманию объема и палеонтологического содержания горизонта [30]. Свита сложена песчаниками, алевролитами, аргиллитами, часто переслаивающимися между собой в разрезе, содержит многочисленные пласты угля мощностью до 3–4 м. Комплекс органических остатков катской свиты включает *Neokoretrophyllites* sp., *Paracalamites crassus* Gorelova, *Angaropteridium cardiopteroides* (Schmalhauseni) Zalesky, *Neuropteris balachonskiensis* Gorelova, *Cordaites* sp., *Rufloria theodorii* (Tschirkova) S. Meyen, *R. ex gr. subangusta* (Zal.) S. Meyen, *R. derzavinii* (Neuburg) S. Meyen, *R. tschirkovae* (Zalesky) S. Meyen, *Evenkiella schortnotensis* Gorelova, *Krylovina sibirica* Chachlov, *Samaropsis* cf. *skokii* Neuburg, *S. patula* Zalesky, *Bardocarpus discretus* (Neuburg) Neuburg. Присутствие в этом комплексе ряда верхнебалахонских видов свидетельствует о том, что катская свита в своих верхних частях содержит флору клинтайгинского горизонта. В катском горизонте установлены два последовательных этапа развития флоры – паргондванидиумовый и эвенкиелловый [31].

Катский горизонт делится на нижний и верхний подгоризонты, которые сопоставляются, соответственно, с мазуровским и алыкаевским горизонтами Кузнецкого, Горловского и Минусинского бассейнов [32]. Нижнекатскому подгоризонту соответствуют слои с *Neuropteris mrassiensis* и слои с *Cardiocarpus krivljakiensis*. Выполненный В.Е. Сивчиковым анализ распределения макроостатков растений показал, что слои с *Neuropteris mrassiensis* пользуются очень ограниченным распространением и устанавливаются только в нижней части нижнеанакитской подсвиты в районе нижнего течения рек Курейка и Горбиачин. На большей же части территории платформы этому

времени соответствует перерыв. Слои с *Cardiocarpus krivljakiensis* распространены во всех районах – именно с этого времени на платформе начинается формирование угленосных отложений, однако угленасыщенность отложений пока еще остается незначительной. Обширная палеонтологическая характеристика катского горизонта установлена в чинокской свите басс. р. Чуня (Таймуранская СФЗ), из которой, кроме богатых ассоциаций растительных остатков [33] и палинокомплексов [30, 34], описаны отпечатки таракановых насекомых [35].

Клинтайгинский горизонт, начинающий пермский разрез, был предложен Н.Г. Вербицкой и Г.П. Радченко [36] для клинтайгинской свиты [37] и ее возрастных аналогов. Главной отличительной чертой клинтайгинского горизонта является смешанный состав его флористического комплекса. Наряду с растительными остатками, присущими подстилающему катскому горизонту, намечается появление таксонов, характерных для вышележащего бургуклинского горизонта [10, 38]. Подобный смешанный состав флористического сообщества известен также в отложениях верхней части алыкаевского и всего промежуточного горизонтов Кузбасса [32].

С началом формирования отложений клинтайгинского горизонта в Ангариде началось расширение областей осадконакопления за счет поступательного развития крупной трансгрессии, с которой было связано проникновение морских и прибрежно-морских фаций в глубь материка. На территории Сибирской платформы клинтайгинское время относится к крупному этапу становления Тунгусского седиментационного бассейна, в пределах которого накапливались угленосные песчано-алевритовые толщи [39]. При этом сам бассейн существенно расширился к востоку, где в русловых обстановках заболоченных равнин на размытой поверхности среднекаменноугольных отложений начали накапливаться глинисто-терригенные осадки ботубинской свиты и ее возрастных аналогов [12]. Ботубинская свита сложена алевролитами, песчаниками, углистыми аргиллитами, подчиненными прослоями и линзами конгломератов и гравелитов, очень редко отмечаются тонкие прослои угля. Свита охарактеризована находками фораминифер, брахиопод, морских и солоноватоводных двустворок, многочисленных остатков растений. Среди фораминифер, помимо известных в катском горизонте представителей родов *Sac-*

cammina, *Hyperammina*, *Proteonina*, появляются представители родов *Trochammina*, *Batysiphon*, *Ammovertella*, *Reophax* и *Glomospira*. Комплекс брахиопод представлен видами *Lingula* cf. *tajmyrica* Einor, *L.* cf. *squamiformis* Phillips, *Tomioopsis sibirica* Kulikov и *Neospirifer?* sp. В клин-тайгинских слоях известны находки двустворчатых моллюсков преимущественно пермских представителей родов *Wilkingia*, *Phestia*, *Edmondia*, *Myophossa* и др. Верхнекатский подгоризонт и клин-тайгинский горизонт представлены слоями с *Angaridium daldykanense* – *A. finale*, которые являются первым собственно угленосным уровнем на Сибирской платформе.

Бургуклинский горизонт [36] выделен по одноименной свите, для которой Г.П. Радченко и Н.А. Шведов [40] стратотип не указывали. Позднее Н.Г. Вербицкая [38] в качестве стратотипа предлагала рассматривать разрез по р. Бургукли, левому притоку р. Нижняя Тунгуска. Однако наиболее полный и хорошо изученный разрез свиты известен на р. Горбиачин, который рассматривается в качестве парастратотипа [41–45; и др.]. Бургуклинский горизонт делится на два подгоризонта. Нижнебургуклинскому подгоризонту соответствуют слои *Samaropsis skokii*, которые охватывают всю нижнебургуклинскую подсвиту и базальные слои верхнебургуклинской подсвиты. Верхний подгоризонт рассматривается в объеме слоев с *Rufloria tebenjkovii* и слоев с *Rufloria multipapillata*, что соответствует верхнебургуклинской подсвите и основанию пеляткинской (ингамбинской) свиты.

Нижнебургуклинская подсвита сложена мощными пачками разнозернистых песчаников, часто с линзами конгломератов и гравелитов и такими же пачками переслаивания алевролитов и аргиллитов с пластами углей. Угленасыщенность подсвиты одна из самых высоких на платформе. Подсвита охарактеризована остатками неморских двустворок и растений. Двустворки изучены в разрезе р. Горбиачин, где О.А. Бетехтиной [46] выделены слои с *Taimyria taimyrensis*–*Synomia? rhomboidales*. Для комплекса растительных макроостатков наиболее характерны *Annularia planifolia* Radczenko, *Annulina neuburgiana* (Radczenko) Neuburg, *Neuropteris* aff. *pulchra* Neuburg, *Zamipteris glossopteroides* (Schmalhausen) Zalesky, *Z. longifolia* Schwedov, *Cordaites magnus* (Schwedov) S. Meyen, *C.* ex gr. *singularis* (Neuburg) S. Meyen, *Rufloria theodorii* (Tschirkova) S. Meyen, *R. tajmyrica* (Schwedov)

S. Meyen, *R. derzavinii* (Neuburg) S. Meyen, *Samaropsis skokii* Neuburg, *S. triquetraeformis* Suchov, *S. gorbiadzinensis* Suchov, *Cordaicarpus nasutus* Suchov, *Bardocarpus depressus* (Schmalhausen) Neuburg, что позволяет относить весь разрез подсвиты к слоям с *Samaropsis skokii*.

Верхнебургуклинская подсвита характеризуется переслаиванием менее мощных пачек песчаников, алевролитов, аргиллитов, углистых аргиллитов и пластов углей. В верхах подсвиты установлены прослои высокоизвестковистых алевролитов и аргиллитов, вплоть до перехода в глинистые известняки, к которым на р. Курейка приурочены находки неморских двустворок. Неморские двустворки, изученные О.А. Бетехтиной в разрезе р. Курейка [46], характеризуют слои с *Procopievskia moderata*–*Procopievskia* ex gr. *gigantea*. Выше основания подсвиты, содержащего растительные остатки слоев с *Samaropsis skokii*, встречены *Rufloria tebenjkovii* (Schwedov) S. Meyen и *R.* ex gr. *meyenii* Gluchova. Средняя часть верхнебургуклинской подсвиты охарактеризована флористическим комплексом слоев с *R. multipapillata*, в котором присутствуют семена *Samaropsis* ex gr. *khalfinii* Suchov и *S.* cf. *dixonovensis* Schwedov.

Пеляткинский горизонт [32] установлен по одноименной свите, выделенной Н.А. Шведовым [47] без указания стратотипа. Позднее Н.Г. Вербицкая [38] предложила рассматривать в качестве стратотипа пеляткинской свиты разрез на Средне-Пеляткинском каменноугольном месторождении. Наиболее полные и хорошо изученные разрезы пеляткинской свиты расположены в басс. р. Курейка [41, 45, 48; и др.]. Пеляткинская свита сложена песчаниками, алевролитами, аргиллитами, относительно редкими пластами углей. В основании свиты преобладают глинисто-алевритовые породы, охарактеризованные находками кольчугинской флоры, среди представителей которой установлены *Cordaites* кольчугинского облика и семена рода *Tungussocarpus*: *T.* aff. *superus* (Neuburg), *T. budnikovii* Suchov, *T. subtychtensis* Suchov, что позволяет относить эту часть разреза к вышерассмотренному бургуклинскому горизонту. Далее в разрезе преобладают песчаники, иногда с прослоями глинистых известняков и практически полностью отсутствует угленосность. В верхней части свиты заметно доминируют тонкозернистые разности пород, отмечено несколько тонких пластов и прослоев угля, иногда достигающих рабочей мощности.

По неморским двустворкам в нижней части свиты О.А. Бетехтиной [46] выделены слои с *Brussiel-la curta-Senderzoniella brussiensis* а в верхней половине – слои с *Anadontella? iljinskiensis*. Нижняя часть свиты охарактеризована видами “*Gamophyllites*” *iljinskiensis* Radczenko, *Pecopteris pseudomartia* Radczenko, *Callipteris* cf. *ivancevia* Gorelova, *Zamiopteris crassinervis* Gorelova, *Cordaitea kuznetskianus* (Gorelova) S. Meyen, *C. minax* (Gorelova) S. Meyen, *Lepeophyllum belovoense* Gorelova. Комплекс верхней части свиты более разнообразен и изучен по многим местонахождениям. В его состав входят такие характерные виды, как *Cordaitea clercii* Zalesky, *Cordaitea kuznetskianus* (Gorelova) S. Meyen, *Ruflorea mitinaensis* (Gorelova) S. Meyen, *R. minuta* (Radczenko) S. Meyen, *Crassinervia pentagonata* Gorelova, *Nephropsis marginata* Gorelova, *N. schmalgausenii* Radczenko, *Samaripsis irregularis* Neuburg, “*Condomaella*” *tankaensis* Suchov. Весь комплекс признаков позволяет сопоставлять нижнюю часть свиты (выше слоев с *Ruflorea multipapillata*) с кузнецким горизонтом, а ее верхнюю часть – с ильинским.

Дегалинский горизонт [36] установлен по одноименной свите, выделенной Г.П. Радченко и Н.А. Шведовым [40] без указания стратотипа. Позднее Н.А. Шведов [38] в качестве стратотипа дегалинской свиты указал разрез по р. Нижняя Тунгуска вблизи устья р. Дегали. В первоначальном понимании дегалинская свита подразделялась на две подсвиты, но позднее ее верхняя подсвита была обособлена в гагарьеостровскую свиту, а за нижней сохранено название дегалинской [49]. Дегалинская свита характеризуется чередованием мощных монотонных пачек песчаников с такими же мощными пачками чередования алевролитов и аргиллитов. В свите отмечаются редкие пласты угля рабочей мощности. В основании свиты залегает пачка песчаников с линзами гравелитов. Среди макроостатков растений преобладают кордаиты, в том числе и сульцивные: *Cordaitea gorelovae* S. Meyen, *C. candalepensis* (Zalesky) S. Meyen, *C. khalfinii* (Gorelova) S. Meyen, *C. chachlovii* (Gorelova) S. Meyen, *C. clercii* Zalesky, *C. adlerii* (Radczenko) S. Meyen, *C. insignis* (Radczenko) S. Meyen, в нижней половине свиты обычны *Ruflorea brevifolia* (Gorelova) S. Meyen. и семена *Cordaicarpus pelatkaensis* Suchov. Дегалинский горизонт делится на два подгоризонта, соответствующих слоям с *Ruflorea brevifolia* (верхняя часть) и слоям с *Cordaitea khalfinii*. Кроме ма-

кроостатков растений в отложениях горизонта известны находки неморских двустворок и палиноморф, но достоверное соотношение их комплексов нуждается в детальном анализе.

