

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«СИБИРСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ»  
(ФГБОУ ВПО «СГГА»)

X Международные научный конгресс и выставка

## ИНТЕРЭКСПО ГЕО-СИБИРЬ-2014

Международная научная конференция

**НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ. ГОРНОЕ ДЕЛО.  
НАПРАВЛЕНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ ПОИСКА,  
РАЗВЕДКИ И РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ  
ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. ГЕОЭКОЛОГИЯ**

Т. 1

Сборник материалов

Новосибирск  
СГГА  
2014

Ответственные за выпуск:

Доктор технических наук, академик РАН,  
директор Института нефтегазовой геологии и геофизики  
им. А. А. Трофимука СО РАН, Новосибирск  
*М. И. Эпов*

Доктор геолого-минералогических наук, академик,  
председатель Президиума Кемеровского научного центра СО РАН, Кемерово  
*А. Э. Конторович*

Академик РАН, Институт горного дела им. Н. А. Чинакала СО РАН, Новосибирск  
*М. В. Курленя*

Кандидат геолого-минералогических наук,  
генеральный директор ФГУП «СНИИГГиМС», Новосибирск  
*А. С. Ефимов*

Руководитель Регионального агентства по недропользованию  
по Сибирскому федеральному округу, Новосибирск  
*А. И. Неволько*

Профессор, проректор по научной  
и инновационной деятельности СГГА, Новосибирск  
*В. А. Середович*

Кандидат геолого-минералогических наук,  
учёный секретарь ФГУП «СНИИГГиМС», Новосибирск  
*С. П. Зайцев*

С26 Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014. X Междунар. науч. конгр., 8–18 апреля 2014 г., Новосибирск : Междунар. науч. конф. «Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Геоэкология» : сб. материалов в 4 т. Т. 1. – Новосибирск : СГГА, 2014. – 262 с.

ISBN 978-5-87693-699-8 (т. 1)

ISBN 978-5-87693-698-1

ISBN 978-5-87693-697-4

В сборнике опубликованы материалы X Международного научного конгресса «Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014», представленные на Международной научной конференции «Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Геоэкология».

Печатается по решению редакционно-издательского совета СГГА

Материалы публикуются в авторской редакции

УДК 622

ISBN 978-5-87693-699-8 (т. 1)

ISBN 978-5-87693-698-1

ISBN 978-5-87693-697-4

© ФГБОУ ВПО «СГГА», 2014

## **ЦИКЛИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ОПОРНОГО РАЗРЕЗА НИЖНЕГО МЕЛА НА Р. БОЯРКА (СЕВЕР СИБИРИ) И ЕГО ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ПОЗНАНИЯ КЛИНОФОРМНОГО КОМПЛЕКСА НЕОКОМА**

*Александр Леович Бейзель*

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории стратиграфии мезозоя и кайнозоя, тел. (383)333-23-06, e-mail: beiselal@ipgg.sbras.ru

Опорный разрез неокома на р. Боярка, расположенный на южном борту Енисей-Хатангского регионального прогиба, формировался в условиях открытого морского мелководья в 7–15 км от палеоберега. В нем вскрывается почти непрерывная последовательность от кимериджского яруса до нижнего готерива. Разрез имеет циклическое строение в валанжине-готериве, где насчитывается около 15 циклитов, совпадающих с масштабом клиноформ.

**Ключевые слова:** нижний мел, север Сибири, опорный разрез, циклиты, клиноформы.

## **CYCLOTHEMS IN A KEY SECTION OF THE LOWER CRETACEOUS ON THE BOYARKA RIVER (NORTHERN SIBERIA) AND THEIR IMPORTANCE FOR CLINOFORMS STUDIES**

*Alexander L. Beisel*

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, Senior researcher of Laboratory of Mesozoic paleontology and stratigraphy, tel. (383)333-23-06, e-mail: beiselal@ipgg.sbras.ru

A key section of the Lower Cretaceous located on the southern part of the Yenisei-Khatanga Trough formed in an open shallow sea at 7-15 km from the paleocoast. It demonstrates an almost uninterrupted sequence of layers from the Kimmeridgian up to Lower Hauterivian. The section consists includes 15 cyclothems coincident with the clinoform scale.

**Key words:** Lower Cretaceous, Northern Siberia, key section, cyclothems, clinoforms.

Опорный разрез нижнего мела на р. Боярке – это один из лучших разрезов данного интервала на севере Евразии. Он расположен на южной окраине Енисей-Хатангского регионального прогиба. Формирование его происходило в условиях морского мелководья на расстоянии от 7 до 15 км от палеоберега. Берег бассейна представлял собой трапповое плато триасового возраста. В разрезе вскрывается практически непрерывная последовательность морских слоев от кимериджского яруса до нижнего готерива включительно. В составе неокома установлены все аммонитовые зоны, известные из этих отложений на территории арктической области от берриаса до нижнего готерива включительно [1].

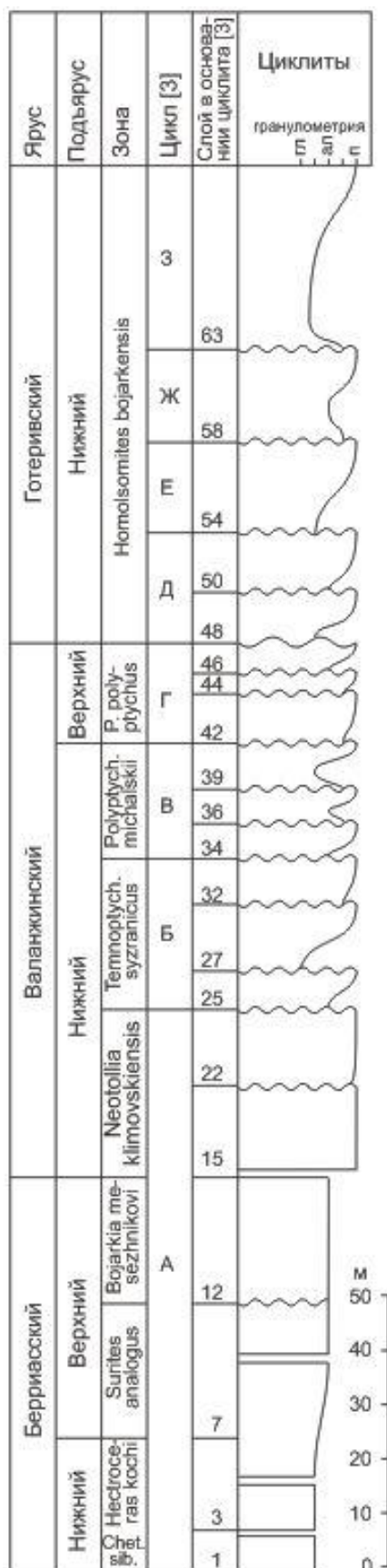


Рис. 1. Циклическое строение опорного разреза нижнего мела на р. Боярке

Великолепные обнажения нижнего мела расположены по обоим берегам р. Боярки на участке длиной около 20 км по реке. Слои полого (2–5°) падают на север. Вся толща сложена рыхлыми либо слабо сцементированными слоями песков, алевроитов и глин. Известковистые песчаники, алевролиты и глинистые известняки встречаются в основном в виде отдельных конкреций или линзовидных прослоев. Суммарная мощность отложений неокома составляет свыше 280 м, в том числе видимая мощность – 250 м [2].

Для разреза характерно циклическое чередование песчаных, алевроитовых и глинистых пород, которое до сих пор не было здесь объектом специального исследования. Между тем, оно имеет важное значение в связи с проблемой клиноформного строения нижнемеловой продуктивной толщи. Ранее эта концепция дискутировалась в отношении Западной Сибири, а в последнее время совершенно идентичная серия клиноформ выявлена детальными сейсмическими работами в Енисей-Хатангском региональном прогибе. Теперь можно с полным основанием говорить о том, что циклическое строение бояркинского разреза имеет самое непосредственное отношение к клиноформной модели.

Всего в опорном разрезе, по разным данным, выделяется от 8 до 15 циклов осадконакопления в зависимости от используемого подхода. Мощность циклитов колеблется от 5 до 30 м. Исключением являются низы разреза, где отложения берриаса представляют собой единый цикл осадконакопления. Цикличность выражена не всегда отчетливо. Лучше всего она проявляется в отложениях валанжина и готерива (рис. 1).

Почти повсеместно на границах циклитов наблюдаются поверхности размыва, в отдельных случаях они присутствуют и внутри циклитов. Литологически цикличность выражена закономерной сменой слоев различного состава. Как правило, на размытую поверхность песчаной породы нижележащего циклита ложится более мелкозернистая порода, начинающая новый цикл. Эта порода к средней части циклита становится

более тонкозернистой. Затем происходит постепенное увеличение зернистости материала с образованием слоя песка в верхней части циклита, по которому происходит очередной размыв [3].

Установлено весьма закономерное распределение окаменелостей в пределах цикла. Наиболее разнообразная и многочисленная фауна приурочена обычно к низам циклита. Эти слои обычно обогащены лептохлоритом. Глинистые осадки средней части циклитов, как правило, не содержат аммонитов.

Следует отметить, что хотя инициальная и конечная части циклитов более песчанистые, чем средняя часть, по многим лито-седиментологическим и фаунистическим характеристикам эти части принципиально различаются между собой. Поэтому нельзя сводить картину к простым колебаниям уровня моря или чередованию трансгрессий и регрессий.

Рециклиты, подобные бояркинским, многократно описаны как наиболее характерные элементы морских мелководных отложений. В англоязычной литературе их называют «мелеющими вверх» (*shallowing up*) или «грубеющими вверх» (*coarsening up*) циклами.

Механизм образования таких циклитов как осадочных тел показан у Р. Селли [4]. Это проградация прибрежных пляжево-баровых песчаных комплексов, происходящая вследствие положительного баланса материала в береговой зоне: его с речным стоком поступает больше, чем разносится морскими течениями. В результате эти фации движутся по диагонали – вперед (в сторону бассейна) и вверх по разрезу.

Сравнение циклического строения разреза на р. Боярке с синхронным клиноформным комплексом внутренних частей бассейнов можно проводить в нескольких аспектах. Во-первых, следует заметить, что клиноформный комплекс состоит из нескольких частей – ундаформы, клиноформы и фондоформы. В этом плане разрез на Боярке повторяет только ундаформу, т.е. разрез так называемого «аккумулятивного шельфа». Разумеется, никакие клиноформы в узком смысле этого слова в районе Боярки не видны, и «боковое заполнение» не проявлено. Здесь имеются песчаные пласты, аналогичные индексированным продуктивным пластам, а также разделяющие их глинистые «перемычки».

Прежде всего, возникает вопрос о сравнительной оценке количества циклитов в разрезе и количества клиноформ. Эта задача не тривиальна. В опорном разрезе одни и те же авторы выделяют от 8 до 15 циклитов. На рис. 1 показаны оба варианта: в колонке – максиния – минимальный по [3]. Причины расхождений этих оценок интуитивно понятны и могут быть объяснены как объективными, так и субъективными причинами. Первые связаны с фрактальной природой циклитов, а вторые – с детальностью подхода исследователя. Все это в равной мере относится и к выделению клиноформ. Тем не менее, несмотря на все расхождения, можно говорить о том, что количество циклитов в разрезе и клиноформ в бассейне примерно совпадает.

Ключевым аспектом сравнительного анализа является выяснение природы цикличности, ярко выраженной в ундаформах и в опорном разрезе. Здесь приоритет принадлежит, несомненно, разрезу. Несмотря на кажущуюся простоту

строения циклитов, существует немало вариантов генетических моделей, обзор которых здесь не приводится. Мнение автора сводится к следующему.

Главным механизмом циклогенеза являются быстрые эпизодические тектонические погружения, после которых происходит заполнение образовавшейся емкости осадками при неизменном уровне моря. Такой алгоритм был предложен ранее А. А. Неждановым для Западно-Сибирского бассейна [5]. Модель нуждается в дополнениях и уточнениях.

Грубозернистый материал в основании некоторых циклитов образуется в результате перераспределения осадков после изменения рельефа морского дна. Кроме того, в начале цикла имеет место максимальный снос материала с суши, с которым поступают различные «инородные» элементы. Поэтому наиболее тонкий осадок в циклите может быть приурочен не к самому основанию, а залегает на некотором расстоянии от него.

Анализ опорного разреза показывает, что песчаные пласты верхней регрессивной части циклитов представляют собой баровое поле, а не поверхность так называемого «аккумулятивного шельфа». Кроме того, полнота разреза на р. Боярке, формировавшегося в стабильно прибрежных условиях, плохо согласуется с моделью бокового заполнения бассейна. Это подтверждается также строением других разрезов нижнего мела Хатангской впадины – на р. Бол. Романихе, Маймече, Попигае, Анабаре, на п-ове Нордвик и о. Бегичев. Сравнительный анализ строения этих разрезов в связи с клиноформной концепцией – задача следующего исследования. Пока можно отметить, что в удаленных от берега разрезах циклиты проявлены слабо либо вообще не видны, но в то же время во всех разрезах сохраняются пропорциональные соотношения мощностей ярусов и подъярусов.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гольберт А. В. Булынникова С. П., Григорьева К.Н., Девятков В.П. и др. Опорный разрез неокома Севера Сибирской платформы. (Енисей-Хатангский прогиб, Анабаро-Хатангская седловина). Новосибирск: СНИИГГиМС, 1981, т.1, 97 с.; т. 2, 135 с.
2. Юдовный Е.Г., Захаров В.А. О ритмичности и следах размывов в отложениях неокома на р. Боярке (Хатангская впадина) // Геология и геофизика, № 4, 1966, с. 36-42.
3. Захаров В.А., Юдовный Е.Г. Условия осадконакопления и существования фауны в раннемеловом море Хатангской впадины / Палеобиогеография севера Евразии в мезозое. Новосибирск: Наука, 1974, с. 127-174.
4. Селли Р. Ч. Древние обстановки осадконакопления. – М.: Недра, 1989, 294 с.
5. Нежданов А. А. Некоторые теоретические вопросы циклической седиментации // Литмологические закономерности размещения резервуаров и залежей углеводородов. – Новосибирск: Наука. 1990, с. 60-79.

© А. Л. Бейзель, 2014

## **ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ ПРОДУКТИВНОГО ГОРИЗОНТА Ю<sub>2</sub> В ГЫДАНО-ХАТАНГСКОМ РАЙОНЕ**

***Евгений Владиславович Борисов***

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, ведущий инженер лаборатории геологии нефти и газа Западной Сибири, тел. (383)306-63-71, e-mail: BorisovEV@ipgg.sbras.ru

***Светлана Владимировна Рыжкова***

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории геологии нефти и газа Западной Сибири, тел. (383)306-61-73, e-mail: RizhkovaSV@ipgg.sbras.ru

Многолетние исследования Гыдано-Хатангского района проводились по отдельным территориям. Обобщение материалов для построения единой модели геологического строения и оценки перспектив нефтегазоносности проводилось в 70–80-е годы прошлого века. Приведенные в работе выводы о геологическом строении и нефтегазоносности продуктивного горизонта Ю<sub>2</sub>, полученные на основе анализа современной геологической и геофизической информации, позволят более эффективно планировать постановку площадных сейсмо-разведочных работ и поисково-разведочного бурения.

**Ключевые слова:** Гыдано-Хатангский район, горизонт Ю<sub>2</sub>, нефтегазоносность.

## **GEOLOGICAL STRUCTURE AND RESOURCE POTENTIAL OF PRODUCTIVE HORIZON J2 IN GYDAN-KHATANGA REGION**

***Eugene V. Borisov***

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, researcher, Laboratory of Petroleum Geology of West Siberia, tel. (383)306-63-63, e-mail: BorisovEV@ipgg.sbras.ru

***Svetlana V. Ryzhkova***

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, PhD in Geology, senior research scientist, Laboratory of Petroleum Geology of West Siberia, tel. (383)306-63-63, e-mail: RizhkovaSV@ipgg.sbras.ru

Years of research in the Gydan-Khatanga region were conducted in separate territories. Generalization of materials for creation of a single model of the geological structure and evaluation of prospects of oil and gas resource potential have been done in 70–80th years of the last century. Conclusions on the geological structure and resource potential of productive horizon J2 presented in this paper have been obtained based on the analysis of modern geological and geophysical information, and will allow better planning of staging areal seismic surveys and exploration drilling.

**Key words:** Gydan-Khatanga region, horizon J2, hydrocarbon potential.

Для восполнения минерально-сырьевой базы в настоящее время внимание государства и нефтегазовых компаний обращено на северные и субарктические районы Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. Основные объёмы поисково-разведочных работ на нефть и газ в северных и субарктических районах Западной Сибири проводились в 70–90-х годах прошлого века, а геолого-разведочных еще раньше. На этой территории уже открыт ряд газовых залежей в горизонте Ю<sub>2</sub> батского резервуара, при этом оценка перспектив нефтегазоносности этого комплекса остаётся высокой. В последние десятилетия возобновлены региональные и субрегиональные сейсморазведочные работы. Для повышения эффективности планирования постановки площадных сейсморазведочных работ и поисково-разведочного бурения требуется провести анализ геологического строения и нефтегазоносности продуктивного горизонта Ю<sub>2</sub> как наиболее перспективного в разрезе юры на современном этапе геолого-геофизической изученности территории Гыдано-Хатангского района. Чему и посвящена представленная работа.

Под Гыдано-Хатангским районом понимается территория от Обской губы на западе до Хатангского залива на востоке. Центральная и восточная его части традиционно выделяются как Енисей-Хатангский региональный прогиб (ЕХРП). Согласно карте нефтегазогеологического районирования северных районов Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции под ред. А. Э. Контровича 2010 г., это Гыданская и Енисей-Хатангская НГО.

На Гыданском полуострове сейсморазведочные работы методом общей глубинной точки (МОГТ) начали проводиться с 1973 г. Площадные сейсморазведочные работы сосредоточены преимущественно на локальных структурах, где открыты месторождения нефти и газа. Большая часть территории, приуроченная к моноклиналям и впадинам, охарактеризована только региональными работами. Региональные сейсморазведочные работы МОГТ начали проводиться с 1981 г. К концу 1980-х годов по этой территории был создан каркас с продолжением единичных профилей на востоке до реки Енисей. В начале 2000-х годов для создания непрерывной сети региональных профилей сейсморазведочные работы МОГТ были выполнены в акваториях Гыданской губы и Енисейского залива.

На территории восточной части ЕХРП сейсморазведочные работы, ориентированные на скорейшее открытие месторождений УВ проводились, в основном, в пределах крупных положительных структур I и II порядка. Основной объем исследования МОВ пришелся на 60-70-е годы прошлого века. Большая же часть территории, приуроченная к моноклиналям и впадинам, осталась практически не изученной сейсморазведкой. Второй крупный этап работ приходится на 80-90-е годы и связан с сейсморазведочными работами МОГТ. К сожалению, большая часть этих материалов была утрачена.

Более изученной сейсморазведочными работами МОГТ оказалась западная часть ЕХРП. Здесь сохранился большой объем полевых материалов профилей МОВ и МОГТ, отработанных в 1982-2007 годах.

Следует отметить, что по всей территории Гыдано-Хатангского района основным объектом изучения являлись структурный план сеноманского и берриас-барремского нефтегазоносных комплексов, так как в них сосредоточены основные запасы нефти и газа.

Таким образом, анализ объема сейсмической информации показал, что западная и восточная части Гыдано-Хатангского района находятся на региональном этапе изучения, центральная – на поисковом. Следовательно, для кондиционного прогноза залежей углеводородов в батском резервуаре следует с единых методических позиций провести переинтерпретацию сейсморазведочных профилей для уточнения регионального структурного плана кровли резервуара. В западной и восточной частях Гыдано-Хатангского района в первую очередь необходимо планировать площадные сейсморазведочные работы, направленные на детализацию структурного плана в пределах моноклиналей и впадин.

На полуострове Гыданский юрский комплекс пород вскрыт на четырех площадях девятью скважинами, но только в пяти из них он охарактеризован геофизической информацией. На территории западной части ЕХРП отложения бата вскрыли более 50 скважин. В восточной части прогиба батские отложения вскрыли 13 скважин.

Таким образом, юрские отложения в западной части Гыдано-Хатангского района характеризуются весьма низкой степенью изученности глубоким бурением, в центральной – средней, а в восточной – низкой.

Согласно структурно-фациальному районированию нижней и средней юры, на территории Гыдано-Хатангского района батские отложения представлены малышевской свитой [1]. Перекрывает её трансгрессивная толща келловей и верхней юры, представленная гольчихинской свитой, которая в восточном направлении замещается на точинскую, сиговскую и яновстанскую.