Гагарьеостровский горизонт [32] установлен по «гагарийской» (гагарьеостровской) свите, выделенной С.В. Мейеном и Г.В. Садовниковым [49] со стратотипом на левом берегу р. Нижней Тунгуски напротив острова Гагарьего. Гагарьеостровская свита сложена песчаниками, алевролитами и аргиллитами; почти во всех разрезах отмечаются единичные пласты угля. Характерной чертой отложений является обильное содержание примеси вулканогенного материала, присутствие прослоев туфов и туффитов, наличие следов перетолженной каолиновой коры выветривания. Гагарьеостровская свита согласно залегает на дегалинской свите и с размывом перекрывается туфами и базальтами, обычно относимыми к нижнему триасу. В некоторых разрезах в основании свиты отмечаются следы размыва, но его амплитуда, вероятно, незначительна. Мощность свиты зависит от величины предтраппового размыва – от полного выклинивания до 75 м.

Гагарьеостровская свита является одной из немногих в верхнем палеозое Сибирской платформы, стратотип которой охарактеризован всеми основными комплексами органических остатков. Среди макромерных остатков растений наиболее характерны *Annularia erunakovenssis* Neuburg, *A. tajluganensis* Radczenko, *Todites evenkiensis* Radczenko, *Prinadaeopteris julii* Radczenko, *Pecopteris tajmyrensis* Schwedov, *Zamiopteris tajluganensis* Gorelova, *Callipteris? lata* Neuburg, *Cordaitea insignis* (Radczenko) S. Meyen, *C. sphenoideus* (Gorelova) S. Meyen, *C. minutifolius* (Radczenko) S. Meyen, *Javorskia mungatica* Radczenko, *Rhipidopsis palmata* Zalesky. Нижнегагарьеостровскому подгоризонту соответствуют слои с *Callipteris? lata*, а верхнему – слои с *Javorskia mungatica*. Помимо растительных остатков, гагарьеостровский горизонт охарактеризован неморскими двустворками, конхостраками, остракодами и палиноспектрами [32] из типовых разрезов гагарьеостровской, дегенской, амбарнинской и верхов мисайлапской свит.

Ивакинский горизонт предложен В.Е. Сивчиковым в 1997 г. в объеме слоев с *Cordaitea matveevkaensis* в процессе подготовки новой Региональной стратиграфической схемы верхнего палеозоя Сибирской платформы. Стратотипом горизонта рассматривается не ивакинская свита

Сибирской платформы, а типовой разрез сырада-сайской свиты на Западном Таймыре, где установлены остатки кордаитовой флоры [50], о чем будет рассмотрено ниже. На Сибирской платформе ивакинскому горизонту соответствует одноименная свита, выделенная Г.Д. Масловым в 1958 г. со стратотипом на г. Ивакиной. Вероятно, ивакинская свита согласно залегает на дегенской и амбарнинской свитах, соответственно в Усть-Нижнетунгусской и Норильской СФЗ, и согласно перекрывается хаханчанской свитой, уже не содержащей кордаитовой флоры. Ивакинская свита включена в состав ивакинского горизонта, но, как уже было отмечено выше, не является его стратотипом; сложена потоками титан-авгитовых и двуплагиоклазовых базальтов с прослоями туфопесчаников, туфоалевролитов, туфов; бедна органическими остатками и охарактеризована единичными находками остатков сульцивых кордаитов в средней части [51, 52].

Осадконакопление в континентальной части Ангарида в позднегагарьеостровское и ивакинское время во многом было связано с процессами формирования в мантии суперплюма, генерирующего поступление базитовой магмы в приповерхностную часть земной коры [53]. На фоне усиливающегося воздымания континентальной части Средней Сибири и продолжающегося отступления моря, в центральной части Ангарида началось уникальное по масштабам излияние лав, известное сейчас как сибирские траппы. Перед началом массового проявления вулканизма произошло полное закрытие седиментационных бассейнов, режим осадконакопления которых ранее контролировался уровнем Мирового океана [54].

В пограничных пермско-триасовых отложениях Сибирской платформы устанавливается смена сугубо пермской кордаитовой флоры посткордаитовой. Посткордаитовая хвойно-папоротниковая флора была детально изучена В.Д. Принадой [55] из трапповой вулканогенно-осадочной толщи в бассейне р. Нижней Тунгуски и названа *корвунчанской флорой*, развитие которой принято относить к мезофитному этапу развития древних растений [56]. Смена кордаитовой флоры на корвунчанскую является очень крупным событием в развитии ангарского растительного царства, но геохронологический интервал, биостратиграфическая выраженность и причины этого события до настоящего времени носят дискуссионный характер [57–59]. Ранее, в процессе ра-

боты над моделью седиментогенеза кольчугинской серии Кузнецкого бассейна, В.Е. Сивчиков реконструировал катену растительности Ангарида терминальной перми [54]. По доминированию различных групп голосеменных было выделено пять звеньев, каждое из которых приурочено к определенному элементу палеоландшафта. Тогда было выяснено, что с началом массовых извержений траппов в центре Ангарида произошла быстрая перестройка ландшафтов. Важнейшим обстоятельством, приведшим здесь к вымиранию кордаитантовых, стало закрытие аккумуляционных ванн. Кордаитантовые, в виде реликтов, смогли удержаться только на периферии Ангарида, где ландшафтные перестройки проявились не столь контрастно. Адаптивные возможности кордаитантовых были сильно снижены рядом неблагоприятных для них факторов: изменением состава субстрата, питающих вод и атмосферы, сопутствующих вулканизму, и аридизацией. Все это способствовало вымиранию кордаитовой флоры. Контрастность смены растительности обусловлена не только перестройкой самой растительности, но и сменой типов захоронений. В.Е. Сивчиков предположил, что татариновская и корвунчанская флоры по возрасту близки, а пермско-триасовый рубеж в развитии континентальной биоты проявлен неотчетливо. Из вышеизложенного следует, что для уверенного обоснования пермско-триасовой границы на Сибирской платформе требуется проведение специальных исследований по радиоизотопному датированию.

Таймыр. Деление верхнепалеозойских терригенных отложений Таймырского полуострова на стратона регионального значения имеет длительную и богатую историю [24, 50, 60–64]. В пятидесятых годах прошлого века каменноугольно-пермские отложения Таймыра были разделены на две крупные части, названные лемберовской и слободской сериями, способствующими увязке местных стратиграфических схем Западного, Центрального и Восточного Таймыра [65]. Лемберовская серия объединяла местные подразделения башкирского–артинского ярусов (в современном понимании), а слободская – более молодые отложения перми. Эти серии получили достаточно надежное для того времени палеоботаническое обоснование [66].

В конце 1950-х на территории Таймырского полуострова были проведены крупные тематиче-

ческие исследования опорных разрезов карбона и перми, позволившие получить принципиально новые данные по литологии, седиментологии и биостратиграфии региона [60]. На основе выявления фациальных особенностей образования осадочных толщ было установлена искусственность деления Таймыра на три географических региона (Западный, Центральный и Восточный), вместо которого предлагалось разграничивать области развития верхнепалеозойских отложений на две крупные структуры – Усть-Пясинская и Восточно-Таймырская впадины, охарактеризованные собственными схемами местного стратиграфического деления. В современном районировании эти структуры соответствуют Западно-Таймырской и Восточно-Таймырской структурно-фациальным зонам (см. рис. 1). Тогда же была предложена первая региональная стратиграфическая шкала, согласно которой рассматриваемый в настоящей статье интервал делился (снизу вверх) на турузовский, быррангский, соколинский, байкурский, чернорский горизонты, а также «слои с пелециподами и остатками флоры пермского облика», завершающие в регионе разрез перми. В фундаментальной работе В.И. Устрицкого и Г.Е. Черняка [61] приведены палеонтологические и литостратиграфические обоснования перечисленных горизонтов, установленных по биостратиграфическому принципу и привязанных к типовым разрезам одноименных свит, выделенных Л.А. Чайкой и распространенных преимущественно на Восточном Таймыре [67].

Следует отметить, что каркас региональной схемы верхнепалеозойских отложений Таймыра, созданный в середине прошлого века Н.А. Шведовым, Ф.Г. Марковым, В.И. Устрицким и Г.Е. Черняком, сохранился до наших дней. Однако дискуссии о возрасте выделенных в регионе горизонтов по-прежнему не ослабевают [7, 63, 68–70; и др.]. Для многих горизонтов приводятся сборные палеонтологические комплексы, нередко свидетельствующие о геохронологическом перекрытии смежных региональных стратонов. Существует серьезная проблема увязки местных стратиграфических схем Восточного и Западного Таймыра, поэтому корреляция свит, сложенных континентальными (Западный Таймыр) и морскими (Восточный Таймыр), отложениями зачастую носит условный характер. Остаются противоречия в датировании осадочных толщ по флоре и морской фауне, что требует проведения специаль-

ных исследований на опорных разрезах, сложенных разнофациальными толщами и содержащих уровни с комплексами растительных остатков и морских беспозвоночных. Следует также отметить, что Западно-Таймырские местные стратоны более надежно сопоставляются с биостратиграфической шкалой Сибирской платформы, а для Восточно-Таймырской СФЗ возможно использование хорошо изученных и палеонтологически обоснованных региональных горизонтов Верхоянья. При наличии общих между Восточным Таймыром и Верхояньем комплексов двустворок и брахиопод, в пермских отложениях Восточно-Таймырской СФО, как и всего Таймырского полуострова, не зафиксировано ни одной находки аммоноидей, которыми в Верхоянье охарактеризованы все нижние ярусы пермской системы до роада включительно. Остается открытым вопрос о необходимости построения собственной стратиграфической схемы для средней части Таймыра с выделением Центрально-Таймырской структурно-фациальной области.

Имеющиеся данные о литологическом и биостратиграфическом строении верхнего пенсильвания и перми Таймырского полуострова позволяют использовать здесь шесть региональных горизонтов (снизу вверх): турузовский, быррангский, соколинский, байкурский, ледянский и ивакинский (рис. 4).

Турузовский горизонт характеризуется преимущественно морскими отложениями. Континентальные породы с растительными остатками наиболее широко распространены в центральной части Таймыра. Палеонтологическая характеристика горизонта носит разрозненный характер, поэтому очень сложно составить представления о вертикальной последовательности комплексов беспозвоночных, собранных в турузовской свите и в ее аналогах. Нижняя граница турузовской свиты и одноименного горизонта проводится по смене относительно монотонных флороносных песчаников верхней части макаровской свиты и ее возрастных аналогов пачками переслаивания алевролитов и песчаников, наиболее тонкозернистые прослои которых содержат обильные комплексы морских беспозвоночных [61]. Стратотип турузовской свиты изначально указан не был; в качестве лектостратотипа предложен разрез, обнажающийся в верховьях руч. Олений (левый приток р. Верхняя Таймыра) [71]. Турузовская свита охарактеризована брахиоподами *Verchonia cherskovi* (Kaschirzew), *V. taimyrensis* (Us-

tritsky), *Spiriferella turusica* Tschernjak, *Balak-honia insinuata* (Girty), *Cleiothyridina bajkurica* (Tschernjak), *Anidanthus? diksoni* Einor и другими видами, позволяющими уверенно сопоставлять указанную свиту (и одноименный горизонт) с пареньским горизонтом Омолонского массива, относящимся к касимовско-гжельскому интервалу верхнего карбона.