Формирование отложений в батском веке в пределах Гыдано-Хатангского района происходило в пределах зоны мелкого моря с глубинами менее 25 м [2]. Что подтверждают находки комплексов двустворок, фораминифер и остракод. В субширотном направлении по центральной части района существовал мелко-водно-морской бассейн глубиной 25–100 м.

Как показал анализ геологического строения и нефтегазоносности северных и субарктических районов Западной Сибири наиболее перспективным среди резервуаров юры является батский региональный резервуар, проницаемая часть которого представлена песчано-алевролитовыми пластами малышевской свиты, а флюидоупор – глинистыми образованиями келловей и всей верхней юры [3]. Было также установлено, что наибольший объем запасов в резервуарах мезозоя сосредоточен в верхнем продуктивном горизонте проницаемого комплекса. Исходя из общих региональных закономерностей геологического строения и нефтегазоносности северной части Западно-Сибирской нефтегазодной провинции можно предполагать, что в пределах Гыдано-Хатангского района продуктивный горизонт Ю<sub>2</sub>, выделяемый в верхней части проницаемого комплекса батского резервуара, является наиболее перспективным. Ниже приводится его более детальная характеристика.

Батский региональный резервуар в Гыдано-Хатангском районе распространен практически повсеместно. Он отсутствует в зоне, шириной от 10 до 60 км, вдоль обрамления ЕХРП. В восточной части ЕХРП батский резервуар полностью размыт в пределах сводовых частей Волочанского и Владимирского поднятий, и частично (гольчихинская свита) в пределах Тундровой и Балахнинской площадей. В сводовых частях Мессояхской наклонной гряды отложения резервуара частично размыты, в результате чего нижнемеловые отложения залегают непосредственно на породах малышевской свиты.

В современном рельефе наибольшие абсолютные глубины залегания кровли резервуара фиксируются в южной части Гыданского п-ва ниже отметки - 4000 м. В северо-восточном направлении к п-ву Таймыр её воздымание происходит постепенно, а южнее к Мессояхскому порогу – резко. В западной части ЕХРП глубина залегания кровли резервуара изменяется от -350 м в сводовых частях Мессояхской наклонной гряды до -3 700 м в депрессиях (Южно-Носковская площадь). Глубины залегания кровли резервуара на востоке ЕХРП изменяются от -400 м в пределах Балахнинского поднятия, до почти -4 000 м в наиболее погруженных частях юно-восточной части прогиба.

На территории п-ва Гыданский проницаемый комплекс батского резервуара сложен регионально выдержанными пластами: снизу вверх Ю<sub>4</sub>, Ю<sub>3</sub>, Ю<sub>2</sub> и разделяющими их глинистыми пачками. Его общая толщина достигает 100 м. Суммарная толщина песчаников проницаемого комплекса, изменяется от нескольких метров до 40 м. Обычно она составляет 30-35 м [3].

Флюидоупор батского регионального резервуара представлен глинистыми образованиями гольчихинской свиты, которая в западном и юго-западном направлениях постепенно замещается на абалакскую и баженовскую свиты. Это выражается в сокращении толщины и появлении в кровле юры высокорadioактивной пачки. Толщина флюидоупора на большей части территории изменяется от 100 до 150 м.

В западной части ЕХРП глубина залегания проницаемого комплекса кровли комплекса увеличивается от 425 м на Точинской площади до 4 300 м в осевой части прогиба. Толщина песчаных пластов колеблется в пределах 40–50 м. Толщины песчаников малышевской свиты составляют в среднем 100–120 м [4].

Принципиально иной характер разреза батских отложений наблюдается в восточной части ЕХРП. В пределах крупных положительных структур малышевская свита практически полностью заглинизирована. Толщина свиты здесь колеблется от 145 м до 495 м, составляя в среднем 340 м.

Флюидоупором для батского проницаемого комплекса в северной и северо-восточной части ЕХРП также служит глинистая толща гольчихинской свиты. Свита характеризуется повышенными толщинами до 800 в прогибах. В районе северного склона Мессояхской наклонной гряды её мощность уменьшается, составляя порядка 100 м.

В пределах Мессояхской наклонной гряды и зонах обрамления Сибирской платформы флюидоупором для проницаемой части батского резервуара служат

глинистые отложения точинской свиты. Толщина свиты в среднем составляет около 50–70 м.

Всего, за время нефтегазопромысловых работ на территории Гыдано-Хатангского района в батском резервуаре в горизонте Ю<sub>2</sub> были открыты газовые залежи на трёх месторождениях. Одна на Геофизическом месторождении, расположенном в юго-западной части п-ва Гыданский, и две на Зимнем и Хабейском месторождениях открытых в западной части ЕХРП. Кроме того, нефтегазопромыслы отмечены на девяти площадях в западной части ЕХРП и газопромыслы на двух – в восточной.

В открытых залежах углеводородов общие насыщенные толщины коллекторов не превышают 10 м. Эффективные насыщенные толщины изменяются от 6 м до 8 м. Пористость коллекторов изменяется от 17 % до 21 %.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Решение 6-го межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири, Новосибирск, 2003 г. (объяснительная записка) // Новосибирск: СНИИГГиМС, 2004. – 114 с.
2. Конторович А.Э., Конторович В.А., Рыжкова С.В., Шурыгин Б.Н., Вакуленко Л.Г., Гайдебурова Е.А., Данилова В.П., Казаненков В.А., Ким Н.С., Костырева Е.А., Москвин В.И., Ян П.А. Палеогеография Западно-Сибирского осадочного бассейна в юрском периоде // Геология и геофизика. – 2013. - т. 54, № 8, - С. 972-1012.
3. Казаненков В.А., Ершов С.В., Рыжкова С.В., Борисов Е.В., Пономарева Е.В., Попова Н.И., Шапорина М.Н. Геологическое строение и нефтегазоносность региональных резервуаров юры и мела в Карско-Ямальском регионе и прогноз распределения в них углеводородов // Геология нефти и газа. – 2014. – № 1. – С. 29-51.
4. Борисов Е. В., Пономарева Е. В. Перспективы нефтегазоносности средне-верхнеюрских отложений западной части Енисей-Хатангского регионального прогиба // ГЕО-Сибирь-2011. VII Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2011 г.). – Новосибирск: СГГА, 2011. Т. 2. – С. 122–126.

© Е. В. Борисов, С. В. Рыжкова, 2014

## **ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО УТОЧНЕНИЮ СХЕМЫ ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНОГО РАЙОНИРОВАНИЯ НИЖНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В ПРЕДЕЛАХ ГЫДАНСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ОБЛАСТИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

***Владимир Николаевич Бородкин***

Западно-Сибирский филиал Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 625000, Россия, г. Тюмень, ул. Володарского, 56, доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник, тел. (3452)20-07-02, e-mail: alexandr.nekrasov@geores.ru

***Аркадий Романович Курчиков***

Западно-Сибирский филиал Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 625000, Россия, г. Тюмень, ул. Володарского, 56, доктор геолого-минералогических наук, член-корреспондент Российской академии наук, директор, тел. (3452)46-58-27, e-mail: ARKurchikov@tmnsc.ru

Даны рекомендации по уточнению схемы литофациального районирования нижнемеловых отложений, предложено распространить границы Уренгойского литофациального подрайона на Гыданскую и Енисей-Хатанскую НГО, а вместо индексов БГ, НХ, СД и других в пределах данных НГО ввести единые индексы БУ и ТП.

**Ключевые слова:** литофациальный район, стратотип, сейсмофациальный комплекс, индекс пласта, Западная Сибирь.

## **PROPOSALS FOR ADJUSTING OF LITHOFACIES ZONING OF LOWER CRETACEOUS DEPOSITS WITHIN THE LIMITS OF GYDAN PETROLEUM AREA IN WEST SIBERIA**

***Vladimir N. Borodkin***

West Siberian Division of Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 625000, Russia, Tyumen, 56 Volodarskogo St., Ph. D. in Geology, leading research scientist, tel. (3452)20-07-02, e-mail: alexandr.nekrasov@geores.ru

***Arkadiy R. Kurchikov***

West Siberian Division of A.A. Trofimuk Institute of Petroleum-Gas Geology and Geophysics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 625000, Russia, Tyumen, 56 Volodarskogo St., Ph. D. in Geology, corresponding member of Russian Academy of Sciences, director, tel. (3452)46-58-27, e-mail: ARKurchikov@tmnsc.ru

The report gives recommendations for adjusting of lithofacies zoning of Lower Cretaceous deposits. The authors offer to expand the boundaries of Urengoy lithofacies subregion to Gydan and Yenisei-Khatanga petroleum area and also to put into practice the unified layer designation (BU, TP) instead of BG, NKh, SD and others.

**Key words:** lithofacies region, stratotype, seismofacial complex, layer designation, West Siberia.

Территория Гыданской нефтегазоносной области (НГО) по сравнению с более южными районами слабо изучена глубоким бурением и геофизическими

работами [1, 2]. Согласно последней схеме литофациального районирования она входит в состав Гыданского литофациального подрайона (ЛФпР) Ямало-Гыданского литофациального района (ЛФР) (рис. 1).



Рис. 1. Схема литофациального районирования и расположения скважин со стратотипическими разрезами неокотских отложений севера Западной Сибири:

- 1 – скважины с вновь выделенными гипостратотипическими разрезами неокотских отложений; 2 – скважины со стратотипическими разрезами неокотских отложений; 3 – граница ЯНАО; 4 – граница ЛФР; 5 – граница ЛФпР; 6 – направления корреляционных схем; 7 – месторождения УВ; 8 – границы Уренгойского ЛФпР в пределах Гыданской и Енисей-Хатангской НГО

На начальных этапах поисково-оценочных работ в пределах Гыданской НГО в разрезе неокота в качестве стратотипа пластов группы БГ принята скважина 46 Геофизической площади, расположенная в самой западной части ЛФпР (см. рис. 1). В разрезе скважины были выделены пласты группы БГ<sub>10</sub>-БГ<sub>19</sub> [3]. Результаты геологоразведочных работ на ряде площадей к востоку от стратотипа позволили установить в разрезе появление ниже пласта БГ<sub>19</sub> новых песчано-алевритовых пластов. В связи с этим, с целью упорядочения индексации пластов БГ в качестве гипостратотипа, предложена скважина 25 Тотяхинской площади, в которой выделены пласты БГ<sub>20</sub>-БГ<sub>32</sub> [4].

Как выше отмечалось, наиболее изучена геолого-геофизическими исследованиями территория Надым-Тазовского междуречья, в составе которой выделена серия стратотипов пластов группы БН, БУ, БТ, БП, БС (см. рис. 1). Ранее [5], на основании сейсмогеологической корреляции было установлено взаимоотношение их в разрезе между собой. С целью увязки разрезов пластов БГ Гыданского ЛФПР с пластами БУ и БП Уренгойско-Пурпейского ЛФР проведена корреляция через стратотипы по линии 106 регионального сейсмического профиля [6]. В результате выполненной корреляции – установлено взаимоотношение данных пластов и изохронных клиноформных образований ачимовской толщи (БП<sub>3-4</sub>-БУ<sub>8-9</sub>-БГ<sub>31-32</sub>-Ач<sub>5</sub> и т. д.). В связи с клиноформной моделью строения берриас-нижнеаптских отложений вместо свит нами предложено [7] выделять сейсмофациальные комплексы (СФК). Границы СФК уверенно трассируются в разрезе и зачастую пересекают в плане границы нескольких свит.

На основании сейсмогеологической корреляции по линии региональных сейсмических профилей были откартированы границы прибрежно-мелководных частей СФК (рис. 2). Таким образом, в пределах Гыданской НГО были прослежены границы пластов группы БУ и их аналогов. В связи с этим в работе [2] в пределах Гыданкой и Енисей-Хатангской НГО вместо пластов БГ, СД, НХ и др. предлагалось выделять пласты группы БУ, которые были прослежены [6] от Уренгойского мегавала через стратотипические разрезы.

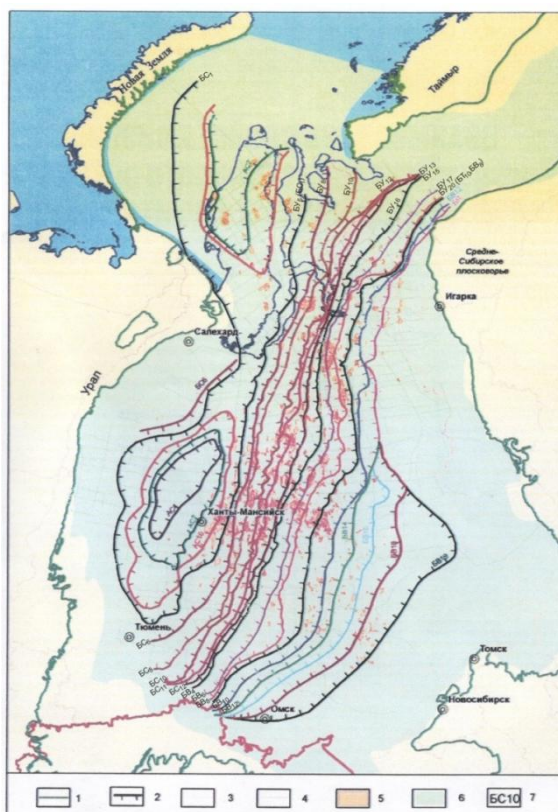


Рис. 2. «Бровки» мелководно-морских террас неокома Западной Сибири:  
 1 – граница выхода палеозойских пород на поверхность; 2 – «бровки» неокомских пластов;  
 3 – региональные профили ОГТ; 4 – граница субъектов РФ; 5 – залежи УВ в неокомском  
 НГК; 6 – область распространения неокомских отложений; 7 – индекс пласта

Следует отметить, что нами ранее [8] при стратификации разреза нижне-меловых отложений в пределах Гыданской НГО по линии ряда региональных сейсмических профилей также использовалась индексация пластов группы БУ (рис. 3).

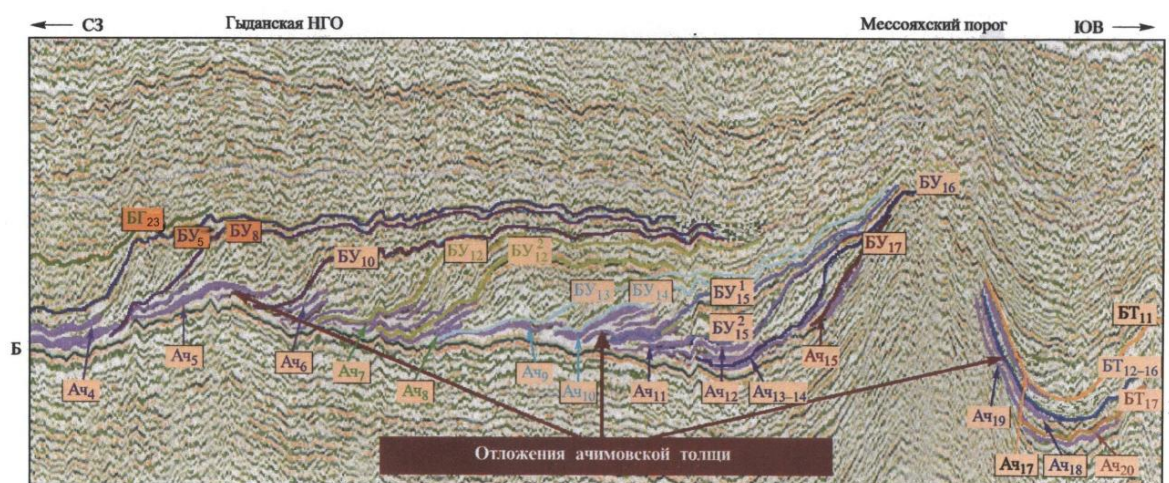


Рис. 3. Сейсмогеологическая корреляция по линии регионального сейсмического профиля № 108

Таким образом, из приведенного выше материала напрашивается вывод о корректуре схемы литофациального районирования нижнемеловых отложений, а точнее расширении границ Уренгойского ЛФПР на север региона.

В пределах Уренгойского ЛФПР, его восточной части, в гипостратотипе пластов БУ скважине 5 Усть-Ямсовейской площади выделен последний в разрезе подрайона пласт БУ<sub>20</sub> [9], восточнее его ниже по разрезу уже прослеживаются пласты БТ (БТ<sub>11</sub>, БТ<sub>12</sub> и т. д.) Тазовского ЛФР.

В связи с этим, восточную границу Уренгойского ЛФПР следует проводить по зоне фациального замещения («бровке») пласта БУ<sub>20</sub> (см. рис. 2; с учетом границы площадного распространения пласта на восток).

В западной части Уренгойского ЛФПР непрерывное распространение имеет «бровка» пласта БС<sub>1</sub> (см. рис. 2), покрывкой которого является трансгрессивная неокомская пачка Среднего Приобья Западной Сибири. Пачка разделяет пласты группы Б преимущественно мелководно-морского генезиса и пласты группы А с преобладанием континентальных фаций. В Уренгойском ЛФПР аналогом пимской пачки является покрывка над пластом БУ<sub>5</sub> [5], то есть пласт БС<sub>1</sub> сопоставляется с пластом БУ<sub>5</sub>. В соответствии с выполненной корреляцией [6] пластам БУ<sub>1-4</sub> соответствуют на Гыданском полуострове пласты БГ<sub>23-27</sub>, АЧ<sub>10-11</sub>-БГ<sub>20-22</sub>, АЧ<sub>9</sub>-БГ<sub>19</sub> и т.д. В работе [2] пластам, залегающим выше пласта БУ, рекомендовалось выделять пласты группы ТП с прослеживанием новых пластов ТП<sub>25</sub>-ТП<sub>29</sub>. Нами ранее [8] в пределах Гыданской НГО выше пласта БУ<sub>5</sub> (БС<sub>1</sub>) выделялись пласты группы БГ (см. рис. 3).

Таким образом, предлагается западную границу Уренгойского ЛФПР в пределах Гыданской НГО проводить по «бровке» пласта БУ<sub>5</sub> (БС<sub>1</sub>) (см. рис. 2), к западу от данной границы следует выделять пласты группы БГ Гыданского ЛФПР, либо как рекомендовалось в работе [2] пласты группы ТП Восточно-Ямальского ЛФПР (см. рис. 1). То есть в пределах Гыданской и Усть-Енисейской НГО, на основании стратификации разреза неокома в более изученных южных работах региона (см. рис. 2), предлагается выделять в разрезе нижнего мела пласты группы БУ (ТП), а границу Уренгойского ЛФПР продлить на север региона (см. рис. 1).

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности Гыданского полуострова севера Западной Сибири / А.Р. Курчиков, В.Н. Бородкин, А.С. Недосекин, С.М. Зарипов // *Науки и ТЭК, Тюмень*, 2012, № 3, с. 10-14.
2. Мельникова М.В. Строение отложений осадочного чехла полуострова Гыдан и оценка перспектив его нефтегазоносности. Автореферат диссертации на соискании ученой степени к.г.-м.н., Тюмень, 2013, 11с.
3. Решение совещания по вопросам корреляции и индексации продуктивных пластов мезозойских отложений Тюменской области. Тюмень, 1986, 38 с.
4. Гипостратотипический разрез пластов группы БТ Гыданского литофациального подрайона / И.И. Нестеров (мл.), В.А. Ордии, П.В. Пенягин // *Горные ведомости, Тюмень*, 2005, № 3, с. 20-25.
5. Стратиграфо-корреляционная основа построения региональной сейсмогеологической модели неокомских шельфовых и клиноформных отложений севера Западной Сибири / В.Н. Бородкин, Н.П. Дещеня, И.И. Нестеров (мл.), П.В. Пенягин, Н.А. Каримова // *Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений*. – М.: ВНИИОЭНГ, 2003, № 4-5, с. 34-40.
6. Бородкин В.Н., Курчиков А.Р. Стратиграфо-корреляционная основа геологического моделирования нижнемеловых отложений Гыданской нефтегазоносной области севера Западной Сибири // *Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений*. – М.: ВНИИОЭНГ, 2014, № 3, с. 4-12.
7. Бородкин В.Н., Курчиков А.Р. Материалы к уточнению стратиграфической схемы берриас-нижнеаптских отложений Западной Сибири с учетом клиноформного строения разреза // *Геология и геофизика*. – Новосибирск, 2010, № 12, т. 51, с. 1631-1639.
8. Бородкин В.Н., Курчиков А.Р. Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности ачимовской толщи севера Западной Сибири. – Новосибирск, издательство СО РАН, 2010, 138 с.
9. Бородкин В.Н., Брехунцов А.М., Мельников В.М. Стратотип песчано-алевритовых пластов в разрезе берриас-валанжина Уренгойского нефтегазоносного района // *Труды ЗапСибНИГНИ, Тюмень*, 1982, Вып. 169, с. 136-143.