В западной части Таймыра турузовскому горизонту соответствуют преимущественно морские отложения эвенкской свиты, выделенной О.Л. Эйнором [72] без указания стратотипа. Лектостратотип свиты расположен в разрезе по р. Ефремова. Эвенкская свита сложена алевролитами, песчаниками и аргиллитами с редкими прослоями известняков и охарактеризована немногочисленными находками брахиопод *Spiriferella turusica* Tschernjak, *Lanipustilla* sp., *Attenuatella* sp., *Waagenoconcha permocarbonica* Ustrytsky, *Anidanthus? diksoni* Einor, *Taimyrella pseudodarwini* (Einor).

Турузовский горизонт охарактеризован единичными находками аммоноидей, определения которых в настоящее время вызывают сомнения и требуют тщательной ревизии. Комплекс брахиопод из турузовского горизонта является обширным и содержит общие таксоны с кыгылтасским горизонтом Верхоянья. Важным биостратиграфическим элементом является вид *Verchojanian taimyrensis* (Ustrytsky), свидетельствующий о позднекаменноугольном возрасте вмещающих отложений. Флора турузовского горизонта по своему развитию соответствует эвенкиелловому этапу, приходящемуся на вторую половину гжельского века, касимовский век и, возможно, на начало ассельского века [31]. По совокупным данным турузовский горизонт сопоставляется с кыгылтасским горизонтом верхнего карбона Верхоянья.

Быррангский горизонт, характеризующийся переслаиванием толщ морского и континентального генезиса, объединяет по латерали быррангскую и ефремовскую свиты, которые обладают отчетливым трансгрессивно-регрессивным строением. Лектостратотип быррангской свиты предложен В.И. Устрицким и Г.Е. Черняком в районе оз. Таймыр (притоки р. Северная). В качестве лектостратотипа ефремовской свиты, выделенной В.П. Тебеньковым и Н.А. Шведовым [73], предложен разрез по р. Ефремова. Вверх по разрезу ефремовской свиты заметно возрастают количество и мощность пластов угля и прослоев

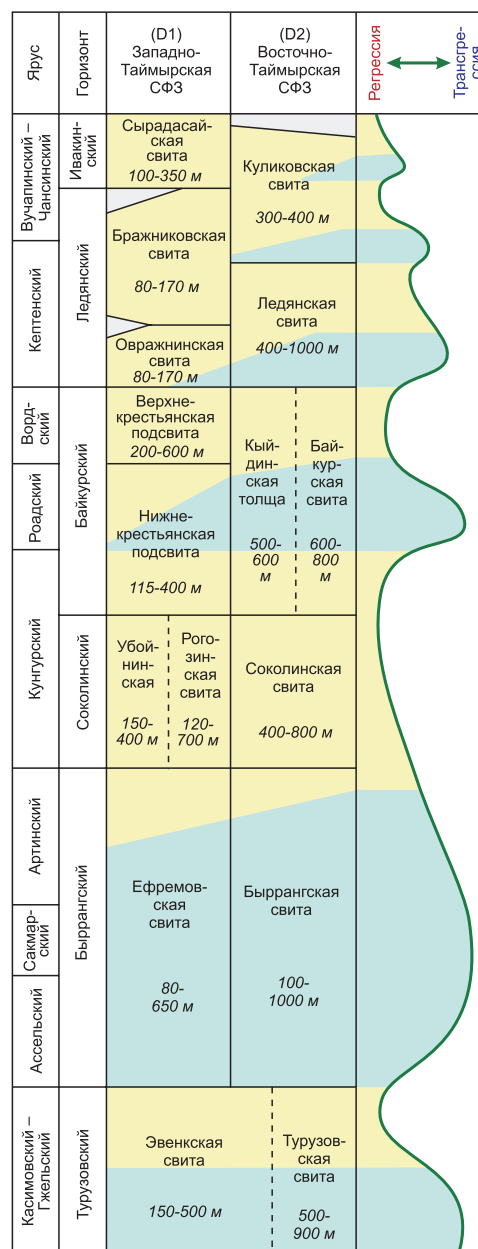


Рис. 4. Корреляция верхнепенсильванских и пермских отложений на Таймыре.

Fig. 4. Correlation of the Upper Pennsylvanian and Permian deposits in Taimyr.

углистых пород. Ефремовский комплекс растительных макроостатков [50] по всей одноименной свите является довольно однородным. Наиболее характерными флористическими формами являются *Phyllopterys heerii* (Schmalhausen) Zalessky, *Barakaria obrutschevii* Neuburg, *Pecopteris immitans* Schwedov, *Cardioneura tebenjkovii* Schwedov, *Cordaite singularis* (Neuburg) S. Meyen, *C. latifolius* (Neuburg) S. Meyen, *C. magnus*

(Schwedov) S. Meyen, *Ruflovia* ex gr. *theodorii* (Tschirkova) S. Meyen, *R.* ex gr. *subangusta* (Zal.) S. Meyen, *R.* ex gr. *papillosa* Gluchova, *R. tajmyrica* (Schwedov) S. Meyen, *R.* ex gr. *meyenii* Gluchova, *R.* ex gr. *tebenjkovii* (Schwedov) S. Meyen, *R. derzavinii* (Neuburg) S. Meyen, *Samaropsis skokii* Neuburg, *S. stanensis* Such., *S. triquetraeformis* Suchov, *S. frigida* Neuburg, *S. vorcutana* Tschirkova, *Cordaicarpus* ex gr. *nasutus* Suchov, *Bardocarpus depressus* (Schmalhausen) Neuburg, *B.* aff. *aliger* Zalesky. Ефремовская свита охарактеризована богатым комплексом неморских двустворок, содержащим *Taimyria taimyrensis* Lutkevich, *T. carinata* Lutkevich, *Myalina arctica* Betekhtina, *Goniophorina? rugosa* Betekhtina, *Pleurophorus? cf. orbiculata* (Lutkevich) и др. [74]. Присутствие в быррангской и ефремовской свитах брахиопод *Jakutoproductus verkhoyanicus* (Fredericks) [61], *Jakutoproductus rugosus* Ganelin, *Uraloproductus cf. stuckenbergianus* (Krotow), *Anidanthus boikowi* (Stepanov) и др. [71] позволяет сопоставлять быррангский горизонт Таймыра с хорокытским и эчийским горизонтами (ассельский–артинский ярусы) Верхоянья.

К соколиному горизонту в различных районах Таймырской СФО относятся убойнинская, рогозинская, и соколинская свиты. В строении горизонта участвуют преимущественно континентальные и континентально-прибрежные отложения, содержащие богатые комплексы флористических остатков. Убойнинская свита охарактеризована многочисленными макроостатками растений и палиноспектрами по всему разрезу и редкими находками двустворок *Procopievskia* sp. в своей верхней части. Самая нижняя часть свиты содержит комплексы макроостатков растений и палиноморф, не отличимых от комплексов из верхней части ефремовской свиты. Средняя и верхняя части свиты содержат своеобразный комплекс листьев и семян кордаитантовых *Ruflovia* ex gr. *derzavinii* (Neuburg) S. Meyen, *R.* ex gr. *meyenii* Gluchova, *R.* ex gr. *tuberculosa* Gluchova, *R. notabilis* Gluchova, *R. remota* Gluchova, *R. tebenjkovii* (Schwedov) S. Meyen, *Samaropsis* ex gr. *khalfinii* Suchov (левоубойнинский комплекс макрофлоры по Л.В. Глухой и В.Е. Сивчикову [50]). В целом, встреченная в соколином горизонте ископаемая флора характерна для бургу克林ского горизонта Сибирской платформы (см. рис. 2). Из основания соколинской свиты нижнего течения р. Северная Восточного Таймыра приводится обширный комплекс микро- и макро-

фауны [61]: *Reophax cf. gerkei* Voronov, *R. sokolinensis* Sossipatrova, *Ammobaculites permianensis* Sossipatrova, *Jakutoproductus crassus* Kaschirzew, *Leiorhynchus variabilis* Ustritsky, *Neospirifer fasciger* (Keyserling), *Tomioopsis taimyrensis* Tschernjak, *Valhallites kashirtzevi* Shimansky др. Этот ассельско-артинский комплекс морских беспозвоночных для соколиного горизонта является чуждым и, вероятно, должен рассматриваться в составе быррангского горизонта и одноименной свиты. Из верхней части соколиного горизонта Восточного Таймыра приводятся фораминиферы *Fronicularia* aff. *planilata* Gerke, *Nodosaria incelibrata* Gerke и двустворки *Myonia* ex gr. *komienensis* (Maslennikow), *Myonia gibbosa* (Maslennikow), *Trabeculatia quadrata* (Lutk. et Lob.), «*Kolymia*» sp. [63]. В верхней части соколиного горизонта Восточного Таймыра возможно выделение бивальвиевой зоны *Aphanaia andrianovi* джигдалинского горизонта Омолонского массива и тумаринского горизонта Верхоянья (кунгурский ярус) по присутствию в этой части разреза двустворок *Exochorhynchus similis* (Lutkevich et Lobanova) и *Myonia kutygini* Biakov [75].

Байкурский горизонт по площади Таймырской СФО объединяет кыйдинскую толщу, крестьянскую и байкурскую свиты. Характеризуется существенной фациальной изменчивостью осадков от преимущественно морских на востоке Таймыра до сугубо континентальных на западе. В качестве стратотипического принят разрез байкурской свиты на р. Цветочная [61]. Первоначально байкурский горизонт делился на два подгоризонта, которые в преимущественно морских разрезах Восточного Таймыра охарактеризованы разнообразными комплексами фауны [61, 76]. Позднее эти подгоризонты В.И. Устрицкий [68, 74] предложил рассматривать в качестве двух самостоятельных горизонтов – белоснежкинского и цветочнинского со стратотипами в р. Цветочная. Включение этих горизонтов в региональную стратиграфическую шкалу пермских отложений Таймырской СФО, на наш взгляд, возможно лишь после уверенного прослеживания их в более континентальных разрезах Западного Таймыра. Поскольку подобная работа не проведена, данный интервал рассматривается в объеме единого байкурского горизонта с двумя подгоризонтами.

В качестве лектостратотипа крестьянской свиты предложен наиболее полный и хорошо изученный разрез в верховьях р. Крестьянка (район

не устья р. Овражная) [77]. Свита делится на две подсвиты, которые условно сопоставляются с двумя подгоризонтами байкурского горизонта. Нижнекрестьянская подсвита сложена пачками переслаивания песчаников и алевролитов с прослоями аргиллитов и редкими тонкими пластами угля. Она охарактеризована мартиновским комплексом макрофлоры [50], наиболее характерными формами которого являются *Uskatia conferta* Neuburg, *Phyllothea equisetitoides* Schmalhausen, *Paraschizoneura sibirica* (Neuburg) Radczenko, *Pecopteris pseudomartia* Radczenko, *Cordaite latifolius* (Neuburg) S. Meyen, *C. concinnus* (Radczenko) S. Meyen, *C. oblongatus* (Radczenko) S. Meyen, *C. kuznetskianus* (Gorelova) S. Meyen, *Ruffloria remota* Gluchova, *R. plana* Gluchova, *Samaropsis* ex gr. *khalfinii* Suchov, *S.* ex gr. *neuburgaea* Suchov, многочисленные виды рода *Tungussocarpus*. В этом комплексе почти полностью отсутствуют кольчугинские руфлории. Верхнекрестьянская подсвита, отличающаяся отсутствием угленосности, представлена монотонным переслаиванием песчаников и алевролитов и охарактеризована растительными остатками *Phyllothea turnaensis* Gorelova, *Annularia batschatensis* (Chachlov) Radczenko, *A. sibirica* Radczenko, *Prynadaopteris natalianae* Gorelova, *Cordaite iljinskiensis* (Radczenko) S. Meyen, *C. minax* (Gorelova) S. Meyen, *Ruffloria brevifolia* (Gorelova) S. Meyen, *R. oldzerassica* (Gorelova) S. Meyen, *Cordaicarpus tagaryschkiensis* Suchov. Резко отличным типом разреза представлен возрастной аналог крестьянской свиты в западной части Тарейского поднятия (Пясинское месторождение), обладающий промышленной угленосностью [78] и необычно высокой мощностью (до 1000 м). Резкая фациальная изменчивость крестьянской свиты может быть объяснена тем, что она формировалась в момент ярко выраженной роадской трансгрессии. На территории Пясинского месторождения свита формировалась в благоприятной для накопления торфяников зоне перехода от типичных континентальных обстановок к морским.

Согласно данным Р.В. Соломиной и Э.Н. Преображенской [63], нижнебайкурский подгоризонт (белоснежинский горизонт) на руч. Белоснежка Восточного Таймыра содержит: брахиоподы *Rhynchopora lobjaensis* Tolmatschew, *Neochonetes* sp., *Brachythyridina sibirica* Tschernjak, *Terrakea* cf. *belokhini* Ganelin, *Olgerdia zavodowskii* Grigorjeva, *Kungaella* cf. *kolymaensis* (Tolmatschew), *Strophalosia* cf. *tolli* (Fredericks),

Cancrinelloides yuregensis Solomina, *Bajtugania boguchanica* Solomina, *Dielasma* sp., *Orbiculoidea jangarensis* Ustritsky; двустворки *Kolymia* cf. *inoceramiformis* Licharew, *Wilkingia* sp., *Allorisma* sp., *Sanguinolites* sp.; фораминиферы *Glomospira* ex. gr. *gordialis* Parker et Jones, *Fronicularia* sp., *Nodosaria krotovi* Tscherdynzev, *Pseudonodosaria* cf. *ventrosa* Shleyfer. Приведенный комплекс беспозвоночных является типичным для деленжинского горизонта Верхоянья и оломонского горизонта Оломонского массива, относящихся к роадскому и вордскому ярусам гваделупского отдела перми.

В этом же разрезе, но в вышележающем цветочнинском горизонте приводится обширный комплекс двустворок, содержащий как раннепермские таксоны, так и средне-позднепермские [63]. Согласно данным А.С. Бякова [75], в нижней части цветочнинского горизонта возможно выделение аналогов зоны *Kolymia multiformis* (верхняя часть вордского яруса) по присутствию видов *Phestia cumboides* (Lutkevich et Lobanova) и *Myonia elata* (Porow) [79]. Вероятно, в этом же стратиграфическом интервале мыса Цветкова А.С. Бяков [80] установил род *Taimyrokolymia* с типовым видом *Taimyrokolymia ustritskyi* Biakov. По мнению автора таксона, короткоживущий (поздневордский) род *Taimyrokolymia* обособился от роадско-вордских колымий в середине-конце оломонского времени [75, 80]. В средней части цветочнинского горизонта (по присутствию *Maitaia* cf. *belliformis* Biakov) А.С. Бяковым устанавливаются аналогии зоны *Maitaia belliformis* кепитенского яруса, а в верхней части горизонта – аналогии зоны *Intomodesma costatum* лопинского отдела перми. Эти данные по двустворкам наводят нас на предположение о том, что средняя и верхняя части цветочнинского горизонта В.И. Устрицкого относятся к новому этапу биотического развития Восточного Таймыра, который следует связывать с формированием следующего горизонта – ледянского.

Ледянский горизонт выделен С.Б. Шишловым [71] для геоформации V, являющейся крупным литолого-седиментологическим телом трансгрессивно-регрессивного строения. Биостратиграфическое взаимоотношение с перекрывающим куликовским горизонтом неясно, поэтому объем ледянского горизонта предлагается расширить за счет нижней части куликовской свиты и ее возрастных аналогов. В нашем понимании, к ледянскому горизонту в Западно-Таймырской СФР

относятся овражнинская и бражниковская свиты, на Восточно-Таймырской СФО – ледянская и куликовская (нижняя часть) свиты, что приблизительно может соответствовать объему чернораевского горизонта в понимании В.И. Устрицкого [76]. Типовой разрез чернораевского горизонта в басс. р. Черные Яры охарактеризован богатым флористическим комплексом, изученным М.В. Дуранте [81]. Однако уровня с морской фауной зоны *Canocrinelloides obrutschewi* кепитенского яруса в типовом разрезе чернораевского горизонта [81] не устанавливается, что склоняет нас к использованию в региональной стратиграфической шкале Таймыра ледянского горизонта, содержащего в нижней части морские осадки с заведомо кепитенскими беспозвоночными. Однако мы не исключаем того, что новые исследования опорных разрезов средней-верхней перми центральной части Таймыра, проводимые геологами в рамках среднемасштабной геологической съемки, позволят вернуться к использованию чернораевского горизонта, обладающего несомненным приоритетом. Но для этого необходимо обоснование в нижней части чернораевского горизонта аналогов зоны *Canocrinelloides obrutschewi*.

Овражнинская свита ледянского горизонта выделена А.Н. Федотовым и В.Е. Сивчиковым [77] со стратотипом в верховьях р. Крестьянка выше р. Овражная. Свита сложена алевролитами, песчаниками с прослоями гравелитов, аргиллитов углистых аргиллитов и редкими пластами углей рабочей мощности (0,9–1,2 м); охарактеризована макромерными растительными остатками и палиноморфами, позволяющими уверенно сопоставлять овражнинскую свиту с дегалинским горизонтом Сибирской платформы. В комплексе растительных остатков обычны *Annularia lanceolata* Radczenko, *A. grandifolia* Schwedov, *Pecopteris leninskiensis* (Chachlov) Radczenko, *P. tajmyrensis* Schwedov, *Callipteris pseudoaltaica* Radczenko, *Comia dentata* Radczenko, *Cordaites gracilentus* (Gorelova) S. Meyen, *C. clercii* Zalesky, *C. insignis* (Radcz.) S. Meyen, *Lepeophyllum gemmatum* Zalesky, *Samaropsis irregularis* Neuburg, изредка *Ruffordia oldzerassica* (Gorelova) S. Meyen.

Бражниковская свита, выделенная М.Н. Пархановым [82], сложена песчаниками, часто вулканомиктовыми, конгломератами и гравелитами, алевролитами, в верхней части прослойки туфов и туффитов основного состава. Растительные остатки изучены по ряду богатых местонахожде-

ний на побережье Енисейского залива и на Пясинском месторождении. В нижней и средней частях свиты описан макаревичский комплекс макрофлоры [50]. Наиболее характерными в нем формами являются многочисленные голосеменные мезофитного облика в сочетании с обильными сульцивыми кордаитами. Комплексы макрофлоры и палиноморф бражниковской свиты характерны для гагарьеостровского горизонта Сибирской платформы.

Присутствие брахиопод *Canocrinelloides obrutschewi* (Licharew) позволяет коррелировать нижнюю часть ледянского горизонта с дулгалахским горизонтом (кепитенский ярус) Верхоянья. Верхняя часть ледянского горизонта предположительно сопоставляется с большей нижней частью хальпирского горизонта.

Ивакинский горизонт, предложенный В.Е. Сивчиковым в объеме «лоны» (слоев с) *Cordaites matveevkaensis*, характеризуется сочетанием типичных вулканогенных отложений (туфы, базальты) и остатков кордаитовой флоры. Это единственный горизонт, являющийся общим для Таймыра и Сибирской платформы. Стратотипом ивакинского горизонта является сырадасайская свита, выделенная Н.Н. Нагайцевой в 1975 г. в нижнем течении р. Сырадасай [83], где установлены остатки кордаитовой флоры [50]. Отказ В.Е. Сивчикова от названия «сырадасайский горизонт» связан с тем, что оно оккупировано Г.Е. Черняком для части разреза нижнекаменноугольных отложений Таймыра. Выбор названия горизонта в пользу стратона (ивакинская свита), расположенного в другом регионе и не являющегося стратотипом горизонта, является спорным и требует дальнейшего обсуждения среди специалистов по стратиграфии Таймыра. Сырадасайская свита сложена авгитовыми базальтами с потоками трахибазальтов; в нижней половине наблюдаются прослойки туфов, туффитов, вулканомиктовых и полимиктовых песчаников и алевролитов. Макрофлора представлена исключительно кордаитантовыми: *Cordaites matveevkaensis* (Schwedov) Sivtchikov, *Cordaites typ. insignis* (Radczenko) S. Meyen, *Samaropsis petchorica*. Вышележащая верхнетамская свита относится к нижнему триасу.

Верхоянье. Пермские отложения в Верхоянье представляют собой мощный ритмично построенный комплекс терригенных отложений, отражающий последовательность ряда крупных абиотических и биотических событий [3, 84, 85].

Региональная стратиграфия в Верхоянье имеет продолжительную историю [32, 65, 86–91; и др.] (рис. 5). Схема регионального деления пермских (в современном понимании – верхнепенсильванских–пермских) отложений Верхоянья, приведенная в тезисной форме в 1974 г. В.Н. Андриановым и А.Н. Толстых [92], подробно была рассмотрена В.Н. Андриановым годом позже [90]. Эта региональная стратиграфическая шкала, с незначительными изменениями, сохраняет актуальность и в настоящее время [6, 25]. В 2002 г. на Третьем Межведомственном региональном стратиграфическом совещании по докембрию, палеозою и мезозою Северо-Востока России (Санкт-Петербург) нами (совместно с А.Г. Клецом, А.С. Бяковым и В.С. Гриненко) были представлены стратиграфические схемы каменноугольных и пермских отложений Верхояно-Охотского региона, которые были приняты в качестве унифицированных [8]. По прошествии почти двух десятилетий после совещания нами был накоплен новый обширный материал из опорных разрезов карбона и перми Верхоянья, требующий внесения корректив, касающихся возрастных диапазонов региональных горизонтов, строения параллельных биостратиграфических шкал, а также схемы деления разрезов на местные стратона и их корреляцию. В частности, было принципиально усовершенствовано биостратиграфическое деление ассельско-сакмарских отложений [93–96]. Использование современных непалеонтологических методов в комплексе с детальными поисками руководящих беспозвоночных позволили взглянуть по-новому на положение границы перми и триаса в Южном Верхоянье [97, 98]. Модернизированы схемы стратиграфического деления верхнего карбона и перми Усть-Ленской, Западно-Хараулахской, Западно-Орулганской, Кобычанской, Куранахской, Баранской, Кобюминской и Аллах-Юньской структурно-фациальных зон, что свидетельствует о необходимости создания новых (современных) региональных стратиграфических схем карбона и перми Верхоянья.

Верхнепенсильванские–пермские отложения в Верхоянье традиционно делятся на кыгылтаский, хорокытский, эчийский, тумаринский, деленжинский, дулгалахский и хальпирский горизонты (рис. 6), которые были рассмотрены ранее [8, 17, 99, 100]. Для пограничного пермско-триасового интервала впервые предлагается выделять **некучанский горизонт**.