© В. Н. Бородкин, А. Р. Курчиков, 2014

## ОПТИМИЗАЦИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РАЗВЕДКЕ И РАЗРАБОТКЕ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

*Николай Петрович Запивалов*

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, доктор геолого-минералогических, профессор, тел. 7-903-935-87-25, e-mail: ZapivalovNP@ipgg.sbras.ru

В докладе представлен ряд инновационных технологий разработки месторождения в щадящем режиме (Improved Oil Recovery вместо Enhanced Oil Recovery), которые обеспечивают длительную «жизнь» месторождения и высокую нефтеотдачу. В настоящее время практически во всех регионах мира освоение нефтегазовых ресурсов ориентировано на быструю коммерческую окупаемость, поэтому применяются всевозможные технологии интенсификации добычи нефтегазового сырья, приводящие к разрушению залежи нефти как живой системы в термодинамической связке порода-флюид.

**Ключевые слова:** геофлюидодинамика, живая флюидодинамическая система, критический порог состояния, наноэффекты в коллекторе, лазерная технология.

## OPTIMIZATION OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES FOR OILFIELDS' EXPLORATION AND DEVELOPMENT

*Nikolay P. Zapivalov*

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics Siberian Branch of Russian Academy of Sciences (IPGG SB RAS), 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, Ph. D. in Geology., Prof., tel. 7-903-935-87-25, e-mail: ZapivalovNP@ipgg.sbras.ru

In this report, a number of innovative technologies are presented for sparing and moderate development of oilfields (Improved Oil Recovery instead of Enhanced Oil Recovery) aimed at longevity and high oil recovery. At present, development of oil-and-gas resources throughout the world is aimed at immediate commercial return; therefore, all possible methods are used for intensification of oil and gas extraction, which causes destruction of the oil deposit as a living system in the thermodynamic rock-fluid connection.

**Key words:** geofluid dynamics, living fluid-dynamic system, critical threshold of state, nano-effects in a reservoir, laser technology.

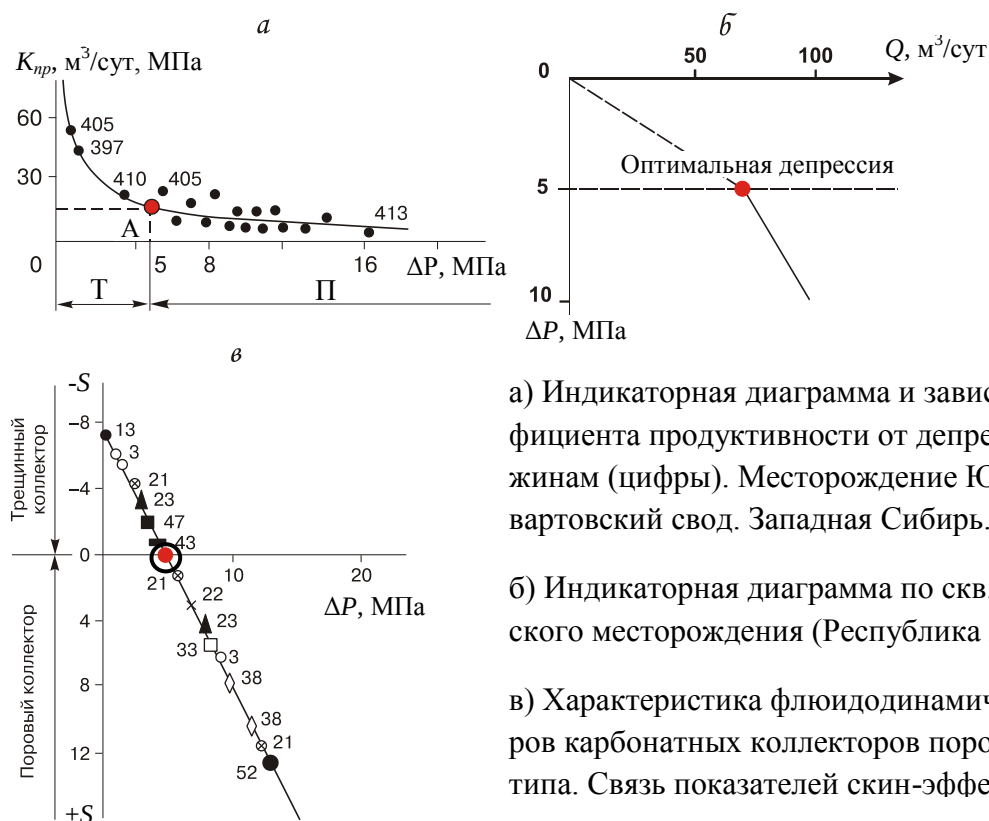
### 1. Геофлюидодинамические аспекты; критический порог возмущения

Любое скопление углеводородов (флюидонасыщенная система) является неустойчивым. Оно может быть равновесным и неравновесным в зависимости от различных флуктуаций и бифуркаций. Природные скопления углеводородов могут увеличиваться либо уменьшаться и даже полностью разрушаться в относительно короткие геологические отрезки времени. По существу, это самоорганизующаяся система [1, 2].

Активные техногенные воздействия являются, по существу, сильным возмущением квазиравновесной системы и существенно искажают ее природные параметры.

Особенно это важно на поздних стадиях жизни месторождения. Длительное или интенсивное возмущение, значительно превышающее пороговое, уничтожает систему. Как следствие, падает пластовое давление, резко уменьшается дебит, обводняется пласт и даже изменяется его минералогический состав.

Пороговое возмущение можно оценить через депрессию на пласт. Автором установлено, что оптимальная депрессия на пласт ( $P_{пл} - P_{заб}$ ) не должна превышать 5 МПа [1, 3, 8]. Эта величина является почти универсальной для всех типов коллекторов и многих месторождений. Это четко видно на рис. 1.



а) Индикаторная диаграмма и зависимость коэффициента продуктивности от депрессии по скважинам (цифры). Месторождение Южное, Нижневартовский свод. Западная Сибирь.

б) Индикаторная диаграмма по скв. 43 Барсуковского месторождения (Республика Беларусь).

в) Характеристика флюидодинамических параметров карбонатных коллекторов порово-трещинного типа. Связь показателей скин-эффекта и депрессии

Рис. 1.

Главной особенностью любой живой системы является ее энергетический потенциал и работоспособность. Залежь нефти – это открытая геофлюидодинамическая система с переменной эксергией, непостоянными градиентами массо-энергопереноса, пороговые значения которых определяют граничные параметры системы на определенный момент времени [1].

Запасы нефти и газа могут восполняться и в процессе разработки нефтегазовых месторождений. Это возможно в двух случаях: а) подпитка месторождения вновь образованными порциями углеводородов как внутри системы, так и за её пределами; б) индивидуально-щадящая разработка и периодическая реабилитация, вследствие чего происходит сбалансированный обмен флюидами

между матрицей (блоком) и фильтрационными каналами в пласте, а также соблюдается равновесие между горным и пластовым давлениями [1, 3].

Имеется много примеров в мировой и отечественной практике восстановления активной работы скважин после некоторого периода реабилитации (отдыха) в целом всего месторождения или отдельных его блоков.

## 2. Сейсмо-геологическая технология

Параметры флюидонасыщенной среды с дискретной структурой по своей физической природе являются функциями упругих модулей и текущего напряженного состояния, поэтому наиболее приемлемый метод оценки градиентного давления в пласте может быть основан на комплексном анализе сейсмических параметров и других геолого-геофизических данных [4].

Опыт применения ДФМ-технологий (ДФМ – динамико-флюидная модель) интерпретации сейсмических данных в различных бассейнах мира показал возможность достаточно уверенно прогнозировать области (очаги) максимального флюидонасыщения. Применение ДФМ-технологии показано на рис. 2.

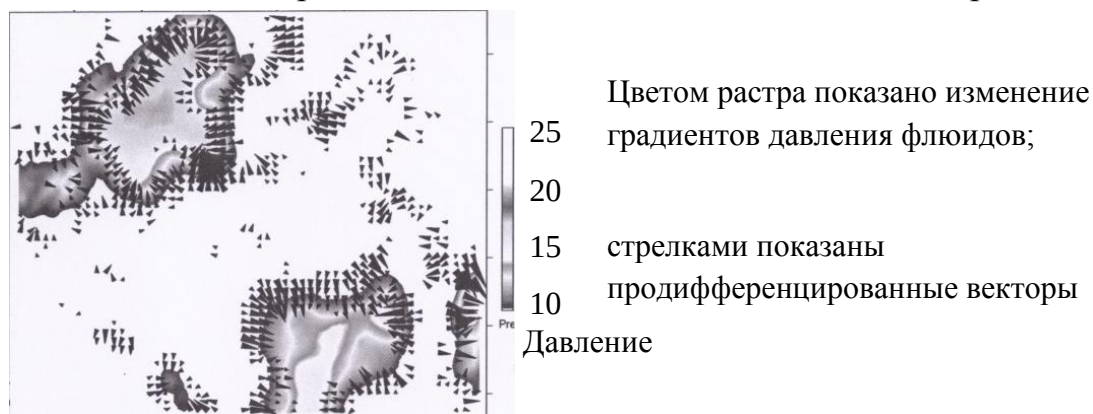


Рис. 2. Карта изменений флюидодинамических параметров [4, 5]

ДФМ-технология в полной мере может эффективно применяться на всех стадиях разведки и разработки месторождений нефти и газа, включая процесс мониторинга, и уже находит применение в различных регионах. Ее основная цель и результат – картирование продуктивных зон (очагов) с активными флюидными перетоками.

## 3. Метод направленной разгрузки пласта (георыхление)

Идея метода георыхления [6, 7] состоит в том, что за счет неравномерной направленной разгрузки породы от горного давления, осуществляемой путем понижения давления и выбора определенной конструкции забоя, в окрестности скважины создаются напряжения, приводящие к образованию в пласте множественных новых микро- и макротрещин. Эта система трещин играет роль новой

сетки фильтрационных каналов с проницаемостью, значительно превышающую природную.

Важно отметить, что метод георыхления является способом воздействия на призабойную зону размером до десяти радиусов скважины. Этим объясняется высокая эффективность метода георыхления.

Установлено явление, касающееся изменения проницаемости породы в окрестности скважины при увеличении депрессии на забое скважины. Оказалось, что депрессия в диапазоне 6-9 МПа приводит к уменьшению проницаемости породы. Это подтверждает указанный выше критический порог возмущения – 5 МПа [3, 8].

Следствием такого ухудшения проницаемости породы в окрестности скважин является резкое уменьшение их продуктивности. Кстати, факт значительного уменьшения дебита скважины при создании больших депрессий неоднократно наблюдался на практике. Нефтяники называют это «схлопыванием пласта».

Метод направленной разгрузки пласта (НРП) по своему механизму – это гидроразрыв пласта (ГРП) наоборот. При этом не требуются дополнительная техника и дополнительные спуско-подъемные операции. В результате существенно сокращаются затраты и время на освоение скважин при более высоком качестве работ.

Метод георыхления применим для любых глубин залегания пластов. Использование метода может дать большой экономический эффект на месторождениях с высокой себестоимостью бурения, освоения и эксплуатации скважин, особенно на шельфе морей и океанов. Можно полагать, что это достаточно щадящий и эффективный метод.

#### 4. Скважинная технология горения (Gasgun®)

Необходимость оптимизации методов воздействия на призабойную зону пласта привела к созданию эффективной технологии Gasgun® с применением твердых пропеллентов. Эта технология разработана группой американских исследователей компании «The GasGun Inc.» под руководством Ричарда Шмидта [9]. На рис. 3, а показано сопоставление трех вариантов стимулирующего воздействия на нефтеносный пласт: взрыв, гидроразрыв и метод Gasgun®. Экспериментальные и натурные исследования показали, что метод Gasgun® является наиболее эффективным. На рис. 3, б показан эффект образования трещиноватости в призабойной части продуктивного пласта. Главной особенностью технологии Gasgun® является применение твердого пропеллента, который создает пульсационные струи газа в перфорированной колонне или даже в открытом стволе.

Использование твердых пропеллентов дает возможность в больших количествах получать газ с высоким давлением. Характеристики горения твердых пропеллентов могут варьироваться в широком диапазоне. За последние 10 лет метод Gasgun® применялся более 4 000 раз на территории США, Канады, Европы, Африки и Ближнего Востока. Получены хорошие результаты в различ-

ных породах: песчаники, известняки, доломиты, сланцы, уголь, кремнистый сланец, мел, мергель, диатомит.

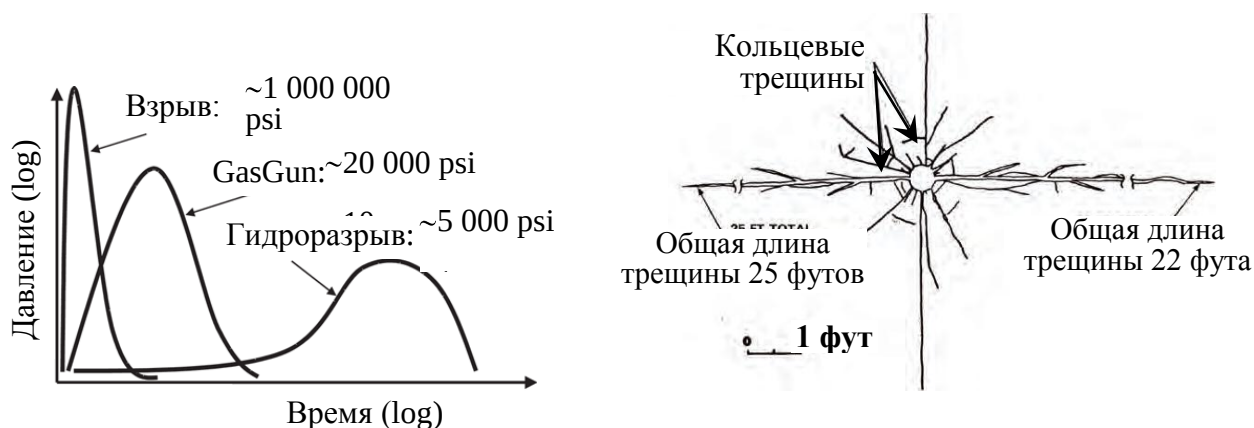


Рис. 3. а) обобщенная зависимость давления от времени для трех различных методов стимуляции; б) трещиноватость пласта в результате применения технологии GasGun® в подземном эксперименте

По утверждению разработчиков, эта технология дает следующие преимущества по сравнению с гидроразрывом: сведение к минимуму вертикальных трещин роста за пределами продуктивного пласта; создание в пласте многочисленных кольцевых и радиальных трещин; возможность стимулировать отдельные зоны без необходимости спускать пакеры; минимизация ущерба для продуктивного пласта от несовместимости флюидов; однородная проницаемость для нагнетательных скважин; минимизация оборудования, необходимого непосредственно на месте скважины; снижение затрат.

Безусловно, эту технологию надо опробовать в Западной Сибири в мезозойских терригенных пластах, а также в карбонатном палеозое.

## 5. Новые, пока не реализованные идеи и проекты

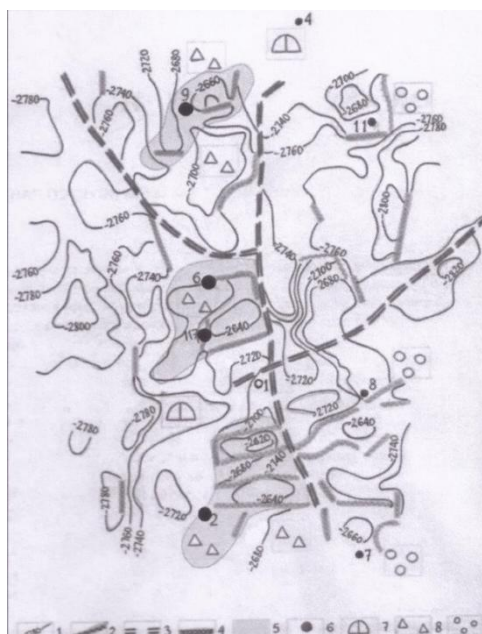
А. Метасоматическая доломитизация. Возможность применения нанотехнологий для формирования высокопродуктивных резервуаров (искусственный метасоматоз).

Нефть и газ содержатся в разнообразных природных резервуарах, в том числе в доломитах. Такие породы содержат 40 % мировых запасов нефти. Доломитизация приводит к увеличению объема пор в плотных известняках за счет изменения архитектуры пустотного пространства. Увеличивается не только пористость, но и проницаемость.

Известно, что радиус иона кальция ( $\text{Ca}^{++}$ ) равняется 0,099 нм, а у иона магния ( $\text{Mg}^{++}$ ) составляет 0,066 нм. В процессе замещения кальция магнием образуется дополнительное пустотное пространство (трещины, каверны и т. д.). Таким образом, природные наноразмерные метасоматические процессы спо-

способствуют образованию хороших и часто высокодебитных коллекторов, особенно в карбонатных породах фанерозоя.

Наиболее изученным является Малоичское месторождение (Новосибирская область), которое было открыто в 1974 году. Основной продуктивный горизонт залегает на глубинах 2 794–2 850 м, сложен карбонатными породами: известняками и доломитами. На этом месторождении четко обозначается очаговая доломитизация, что, в конечном счете, определяет продуктивность скважин. Такие очаги в западной и юго-западной части месторождения (скв. 9, 6, 117, 2) характеризуется активной вторичной доломитизацией по среднедевонскому рифу. Участки с высокопродуктивными скважинами четко приурочены западной фациально-тектонической зоне (рис. 4).



- 1 – изогипсы поверхности карбонатных палеозойских пород, м;
  - 2 – субвертикальные зоны эрозионно-тектонических выступов;
  - 3 – предполагаемые глубинные разломы;
  - 4 – тектонические нарушения;
  - 5 – очаги вторичной доломитизации;
  - 6 – скважины, давшие приток нефти;
- литофации:*
- 7 – органогенных рифов;
  - 8 – передового шлейфа;
  - 9 – зарифовой лагуны.

Рис. 4. Обзорная карта Малоичского месторождения (Новосибирская область) с учетом результатов трехмерной сейсморазведки

Следует отметить, что метасоматические очаги не имеют четкой стратиграфической привязки, их морфология обычно не может рассматриваться с позиции анализа складчатых форм и закона суперпозиции.

Можно инициировать ускоренный техногенный процесс метасоматической доломитизации и создавать (обновлять) высокопродуктивные очаги на месторождении. Фактически это позволит управлять процессом разработки месторождений и увеличить нефтеотдачу. Технология закачки в пласт магнийсодержащего флюида или гранулярного магния в размере наночастиц, вероятно, не представит особой трудности. В результате увеличится удельная поверхность пустотного пространства, активизируется переток флюидной массы из блочной матрицы в трещины и даже новообразование углеводородных масс. В значительной степени стимулируются перколяционные процессы, возрастут продуктивность скважин и текущий коэффициент нефтеизвлечения. В отдельных слу-

чаях процесс принудительной и ускоренной доломитизации (метасоматоза) можно сопровождать волновым и тепловым воздействием.

Успешное использование предлагаемой нанотехнологии может оказать существенное влияние на длительность разработки месторождений и конечную нефтеотдачу.

Промышленную отработку этой технологии предлагается осуществить в пределах натурального полигона на Малоичском нефтяном месторождении (Новосибирская область), где установлена промышленная нефтеносность в доломитизированных известняках среднего девона за счет погребенных рифогенных массивов. В случае удачных экспериментов такая нанотехнология откроет путь к интенсивному освоению палеозоя Западной Сибири и древних карбонатных массивов Восточной Сибири. Это один из ключевых моментов, который может увеличить нефтегазовый потенциал Сибири, а также других регионов.

#### **Б. Лазерные технологии**

В последнее время активно пропагандируется революционный технологический рывок в изучении недр, геологических исследованиях, добыче нефти и газа. Предполагается, что лазерная технология в перспективе позволит добывать почти всю нефть на месторождении и избежать загрязнения окружающей среды [10].

Директор научно-производственной фирмы «Берег» А. Ленецкий полагает, что данный метод является принципиально новым и не имеет мировых аналогов. Вместо бура предлагается использовать лазер, который не разрушает породу, а «плавит» ее и к тому же способен проходить через пласт под углом, а значит, и проникать в труднодоступные места. Это позволит восстановить старые месторождения, нефть из которых невозможно добыть прежними способами.

Американская компания ForoEnergy в 2012 г также анонсировала лазерную технологию в нефтегазодобыче. Технология ForoEnergy состоит в быстром расстрескивании мощными лазерами поверхностей твердых пород. Представители Foro сообщают, что на испытаниях своей системы они смогли отправить лазерный пучок мощностью 20 кВт по оптоволокну на расстояние 1,5 км. Интенсивный удар лазера Foro разрушает твердую породу таким образом, что дальнейшее бурение механическим сверлом уже не вызовет проблем, и может повысить эффективность буровых работ в 10 раз. В промышленных условиях технология будет опробована уже в 2014 г. Поддержку проекту оказывает Минэнерго США.

#### **Выводы:**

1. Предлагаются принципиально новые научно-технологические методы освоения, сохранения и восполнения нефтегазовых ресурсов, учитывающие критический порог устойчивости системы с целью обеспечения флюидодинамического баланса. Это позволит сохранить на длительный период активные запасы нефти, восполнение которых возможно за счет новообразованных объемов углеводородной массы и щадящих методов увеличения нефтеотдачи, не нарушающих состав и свойства флюидонасыщенных продуктивных пластов.

2. Для успешного прогноза, эффективной разведки и длительного освоения нефтегазовых месторождений необходимо учитывать новейшую (современную) геодинамику земной коры, изучая ее поведение в градиентных параметрах. Для этого можно использовать космические съемки в разных модификациях.

3. Оптимизация новейших методов и технологий зависит от индивидуальных особенностей объекта.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Запивалов Н. П., Попов И. П. Флюидодинамические модели залежей нефти и газа. – Новосибирск: Гео, 2003. – 198 с.
2. Резников А.Н. Геосинергетика нефти и газа. – Ростов-на-Дону: Изд-во «ЦВВР», 2008.
3. Запивалов Н. П., Лобов В. И. Геофлюидодинамические методы управления напряженно-деформированным состоянием нефтенасыщенных резервуаров и продуктивностью скважин // Геодинамика и напряженное состояние недр земли: Тр. Междунар. конф. – Новосибирск, 6–9 окт. 2003 г. – Новосибирск: Ин-т горного дела, 2004. – С. 447–454.
4. Писецкий В. Б. Прогноз флюидодинамических параметров бассейна по сейсмическим данным. – Екатеринбург: УГГГА, 2011.
5. Zapivalov N. P., Pisetski V. B. New geo-fluid dynamics method for mapping active fluids in oil-and-gas saturated strata // DEW: Drilling and Exploration World. – India. – August 2012. – Vol. 21, No 10. – P. 55-60.
6. Христианович С. А., Коваленко Ю. Ф., Кулинич Ю. В., Карев В. И. Увеличение продуктивности нефтяных скважин с помощью метода георыхления // Oil&GasEURASIA. – 2000. – № 2. – С. 90-94.
7. Карев В. И., Коваленко Ю. Ф. Управление напряженным состоянием – как способ строительства идеальной скважины // Oil&GasEURASIA. – Ноябрь 2012. – №11. – С. 16-19.
8. Запивалов Н. П. Динамика жизни нефтяного месторождения // Известия Томского политехнического университета. – Томск: 2012. – Т. 321. – № 1. – С. 206–211.
9. Schmidt R. A. Fracturing with solid propellants offers advantages over traditional stimulation // DEW: Drilling and Exploration World. – India. – October 2009. – P. 47-51.
10. «Капитал» от 11 декабря 2013 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kapital.kz/economic/24434/v-rossii-nauchilis-dobyvat-neft-s-pomocshyu-lazera.html>

© Н. П. Запивалов, 2014

### **3D МОДЕЛИРОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ЗАЛЕЖЕЙ УГЛЕВОДОРОДОВ В ЗОНЕ СОЧЛЕНЕНИЯ КАЙМЫСОВСКОГО СВОДА И НЮРОЛЬСКОЙ МЕГАВПАДИНЫ**

*Марина Олеговна Захрямина*

Институт нефтегазовой геологии и геофизика им. А. А. Трофимука, 630090, Россия, г. Новосибирск, проспект Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник, тел. (383)333-21-56, e-mail: zahryaminamo@ipgg.sbras.ru

В программном комплексе PetroMod компании «Шлюмберге» для зоны сочленения Каймысовского свода и Нюрольской мегавпадины осуществлены прогноз времени генерации, миграции углеводородов из нефтегазоматеринских пород и оценка наиболее вероятного положения в разрезе потенциальных ловушек и скоплений УВ.

**Ключевые слова:** отложения, фации, залежи углеводородов, моделирование, нефтематеринская порода, генерация, аккумуляция.

### **3D MODELING OF GENERATION OF HYDROCARBON ACCUMULATION IN ZONE OF CONNECTION OF KAYMYSOVSKIY ARCH AND NUROL MEGADEPRESSION**

*Marina O. Zakhryamina*

A. A. Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3 Koptuga, Senior Researcher, Candidate of geology-mineral of sciences, tel. (383)333-21-56, e-mail: zahryaminamo@ipgg.sbras.ru

In software complex PetroMod of company «Schluumberger» for zone of the connection of Kaymysovskiy arch and Nyurol megadepression is realized forecast of time of generation, migration hydrocarbon from source rock and estimation of the most probable position in cross-section potential trap and accumulation of oil.

**Key words:** sediment, facies, hydrocarbon accumulation, modeling, source rock, generation, accumulaition.

Моделирование седиментационных бассейнов и нефтегазоносных систем стало неотъемлемой частью проектов по изучению динамики областей с доказанной и перспективной нефтегазоносностью. Основные задачи, решаемые программами моделирования нефтегазоносных бассейнов, - восстановление истории геологического развития региона и всех процессов, сопровождающих стадии накопления и преобразования осадочных пород и органического вещества с оценкой возможности формирования залежей углеводородов (УВ) [1].

Нефтегазоносная система – это геологическая система, охватывающая нефтематеринские породы и связанные с ними месторождения нефти и газа, которая включает в себя все геологические элементы и процессы, являющиеся верными признаками наличия нефтяных и газовых залежей [2].

Основная цель работы, в которой представлена 3D модель нефтегазоносной системы осадочного чехла Нюрольской мегавпадины, - восстановление ис-

тории погружения нефтематеринских толщ, определение времени и возможности генерации УВ, их миграции и аккумуляции в ловушках.

Объектом является Нюрольская мегавпадина и зоны ее сочленения с прилегающими положительными структурами I-го и II-го порядков (рис. 1).

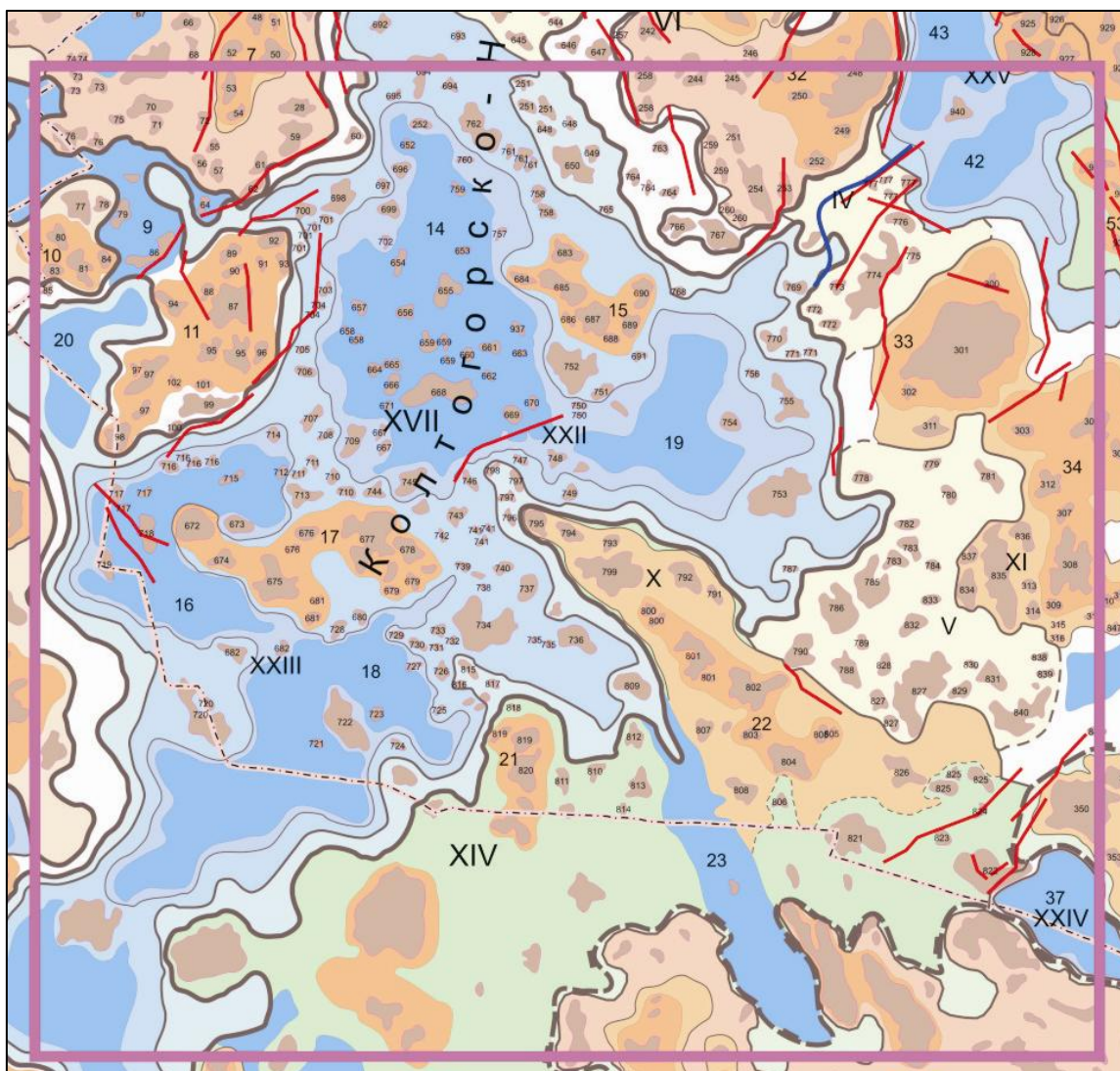


Рис. 1. Выкопировка из тектонической карты юрского структурного яруса садочного чехла Томской области под редакцией А. Э. Конторовича. Структуры: I порядка – IV – Средневасюганский мегавал, VI – Каймысовский свод, XVII – Нюрольская мегавпадина; II порядка – VII – Нововасюганский мезовал, – Лавровский мезовысуп, XI – Пудинское мезоподнятия, XXII – Центрально-Нюрольская мезовпадина, XXIII – Южно-Нюрольская мезовпадина; III порядка – 11 – Крапивинско-Моисеевское кп, 15 – Фестивальный вал, 17 – Игольско-Таловое кп, 21 – Зимнее кп.

В последние годы в связи с истощением ресурсной базы в основных нефтедобывающих районах России возникла необходимость освоения глубокозале-

гающих труднодоступных и сложнопостроенных ловушек нефти и газа, что связано с большими технологическими сложностями и высокими финансовыми затратами. В связи с этим возникает необходимость снижения рисков бурения непродуктивных скважин. Для уменьшения геологических рисков при выборе участков, планировании и проведении геолого-разведочных работ проводится моделирование формирования углеводородных систем [3]. Моделирование выполняется по двум направлениям: 1) на региональном этапе – для оценки перспектив нефтегазоносности слабоизученных осадочных бассейнов; 2) на поисковой стадии – для выбора первоочередных объектов.

Наиболее важным для корректного прогноза перспектив нефтегазоносности является геологическое наполнение модели, которое включает оценку развития в разрезе и по площади нефтегазоматеринских толщ, коллекторов, флюидоупоров, тепловой истории региона, наличия и проводимости разрывных нарушений, величины и продолжительности размывов и перерывов в осадконакоплении. Полный набор этих данных имеется на объектах, находящихся, как минимум, на поисковой стадии геолого-разведочных работ.

Программный комплекс PetroMod компании «Шлюмберже», используемый в работе, осуществляет прогноз времени генерации и масштабы миграции углеводородов из нефтегазоматеринских пород, реконструкцию структуры бассейна, путей миграции флюидов и оценку наиболее вероятного положения в разрезе ловушек углеводородов.

Моделирование состоит из двух стадий: построения сеточных моделей геологических данных и восстановления геологической истории осадочного чехла и динамики протекающих в нем процессов на территории исследований.

В осадочном разрезе Нюрольской мегавпадины нефтематеринские породы, вошедшие в главную зону нефтеобразования, представлены тогурской свитой и радомской пачкой тюменской свиты (нижняя и средняя юра) и баженовской свитой верхней юры. Тогурские аргиллиты обладают высоким генерационным потенциалом. Содержание  $C_{орг}$  в них варьирует от 1,5 до 5,0 %, а значения водородного индекса  $HI$  составляют в среднем 460 мгУВ/г $C_{орг}$ . Континентальные аргиллиты тюменской свиты (радомская пачка) содержат  $C_{орг}$  в концентрациях до 2 %, и значения водородного индекса  $HI$  в их органическом веществе достигает до 260 мгУВ/г $C_{орг}$ . Отложения баженовской свиты представлены карбонатно-глинисто-кремнистыми черными битуминозными аргиллитами. ОВ в них выступает в качестве породообразующего компонента. Содержание  $C_{орг}$  составляет до 12 %, а  $HI$  до 700 мгУВ/г $C_{орг}$  [4].

В программном комплексе PetroMod при моделировании тепловой истории учитываются современные замеры теплового потока на поверхности и пластовых температур по скважинам, а также главный показатель палеотемператур – значения отражающей способности витринита по керну. Так как одним из методов расчета плотности теплового потока может быть следующий – «основной поток тепла может быть производным от настоящих поверхностных аналогов и экстраполирован на тепловой поток, используемый при моделировании (Basal heat flow can also be derived from present day analogs and extrapolated using

concepts. Again: There are SURFACE head flows!!! (p. 68))» [5]. С изменением теплового потока меняются время начала генерации и миграции углеводородов, степень заполнения ловушек и фазовый состав флюидов в прогнозируемых залежах. Устранение неопределенностей, связанных с тепловой историей, возможно путем увеличения числа замеров современного теплового потока и более точной реконструкции этапов активизации района работ [3].

Трехмерное моделирование направлено на определение зрелости основных нефтематеринских толщ по площади исследований, выделение очагов генерации углеводородов, оценку объемов сгенерированных и эмигрировавших углеводородов, выявление зон дренирования для перспективных объектов и оценку фазового состава флюидов в залежах (рис. 2). При наличии статистических данных по региону о масштабах потерь углеводородов при миграции 3D моделирование используется для количественной оценки ресурсов возможных залежей.

Таким образом, по результатам моделирования получен прогноз насыщения верхнеюрских песчаных отложений (рис. 2), оценены масштабы генерации и аккумуляции УВ. Как видно из рисунка, крупнейшие модельные скопления УВ пространственно совпадают с реально существующими залежами, что подтверждает адекватность выполненных построений.

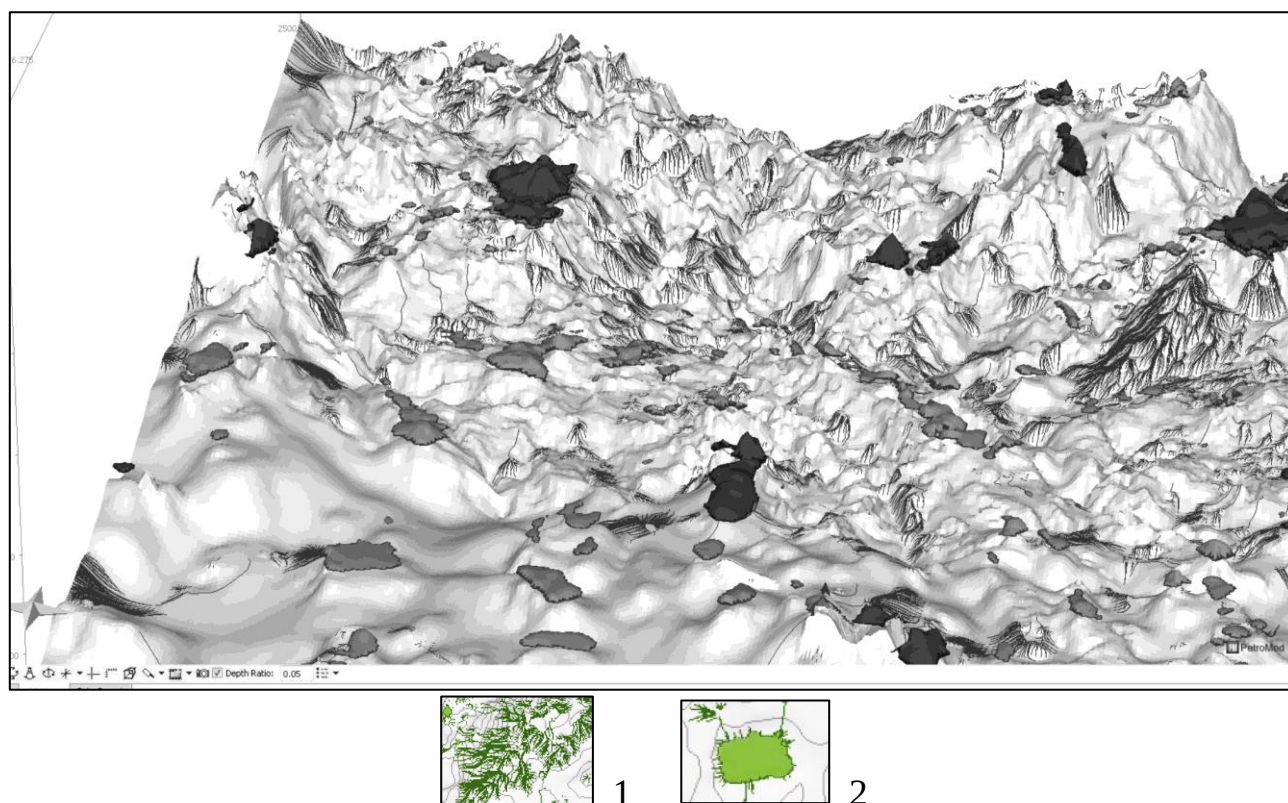


Рис. 2. Результаты 3D моделирования насыщения углеводородами песчаников васюганской свиты Нюрольской мегавпадины:

1 – пути миграции флюида; 2 – крупнейшие скопления, соответствующие реальным залежам в верхнеюрском комплексе

Работа выполнена в рамках программы VIII.73.2 фундаментальных научных исследований СО РАН в программном комплексе PetroMod компании «Шлюмберже».

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шенк О., Спахич Д., Берд К.Дж. и Питерс К.Е. Моделирование нефтегазоносного бассейна Аляски и перспективы для Сибири // Российские нефтегазовые технологии, № 12. 2011, С. 40-54.
2. Leslie B. Magoon, Wallace G. Dow The Petroleum system : from source to trap. - Tulsa, Oklahoma: American Association of Petroleum Geologists, 1994. – 655 p.
3. Малышев Н.А., Обметко В.В., Бородулин А.А. Роснефть: бассейновое моделирование для оценки перспектив нефтегазоносности акваторий // Российские нефтегазовые технологии, № 11. 2013, С. 44-52.
4. Костырева Е.А. Геохимия и генезис палеозойских нефтей юго-востока Западной Сибири. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2005. – 183 с.
5. PertoMod Petroleum Systems Modeling. Workflow/Solutions Training. Version 2011.1. – Schlumberger Information Solutions, August 10, 2011. – 257 p.

© М. О. Захрямина, 2014

## **ПАЛЕОГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ МЕЗОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ АКВАТОРИИ МОРЯ ЛАПТЕВЫХ**

**Ольга Николаевна Злобина**

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, научный сотрудник лаборатории седиментологии, тел. (383)333-23-03, e-mail: Zlobina@ngs.ru

Построена палеогеоморфологическая схема валанжинского века для западной части акватории моря Лаптевых. На основе новых литологических и геофизических данных установлено, что структуры Центрально-Таймырского аккреционного пояса в течение юрского и мелового периодов простирались в восточном направлении значительно дальше, по сравнению с их современным положением. Горные массивы, сложенные высоко-титанистой серией базальтов, являлись специфическим источником сноса. Позднее эта часть суши опустилась и в настоящее время скрыта под водами м. Лаптевых. Изучение распределения мезозойских осадков различных фациальных типов, анализ их мощностей, сопоставление с данными по тектоническому развитию территории позволили реконструировать геоморфологические элементы древнего побережья, в том числе перспективные для поиска углеводородов.

**Ключевые слова:** м. Лаптевых, Таймырский полуостров, мезозойские отложения, палеогеоморфологическая схема валанжинского века.