Кроме деления на горизонты существуют параллельные схемы биостратиграфического расчленения пермских отложений по аммоноидеям [101], брахиоподам [3, 96, 102], двустворкам [75, 103] и растительным остаткам [104–107]. Первые исследования $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ в аргиллитах нижне-некучанской подсвиты разреза по руч. Суол потребовали переосмысления взглядов на положение границы перми и триаса в Южном Верхоянье: Ю.Д. Захаров, А.С. Бяков и М. Хорачек [97] установили крупный отрицательный экскурс (до $-30,3\text{‰}$) в 5 м выше подошвы некучанской свиты. По их мнению, этот экскурс синхронен с первыми минимумами значений $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$, ранее выявленными в глобальном стратотипе нижней границы индского яруса (разрез Мейшань Южного Китая) в пограничном пермско-триасовом слое. Это и послужило основанием для проведения *P–T*-границы в разрезе Суол Южного Верхоянья непосредственно выше первого отрицательного экскурса в некучанской свите, вблизи границы зон *Otoceras concavum* и *O. boreale* [98]. Принимая положение границы перми и триаса в монотонной нижней пачке аргиллитов некучанской свиты, следует признать, что литологически эта граница в непрерывных разрезах Южного Верхоянья не фиксируется, а большинство видов двустворок [103] и фораминифер [108], установленных в пограничных пермско-триасовых отложениях, являются проходящими. Единственным биостратиграфическим признаком, который мог бы служить обоснованию границы перми и триаса на уровне около 5,5 м выше подошвы нижней аргиллитовой пачки некучанской свиты, является смена видов цератитов рода *Otoceras* – *O. boreale* и *O. concavum* [108, 109].

Нижние 5,5–6,0 м некучанской свиты, отнесенные к перми, седиментологически являются неотъемлемой частью преимущественно индского трансгрессивно-регрессивного этапа осадконакопления. Вещественным отражением этого этапа является **некучанский горизонт** чансинско-индского возраста. Пограничные отложения некучанского и подстилающего хальпирского горизонтов палеонтологически лучше всего охарактеризованы на руч. Суол в районе устья его левой составляющей (руч. Левый Суол, обн. LS). В стратотипической местности в полном объеме некучанский горизонт вскрывается по руч. Долгочан, где наблюдается его взаимоотношение с перекрывающими алевролитами и аргиллитами харчанской свиты оленекского яруса. Ранее в

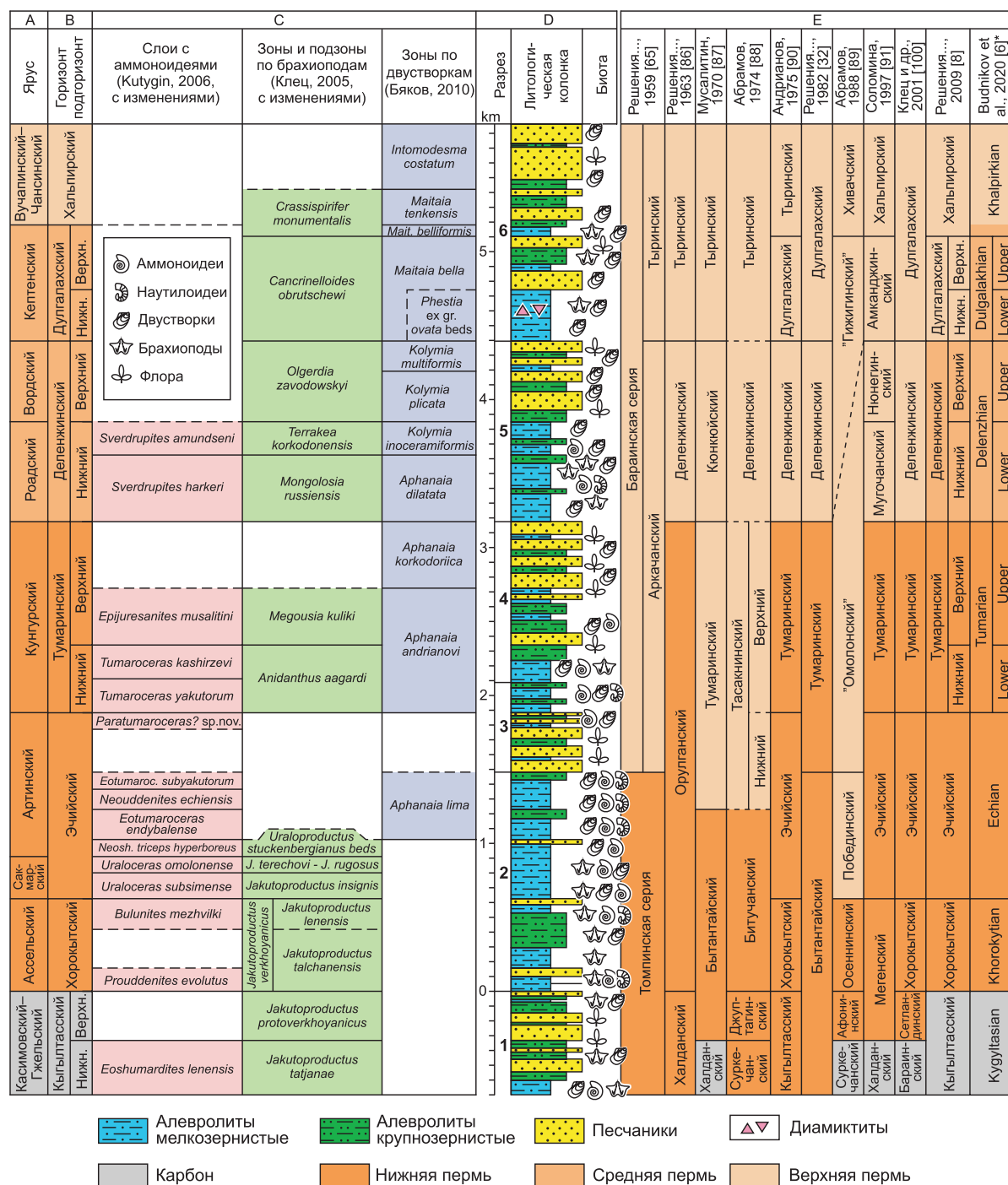


Рис. 5. Стратиграфическое деление верхнепермских и пермских отложений в Верхоянье.

A – Международная хроностратиграфическая шкала; B – региональная стратиграфическая шкала (авторский вариант); C – региональные биостратиграфические шкалы; D – сводный разрез: 1 – р. Аллара-Хадарыня, 2 – р. Дьеленджа, 3 – р. Орол, 4 – р. Дулгалах, 5 – р. Нади, 6 – руч. Хальпирки. E – История взглядов деления верхнекаменноугольных и пермских отложений Верхоянья на горизонты.

* Региональные ярусы (regional stages).

Fig. 5. Stratigraphic subdivision of the Upper Carboniferous and Permian deposits in Verkhoyanie.

A – International Chronostratigraphic Chart, B – Regional Stratigraphic Scale, C – Regional stratigraphic scales, D – composite section: 1 – Allara-Khadarynia River, 2 – Dielendzha River, 3 – Orol River, 4 – Dulgalakh River, 5 – Nadi River, 6 – Khalpirki River; E – Subdivision options into regional horizons (=regional stages).

* Regional stages.

ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ СТРАТИГРАФИИ КАСИМОВСКО-ГЖЕЛЬСКИХ И ПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ

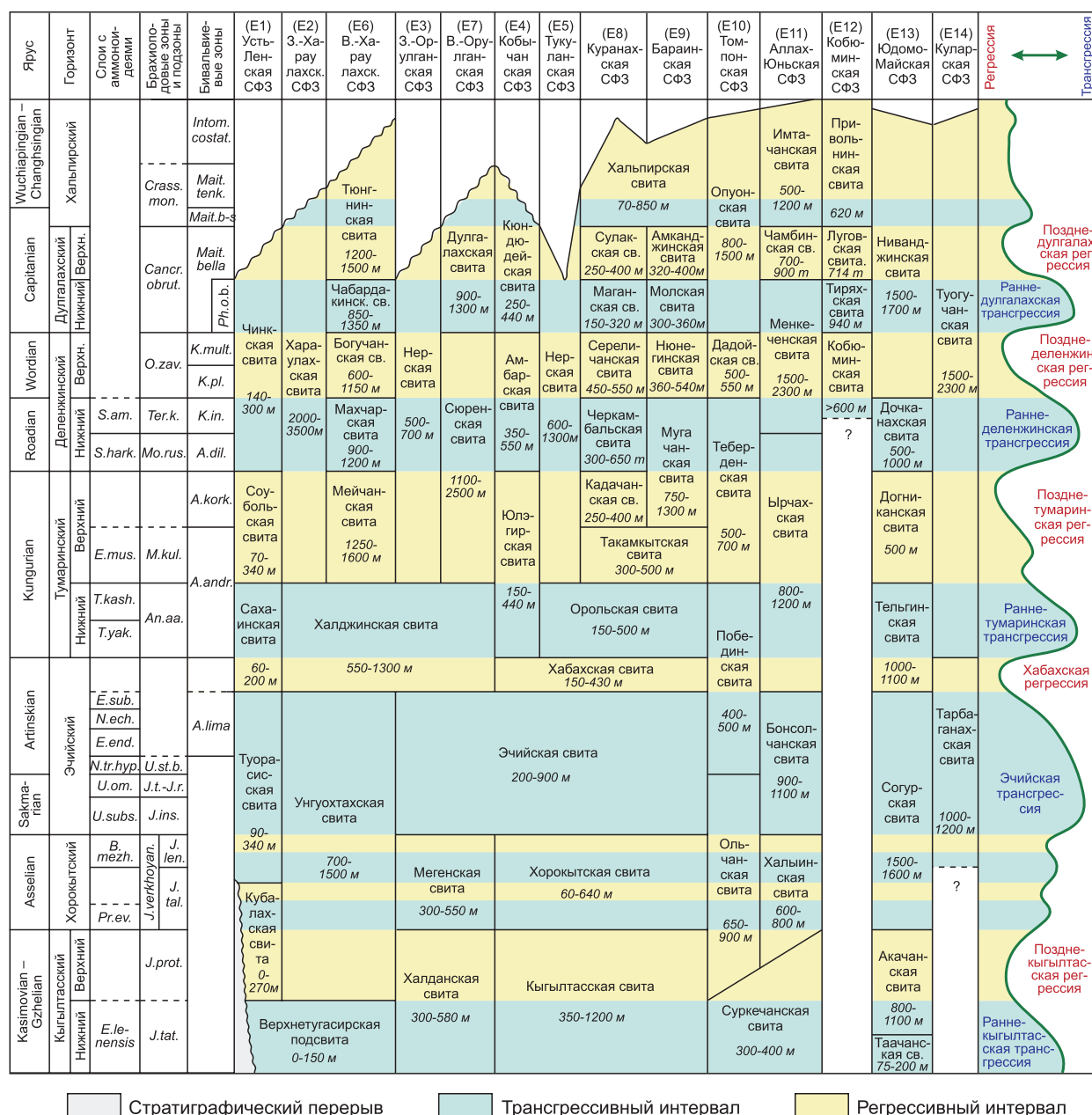


Рис. 6. Корреляция верхнепенсильванских и пермских отложений в Верхоянье.

Fig. 6. Correlation of the Upper Pennsylvanian and Permian deposits in Verkhoyanie.

объеме некучанского горизонта в Южном Верхоянье выделялись угамытский («зона *Otoceras*») и делиньинский («зона *Pachyproptychites*») горизонты [110], которые, в нашем понимании, соответствуют нижне- и верхнекучанскому подгоризонтам соответственно.