## **PALEOGEOMORPHOLOGICAL RECONSTRUCTION OF MESOZOIC DEPOSITS IN THE WESTERN PART OF THE COASTAL WATERS OF THE LAPTEV SEA**

**Olga N. Zlobina**

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, Ph. D. in Geology, researcher of the Laboratory of sedimentology, tel. (383)333-23-03, e-mail: Zlobina@ngs.ru

Paleogeomorphological scheme of the Valanginian age was constructed for the western part of the coastal waters of the Laptev Sea. Based on a new lithological and geophysical data it was established, that the structure of the Central Taimyr accretion zone stretched eastwards much further, than their current position during the Jurassic and Cretaceous periods. Mountain ranges, composed of high-Ti-series basalts, were the specific provenance area of clastic material. Later, this part of the land subsided and is currently hidden under the waters of Laptev Sea. The study of the distribution of different facial types of the mesozoic deposits, analysis of their thickness, and their correlation with the data on tectonic development of the area allowed to reconstruct geomorphological elements of the ancient coast, including those promising for the search for hydrocarbons.

**Key words:** Laptev Sea, Taimyr Peninsula, Mesozoic deposits, paleogeomorphological scheme of the Valanginian age.

В настоящее время в рамках государственной Программы разведки континентального шельфа и разработки его минеральных ресурсов широко обсуждается вопрос о выборе участков для бурения скважин в Арктическом секторе. Акватория моря Лаптевых, по мнению многих исследователей, считается весьма перспективной для поисков и разведки месторождений углеводородов. Ви-

ноградов В.А. и Каминский В.Д. с соавторами представили научное обоснование в выборе участка в пределах северо-западного края дельты р. Лены [1, 2]. Шкарубо С.И. и Заварзина Г.А. считают благоприятными районами для заложения параметрических скважин Песчаноостровскую и Мурунтасско-Северодунайскую зоны [3, 4]. Первая из них простирается к северо-западу от о. Песчаный, образуя участок изометричной формы, вторая – располагается вдоль северного края дельты р. Лены. Все предложенные участки значительно удалены от берега. В данной работе представлены результаты комплексного геологического изучения нижнемеловых отложений, вскрывающихся в естественных обнажениях на севере Средней Сибири в районе Хатангского и Анабарского заливов (на Восточном Таймыре, о. Б. Бегичев, п-ве Юрюнг-Тумус, п-ве Пакса, р. Анабар). Анализ и обобщение опубликованных материалов по стратиграфии, тектонике и литологии позволили автору построить палеогеоморфологическую схему для западной части акватории моря Лаптевых (рис. 1). Формализованная литологическая характеристика осадков сформировавшихся в раннемеловом периоде на севере Средней Сибири приведена в табл. 1. Следует отметить, что Хатангский залив приурочен к структуре, в пределах которой в течение 113 млн. лет (с индского века раннего триаса до готеривского века раннего мела) существовал устойчивый режим морского осадконакопления. В течении титонского, берриасского и валанжинского веков это был пролив, соединяющий Северную акваторию с Западно-Сибирским морем [5]. Литологическое исследование отложений, вскрывающихся в береговых обрывах п-ва Юрюнг Тумус, и сопоставление их с разновозрастными осадками о. Б. Бегичев показало, что в проливе существовали острова, полностью или частично затапливаемые морем [6]. Это заключение соответствует тектоническим построениям Фомина М.А. [7].

Согласно картам тектонического районирования п-ов Юрюнг-Тумус располагается в пределах Портнягинского куполовидного поднятия – структуре третьего порядка, заложенной в основании мезозойского осадочного комплекса на юго-западном крыле Тигяно-Сопочной антеклизы, и унаследовано развивающейся в течение триаса, юры и нижнего мела. Цепочка островов, вероятно, протягивалась от юго-восточного берега о. Б. Бегичев до оз. Лабаз (в 100 км северо-западнее г. Хатанги). Изучение распределения различных фациальных типов осадков по площади показало общее направление сокращения области распространения наиболее глубоководных глинистых (участками углеродистых) пород в валанжинском веке. Аналогичные донные отложения были широко развиты при максимуме трансгрессии в титон-берриасском веках. Резкие изменения в составе и строении разрезов восточной части приостровных участков могут свидетельствовать о генеральном направлении движения волн поступающих из северной акватории в Хатангский пролив. При таком положении волнового фронта формирование в районе Восточного Таймыра прибрежно-морских песчаных осадков мощностью более 250 м возможно как аккумулятивная форма заполнения входящего угла при определённой конфигурации береговой линии, или как результат ослабления волнения на участке, защищенном со стороны моря островом.

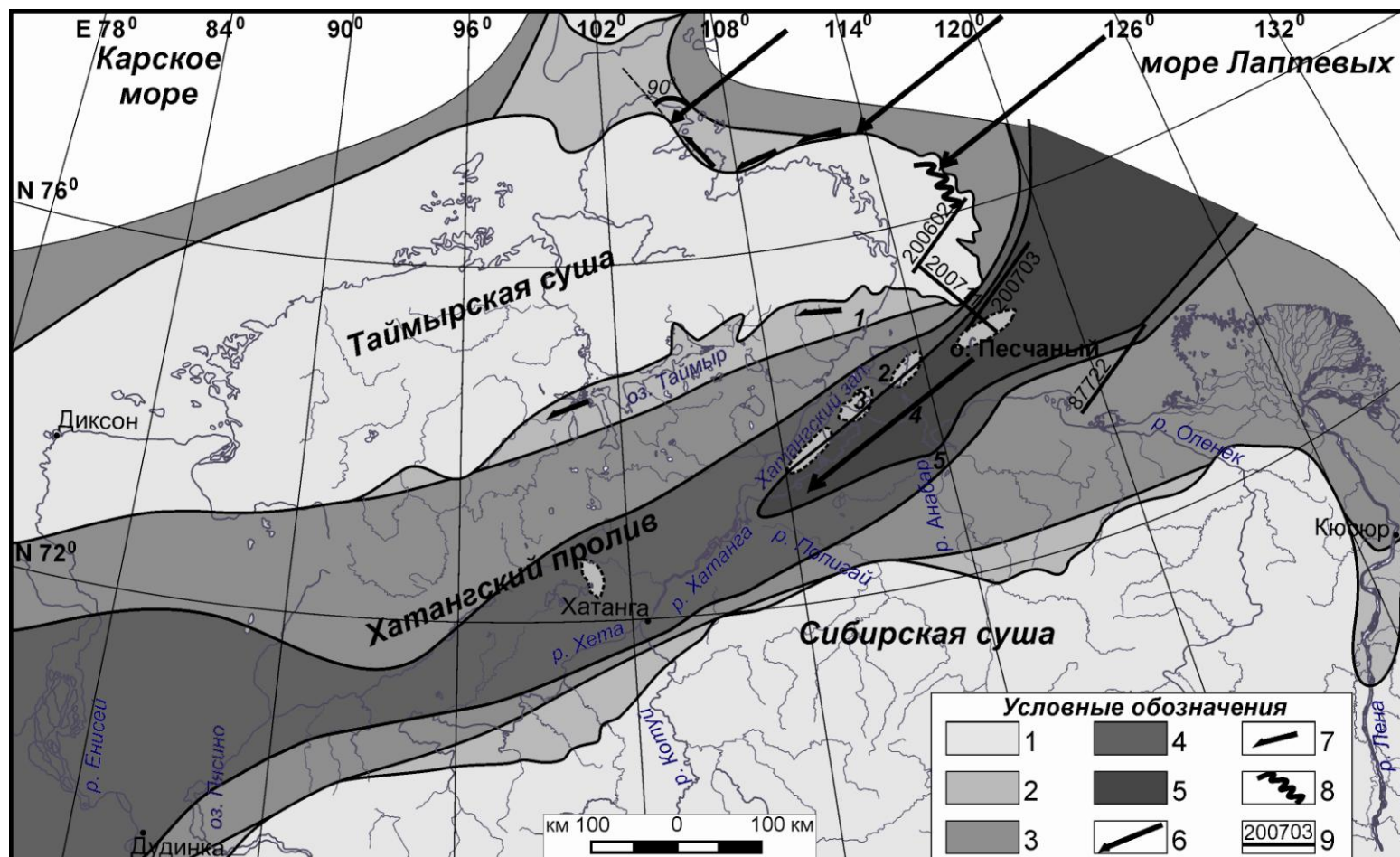


Рис. 1. Палеогеоморфологическая схема валанжинского века для западной части акватории моря Лаптевых

**Условные обозначения:** 1 – суша, 2 – полулунные полосы песчаного пляжа образованные волновой деятельностью, 3 – алевритовые осадки верхней литорали, 4 – алеврито-глинистые осадки нижней литорали, 5 – глинистые, углеродисто-глинистые осадки верхней сублиторали, 6 – генеральное направление движения волн, 7 – вдольбереговое перемещение осадков, 8 – область разрушения коренных пород, 9 – сейсмопрофиль. Цифрами на схеме указаны обнажения: 1 – Восточный Таймыр (р. Чернохребетная и Осипа), 2 – о. Б. Бегичев, 3 – п-в Юрюнг-Тумус, 4 – п-в Пакса, 5 – р. Анабар

Таблица 1

Литологическая характеристика отложений сформировавшихся  
в раннемеловом периоде на севере Средней Сибири

| Обн.                                   | Берриасский век                                                                                                                                                                                         | Валанжинский век                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Готеривский век (ранний)                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Восточный Таймыр                       | Алеврито-песчаные породы.<br><b>Мощность 50 м</b>                                                                                                                                                       | Алевриты участками песчанистые или глинистые с редкими прослоями сидеритовых конкреций и включениями остатков морской фауны.<br><b>Мощность 250 м</b>                                                                                                                                                                                                | Песчаники с глинисто-карбонатным цементом. Включения остатков морской фауны, минерализованной и углефициров. древесины. <b>Мощность 250 м</b>                                                                                                                            |
| остров Б.Бегичев                       | Нет данных                                                                                                                                                                                              | Нижняя часть разреза (44 м) сложена алеврито-глинистыми осадками (с преобладанием аргиллитов в основании), верхняя (70 м) – песчаными. В средней части песчаников выделяется алевритовая пачка с конкреционным известковым горизонтом в подошве.<br><b>Мощность 114 м</b>                                                                            | Алеврито-песчаные породы с известковыми прослоями в нижней части разреза и глинистыми в верхней. Включения карбонатных конкреций, желваков пирита, галек аргиллитов, остатков морской фауны, углефициров. древесины. Отпечатки листовой флоры.<br><b>Мощность 180 м</b>  |
| полуостров Юрюнг-Тумус (бухта Нордвик) | Нет данных                                                                                                                                                                                              | Нижняя часть разреза (40 м) сложена алеврито-глинистыми осадками с преобладанием аргиллитов, верхняя – алевролитами, алевритами (участками песчанистыми или глинистыми) с прослоями песчаников (мощностью до 20 м). Многочисленные конкреционные прослои. Включения желваков пирита, глендонитов, остатков морской фауны, УРД. <b>Мощность 220 м</b> | Пески, песчаники участками известковистые, с алевритовыми прослоями в нижней части и кровле разреза. Включения карбонатных конкреций, желваков пирита, галек сидеритизированных аргиллитов, углефицированного растительного детрита (УРД).<br><b>Мощность более 50 м</b> |
| р. Анабар                              | Глины алевритистые с редкими прослоями песков и алевролитов, с карбонатными конкреционными горизонтами. Многочисленные фаунистические остатки, в кровле включения глауконита.<br><b>Мощность 34,2 м</b> | Алевролиты, алевриты прослоями песчанистые, глины алевритистые, участками тонко переслаиваются с песками. Известковистые конкреционные прослои. Включения гравийного и галечного материала, обильных желваков пирита, обломков углефициров. древесины, остатков морской фауны. <b>Мощность 133 м</b>                                                 | Нет данных                                                                                                                                                                                                                                                               |

Автором также установлено, что одним из источников сноса для отложений п-ва Юрюнг-Тумус являлась высоко-титанистая серия базальтов аналогичная породам Центрально-Таймырского аккреционного пояса [6]. Предполагается,

что в течение юрского и раннемелового периодов горные массивы пояса простирались в восточном направлении значительно дальше, по сравнению с их современным положением. Позднее эта часть суши, частично разрушенная денудацией и морской эрозией, вероятно, опустилась и в настоящее время скрыта под водами м. Лаптевых. Этот факт подтверждается интерпретацией глубинных сейсмических разрезов по профилям 200602 и 200711, поэтому бурение параметрической скважины в пределах Песчаноостровской зоны нецелесообразно. Перспективным при поиске залежей углеводородов, по мнению втора, может оказаться сегмент шельфа вдоль восточного побережья Таймыра от устья р. Кульдимы (в 13 км к югу от бухты М. Прончищевой) до мыса Цветкова, простирающийся в море Лаптевых на 100 км в направлении о. Песчаный.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Виноградов В.А., Горячев Ю.В., Гусев Е.А., Супруненко О.И. Осадочный чехол Восточно-Арктического шельфа России и условия его формирования в системе материк – океан // 60 лет в Арктике, Антарктике и Мировом океане. СПб.: ВНИИОкеангеология, 2008. С. 63 – 78.
2. Каминский В.Д., Супруненко О.И., Суслова В.В. Состояние и перспективы освоения углеводородных ресурсов континентального шельфа России // Бурение и нефть. 2008. №12. С. 3 – 7.
3. Шкарубо С.И., Заварзина Г.А. Стратиграфия и характеристика сейсмических комплексов осадочного чехла шельфа моря Лаптевых // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2011. Т.6. №2 – <http://www.ngtp.ru/rub/2/14> 2011.pdf
4. Заварзина Г.А. Тектонические особенности и перспективы нефтегазоносности западной части шельфа моря Лаптевых // Автореферат на соискание учёной степени к. г.-м. н. Санкт-Петербург: ФГУП ВНИГРИ, 2013. 22 с.
5. Палеогеография центральной части Советской Арктики. И.С. Грамберг (ред.). – Л.: Недра, 1967. 298 с.
6. Злобина О. Н. Литологическая характеристика отложений нижнего мела полуострова Юрюнг-Тумус (бухта Нордвик, Арктика) // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Недропользование. Горное дело. Новые направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Геоэкология» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 1. – С. 169–173.
7. Фомин М. А. Анализ тектонического строения мезозойско-кайнозойского осадочного чехла Енисей-Хатангского регионального прогиба по опорным горизонтам и тектонические предпосылки его нефтегазоносности // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – М.: ВНИИОЭНГ, 2011. № 9. С. 4-20.

© О. Н. Злобина, 2014

## ФАМЕНСКИЕ КОНОДОНТЫ АРКТИЧЕСКИХ РАЙОНОВ СИБИРИ

**Надежда Георгиевна Изох**

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории палеонтологии и стратиграфии палеозоя, тел. (383)333-24-31, e-mail: IzokhNG@ipgg.sbras.ru

Проведен анализ распространения фаменских конодонтов в арктических районах Сибири. Выявлены, что по конодонтам охарактеризованы зоны *triangularis*, *crepida*, *rhomboidea* и *marginifera* нижнего фамена.

**Ключевые слова:** конодонты, фаменский ярус, верхний девон Арктика, Сибирь.

## UPPER DEVONIAN CONODONTS FROM THE ARCTIC SIBERIA

**Nadezhda G. Izokh**

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptyug av., 3, Ph. D. in Geology, Senior Research Scientist, Laboratory of the Paleozoic paleontology and stratigraphy, tel. (383)333-24-31, e-mail: IzokhNG@ipgg.sbras.ru

Analysis of Famennian conodonts distribution in the Arctic Siberia was done. Conodonts of the lower Famennian *triangularis*, *crepida*, *rhomboidea* and *marginifera* zones were found.

**Key words:** conodonts, Upper Devonian, the Arctic Siberia.

Несмотря на большое стратиграфическое значение конодонтов их степень изученности в разрезах верхнего девона арктических районов Сибири до сих пор остается довольно низкой. В настоящее время известно несколько местонахождений с конодонтами – в западной части Таймыра, на о. Столб и в северо-западной части горной системы Черского. В основном они характеризуют нижнюю часть фаменского яруса верхнего девона.

На Западном Таймыре верхнедевонские конодонты установлены в домбинской, фадеевской и светланинской свитах на побережье Енисейского залива в районе бухты Ефремова и в бассейнах рек вдоль побережья Пясинского залива и по р. Домба [1, 2]. Наиболее таксономически разнообразные ассоциации выявлены в домбинской свите, которые характеризуют две зоны нижнего фамена - *crepida* и *rhomboidea* [1, 2]. Эти ассоциации представлены таксонами в основном рода *Palmatolepis* – *Pa. crepida* Sannemann, *Pa. minuta minuta* Branson et Mehl, *Pa. subperlobata subperlobata* Branson et Mehl, *Pa. clarki* Ziegler, *Pa. perlobata perlobata* Ulrich et Bassler, *Pa. rhomboidea* Sannemann, *Palmatolepis perlobata schindewolfi* Muller, *Pa. glabra prima* Ziegler et Huddle, *Pa. glabra pectinata* Ulrich et Bassler и другие [1, 2].

Ближние ассоциации конодонтов выявлены на острове Столб (южная часть дельты р. Лена) [3, 4]. Установлены две ассоциации конодонтов, одна – в основании разреза, а вторая, более таксономически разнообразная, – в верхней его

части. Первая ассоциация – *Palmatolepis triangularis* Sannemann и *Pa. praetriangularis* Ziegler & Sandberg, определена в разрезе непосредственно выше черносланцевого события Upper Kellwasser и характеризует зону *triangularis*. Вторая ассоциация включает *Palmatolepis regularis* Cooper, *Pelekysgnathus* cf. *planus* Sannemann, *Pa. tenuipunctata* Sannemann, *Pa. glabra glabra* Ulrich & Bassler, *Pa. minuta loba* Helms, *Pa. minuta minuta* Helms, *Polygnathus semicostatus* Branson & Mehl и характеризует низы зоны *rhomboidea*.

Аналогичный комплекс конодонтов выявлен в северо-западной части горной системы Черского [5]. В серии разрезов на севере Селеняхского хребта В. П. Тарабукиным определены конодонты, характеризующие зоны *triangularis*, *crepida*, *rhomboidea* и *marginifera*. Среди таксонов отмечены: *Palmatolepis triangularis* Sannemann, *Pa. crepida* Sannemann, *Pa. glabra glabra* Ulrich & Bassler, *Pa. regularis* Cooper, *Pa. minuta minuta* Helms, *Pa. rhomboidea* Ziegler, *Pa. inflexoidea* Ziegler и др.

Проведенный анализ распространения конодонтов в разрезах нижнего фамена верхнего девона Таймыра и севера Сибири – на о. Столб и на севере Селеняхского хребта показал, что наблюдается большое сходство изученных комплексов, которые включают космополитные таксоны. Среди таксонов преобладают представители рода *Palmatolepis*, характеризующие относительно глубоководные условия осадконакопления. Следует отметить тот факт, что все рассмотренные ассоциации характеризуют зоны *triangularis*, *crepida*, *rhomboidea* и *marginifera* нижнего фамена. Средний и верхний фамен в перечисленных регионах конодонтами не охарактеризован.

Исследования выполнены при поддержке Программ РАН № 23 и 28. Авторы координируют свои исследования также с программами работ по проекту IGCP 596.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Атлас палеозойской фауны Таймыра. Ч. I. Брахиоподы, остракоды, конодонты. – СПб: Изд-во СПб картфабрики ВСЕГЕИ, 2003. – 240 с.
2. Елкин Е.А., Изох Н.Г., Романов А.П. Новые находки раннефаменных конодонтов на Западном Таймыре // Новости палеонтологии и стратиграфии. Вып. 9: Приложение к журналу «Геология и геофизика». – 2006. – С. 31–37.
3. Язиков А.Ю., Изох Н.Г., Бахарев Н.К., Сараев С.В., Соболев Е.С., Гонта Т.В. О границе франа и фамена в разрезе о-ва Столб (Республика Саха (Якутия), дельта р. Лены) // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Недропользование. Горное дело. Новые направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Геоэкология» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 1. – С. 3–7.
4. Новые данные по биостратиграфии и седиментологии верхнедевонских отложений о. Столб (дельта р. Лена) / А. Ю. Язиков, Н. Г. Изох, С. В. Сараев, Н. К. Бахарев, Е.С. Соболев, Т.В. Гонта // Геология и геофизика. – 2013б. – Т. 54. – № 8. – С. 1013–1027.
5. Первые данные о фаменных отложениях в северо-западной части горной системы Черского / В.П. Тарабукин, А.В. Прокопьев, В.С. Оксман, Ю.В. Карякин // Отечественная геология. – 1997. – № 8. – С. 9–12.