Закключение

Касимовско-гжельские и пермские отложения на Сибирской платформе и ее складчатом обрам-

лении относятся к пяти структурно-фациальным областям: Тунгусской, Лено-Енисейской, Вилюйской, Таймырской и Верхоянской. В этих областях выделяются структурно-фациальные зоны, каждая из которых характеризуется особой последовательностью местных стратонтов. Для внутри- и межрегиональной корреляции верхнепенсильванских и пермских отложений трех регионов (Сибирская платформа, Таймыр и Верхоянье) используются отдельные региональные страти-

графические шкалы, в основу подразделений которых положены вертикальная последовательность палеонтологических комплексов и этапность осадконакопления. Верхнепенсильванско-пермские отложения Сибирской платформы рассматриваются в составе шести последовательных региональных горизонтов (снизу вверх): катский (верхняя часть горизонта), клинтайгинский,

бургу克林ский, пеляткинский, дегалинский, гагареостровский и ивакинский. На Таймыре этому интервалу соответствуют турузовский, быррангский, соколинский, байкурский, ледянский и ивакинский, а в Верхоянье – кыгылтасский, хорыкский, эчийский, тумаринский, деленжинский, дулгалахский, хальпирский и некучанский (основание) региональные горизонты.

Поступила в редакцию 29.06.2020

Принята к публикации 21.10.2020

Об авторах

КУТЫГИН Руслан Владимирович, кандидат геолого-минералогических наук, заведующий лабораторией, Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН, 677000, Якутск, пр. Ленина, 39, Россия, <http://orcid.org/0000-0003-4115-5976>, WOS ResearcherID J-3318-2018, Scopus AuthorID 9277169500, budnikov@sniiggims.ru, rkutygin@mail.ru;

БУДНИКОВ Игорь Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук, директор департамента стратиграфии и региональной геологии, Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья, 630091, Новосибирск, Красный проспект, 67, Россия, budnikov@sniiggims.ru;

СИВЧИКОВ Виктор Игоревич, до 2015 г. научный сотрудник Сибирского научно-исследовательского института геологии, геофизики и минерального сырья.

Информация для цитирования

Кутыгин Р.В., Будников И.В., Сивчиков В.Е. Основные черты стратиграфии касимовско-гжельских и пермских отложений Сибирской платформы и ее складчатого обрамления // Природные ресурсы Арктики и Субарктики. 2020, Т. 25, № 4. С. 5–29. <https://doi.org/10.31242/2618-9712-2020-25-4-1>

DOI 10.31242/2618-9712-2020-25-4-?

The main features of the Kasimovian – Gzhelian and Permian stratigraphy in the Siberian platform and adjacent fold belts

R.V. Kutugin^{1,*}, I.V. Budnikov², V.E. Sivtchikov

¹Diamond and Precious Metal Geology Institute, SB RAS, Yakutsk, Russia

²Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources, Novosibirsk, Russia

*rkutygin@mail.ru

Abstract. The main problems of the Kasimovian-Gzhelian (Upper Pennsylvanian) and Permian stratigraphy at the territory of Central Siberia are considered. Five structural-facies areas were identified: Tunguska, Lena-Yenisei, Vilyuy, Taimyr and Verkhoyanian (Verkhoyansk Region). Each of these areas is subdivided into structural-facies zones or districts characterized by a unique sequence of local strata (formations, subformations, units). To correlate the Upper Pennsylvanian – Permian deposits within each of the three regions – Siberian Platform, Taimyr, and Verkhoyanie, - independent regional stratigraphic scales are used, with their subdivisions based on the vertical sequence of paleontological complexes and stages of sedimentation. The Upper Pennsylvanian – Permian sediments of the Siberian Platform are considered as

part of seven successive regional horizons (from bottom to top): Katian (the upper part), Klintaygian, Burghukian, Peliatikian, Degalian, Gagarieostrovian, and Ivakinian. In Taimyr, this interval corresponds to the Turuzavian, Byrrangian, Sokolinian, Bajkurian, Ledianian, Ivakinian regional horizons, and in Verkhoyanie – to the Kygyltassian, Khorokytian, Echian, Tumarian, Delenzhian, Dulgakhian, Khalpirkian and Nekuchanian (the base part) regional horizons. The regional stratigraphic scales of the Siberian Platform, Taimyr, and Verkhoyanie are compared with the International Chronostratigraphic Scale. For all studied structural-facies areas, correlation schemes are presented that can be used as a framework for new (modern) Upper Paleozoic regional stratigraphic schemes of the Siberian Platform and its folded framing.

Key words: Stratigraphy, Siberian Platform, Verkhoyanie, Taimyr, Upper Carboniferous, Pennsylvanian, Permian system, correlation.

Acknowledgements. We express our sincere gratitude to K.V. Borissenkov, A.S. Biakov, M.F. Bogoslovskaya, V.G. Ganelin, V.S. Grinenko, V.I. Davydov, T.B. Leonova, V.I. Makoshin, Yu.V. Moseichik, L.G. Porokhovnichenko, A.V. Prokopiev and F.F. Tretyakov for fruitful discussions of individual issues of this article. This study is done on state assignment of DPMGI SB RAS and with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research (projects No. 18-05-00191, biostratigraphy of the Upper Carboniferous and Permian; 20-05-00604, the study of the Permian-Triassic boundary). The study of the Capitanian–Changhsingian sedimentogenesis was carried out with the financial support of the Russian Science Foundation (project No. 19-17-00178).

References

1. Budnikov I.V., Grinenko V.S., Klets A.G., Kutygin R.V., Sivchikov V.E. Model formirovaniya verkhnepaleozojskikh otlozhenij vostoka Sibirskoj platformy i ee skladchatogo obramleniya (zakonomernosti osadkonakopleniya, rajonirovanie, korrelyaciya) // Otechestvennaya Geologiya. 2003. No. 6. P. 86–92.
2. Kheraskov N.P., Kolosov D.M. Geologiya i geomorfologiya Zapadnogo Verkhoyan'ya // Trudy VNIIMS. 1938. Iss. 116. P. 1–115.
3. Klets A.G. Verkhnij paleozoj okrainnykh morej Angaridy. Novosibirsk: Academic Publishing House «Geo», 2005. 240 p.
4. Andrianov V.N. Verkhnepaleozojskie otlozheniya Zapadnogo Verkhoyan'ya, Moscow: Nauka, 1966. 133 p.
5. Andrianov V.N. Permskie i nekotorye kamennougol'nye ammonoidy Severo-Vostoka Azii. Novosibirsk: Nauka, 1985. 180 p.
6. Budnikov I.V., Kutygin R.V., Shi G.R., Sivchikov V.E., Krivenko O.V. Permian stratigraphy and paleogeography of Central Siberia (Angaraland) – A review // Journal of Asian Earth Sciences. 2020. Vol. 196, Article 104365. P. 1–12. DOI: 10.1016/j.jseas.2020.104365
7. Pavlov S.F. Verkhnij paleozoj Tungusskogo bassejna, Novosibirsk: Nauka, 1974. 171 p.
8. Koren' T.N., Kotlyar G.V. (Eds.) Resheniya Tret'ego Mezhdvestvennogo regional'nogo stratigraficheskogo soveshchaniya po dokembriyu, paleozoyu i mezozoyu Severo-Vostoka Rossii / VSEGEI, St. Petersburg, 2009. 268 p.
9. Betekhtina O.A., Gorelova S.G., Dryagina L.L., Danilov V.I., Batyaeva S.P., Tokareva P.A. Verkhnij paleozoj Angaridy. Novosibirsk: Nauka, 1988. 265 p.
10. Pavlov S.F., Lomonosova T.K., Akulov N.I. Ugle-nosnaya formaciya yugo-vostochnoj okrainy Tungusskogo bassejna. Novosibirsk: Nauka, 1990. 152 p.
11. Chernaya T.A. Problemy biostratigrafii almaznosnykh terrigennykh tolshch Zapadnoj Yakutii / ALROSA, Mirniy, 2002. 144 p.
12. Zinchuk N.N., Boris E.I., Yanygin Yu.T. Osobennosti mineragenii almaza v drevnih osadochnykh tolshchah (na primere verkhnepaleozojskikh otlozhenij Sibirskoj platformy). Mirniy, 2004. 172 p.
13. Budnikov I.V., Budnikov V.I., Grausman V.V., Danilov V.I., Mikhaylova T.E. Litostratigrafiya verkhnego paleozoya kraevykh progibov severo-vostoka Sibirskoj platformy // Stratigrafiya i litofacial'nyj analiz verkhnego paleozoya Sibiri / SNIIGiMS, Novosibirsk, 1991. P. 5–14.
14. Grausman V.V., Matveev V.D., Meyen S.V. Stratigrafiya permskikh otlozhenij Vilyujskoj sineklizy // Izvestiya Akademii nauk SSSR. Seriya geologicheskaya. 1982. No. 11. P. 57–67.
15. Grausman V.V., Meyen S.V. Stratigrafiya verkhnepaleozojskikh otlozhenij Vilyujskoj sineklizy // Izvestiya Akademii nauk SSSR. Seriya geologicheskaya. 1987. No. 10. P. 53–60.
16. Golubeva I.I., Grausman V.V., Mejen S.V., Petrova E.K. O stratigraficheskom raschlenenii gazonosnykh otlozhenij permi central'noj chasti Vilyujskoj sineklizy // Stratigrafiya neftegazonosnykh otlozhenij Yakutii. Yakutskij filial SO AN SSSR. Yakutsk, 1980. P. 36–45.
17. Klets A.G., Budnikov I.V., Kutygin R.V., Biakov A.S., Grinenko V.S. The Permian of the Verkhoyansk-Okhotsk region, NE Russia // Journal of Asian Earth Sciences. 2006. Vol. 26, Iss. 3–4. P. 258–268. DOI: 10.1016/j.jseas.2005.10.001
18. Kutygin R.V. Posledovatel'nost' ammonoidov v kungurskom yaruse Kuranakhskoj podzony (Zapadnoe Verkhoyan'e) // Otechestvennaya Geologiya. 2012. No. 5. P. 37–40.
19. Protopopov R.I., Trushchelev A.M., Protopopov G.H., Fedorova S.S., Shcherbakov O.I., Kutygin R.V.,