© Н. Г. Изох, 2014

## **БИОСТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ РЕПЕРЫ ПО КОНОДОНТАМ ДЛЯ ВЕРХНЕГО ДЕВОНА И НИЖНЕГО КАРБОНА ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

**Надежда Георгиевна Изох**

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории палеонтологии и стратиграфии палеозоя, тел. (383)333-24-31, e-mail: IzokhNG@ipgg.sbras.ru

**Екатерина Сергеевна Андреева**

Новосибирский государственный университет, 630090, Россия, г. Новосибирск, ул. Пирогова, 2, e-mail: AndreevaES@ipgg.sbras.ru

Выявлены уровни с конодонтами, которые характеризуют самые верхи фаменского яруса (зона *praesulcata*) северной окраины Кузнецкого бассейна и турнейский и визейский ярусы нижнего карбона Салаира.

**Ключевые слова:** конодонты, верхний девон, нижний карбон, Западная Сибирь.

## **UPPER DEVONIAN AND LOWER CARBONIFEROUS CONODONT IN THE SOUTH WEST SIBERIA**

**Nadezhda G. Izokh**

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, Ph. D. in Geology, Senior Research Scientist, Laboratory of the Paleozoic paleontology and stratigraphy, tel. (383)333-24-31, e-mail: IzokhNG@ipgg.sbras.ru

**Ekaterina S. Andreeva**

Novosibirsk State University, 630090, Russia, Novosibirsk, Piragova st. 2, e-mail: AndreevaES@ipgg.sbras.ru

Conodont associations characteristic for uppermost Famennian (*praesulcata* Zone) of the Kuznetsk Basin north margin and Tournaisian and Visean of Salair (south of West Siberia) were investigated.

**Key words:** conodonts, Upper Devonian, Lower Carboniferous, West Siberia.

Верхнедевонские и нижнекаменноугольные отложения на юге Западной Сибири охарактеризованы богатыми комплексами фауны – брахиоподами, кораллами, мшанками и остракодами [1, 2]. Эти материалы были биостратиграфической основой при разработке стратиграфических схем девона и карбона Алтае-Саянской складчатой области (АССО) [3]. Первые данные по конодонтам верхнего девона и нижнего карбона АССО появились с конца 70-х годов прошлого века [4, 5, 6]. Начиная с 90-х годов прошлого века по настоящее время сотрудники ИНГГ СО РАН продолжают изучать эти разрезы с целью получения более детальной микрофаунистической характеристики по конодонтам

и выявления биостратиграфических реперов для глобальных корреляций. В результате этих работ были собраны коллекции конодонтов. Наиболее представительные коллекции конодонтов получены из самой верхней части верхнего девона, отвечающей нижней подзоне *Siphonodella praesulcata*. Пограничный интервал девона и карбона АССО охарактеризован единичными находками конодонтами. Конодонты турнейского и визейского ярусов нижнего карбона мало численны и представлены таксонами мелководных фаций. Зональные виды-индексы рода *Siphonodella* в разрезах карбона отсутствуют.

Конодонты верхней части верхнего девона известны на северо-восточной окраине Кузнецкого бассейна [7, 8, 9]. В карбонатных прослоях красноцветной толщи подонинской свиты (разрез «Невский», р. Яя) встречен комплекс конодонтов *Icriodus costatus* Thomas, *Polygnathus delicatulus* Ulrich et Bassler, *Polygnathus lenticularis* Gagiev, *Polygnathus parapetus* Druce, *Polygnathus symmetricus* E. R. Branson, *Pseudopolygnathus postinodosus* Rhodes, *Siphonodella praesulcata* Sandberg. Эта ассоциация характеризует нижнюю часть конодонтовой зоны *praesulcata* фаменского яруса. Следует отметить, что верхнее распространение конодонтов рода *Icriodus* не выходит за пределы нижней подзоны зоны *praesulcata* верхнего девона. Таким образом, присутствие таксонов рода *Icriodus* может быть биостратиграфическим репером при определении возраста пород как девонского и невозможностью отнесения их к раннему карбону. Близкая ассоциация конодонтов, была выявлена в топкинской толще [5]. По наличию в этой ассоциации *Icriodus costatus* (Thomas) топкинскую толщу следует сопоставлять с нижней подзоной зоны *praesulcata* верхнего девона.

Сведения о распространении конодонтов в пограничном интервале девона и карбона Салаира очень небольшие. Известны единичные находки таксонов родов *Bispathodus* и *Neopolygnathus*, которые имеют широкий интервал распространения от верхнего девона (фаменский ярус) по нижний карбон.

Конодонты турнейского яруса изучены в разрезах северо-восточного Салаира. Ассоциация тайдонского горизонта (нижний турне) включает таксоны *Bispathodus aculeatus aculeatus* (Branson et Mehl), *Neopolygnathus communis* (Branson et Mehl), *Clydagnathus darensis* Rhodes, Austin et Druce.

Позднетурнейская ассоциация конодонтов получена из разреза по рч. Артышта, выше дер. Артышта. В нижней части разреза установлены конодонты *Pseudopolygnathus multistriatus* Mehl et Thomas, *Neopolygnathus communis* (Branson et Mehl), *Clydagnathus darensis* Rhodes, Austin et Druce и *Mestognathus groesensensi* Belka, которые характеризуют зону *typicus-isosticha* [10]. В верхней части этого разреза присутствуют прослои и линзы черных кремней. По конодонтам этот интервал кремненакопления отвечает верхнему турне, не древнее зоны *typicus-isosticha*.

Ассоциация конодонтов визейского яруса включает таксоны *Mestognathus beckmanni* Bischoff, *Cavusgnathus charactus* Rexroad и *Taphrognathus varians* Branson & Mehl [11]. Для мелководных фаций вид *Mestognathus beckmanni* является видом-индексом одноименной зоны визейского яруса [12]. Находки вида *Taphrognathus varians* Branson & Mehl приурочены к нижней части оолитовых

известняков мозжухинской толщи [11]; Эта толща оолитовых известняков имеет широкое площадное распространение на Салаире и в них встречается тот же вид *Taphrognathus varians* [13].

Проведенный анализ распространения конодонтов в разрезах верхнего девона и нижнего карбона АССО показал, что намечается несколько биостратиграфических реперов по конодонтам. По присутствию таксонов рода *Icriodus* в установленных ассоциациях конодонтов возраст пород следует считать девонским, а не раннекаменноугольным. Таксоны рода *Icriodus* заканчивают свое существование в нижней подзоне зоны *praesulcata*, ниже события Хангенберг.

В нижнем карбоне Салаира прослой и линзы кремней приурочены к верхнему турне, не древнее конодонтовой зоны *typicus-isosticha*.

В визейском ярусе выявлен уровень оолитовых известняков мозжухинской толщи, с временем формирования которого сопоставимо появление таксона *Taphrognathus varians* Branson & Mehl на Салаире.

Исследования выполнены при поддержке Программ РАН № 23 и 28. Авторы координируют свои исследования также с программами работ по проекту IGCP 596.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Брахиоподы и палеогеография карбона Кузнецкой котловины / Т. Г. Сарычева, А. Н. Сокольская, Г. А. Безносова, С. В. Максимова. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 546 с.
2. Тризна В. Б. Раннекаменноугольные мшанки Кузнецкой котловины. – Л.: Госуд. науч.-техн. изд-во нефт. и горно-топл. лит-ры, 1958. – 298 с. (Тр. ВНИГРИ. – Вып. 122).
3. Решения всесоюзного совещания по разработке унифицированных стратиграфических схем докембрия, палеозоя и четвертичной системы средней Сибири. Ч. П. (средний и верхний палеозой). – Новосибирск: Изд-во СНИИГГиМС, 1982. – С. 74–77.
4. Букарт Д., Бунен П. Конодонтовая фауна динанта Кузнецкого бассейна // Геология и геофизика. – 1978. – № 6. – С. 33 – 39.
5. Бушмина Л. С., Кононова Л. И. Микрофауна и биостратиграфия пограничных слоев девона и карбона. – М.: Наука, 1981. – 121 с.
6. Бушмина Л. С., Богуш О. И., Кононова Л. И. Микрофауна и биостратиграфия нижнего карбона (юг Западной Сибири). – М.: Наука, 1984. – 126 с. (Труды ИГиГ СО АН, – Вып. 599).
7. Гутак Я. М., Родыгин С. А., Родина О. А. Палеонтологическая характеристика подонинского горизонта (фаменский ярус, девон) Алтае-Саянской складчатой области // Эволюция жизни на Земле. Материалы II Международного симпозиума «Эволюция жизни на Земле», 12-15 ноября 2001г., Томск. Отв. редактор В.М. Подобина. – Томск: Изд-во НТЛ. 2001. – С. 170-171.
8. Izokh N. G. Biodiversity of Devonian conodonts from the West Siberia // Berichte des Institutes für Erdwissenschaften, Karl-Franzens-Universität Graz. IGCP 596 Opening Meeting. Graz, 19-24<sup>th</sup> September, 2011. – Graz. – 2011. Band 16, – P. 49–51.
9. Izokh N. G., Andreeva E. S. Upper Famennian Conodonts from Kuznetsk Basin (south of West Siberia) // International Field Symposium «The Devonian and Lower Carboniferous of northern Gondwana». Abstract book. Ahmed EL Hassani, R. Thomas Bekker & Abdelfatah Tahiri (Eds). In the memory of Dr. Volker Ebbighausen 22<sup>nd</sup> to 29<sup>th</sup> March 2013, Rabat. Documents de L'Institut Scientifique. –2013. – № 29.– P. 65.

10. The Geologic Time Scale 2012 / F. M. Gradstein, J. G. Ogg, M. D. Schmitz, G. M. Ogg (Eds). 2-volume set. Elsevier Science Ltd. – 2012. – 1176 p.
11. Первая находка визейских (нижний карбон) конодонтов в Кузнецком бассейне / Н. Г. Изох, С. А. Анастасиева, Н. К. Бахарев, А. Г. Клец // Новости палеонтологии и стратиграфии. – 2000. Вып. 2–3. – С. 199–203. Приложение к журналу "Геология и геофизика".
12. Von Bitter P. H., Sandberg C. A & Orchard M. J. Phylogeny, Speciation, and Palaeoecology of the Early Carboniferous Mississippian Conodont Genus *Mestognathus* // Royal Ontario Museum, Life Sciences Contributions. – 1986. V. 143, – P. 111–115.
13. Брахиоподы, конодонты и остракоды из нового разреза Северо-Востока Салаира / А. Ю. Языков, Т. А. Щербаненко, Н. Г. Изох, Н. К. Бахарев, С. А. Анастасиева, С. В. Сараев // Биостратиграфия, палеогеография и события в девоне и нижнем карбоне (Международная подкомиссия по стратиграфии девона / Проект 596 МПГК): Материалы Междунар. конф., посвященной памяти Евгения Александровича Ёлкина. Уфа, Новосибирск, 20 июля – 10 авг. 2011 г. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2011. – С. 180–184.

© Н. Г. Изох, Е. С. Андреева, 2014

## **РЕСУРСЫ И ЗАПАСЫ НЕФТИ В ГОРИЗОНТЕ Ю<sub>2</sub> (БАТ). ИСТОРИЯ И ИТОГИ ИХ ПОИСКОВ В ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ**

**Валерий Александрович Казаненков**

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, зав. лабораторией геологии нефти и газа Западной Сибири, тел. (383)363-91-92; e-mail: KazanenkovVA@ipgg.sbras.ru

Проведен анализ состояния ресурсной базы углеводородов в верхнетюменской подсвите в Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. Показано, что в горизонте Ю<sub>2</sub> с очень сложным строением коллектора сконцентрированы большие запасы нефти, которые до настоящего времени практически не разрабатывались. При современных технологиях интенсификации притоков и высоких ценах на углеводороды в районах с хорошо развитой инфраструктурой регионально нефтеносный горизонт Ю<sub>2</sub> может стать первоочередным объектом для восполнения падающей добычи из-за истощения запасов в залежах основных продуктивных комплексов.

**Ключевые слова:** Западно-Сибирская нефтегазоносная провинция, нефть, газ, горизонт Ю<sub>2</sub>.

## **RESOURCES AND RESERVES OF OIL IN THE J<sub>2</sub> HORIZON (BATH). HISTORY AND RESULTS OF SEARCHES IN THE WEST SIBERIAN PETROLEUM PROVINCE**

**Valery A. Kazanenkov**

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, Ph. D. in Geology, assistant professor, Senior researcher of Laboratory of Mesozoic paleontology and stratigraphy, Head of Laboratory of Petroleum Geology of West Siberia, tel. (383)363-91-92; e-mail: KazanenkovVA@ipgg.sbras.ru

The analysis of hydrocarbon resource base in Verhnetyumenskaya Subformation in the West Siberian oil and gas province is carried out. Large reserves of oil, which weren't developed so far, concentrated in the J<sub>2</sub> Horizon with a very complex collector structure. With modern technology stimulation and high prices on hydrocarbons in areas with good infrastructure regionally oil bearing J<sub>2</sub> Horizon may be subject to priority to replenish declining production due to the depletion of deposits in the main productive complexes.

**Key words:** West Siberian oil and gas province, oil, gas, J<sub>2</sub> Horizon.

В связи с высокой степенью выработанности и обеспеченностью добычи нефти активными промышленными запасами крупных месторождений в центральных районах Западной Сибири возникает потребность в изучении глубокопогруженных горизонтов осадочного чехла, не привлекавших ранее особого внимания. На территории Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции (НГП) одним из таких регионально нефтегазоносных объектов является пласт Ю<sub>2</sub> (верхи среднего – низы верхнего бата), который выделяется в кровле верхнетюменской подсвиты и ее стратиграфических аналогов. Региональным

флюидоупором для залежей углеводородов в этом пласте в центральных районах провинции служат глинистые толщи абалакской свиты и нижневасюганской подсвиты. На западе провинции флюидоупор сложен глинами даниловской свиты, на севере – глинами нурминской и гольчихинской свит, на северо-востоке - глинами точинской свиты. Таким образом, территория развития надежной покрывки составляет порядка 1,4 млн. км<sup>2</sup>.

Первая нефть из верхнетюменской подсвиты в центральных районах Западной Сибири была получена на Сургутском своде. Летом 1961 г. при испытании пластов Ю<sub>2-3</sub> средней юры в скважине № 61-р, пробуренной в северной части Усть-Балыкского локального поднятия, был получен приток нефти дебитом 0,3 м<sup>3</sup>/сут при переливе [1]. В октябре этого же года из скважины № 62-р, пробуренной в своде Усть-Балыкского локального поднятия, был получен мощный, более 200 м<sup>3</sup>/сут, фонтан нефти из отложений неокома [2]. Среднеюрская нефть стала предшественницей открытию нового крупного нефтеносного района Широного Приобья – Сургутского. Отметим, что в марте 1961 г на Мегионской площади Нижневартовского свода уже был получен первый мощный фонтан нефти из нижнемеловых отложений.

В последующие годы в центральных районах Западно-Сибирской НГП промышленная нефтеносность пласта Ю<sub>2</sub> была установлена на Пальяновской (1962 г), Тайлаковской (1964 г), Вахской (1965 г), Потанай-Картопьянской (1966 г), Вачимской (1970 г), Тевлинско-Русскинской (1971 г), Северо-Варьеганской (1975 г), Федоровской (1977 г), Родниковой (1977 г), Омбинской (1978 г), Восточно- и Южно-Сургутской (1978 г), Мамонтовской (1980 г), Равенской (1985 г), Кечимовской (1985 г), Лянторской (1987 г), Конитлорской (1990 г) и многих других площадях. В настоящее время залежи нефти, газа и конденсата, приуроченные к продуктивным пластам горизонта Ю<sub>2</sub> выявлены практически во всех нефтегазоносных областях Западно-Сибирской НГП от Ямальской (Малыгинское, Бованенковское, Харасовейское месторождения) на севере до Каймысовской (Прирахтовское месторождение) на юге и от Приуральской (Котыльинское) на западе до Пур-Тазовской (Термокарстовое) на востоке.

На территории ХМАО в горизонте Ю<sub>2</sub> залежи нефти выявлены на более чем 150, а в ЯНАО на более 60 месторождениях. В Тюменской обл. (юг) количество месторождений с залежами в горизонте Ю<sub>2</sub> составляет 21, причем их значительная часть открыта уже в XXI веке, в результате целенаправленных геологоразведочных работ, проводимых компанией ТНК в Уватском районе [3]. По Томской области запасы в Государственном балансе в верхнетюменской подсвите учтены на 7 месторождениях, а по Омской области на 3. Распределение долей запасов в верхнетюменской подсвите и их степень выработанности по субъектам Федерации показана на рис. 1. Не трудно заметить, что большая часть этих запасов сконцентрирована в ЯНАО и ХМАО. При этом степень накопленной добычи по каждому из субъектов Федерации на настоящее время является достаточно низкой. Главной причиной, по которой значительные запасы, выявленные в пластах горизонта Ю<sub>2</sub>, не вовлечены в разработку – это отне-

сение их к категории трудноизвлекаемых, что является следствием очень неоднородного строения коллектора в разрезе, его низкими фильтрационно-емкостными свойствами (ФЕС) и небольшими нефтенасыщенными толщинами. Как правило, по латерали коллектор характеризуется наличием резких фациальных замещений даже в пределах одной площади.

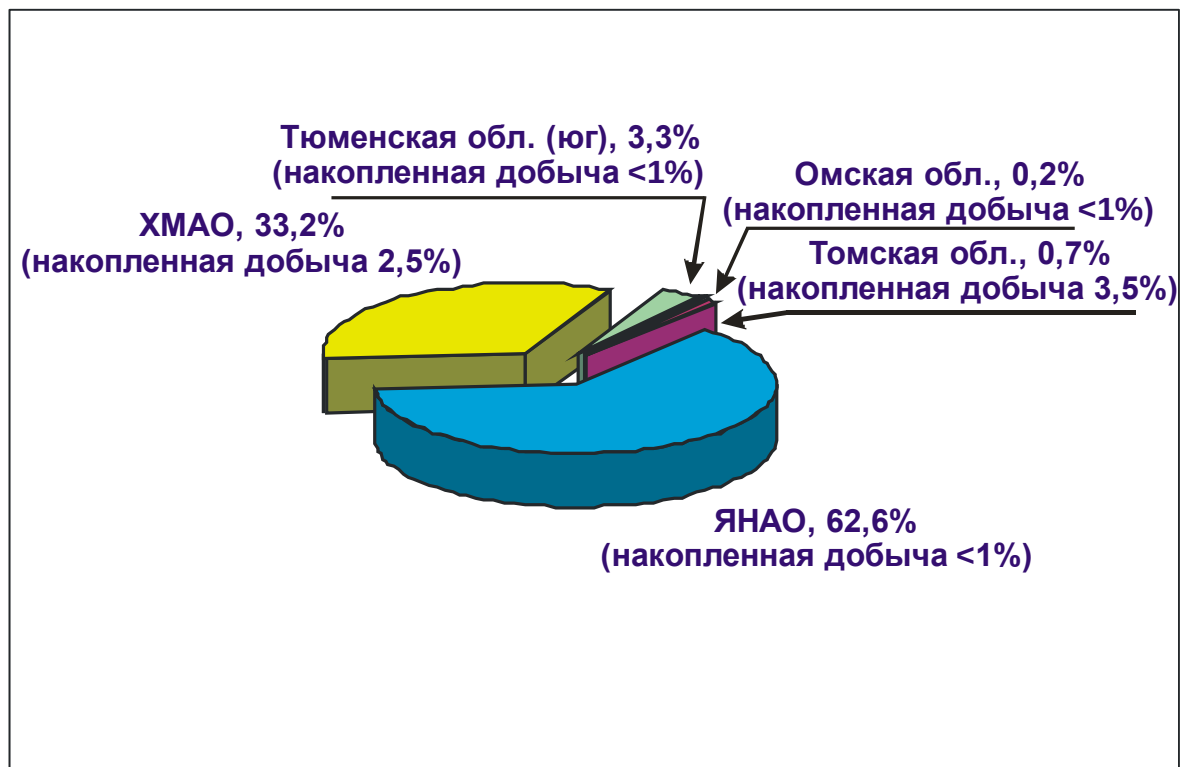


Рис. 1. Распределение долей запасов в верхнетюменской подсвите в Западно-Сибирской НГП и их степень выработанности

На основе анализа определений ФЕС порядка 3 000 образцов песчано-алевритовых пород, отобранных из интервала горизонта Ю<sub>2</sub> 98 скважин, пробуренных на 42 площадях Широного Приобья коэффициент пористости изменяется от 1,5 до 21,7 % при среднем значении 12,9 %. Коэффициент проницаемости изменяется от  $<0,01 \cdot 10^{-3} \text{ мкм}^2$  до  $75,0 \cdot 10^{-3} \text{ мкм}^2$ , при этом, количество образцов с проницаемостью более  $1,0 \cdot 10^{-3} \text{ мкм}^2$  составляет всего 22,6 % от общего числа в выборке. Низкие коллекторские свойства влияют на размеры притоков флюидов при испытании. Анализ результатов испытаний пластов Ю<sub>2</sub> по 530 поисковым и разведочным скважинам Широного Приобья показал, что в 80 случаях из 100 дебиты нефти не превышают 5 м<sup>3</sup>/сут. Поэтому отличительной особенностью всех залежей, выявленных в горизонте Ю<sub>2</sub>, является их малodeбитность.

Следует отметить, что результаты опробования и испытания скважин прошлых лет не дают полного представления о нефтеносности горизонта Ю<sub>2</sub>. Исследованию пластов с коллекторами низких классов не уделялось достаточного

внимания. Из-за организационно-технических причин испытания нередко проводились через продолжительное время после окончания бурения скважин, поэтому скважины, заполненные глинистым раствором, простаивали. Не применялись эффективные методы возбуждения пласта, например операция гидро-разрыва пласта (ГРП). Следовательно, оценка нефтеносности горизонта Ю<sub>2</sub> была недостаточно объективной. Эффективность применения ГРП коллекторов горизонта Ю<sub>2</sub> показана в табл. 1 на примере 12 скважин Юганского региона.

*Таблица 1*

Притоки нефти до и после ГРП [4]

| Месторождение                                  | Пласт                        | Эффективная толщина, м | Дебиты без ГРП, т/сут. | Дебиты после ГРП, т/сут. | Дебиты на установившемся режиме, т/сут. |
|------------------------------------------------|------------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------------------------|
| Южно-Сургутское (южная часть)                  | ЮС <sub>2</sub> <sup>1</sup> | 2–5                    | 1,2–8,2                | 20–60                    | 10–15                                   |
| Южно-Сургутское (северная и центральная части) | ЮС <sub>2</sub> <sup>2</sup> | 4–8                    | 0,7–6,8                | 15–90                    | 10–25                                   |
| Мамонтовское                                   | ЮС <sub>2</sub>              | 6–8                    | 0,2–3,2                | 10–90                    | 5–10                                    |
| Усть-Балыкское                                 | ЮС <sub>2</sub>              | 4–9                    | 0,3–4,4                | 20–40                    | 10–30                                   |

В последние годы горизонт Ю<sub>2</sub> выделен в самостоятельный объект, в котором рядом нефтяных компаний ведутся целенаправленные поисково-разведочные работы на нефть прежде всего в Среднеобской и Фроловской нефтегазоносных областях. Эти работы направлены на уточнение строения уже выявленных залежей нефти, поиск новых залежей и оценку добычных характеристик продуктивных отложений. Традиционный структурный подход к размещению поисковых и разведочных скважин не обеспечивает высокой эффективности геологоразведочных работ, поскольку распространение ловушек в значительной степени контролируется литолого-фациальными, а не структурными факторами. В связи с этим важными являются детальные палеогеографические исследования, направленные на восстановление условий формирования осадков горизонта Ю<sub>2</sub>. Результаты таких исследований позволяют выявить зоны распространения высокодебитных коллекторов и в дальнейшем разработать более обоснованную стратегию поисковых и разведочных работ на таком сложном объекте исследования.

Резюмируя, вышеизложенное можно отметить следующее:

1. В горизонте Ю<sub>2</sub> сконцентрированы большие запасы нефти, которые до настоящего времени практически не разрабатывались. Привлекательность горизонта Ю<sub>2</sub> как перспективного объекта, заключается еще и в том, что в центральных районах Западной Сибири он залегает на доступных для бурения глубинах. Кроме этого, в настоящее время здесь уже имеется огромный фонд скважин, выведенных из эксплуатации из-за истощения запасов в неоконченных

залежах, добуривание которых может существенно сократить расходы на геологоразведочные работы. Важным является наличие производственной и транспортной инфраструктуры, созданной за длительное время освоения этой территории, что позволит уменьшить затраты на обустройство промыслов.

2. Использованный методический подход позволил охарактеризовать неоднородность горизонта Ю<sub>2</sub> и закономерности распространения в нем коллекторов. Эти результаты могут послужить основой для оптимизации размещения поисковых и разведочных скважин, постановки сейсморазведочных работ 2D и 3D, составления технологических схем и проектов разработки залежей и их частей, включая заложение горизонтальных стволов скважин, проведение ГРП пласта и т. д.

Поисково-разведочные работы, выполненные в последнее время нефтяными компаниями на ряде участков Широкого Приобья, уже дали положительные результаты [4, 5, 6]. Таким образом, с использованием накопленного опыта, можно быстрее и эффективнее подойти к поиску, разведке и промышленному освоению залежей нефти в горизонте Ю<sub>2</sub> при современных технологиях интенсификации притоков и сложившейся благоприятной ценовой ситуации на углеводороды.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сургутский нефтеносный район (под редакцией И. И. Нестерова). Тюмень, 1968, Тр. ЗапСибНИГНИ, вып. 19, с. 239.
2. Нефть и газ Тюмени в документах. Свердловск, 1971. Т. I, с. 479.
3. Нефть и Капитал №10/2009. Материалы сайта <http://www.indpg.ru/nik/2009/10/27291.html>. «Разогнались! Рост добычи на Увате опережает прогнозы».
4. Быков В.В., Рудкин А.В., Рябцев Е.А. Доразведка и перспективы вовлечения в промышленную разработку пласта ЮС<sub>2</sub> на месторождениях Юганского региона // Пути реализации нефтегазового и рудного потенциала ХМАО-Югры. Том 1 (Одиннадцатая научно-практическая конференция). Под редакцией Карасева В.И., Шпильмана А.В., Волкова В.А. - Ханты-Мансийск. - 2008. - с. 217-222.
5. Быкова И.О., Шулико С.Н., Быков А.В. Моделирование коллекторских свойств тюменской свиты на примере месторождений Юганского Приобья / Пути реализации нефтегазового и рудного потенциала ХМАО-Югры. Т. 2. (Одиннадцатая научно-практическая конференция). Ханты-Мансийск, 2008, с.139-144.
6. Задоев Л.А., Нигматзянова О.А. Результаты комплексирования данных атрибутивно-анализа и бурения для поиска «пропущенных» объектов в юрских отложениях/ Пути реализации нефтегазового и рудного потенциала ХМАО-Югры. Т. 2. (Одиннадцатая научно-практическая конференция). Ханты-Мансийск, 2008, с. 145-154.

© В. А. Казаненков, 2014

## **ТЕКТНИКА И НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ АЛЕКСАНДРОВСКОГО СВОДА**

***Александр Юрьевич Калинин***

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, младший научный сотрудник лаборатории сейсмогеологического моделирования природных нефтегазовых систем, тел. (383)333-21-56, e-mail: KalininAY@ipgg.sbras.ru

***Максим Владимирович Соловьев***

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, научный сотрудник лаборатории сейсмогеологического моделирования природных нефтегазовых систем, тел. (383)330-13-62, e-mail: SolovevMV@ipgg.sbras.ru

Работа посвящена оценке влияния тектонических процессов на нефтегазоносность верхней юры и мела на примере месторождений, расположенных в северной части Александровского свода. В работе рассмотрена история формирования структур, в которых локализованы верхнеюрские и меловые залежи углеводородов. Сделан вывод о том, что наиболее перспективными для формирования значительных скоплений углеводородов в верхней юре являются антиклинальные ловушки, неосложненные кайнозойскими разломами. Наиболее перспективные для формирования залежей углеводородов в меловых резервуарах являются антиклинальные ловушки, осложненные кайнозойскими разрывными нарушениями, секущими практически весь осадочный чехол.

**Ключевые слова:** сейсмогеологический мегакомплекс, разрывное нарушение, залежь, тектоника.

## **TECTONICS AND PETROLEUM POTENTIAL OF THE NORTHERN ALEXANDROV ARCH**

***Alexander Yu. Kalinin***

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, Junior research scientist of Laboratory of seismogeological modelling of natural petroleum systems, tel. (383)333-21-56, e-mail: KalininAY@ipgg.sbras.ru

***Maxim V. Solovev***

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, Research scientist of Laboratory of seismogeological modelling of natural petroleum systems, tel. (383)330-13-62, e-mail: SolovevMV@ipgg.sbras.ru

The present research is devoted to assessing the influence of tectonic processes on the petroleum potential of the Upper Jurassic and Cretaceous deposits of northern part of the Alexandrov arch. The paper considers the evolution history of tectonic elements in which localized Upper Jurassic and Cretaceous reservoirs. According to the research it is concluded that the most perspective for the formation of oil accumulations in Upper Jurassic deposits are anticlinal traps uncomplicated by Cenozoic faults. The most perspective for the formation of hydrocarbon accumulations in Creta-

ceous sandstone reservoirs are anticlinal traps complicated by Cenozoic faults intersecting almost the entire Mesozoic-Cenozoic sedimentary cover.

**Key words:** seismogeological megacomplex, fault, reservoir, tectonics.

Район исследования расположен на северо-западе Томской области и сопредельной территории Ханты-Мансийского автономного округа. Согласно карте тектонического районирования Западной Сибири [1], рассматриваемый район охватывает северную часть Трайгородского мезовала – положительной структуры II порядка, осложняющей центральную часть Александровского свода. На западе Александровский свод граничит с крупной линейной надрифтовой депрессией – Колтогорским мегапрогибом, на востоке с Усть-Тымской мегавадиной. В северной части Трайгородского мезовала расположены Охтеурский вал и Вахское куполовидное поднятие, в центральной – Криволуцкий вал. Эти структуры выступают в качестве основных объектов исследований.

В осадочном чехле Западной Сибири выделяется четыре основных сейсмогеологических мегакомплекса: юрский, берриас-нижнеаптский, апт-альб-сеноманский и турон-кайнозойский [1, 2]. Юрский, берриас-нижнеаптский и апт-альб-сеноманский мегакомплексы являются основными нефтегазоносными комплексами на территории Западно-Сибирской провинции и перекрыты выдержанными по мощности и получившим развитие на обширных территориях морскими глинистыми пачками – региональными флюидоупорами. Региональные флюидоупоры характеризуются аномально-низкими относительно вмещающих пород акустическими характеристиками, и на них формируются наиболее энергетически-выраженные отражающие сейсмические горизонты – сейсмические реперы. В кровле юрского мегакомплекса залегает баженовская свита (II<sup>a</sup>), в кровле неокомского мегакомплекса – кошайская пачка алымского горизонта (III), в кровле апт-альб-сеноманского мегакомплекса – кузнецовская свита (IV).

В рамках проведенных исследований было осуществлено построение структурных карт по реперным стратиграфическим уровням и карт толщин сейсмогеологических мегакомплексов, которые легли в основу структурного и палеотектонического анализа. Проведенный анализ позволил сделать следующие выводы.

1. В региональном плане на современное строение исследуемой территории доминирующее влияние оказали постсеноманские, в первую очередь, кайнозойские тектонические процессы. Именно в кайнозое был сформирован современный облик крупных тектонических элементов I порядка – Александровского свода и Колтогорского мегапрогиба. Зона сочленения Александровского свода и Колтогорского мегапрогиба осложнена протяженными разрывными нарушениями северо-северо-восточного простирания, проникающими в кайнозой.

2. Несмотря на то, что в современном рельефе кровли юры Криволуцкий, Охтеурский валы и Вахское куполовидное поднятие занимают одинаковое гипсометрическое положение, история их формирования принципиально отлична.

Криволуцкий вал наиболее интенсивно формировался в юре и раннем мелу и практически не испытывал тенденцию к росту в постсеноманское время.

Структура осложнена большим количеством разломов, секущих юру и затухающих в нижнем мелу.

Вахское куполовидное поднятие в рельефе кровли юры было сформировано, главным образом, благодаря берриас-раннеаптским и апт-альб-сеноманским тектоническим движениям. На этих этапах развития южный и северный купола структуры испытывали тенденцию к росту. В то же время объединение этих куполов в единый тектонический элемент и, как следствие формирование в рельефе кровли юры крупной ловушки для нефтяной залежи в песчаных пластах горизонта Ю<sub>1</sub>, также связано с постсеноманскими тектоническими движениями. Эта структура осложнена небольшим количеством постюрских разломов, как правило, затухающих в нижнем мелу.

Охтеурский вал был сформирован, благодаря постсеноманским, в первую очередь, кайнозойским тектоническим движениям. Эта структура осложнена большим количеством разрывных нарушений, секущих практически весь мезозойско-кайнозойский осадочный чехол [3].

В плане нефтегазогеологического районирования территория исследований входит в состав Александровского нефтегазоносного района Васюганской нефтегазоносной области, в пределах которого наибольший интерес в отношении нефтегазоносности представляют верхнеюрские и меловые отложения [4]. На исследуемой территории залежи нефти и газа открыты в пределах всех положительных структур III порядка. На Криволуцком валу и Вахском куполовидном поднятии открыты, соответственно, Трайгородское и Вахское месторождения, связанные с верхнеюрскими песчаными пластами горизонта Ю<sub>1</sub>. На Охтеурском валу наиболее крупным является Северное месторождение, залежи нефти на котором сконцентрированы в верхней юре и меловых песчаных резервуарах, причём основные запасы углеводородов связаны именно с меловыми горизонтами.

Остановимся кратко на строении верхней юры и мела на юго-востоке Западной Сибири. Верхнеюрский резервуар представлен васюганской, георгиевской и баженовской свитами. В верхней части васюганской свиты залегает песчаный горизонт Ю<sub>1</sub>, с которым связано большинство залежей углеводородов на юго-востоке Западной Сибири. Васюганская свита перекрыта маломощной пачкой аргиллитов георгиевской свиты, на которых залегает баженовская свита, представленная кремнисто-глинисто-карбонатными битуминозными породами. На территории Западной Сибири баженовская свита является основной нефтепроизводящей толщей и одновременно выполняет роль регионального флюидоупора для залежей углеводородов в песчаных пластах горизонта Ю<sub>1</sub> васюганской свиты [4]. Баженовский горизонт перекрыт куломзинской свитой, которая представлена преимущественно аргиллитами. В верхней части свиты получили развитие шельфовые песчаные пласты, в нижней части – ачимовская пачка. Залегающие выше по разрезу отложения тарской, вартовской и покурской свит представлены переслаивающимися песчаниками, алевролитами и аргиллитами. Региональным флюидоупором для берриас-нижнеаптского комплекса является

кошайская пачка, для отложений апт-альб-сеноманского мегакомплекса – кузнецовская свита.

Нефтяные залежи, открытые на Охтеурском, Криволуцком валах и на Вахском куполовидном поднятии имеют ряд принципиальных отличий.

К Криволуцкому валу приурочено Трайгородское нефтяное месторождение, залежь нефти на котором занимает большую часть структуры и сконцентрирована в песчаных пластах горизонта Ю<sub>1</sub>. Особенностью Трайгородского месторождения является то, что в различных его частях залежь горизонта Ю<sub>1</sub> контролируется водо-нефтяными контактами (ВНК), расположенными на различных гипсометрических уровнях.

На Вахском куполовидном поднятии одноименное нефтяное месторождение также связано с верхнеюрскими песчаными пластами горизонта Ю<sub>1</sub>. На этой площади получили развитие песчаники, обладающие хорошими фильтрационно-емкостными характеристиками, и верхнеюрские песчаные пласты нефтенасыщены в пределах всего контура антиклинальной ловушки.

На Северном месторождении, открытом на Охтеурском валу, залежи нефти сконцентрированы в верхнеюрских песчаных пластах горизонта Ю<sub>1</sub>, а также в пластах берриас-нижеаптского и апт-альб-сеномана мегакомплексов. Несмотря на наличие хороших коллекторов и крупной антиклинальной ловушки, в песчаных пластах горизонта Ю<sub>1</sub> получили развитие незначительные залежи, локализованные в небольших куполах, осложняющих антиклинальную структуру – коэффициент заполнения верхнеюрской ловушки крайне невысок. В то же время в нижне- и верхнемеловых песчаных резервуарах залежи углеводородов заполняют значительные части антиклинальной структуры.

Остановимся на причинах столь принципиального отличия месторождений, приуроченных к структурам III порядка, осложняющим северную часть Александровского свода.

На этапе формирования песчаных пластов горизонта Ю<sub>1</sub> Криволуцкий вал занимал наиболее высокое гипсометрическое положение, в осевой части вала горизонт Ю<sub>1</sub> в разрезе отсутствует и палеозойский гранитный массив перекрыт баженовской свитой. Это обстоятельство предопределило формирование на Криволуцком валу песчаных пластов, характеризующихся низкими коллекторскими свойствами.

В рельефе кровли юры Вахское поднятие в качестве крупной антиклинальной ловушки было сформировано в конце позднего мела-кайнозое. Этап формирования структуры совпал со временем интенсивной генерации углеводородов нефтепроизводящими породами баженовской свиты. На исследуемой территории баженовская свита повсеместно перекрыта 200-метровой толщей аргиллитов куломзинской свиты, которая является надёжным флюидоупором и препятствует миграции углеводородов из нефтепроизводящих пород вверх по разрезу в меловые песчаные резервуары. В этой ситуации создаётся чрезвычайно благоприятная обстановка для формирования залежей углеводородов в подстилающих баженовскую свиту песчаных пластах горизонта Ю<sub>1</sub>, но отсутствуют предпосылки для миграции углеводородов в вышележащие меловые резервуары.

Формирование Охтеурского вала происходило в постсеноманское время, причём наиболее интенсивно в кайнозое – на этапе, когда баженовская свита вошла в главную зону нефтеобразования и процессы генерации и эмиграции углеводородов достигли максимальной интенсивности [4]. Выше было отмечено, что рост Охтеурского вала сопровождался активным формированием разломов, секущих практически весь мезозойско-кайнозойский осадочный чехол. Именно эти «незалеченные» разрывные нарушения явились каналами для миграции основной массы углеводородов вверх по разрезу и предопределили формирование многопластовой залежи в меловых резервуарах. В подстилающие баженовскую свиту песчаные пласты горизонта Ю<sub>1</sub>, были «отжаты» незначительные объёмы нефти, что и предопределило невысокий коэффициент заполнения верхнеюрской ловушки.

Анализ геолого-геофизических материалов позволил сделать следующие принципиальные выводы:

- наиболее перспективными для формирования значительных скоплений углеводородов в песчаных пластах горизонта Ю<sub>1</sub> являются антиклинальные ловушки, сформированные к началу интенсивной генерации и эмиграции углеводородов из баженовской свиты, неосложнённые разломами, проникающими в турон-маастрихтские и кайнозойские отложения. В этом случае, отсутствие каналов для миграции углеводородов в меловые отложения предопределяет заполнение верхнеюрских ловушек, что при наличии коллекторов приводит к формированию крупных нефтяных залежей, связанных с песчаными пластами горизонта Ю<sub>1</sub>;

- наиболее перспективными для формирования значительных скоплений углеводородов в меловых песчаных резервуарах являются антиклинальные ловушки, сформированные в конце позднего мела-кайнозое и осложнённые разрывными нарушениями, секущими практически весь осадочный чехол. В этом случае наличие флюидопроводящих разломов обеспечивает миграцию углеводородов вверх по разрезу и приводит к формированию крупных многопластовых залежей углеводородов в меловых песчаных пластах и незначительных сопутствующих залежей в верхней юре.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект 14-05-31508 мол-а.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Конторович В.А., Беляев С.Ю., Конторович А.Э. и др. Тектоническое строение и история развития Западно-Сибирской геосинеклизы в мезозое и кайнозое // Геология и геофизика, 2001, т. 42, № 11-12. С. 1832-1845.
2. Конторович В.А. Мезозойско-кайнозойская тектоника и нефтегазоносность Западной Сибири // Геология и геофизика, 2009, т. 50, № 4. С. 461-474.
3. Конторович В.А., Калинина Л.М., Лапковский В.В. и др. Тектоника и нефтегазоносность центральной части Александровского свода // Геология нефти и газа, № 5, 2011. С. 119-127.
4. Конторович А.Э., Нестеров И.И., Салманов Ф.К. и др. Геология нефти и газа Западной Сибири. М., Недра, 1975, 680 с.