- Zharikova L.P., Budnikov I.V. et al. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossijskoj Federacii. Masshtab 1 : 1 000 000 (tret'e pokolenie). Seriya Verhoyano-Kolym'skaya. List Q-53 – Verhoyansk. Ob'yasnitel'naya zapiska. SPb.: Kartograficheskaya fabrika VSEGEI, 2016. 415 p.
20. Biakov A.S., Kutygin R.V. Bivalves from the Dendzhian–Dulgalakhian Boundary Beds of the Middle Permian of the Lower Reaches of the Lena River (Northern Verkhoyansk Region, Northern Siberia) // *Paleontological Journal*. 2018. Vol. 52, No. 7. P. 761–767. DOI: 10.1134/S0031030118070031
21. Kutygin R.V., Biakov A.S., Makoshin V.I., Budnikov I.V., Peregodov L.G., Krivenko O.V. Biostratigraphy and important biotic events in the Western Verkhoyansk Region around the Sakmarian–Artinskian boundary // *Palaeoworld*. 2020. Vol. 29, Iss. 2. P. 303–324. DOI: 10.1016/j.palwor.2018.10.001
22. Tolstych A.N. Pozdnepaleozojskaya flory vostochnoj chasti Tungusskoj sineklizy. Moscow: Nauka, 1969. 124 p.
23. Meyen S.V. The Carboniferous and Permian floras of Angaraland (a synthesis) // *Biological Memoirs*. 1982. Vol. 7, No. 1. P. 1–109.
24. Sivtchikov V.E. Proekt edinoj regional'noj shkaly verhnepaleozojskih otlozhenij Sibiri // *Iskopaemye rasteniya i stratigrafiya pozdnego paleozoya Angaridy i sopredel'nyh territorij*. Moscow: GEOS, 2009. P. 70–74.
25. Kotlyar G.V., Pukhonto S.K., Burago V.I. Interregional Correlation of the Permian Continental and Marine Deposits of Northeastern Russia, Southern Far East, Siberia, and Pechora Cisurals // *Russian Journal of Pacific Geology*. 2018. Vol. 12, No. 1. P. 1–19. DOI: 10.1134/S1819714018010037
26. Sivtchikov V.E., Donova N.B. Stratigraphic subdivision of the Upper Palaeozoic deposits of the South Minuska Depression // *Lethaea rossica*. 2016. Vol. 13. P. 1–46.
27. Benediktova R.N., Khal'fin L.L. Sovremennoe sostoyanie stratigraficheskoy izuchennosti kamennougol'nyh i permskih otlozhenij Srednej Sibiri // *Stratigrafiya paleozoya Srednej Sibiri*. Novosibirsk: Nauka, 1967. P. 155–169.
28. Verbitskaja N.G., Il'yuhina N.P. Osnovnye podrazdeleniya verhnego paleozoya Sibirskoj platformy // *Sovetskaya geologiya*. 1979. No. 9. P. 18–33.
29. Akulov N.I. Paleogeography and accumulation environments of Carboniferous sediments in the southern Siberian platform // *Stratigraphy and Geological Correlation*. 2005. Vol. 13, No. 6. P. 593–605.
30. Donova N.B. Fitostratigraficheskoe raschlenenie razreza chinokskoj svity po r. Chunya (verhnij paleozoj Sibirskoj platformy) // *Paleobotanicheskij vremennik*. 2015. Iss. 2. P. 220–226.
31. Mosseichik Yu.V. Etapy razvitiya flory i sistema makrofloristicheskikh zon karbona Angaridy // *Lethaea rossica*. 2016. Vol. 12. P. 1–28.
32. Koren' T.N., Kotlyar G.V. (Eds.). Resheniya Vsesoyuznogo soveshchaniya po razrabotke unificirovannyh stratigraficheskikh skhem dokembriya, paleozoya i chetvertichnoj sistemy Srednej Sibiri, chast' II (srednij i verhnij paleozoj) / Leningradskaya kartograficheskaya fabrika VSEGEI, Leningrad, 1979. 130 p.
33. Rasskazova E.S. Iskopaemaya flora katskoj svity Tungusskogo bassejna // *Trudy Geologicheskogo instituta AN SSSR*. 1962. Iss. 67. P. 1–67.
34. Peterson L.N. Palinologicheskie issledovaniya otlozhenij karbona v Tychanskom almazonosnom rajone // *Kuzbass – klyuchevoj rajon v stratigrafii verhnego paleozoya Angaridy*. Novosibirsk: Intergeo, 1996. P. 80–84.
35. Anisyutkin L.N. New Cockroaches from the Upper Carboniferous of Siberia (Insecta: Dictyoptera, Mylacridina) // *Paleontological Journal*. 2007. Vol. 41, No. 5. P. 542–548. DOI: 10.1134/S0031030107050097
36. Verbitskaja N.G., Radzenko G.P. Permskaya sistema // *Geologiya Sibirskoj platformy*. Moscow: Nedra, 1966. P. 110–122.
37. Radzenko G.P. Tungusskij ugol'nyj bassejn // *Geologiya mestorozhdenij uglja i goryuchih slantsev SSSR*. 1964. Vol. 8. P. 65–120.
38. Vereshagin V.N. (Ed.). *Stratigraficheskij slovar' SSSR. Karbon, perm'*. Leningrad: Nedra, 1977. 535 p.
39. Golubeva I.I. Paleogeografiya Sibirskoj platformy v pozdnem paleozoe // *Voprosy geologii, tektoniki i metallogenii Yakutii*. Yakutsk: Izdatel'stvo gosuniversiteta, 1980. P. 47–59.
40. Radzenko G.P., Schwedov N.A. Verhnepaleozojskaya flora uglenosnyh otlozhenij zapadnoj chasti bassejna reki Nizhnej Tunguski // *Trudy Arkticheskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta*. 1940. Vol. 157. P. 1–140.
41. Rasskazova E.S. K stratigrafii verhnepaleozojskih otlozhenij Tungusskogo bassejna // *Bulletion MOIP. Geological serie*. 1958. Vol. 33, Iss. 5. P. 97–103.
42. Rasskazova E.S. K stratigrafii tungusskoj serii r. Gorbiachin // *Bulletion MOIP. Geological serie*. 1963. Vol. 38, Iss. 2. P. 46–55.
43. Betekhtina O.A. Verhnepaleozojskie nemorskie dvustvorki Sibiri i Kazahstana. Moscow: Nauka, 1966. 220 p.
44. Suchoy S.V. Semena pozdnepaleozojskih rastenij Srednej Sibiri. Leningrad: Nedra, 1969. 254 p.
45. Budnikov V.I., Baranov V.K. Litologiya i facii verhnego paleozoya Tungusskoj sineklizy // *Trudy SNIIGiMS*. 1971. Iss. 87. P. 1–85.
46. Betekhtina O.A. Zonal'noe raschlenenie i korrelyatsiya uglenosnyh otlozhenij pozdnego paleozoya Sibiri po nemorskim dvustvorkam. // *Novoe v stratigrafii i paleontologii srednego i verhnego paleozoya Srednej Sibiri*. IGiG SO AN SSSR. Novosibirsk, 1978. p. 71–75.
47. Schwedov N.A. K stratigrafii verhnepaleozojskih uglenosnyh otlozhenij v rajone nizhnego techeniya r. Nizhnej Tunguski // *Problemy Arktiki*. 1939. Iss. 2. P. 62–68.
48. Budnikov V.I. Zakonomernosti osadkonakopleniya v karbone i permii zapada Sibirskoj platformy // *Trudy SNIIGiMS*. 1976. Iss. 183. P. 1–135.
49. Sadovnikov G.N. K istorii izucheniya stratigrafii tungusskogo kompleksa // *Trudy TGU*. 1974. Iss. 232. P. 49–61.

50. Gluchova L.V., Sivtchikov V.E. Floristicheskie komplekсы permskih otlozhenij Zapadnogo Tajmyra // Kuzbass – klyuchевой rajon v stratigrafii verkhnego paleozoya Angaridy. Novosibirsk: Intergeo, 1996. P. 43–52.
51. Schwedov N.A. Permskaya flora Enisejsko-Lenskogo kraya // Trudy NIIGA. 1961. Vol. 103. P. 1–241.
52. Gor Yu.G. Granitsa permi i triasa na severe Angaridy // Stratigrafiya i paleontologiya mezozojskih osadochnyh bassejnov Severa Sibiri. Leningrad, 1985. P. 125–134.
53. Al'mukhamedov A.I., Medvedev A.Y., Kirda N.P. Comparative analysis of geodynamic settings of the Permian-Triassic magmatism in East and West Siberia // Geologiya i Geofizika. 1999. Vol. 40, No. 11. P. 1575–1587.
54. Sivtchikov V.E. Paleoekosistemnaya rekonstrukciya vzaimootnoshenij paleofita i mezofita v Angaride // Evolution of Life on the Earth. Tomsk: NTL, 2001. P. 397–400.
55. Prinada V.L. Iskopaemaya flora korvunchanskoj svity bassejna reki Nizhnej Tunguski. Moscow: Nauka, 1970. P. 1–79.
56. Meyen S.V. Evolyuciya i sistematika vysshih rastenij po dannym paleobotaniki, Moscow: Nauka, 1992. P. 1–174.
57. Mogucheva N.K., Naugolnykh S.V. Gagariostrobus cylindricus (Prynada) Mogutcheva and the Permian-Triassic ecosystem flora reorganization in the Tunguska Basin // Stratigraphy and Geological Correlation. 2010. Vol. 18, No. 1. P. 31–41. DOI: 10.1134/S086959381001003X
58. Mogucheva N.K. Flora from the Induan Stage (Lower Triassic) of Middle Siberia // Stratigraphy and Geological Correlation. 2016. Vol. 24, No. 3. P. 252–266. DOI: 10.1134/S0869593816020052
59. Sadovnikov G.N. Evolution of the biome of the Middle Siberian Trappean Plateau // Paleontological Journal. 2016. Vol. 50, No. 5. P. 518–532. DOI: 10.1134/S0031030116050129
60. Schwedov N.A., Ustritsky V.I., Tschernjak G.E., Gerke A.A., Sosipatrova G.P. Novaya stratigraficheskaya skhema verkhnepaleozojskih otlozhenij Tajmyra // Sbornik statej po paleontologii i biostratigrafii NIIGA. 1961. Iss. 24. P. 12–16.
61. Ustritsky V.I., Tschernjak G.E. Biostratigrafiya i brahiopody verkhnego paleozoya Tajmyra // Trudy NIIGA. 1963. Vol. 134, P. 1–235.
62. Ustritsky V.I., Tschernjak G.E. Kamennougol'nye otlozheniya poluostrova Tajmyr // Stratigrafiya paleozoya Srednej Sibiri. Novosibirsk: Nauka, 1967. P. 216–219.
63. Solomina R.V., Preobrazhenskaya E.N. K stratigraficheskoj skheme permi Tajmyra. Stratigrafiya // Geologicheskaya Korrelyatsiya. 1993. Vol. 1, No. 2. P. 13–25.
64. Gor Yu.G., Schneider G.V., Brekhov G.V., Volkova G.M., Markovskij V.A., Petrov O.V., Paderin P.G., Popov V.Yu., Sobolev N.N. Stratigrafiya verkhnepaleozojskih otlozhenij Central'nogo Tajmyra // Stratigrafiya i fauna paleozoya i mezozoya Arktiki / VNIIOkeangeologiya, St. Petersburg, 2000. P. 67–72.
65. Anikeev N.P. (Ed.). Resheniya Mezhdovedstvennogo soveshchaniya po razrabotke unifikirovannykh stratigraficheskikh skhem dlya Severo-Vostoka SSSR. Leningrad: Gosgeoltekhizdat, 1959. 80 p.
66. Schwedov N.A. Paleofitologicheskaya harakteristika verhnepaleozojskih (preimushchestvenno permskih) otlozhenij Tajmyra i severo-vostochnoj okrainy Sibirskoj platformy // Sbornik statej po paleontologii i biostratigrafii. 1957. Iss. 1. P. 13–18.
67. Ustritskiy V.I. Komplekсы brahiopod iz permskih otlozhenij Vostochnogo Tajmyra // Doklady AN SSSR. 1955. Vol. 105, Iss. 4. P. 805–807.
68. Ustritskiy V.I. Yarusnaya shkala permi Boreal'noj oblasti // Paleontologicheskoe obosnovanie raschleneniya paleozoya i mezozoya Arkticheskikh rajonov SSSR / Sevmorgeologiya. Leningrad, 1983. P. 16–37.
69. Proskurnin V.F., Gavrish A.V., Mezhubovskij V.V., Trofimov V.R., Egorov V.N., Sobolev N.N., Naumov M.V. et al. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossijskoj Federacii. Masshtab 1 : 1 000 000 (tret'e pokolenie). Seriya Tajmyrsko-Severozemel'skaya. List S-48 – oz. Tajmyr (vostochnaya chast'). Ob'yasnitel'naya zapiska / Kartfabrika VSEGEI, St. Petersburg, 2009. 253 p.
70. Shishlov S.B. Strukturno-geneticheskij analiz osadochnyh formacij / Gornyj Institut, LEMA. St. Petersburg, 2010. 276 p.
71. Shishlov S.B. Novaya regional'naya stratigraficheskaya skhema verkhnego paleozoya Tajmyra // Zapiski Gornogo instituta. 2009. Iss. 183. P. 40–52.
72. Einor O.L. O vozraste bazal'nyh sloev ugle-nosnyh otlozhenij Zapadnogo Tajmyra // Problemy Arktiki. 1946. No. 4. P. 89–104.
73. Teben'kov V.P., Schwedov N.A. K stratigrafii ugle-nosnyh otlozhenij Zapadnogo Tajmyra // Doklady Akademii nauk SSSR. 1941. Vol. 31, Iss. 8. P. 566–568.
74. Kotlyar G.V., Stepanov D.L. (Eds.). Osnovnye cherty stratigrafii permskoj sistemy SSSR. Leningrad: Nedra, 1984. 280 pp.
75. Biakov A.S. Zonal'naya stratigrafiya, sobytijnaya korrelyaciya, paleobiogeografiya permi Severo-Vostoka Azii (po dvustvorchatym mollyuskam) / SVKNII DVO RAN. Magadan, 2010. 264 p.
76. Ustritskiy V.I. Biostratigrafiya verkhnego paleozoya Arktiki. Leningrad: Nedra, 1971. 280 p.
77. Fedotov A.N., Sivchikov V.E., Krugovyh V.V. K voprosu stratigrafii verkhnepermskih otlozhenij Zapadnogo Tajmyra // Problemy stratigrafii i magmatizma Krasnoyarskogo kraya i Tuvinskoj ASSR. 1991. Iss. 2. P. 27–35.
78. Shishlov S.B., Verbitskaja N.G. K stratigrafii verhneppermskih ugle-nosnyh otlozhenij Zapadnogo Tajmyra // Sovetskaya geologiya. 1990. Iss. 7. P. 52–59.
79. Lyutkevich E.M., Lobanova O.V. Pelecipody permi sovet'skogo sektora Arktiki. Leningrad: Gostoptekhzizdat, 1960. 294 p.
80. Biakov A.S. New ideas on the system of the Permian Inoceramus-like bivalves of the Eastern Boreal

Zone // Paleontological Journal. 2008. Vol. 42, No. 3. P. 232–242. DOI: 10.1134/S0031030108030039

81. Solomina R.V., Durante M.V. Stratotipicheskij razrez chernoyarskogo gorizonta (verhnyaya perm') Central'nogo Tajmyra // Izvestiya AN SSSR. Ser. geologich. 1991. No. 3. P. 26–36.

82. Parhanov M.N. K stratigrafii uglenosnykh otlozhenij Zapadnogo Tajmyra // Problemy Arktiki. 1940. Iss. 6. P. 59–71.

83. Proskurnin V.F., Shnejder G.V., Gavrish A.V., Nagajzeva N.N., Romanov A.P., Gromov P.A., Proskurnina M.A. et al. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossijskoj Federacii. Masshtab 1 : 1 000 000 (tret'e pokolenie). Seriya Tajmyrsko-Severozemel'skaya. List S-46 – Tareya. Ob'yasnitel'naya zapiska / Kartograficheskaya fabrika VSEGEI. St. Petersburg, 2016. 490 p.

84. Biakov A.S., Prokopiev A.V., Kutygin R.V., Vedernikov I.L., Budnikov I.V. Geodinamicheskie obstanovki formirovaniya permskih sedimentacionnykh bassejnov Verkhoyano-Kolymskoj skladchatoy oblasti // Otechestvennaya geologiya. 2005. No. 5. P. 81–84.

85. Kutygin R.V., Rozhin S.S. Osnovnye etapy i sobytija v istorii razvitiya biot Verkhoyanskogo bassejna permskogo perioda // Razvedka i ohrana neдр. 2015. No. 11. P. 9–12.

86. Vasilenko V.K. (Ed.). Resheniya Mezhdvostvennogo soveshchaniya po razrabotke unificirovannykh stratigraficheskikh skhem Yakutskoj ASSR, Moscow: Gosgeoltekhizdat, 1963. 60 p.

87. Musalitin L.A. Stratigrafiya osadochnykh i vulkanogenno-osadochnykh otlozhenij severo-zapadnoj chasti Verkhoyano-Chukotskoj skladchatoy oblasti // Materialy po geologii i poleznym iskopaemym Yakutskoj ASSR. 1970. Iss. 16. P. 3–32.

88. Abramov B.S. Stratigrafiya verkhnepaleozojskikh otlozhenij Yuzhnogo Verkhoyan'ya. Novosibirsk: Nauka, 1974. 96 p.

89. Abramov B.S., Grigorjeva A.D. Biostratigrafiya i brachiopody permi Verkhoyan'ya. Moscow: Nauka, 1988, 204 p.

90. Andrianov V.N. Biostratigraficheskaya skhema permskih otlozhenij Verkhoyanskogo khrebtа // Problemy stratigrafii devonskih, permskih i triasovykh otlozhenij Verkhoyan'ya. Yakutsk, 1975. P. 24–87.

91. Solomina R.V. Biostratigraficheskaya skhema permskih otlozhenij Verkhoyan'ya // Otechestvennaya Geologiya. 1997. No. 3. P. 37–43.

92. Andrianov V.N., Tolstych A.N. Biostratigrafiya permskih otlozhenij Verkhoyan'ya // Dokembrij i paleozoj Severo-Vostoka SSSR. Magadan, 1974. P. 115–117.

93. Makoshin V.I., Kutygin R.V. Biostratigrafiya i brachiopody assel'sko-artinskiykh otlozhenij Arkachan-Echjiskogo mezhdurech'ya (Zapadnoe Verkhoyan'ye) // Otechestvennaya Geologiya. 2013. No. 5. P. 46–51.

94. Makoshin V.I., Kutygin R.V. Biostratigrafiya i brachiopody assel'sko-sakmarskih otlozhenij Kubalahskogo razreza (nizov'e r. Lena). Otechestvennaya Geologiya. 2014. No. 4. P. 17–21.

95. Kutygin R.V., Makoshin V.I., Budnikov I.V., Peregoedov L.G. Biostratigraphy of Asselian-Sakmarian deposits of the upper reaches Sobolokh-Mayan River of the Orulgan Range // Otechestvennaya Geologiya. 2018. No. 5, P. 74–80. DOI: 10.24411/0869-7175-2018-10018.

96. Makoshina V.I., Kutygin R.V. Asselian-Sakmarian (Lower Permian) brachiopod zonation of the Verkhoyansk Region, Northeast Russia // Stratigraphy and Geological Correlation. 2020. Vol. 28, No. 4. P. 382–410. DOI: 10.1134/S0869593820040061

97. Zakharov Y.D., Biakov A.S., Horacek M. Global Correlation of Basal Triassic Layers in the Light of the First Carbon Isotope Data on the Permian-Triassic Boundary in Northeast Asia // Russian Journal of Pacific Geology. 2014. Vol. 8, No. 1. P. 1–17. DOI: 10.1134/S1819714014010060

98. Biakov A.S., Zakharov Yu.D., Horacek M., Richoz S., Kutygin R.V., Ivanov Yu.Yu., Kolesov E.V., Konstantinov A.G., Tuchkova M.I., Mikhailitsyna T.I. New data on the structure and age of the terminal Permian strata in the South Verkhoyansk region (northeastern Asia) // Russian Geology and Geophysics. 2016. Vol. 57, No. 2. P. 282–293. DOI: 10.15372/GiG20160205

99. Kutygin R.V., Budnikov I.V., Biakov A.S., Klets A.G., Grinenko V.S. Opornyj razrez dulgalahskogo i hal'piskogo gorizontov (verkhnetatarskij pod'yarus) Zapadnogo Verkhoyan'ya // Tikhookeanskaya geologiya. 2003. No. 6. P. 82–97.

100. Klets A.G., Budnikov I.V., Kutygin R.V., Grinenko V.S. Sobytiynye urovni v srednem karbone – rannej permi Verkhoyan'ya i regional'naya stratigraficheskaya skhema // Tikhookeanskaya geologiya. 2001, No. 5, P. 45–57.

101. Kutygin R.V. Permian ammonoid associations of the Verkhoyansk Region, Northeast Russia // Journal of Asian Earth Sciences. 2006. Vol. 26, Iss. 3–4. P. 243–257. DOI: 10.1016/j.jseas.2005.10.004

102. Makoshin V.I., Kutygin R.V. Correlation of the Asselian-Sakmarian deposits of the Northern and Western Verkhoyansk regions by brachiopods // Prirodnyie resursy Arctici i Subarctici. 2019. Vol. 24, No. 3. P. 5–22. DOI: 10.31242/2618-9712-2019-24-3-1.

103. Biakov A.S., Kutygin R.V., Goryachev N.A., Buratny S.S., Naumov A.N., Yadrenkin A.V., Vedernikov I.L., Tretyakov M.F., Brynko I.V. Discovery of the Late Changhsingian Bivalve complex and two fauna extinction episodes in Northeastern Asia at the end of the Permian // Doklady Biological Sciences. 2018. Vol. 480, No. 1, P. 78–81. DOI: 10.1134/S0012496618030018

104. Tolstych A.N. Pozdnepaleozojskaya flora Zapadnogo Verkhoyan'ya. Novosibirsk: Nauka. 1974. 103 p.

105. Durante M.V., Izrailev L.M. Floristicheskie komplekсы i stratigrafiya kamennougol'nykh i permskih otlozhenij meridional'noj chasti Zapadnogo Verkhoyan'ya // Bulletin MOIP. Geological serie. 1977. Vol. 52, No. 4. P. 112–124.

106. Durante M.V. Verkhnepaleozojskie flory i stratigrafiya Verkhoyan'ya // Paleobotanicheskij vremennik. 2013. Iss. 1. P. 109–111.

107. *Porokhovnichenko L.G.* Permskaya flora Zapadnogo Verkhoyan'ya i ee znachenie dlya stratigrafii verkhnepaleozojskih otlozhenij Srednej Sibiri // *Paleobotanicheskiy vremennik*. 2018. Iss. 3. P. 26–40.

108. *Yadrenkin A.V., Biakov A.S., Kutygin R.V., Kopylova A.V.* New dates and stratigraphical distribution of foraminifers from Permian-Triassic boundary deposits in the South Verkhoyan region // *Russian Journal of Pacific Geology*. 2020. Vol. 39, Iss. 5. P. 69–82.

109. *Kutygin R.V., Budnikov I.V., Biakov A.S., Davydov V.I., Kilyasov A.N., Silantiev V.V.* Pervye nachodki ceratitov roda v Kobuminskoj zone Yuzhnogo Verchoiana, severo-vostol Rossii // *Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta-Seriya Estestvennye Nauki*. 2019. Vol. 161, No. 4. P. 550–570.

110. *Korostelev V.I.* Triasovye otlozheniya Vostochnogo Verkhoyan'ya. Yakutsk: Knizhnoe izdatel'stvo, 1972. 174 p.

About the authors

KUTYGIN Ruslan Vladimirovich, candidate of geological and mineralogical sciences, head of laboratory, Diamond and Precious Metal Geology Institute, SB RAS, 39 Lenina pr., Yakutsk 677000, Russia, <http://orcid.org/0000-0003-4115-5976>, WOS ResearcherID J-3318-2018, Scopus AuthorID 9277169500, budnikov@sniiggims.ru, rkutygin@mail.ru;

BUDNIKOV Igor Vasilyevich, candidate of geological and mineralogical sciences, director of the Department of Stratigraphy and Regional Geology of the Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources, Krasniy pr. 67, Novosibirsk 630091, Russia, budnikov@sniiggims.ru;

SIVTCHIKOV Victor Igorevich, until 2015 was a Researcher at the Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources, Krasniy pr. 67, Novosibirsk 630091, Russia

Citation

Kutygin R.V., Budnikov I.V., Sivtchikov V.E. The main features of the Kasimovian-Gzhelian and Permian stratigraphy in the Siberian platform and adjacent fold belts // *Arctic and Subarctic Natural Resources*. 2020, Vol. 25, No. 4. pp. 5–29. (In Russ.) <https://doi.org/10.31242/2618-9712-2020-25-4-1>