© А. Ю. Калинин, М. В. Соловьев, 2014

## ТИПИЗАЦИЯ ЗАЛЕЖЕЙ УГЛЕВОДОРОДОВ ЮЖНО-ТУНГУССКОЙ НГО

### *Лариса Николаевна Константинова*

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории геологии нефти и газа Сибирской платформы, тел. (383)306-63-70, e-mail: KonstantinovaLN@ipgg.sbras.ru

### *Алевтина Олеговна Гордеева*

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, научный сотрудник лаборатории геологии нефти и газа Сибирской платформы, тел. (383)306-63-70, e-mail: GordeevaAO@ipgg.sbras.ru

### *Игорь Алексеевич Губин*

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории сейсмо-геологического моделирования природных нефтегазовых систем, тел. (383)330-13-62, e-mail: GubinIA@ipgg.sbras.ru

### *Елена Николаевна Кузнецова*

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, научный сотрудник лаборатории геологии нефти и газа Сибирской платформы, тел. (383)306-63-70, e-mail: KuznetsovaEN@ipgg.sbras.ru

На основе комплексного анализа результатов интерпретации сейсморазведочных работ и данных глубокого бурения построены структурные карты по основным нефтегазоносным горизонтам и отдельным продуктивным пластам на территории Южно-Тунгусской НГО. На базе усовершенствованной в ИНГГ СО РАН методики интерпретации данных ГИС для оценки коллекторских свойств пород с использованием результатов испытаний скважин и описания керна проницаемые интервалы выделены в разрезах скважин и прослежены на корреляционных схемах. С учетом влияния траппового магматизма на структурный план и нефтегазоносность района исследований проведена типизация залежей углеводородов.

**Ключевые слова:** Таначи-Моктаконский нефтегазоносный район, продуктивный горизонт, модель месторождения, нижний кембрий.

## TYPIZATION OF HYDROCARBONS ACCUMULATIONS THE SOUTH-TUNGUSKA OIL-AND-GAS BEARING REGION

### *Larisa N. Konstantinova*

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, Ph. D. in Geology, senior research scientist of Laboratory of Petroleum Geology of the Siberian Platform, tel. (383)306-63-70, e-mail: KonstantinovaLN@ipgg.sbras.ru

***Alevtina O. Gordeeva***

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, Ph. D. in Geology, research scientist of Laboratory of petroleum geology of the Siberian Platform, tel. (383)306-63-70, e-mail: GordeevaAO@ipgg.sbras.ru

***Igor A. Gubin***

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, Ph. D. in Geology, senior research scientist of Laboratory of seismogeological modelling of natural petroleum systems, tel. (383)330-13-62, e-mail: GubinIA@ipgg.sbras.ru

***Elena N. Kuznetsova***

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, research scientist of Laboratory of petroleum geology of the Siberian Platform, tel. (383)306-63-70, e-mail: KuznetsovaEN@ipgg.sbras.ru

Based on a comprehensive analysis of the results of the interpretation of seismic data and drilling data structural maps on the main oil-and-gas horizons and on the individual productive beds for fields in the South-Tunguska oil-and-gas region were built. On the basis of improved in IPGG SB RAS methods of interpretation of the production logging data for the evaluation of reservoir properties of rocks with the use of the results of the tests wells and the description of the core sample permeable intervals in drill cores were identified and traced on the correlation diagrams. Taking into account influence of the trap magmatism on the structural plan and petroleum potential of the exploration area geological models of oil-and-gas fields were built.

**Key words:** Tanachi-Moktakon oil-and-gas district, productive bed, model of structure field, lower Cambrian.

К настоящему времени на территории Южно-Тунгусской НГО в пределах Таначи-Моктаконского нефтегазозоносного района открыто четыре месторождения углеводородов (УВ) в нижнем кембрии: Моктаконское, Таначинское нефтегазовые, Нижнетунгусское и Усть-Дельтулинское газовые.

В тектоническом отношении месторождения приурочены к центральной части Бахтинско-Кондроминского выступа [2]. Влияние магматизма на строение залежей в первую очередь связано с резким изменением структурных планов различных стратиграфических уровней [6, 7]. Второй особенностью строения осадочного чехла исследуемой территории, повлиявшей на залежи УВ, является рифогенная природа формирования отложений кембрийских нефтегазозоносных горизонтов с типичной для нее фациальной изменчивостью в пределах небольших территорий – проницаемые рифогенные породы могут замещаться на плотные доломиты с примесью глин и сульфатов [4]. В условиях недостаточной кондиции для однозначного толкования получаемых результатов на первый план выступает тщательный анализ и обобщение всех имеющихся материалов. Подобные исследования осуществлялись научными коллективами различных организаций [1, 3, 5]. В настоящей работе авторами предпринята попытка построить и обосновать модели строения открытых, но в значительной степени недоизученных, месторождений УВ на территории Таначи-Моктакон-

ского НГР. В работе в полном объеме использованы данные нефтегазопроискового бурения: ГИС, результаты испытания скважин, описание керна; проведена интерпретация временных сейсмических разрезов, отрабатанных на Бахтинском участке, общей протяженностью 3 710 км. По имеющимся сейсмическим материалам были составлены и проинтерпретированы несколько композитных профилей. Все сеточные модели структурных карт по основным отражающим горизонтам были увязаны в соответствии с каталогом разбивок по скважинам, уточненных специалистами ИНГГ СО РАН. Таким образом, удалось существенно уточнить структурный план по кровлям нефтегазоносных горизонтов и провести типизацию залежей углеводородов.

Моктаконское нефтегазовое месторождение открыто в 1987 г. поисковой скв. Мк-1, которая дала притоки газа из таначинской свиты (амгинский ярус среднего кембрия), газа с конденсатом из абакунской свиты и нефти из моктаконской свиты (нижнего кембрия). На месторождении пробурено 7 скважин и выявлены залежи на трех стратиграфических уровнях: таначинской, абакунской и моктаконской свитах.

Газовую залежь таначинского горизонта (продуктивный горизонт А-I) можно классифицировать как массивную, сводовую, экранированную тектонически с северо-запада и, возможно, литологически с юго-востока. Высота залежи составляет около 60 м, площадь 30 км<sup>2</sup>. ГВК не установлен, принят условно на отметке -1732 м по нижней отметке интервала опробования. Флюидоупором для залежи служит глинисто-карбонатная толща летнинской свиты.

Нижезалегающий абакунский горизонт А-V подразделяется на два пронизываемых пласта – А-V-1 и А-V-2. Продуктивным газонасыщенным ( $Q_g = 1\,619,7$  тыс. м<sup>3</sup>/сут) на месторождении является пласт А-V-2, толщина которого на Моктаконском месторождении изменяется от 4 м (скв. 6) до 13 м (скв. 5). Из верхнего пласта А-V-1 получена пластовая вода. Газовая залежь нижнего абакунского пласта антиклинальная, пластовая, ГНК проведен по абсолютной отметке -2940 м. В скв. 1 также получена нефть и водонефтяной контакт проведен на абсолютной отметке -2945 м. Региональным флюидоупором для коллекторов абакунской свиты служит бурусская свита, нижняя часть которой представлена хемогенными карбонатными и сульфатно-карбонатными отложениями. Необходимо отметить, что в абакунской свите также встречаются локальные флюидоупоры. Рассмотренная выше пластовая газовая залежь, приуроченная к кавернозно-пористым доломитам (пласт А-V-2), экранируется засоленными доломитами мощностью около 26 м. При этом выше расположен водонасыщенный коллектор (пласт А-V-1), крышкой для которого служат карбонаты нижней части бурусской свиты.

Нефтяная залежь моктаконского горизонта открыта скв. 1, в результате опробования которой получен приток нефти 93 м<sup>3</sup>/сут. В составе моктаконского горизонта выделяются биогенные доломиты и известняки, глинистые и сульфатноносные биохемогенные доломиты. В пределах Моктаконской площади в структурном плане по кровле моктаконского горизонта выделяется куполовидное поднятие с амплитудой около 45 м. По результатам структурных

построений и анализа строения горизонта залежь является пластовой, антиклинальной, литологически экранированной. Ее площадь составляет 50 км<sup>2</sup>, эффективная толщина коллектора 6-8 м. Точное положение ВНК не установлено, контакт принят условно по нижнему уровню перфорации на абсолютной отметке -3037 м.

Таначинское нефтегазовое месторождение расположено в 250 км юго-восточнее г. Туруханска и в тектоническом отношении приурочено к северо-западной части Бахтинско-Кондроминского выступа. Месторождение открыто в 1984 г. поисковой скважиной № 2, которая дала притоки газа с конденсатом из таначинской свиты, дебитом 60 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Всего на месторождении пробурены одна параметрическая и 8 поисковых скважин. Строение месторождения изучено очень слабо. Нижнекембрийские продуктивные горизонты вскрыты только тремя скважинами.

Газовая залежь в таначинском горизонте. Из продуктивного горизонта А-I в результате испытаний были получены притоки углеводородных флюидов в скважинах Таначинская-2 (газ – 60 тыс. м<sup>3</sup>/сут), 3 (газ – до 85,5 тыс. м<sup>3</sup>/сут) и 5 (газ – 1449 м<sup>3</sup>/сут). В разрезах скважин таначинской и дельтулинской свит присутствуют один или два пласта траппов. На Таначинской площади внедрение траппов в нижнюю часть горизонта обусловило подъем структурного плана по кровле продуктивного горизонта А-I, где сформировалась массивная газовая залежь в районе скв. 2 и 3. Эффективная толщина коллектора составляет 20 м. Залежь массивная, сводовая, ограниченная с юга и запада двумя тектоническими нарушениями, ГВК проведен на абсолютной отметке -1550 м.

Прогнозная нефтегазовая залежь в абакунском горизонте предполагается северо-западнее Моктаконской залежи в пределах антиклинальной структуры, оконтуренной по данным МОВ (по всей ее площади) и МОГТ (только в ее северо-западной части). Слабая изученность объекта естественно снижает точность прогноза. По аналогии с Моктаконской залежью и с учетом результатов испытаний Таначинских скважин 1, 7, 8, 9, где получена пластовая вода, контуры ГНК и ВНК проведены на тех же отметках, что и на Моктаконском месторождении, -2490 и -2495 м соответственно. Прогнозная залежь пласта А-V-1 классифицируется как пластовая, антиклинальная.

Прогнозная нефтяная залежь в моктаконском горизонте. В пределах Таначинской площади в структурном плане по кровле моктаконского горизонта выделяется куполовидное поднятие, с амплитудой около 80 м. Абсолютные отметки кровли горизонта изменяются от -3035 до -2850 м. По данным глубокого бурения в отложениях горизонта отсутствуют трапповые тела, что положительно сказывается на перспективах его нефтегазоносности.

По результатам структурных построений и анализа строения горизонта предполагаемая залежь является пластовой, антиклинальной, литологически экранированной. Эффективная толщина коллектора предположительно составляет 6-8 м.

Усть-Дельтулинское газовое месторождение расположено в 270 км юго-восточнее г. Туруханск и в тектоническом отношении приурочено к восточно-

му крылу Джангдинского локального поднятия с амплитудой более 300 м, выявленного методами МОВ и МОГТ (юго-западный склон северной части Бахтинско-Кондроминского выступа). Месторождение открыто в 1992 г. и практически не изучено. На месторождении пробурена одна скважина Усть-Дельтулинская 214, которая дала приток газа из абакунского и моктаконского горизонтов.

Газовая залежь абакунского горизонта открыта Усть-Дельтулинской скв. 214 (дебит газа – 161 тыс м<sup>3</sup>/сут). Интервал испытания соответствует верхнему продуктивному пласту А-V-1. Толщина пласта составляет 16 м. Залежь антиклинальная, пластовая, тектонически экранированная. ГВК проведен на абсолютной отметке -2925 м.

Газовая залежь моктаконского горизонта. В единственной из пробуренных глубоких скважин Таначи-Моктаконского НГР из отложений моктаконского горизонта при опробовании пласта в процессе бурения был получен приток газа дебитом 500 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

Оконтуривающая изолиния структуры проведена по абсолютной отметке -3050 м, структурный план осложнен разрывными нарушениями, наиболее крупное из которых протягивается вдоль южной границы поднятия и имеет амплитуду смещения около 150 м. В результате комплексного анализа материалов сейсморазведки и глубокого бурения было установлено выклинивание пласта А-VI моктаконского горизонта к центральной части Джангдинского локального поднятия. По результатам структурных построений и анализа строения горизонта газовая залежь является пластовой антиклинальной, литологически экранированной. ГВК принят условно по нижнему уровню интервала опробования на абсолютной отметке -3069 м.

Нижнетунгусское газовое месторождение расположено в 210 км юго-восточнее г. Туруханска. В тектоническом отношении месторождение приурочено к южному крылу Анакитского локального поднятия, расположенного на северном склоне Бахтинско-Кондроминского выступа. На площади пробурено 5 скважин. Сква. 3 при опробовании пласта в процессе бурения в 1981 г. дала приток газа дебитом 210 тыс. м<sup>3</sup>/сут из таначинской свиты.

Залежь таначинского горизонта можно классифицировать как массивную, тектонически экранированную с северо-востока и возможно литологически экранированную с юга. Высота залежи составляет около 40 м, площадь залежи составляет порядка 130 км<sup>2</sup>. ГВК не установлен, принят условно на отметке -1840 м. Продуктивный горизонт А-I перекрыт глинисто-карбонатной толщей летнинской свиты.

Таким образом, можно отметить общую закономерность приуроченности однотипных залежей к определенному стратиграфическому интервалу осадочного чехла. Так в таначинском горизонте залежи как правило приурочены к его кровле и являются массивными, сводовыми, часто могут иметь тектонический экран, реже - литологический. Залежи абакунского горизонта пластовые, антиклинальные, также часто имеющие тектоническое ограничение. Залежи моктаконского горизонта в основном литологические, связанные с неоднородным

строением горизонта, и продуктивные линзовидные пласты могут быть приурочены как к сводам антиклинальных поднятий - залежи антиклинальные, литологически экранированные, так и к склоновым их участкам – залежи моноклинальные, литологически экранированные.

Открытые в Таначи-Моктаконской зоне нефтегазонакопления залежи на месторождениях нуждаются в дальнейшей разведке. Необходимо уточнить структурные планы по кровлям продуктивных уровней, определить закономерности распространения проницаемой части горизонтов, понять степень влияния траппового магматизма на процессы нефтегазоносности.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Битнер А.К. Особенности геологии и геохимии триады «нефть – конденсат – газ» залежей Южно-Тунгусской нефтегазоносной области и перспективы их комплексного использования. - Новосибирск: СНИИГиМС. – 2010. – 113 с.
2. Конторович А.Э., Беляев С.Ю., Конторович А.А., Старосельцев В.С., Мандельбаум М.М., Мигурский А.В., Моисеев С.А., Сафронов А.Ф., Ситников В.С., Филипцов Ю.А., Хоменко А.В., Еремин Ю.Г., Быкова О.В. Тектоническая карта венд-нижнепалеозойского структурного яруса Лено-Тунгусской провинции Сибирской платформы // Геология и геофизика. – 2009. - № 8. – Т. 50. – С. 851-862.
3. Мельников Н.В. Венд-кембрийский соленосный бассейн Сибирской платформы (Стратиграфия, история развития). – Новосибирск: СО РАН, 2009. – 148 с.
4. Мельников Н.В., Килина Л.И., Кригин В.А., Хоменко А.В. Нефтегазоносность кембрийских рифов Сурингдаконского свода // Теоретические и региональные проблемы геологии нефти и газа. – Новосибирск: Наука, 1991. – С. 180-189.
5. Нефтегазоносные бассейны и регионы Сибири. Вып. 5. Тунгусский бассейн / Конторович А.Э., Старосельцев В.С., Сурков В.С. и др. – Новосибирск, 1994. – 91 с.
6. Хоменко А.В. Основные черты размещения долеритов в чехле западной части Сибирской платформы //Тр. СНИИГиМС - Новосибирск, 1978. - Вып. 264. – С. 93-103.
7. Хоменко А.В., Кудрина Т.Р., Соколова М.Ф. Трапповый магматизм - один из критериев нефтегазоносности Бахтинского мегавыступа // Критерии и методы прогноза нефтегазоносности. – Новосибирск, 1987. – С. 82-89.

© Л. Н. Константинова, А. О. Гордеева, И. А. Губин, Е. Н. Кузнецова, 2014

## **ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЕНИСЕЙ-ХАТАНГСКОГО РЕГИОНАЛЬНОГО ПРОГИБА**

*Александр Александрович Кох*

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, аспирант, младший научный сотрудник лаборатории гидрогеологии осадочных бассейнов Сибири, тел. (383)363-80-37, e-mail: KokhAA@ipgg.sbras.ru

На основе проведенного анализа общегидрогеологических условий, данных по современной гидрогеохимии, гидродинамике, геотермии и палеогидрогеохимических условий нижнего гидрогеологического этажа западной части Енисей-Хатангского регионального прогиба (ЕХРП) выполнен региональный прогноз нефтегазоносности. По гидрогеологическим критериям нефтегазоносности (группа гидрогеохимическим, водорастворенных газов и органического вещества) выделены наиболее перспективные объекты на обнаружение пропущенных залежей нефти и газа в неокомском (нижнехетский, верхнесуходудинский резервуары) и нижне-среднеюрском (малышевский резервуар) комплексах.

**Ключевые слова:** гидрогеологические критерии, нефтегазоносность.

## **HYDROGEOLOGICAL PREREQUISITES OF PETROLEUM POTENTIAL WESTERN PART OF THE YENISEI-KHATANGA REGIONAL TROUGH**

*Aleksandr A. Kokh*

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, Ph. D. student, Junior research scientist of Laboratory of hydrogeology of Siberian sedimentary basins, tel. (383)363-80-37, e-mail: KokhAA@ipgg.sbras.ru

A regional forecast on petroleum potential made based on the analysis of general hydrogeologic conditions, current hydrogeochemistry data, hydrodynamics, geothermic, and palaeohydrogeochemical conditions of the lower hydrogeological unit in the western Yenisei-Khatanga regional trough (YKhRT). The most promising targets have been highlighted for the detection of missed petroleum deposits in the Neocomian (Lower Kheta and Upper Sukhaya Dudinka pools) and Lower-Middle Jurassic (Malyshev pool) aquifers based on hydrogeochemical indicators and criteria of water dissolved gas and organic matter.

**Key words:** hydrogeological backgrounds, petroleum potential.

Исследуемая территория находится на территории Таймырского Долгано-Ненецкого муниципального района Красноярского края и ЯНАО, в тектоническом отношении приурочена к Енисей-Хатангскому региональному прогибу (ЕХРП), отделяя Таймырскую систему дислокаций от Сибирской платформы. Мезо-кайнозойская часть разреза в восточном направлении ограничена Малохетско-Рассохинско-Балахнинским глубинным разломом с системой одноименных мегавалов, на западе – открывается и сливается со структурами Западно-Сибирского мегабассейна (ЗСМБ). Согласно нефтегазогеологическому райони-

рованию, регион расположен в северной части Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции (НГП) и выделяется в составе одноименной нефтегазоносной области (НГО). На западе граничит с Гыданской НГО, входящей в состав Западно-Сибирской НГП [4, 7, 14].

Вопрос о нефтегазоносности исследуемой территории впервые был поставлен Н. А. Гедройцем в 1935 году после проведения маршрутных геологических исследований в Усть-Енисейском районе и открытия выходов горючих газов и озер с минерализованными водами. Впоследствии нефтегазопроисследовательские работы связаны с именами: Е. Г. Бро, Н. А. Гедройца, Г. Д. Гинсбурга, Г. А. Ивановой, М. К. Калинин, Н. М. Кругликова, Н. И. Обидина, В. М. Пономарева, О. В. Равдоникас, Н. Н. Ростовцева, Г. Е. Рябухина, М. Х. Сапира, П. Д. Сиденко, Д. Б. Тальвирского, Ю. В. Федорова, А. В. Щербакова и многих других [1, 13].

Изучение особенностей геологического строения и условий седиментации показало, что мезо-кайнозойская часть ЕХРП является продолжением структур ЗСМБ, которая в восточном направлении становится составной частью депрессий, обрамляющих Восточную Сибирь. Вопросы прогноза и оценки перспектив нефтегазоносности по гидрогеологическим критериям в пределах Западно-Сибирской НГП занимались М.Е. Альтовский, Е.А. Барс, Г.Ю. Валукоис, М.А. Гатальский, М.С. Гуревич, Л.М. Зорькин, А.А. Карцев, А.Э. Конторович, В.А. Кротова, В.М. Матусевич, А.Д. Назаров, И.И. Нестеров, В.А. Нуднер, Н.Н. Ростовцев, В.П. Савченко, В.А. Сулин, М.И. Суббота, Е.В. Стадник, Г.И. Сухарев, В.Б. Торгованова и другие.

Результаты геолого-разведочных работ последних лет подтвердили высокий потенциал нефтегазоносности мезозойско-кайнозойских отложений открытием Байкаловского нефтегазоконденсатного и Северо-Пайяхского нефтяного месторождений. Согласно выполненной в ИНГГ СО РАН количественной оценке, начальные геологические ресурсы углеводородов (УВ) мезозойских отложений Енисей-Хатангской НГО составляют 11 млрд. т., извлекаемые – 7 млрд. т. Сегодня здесь открыто более 25 месторождений (Ванкорское, Зимнее, Мессояхское, Пеляткинское и другие) [5, 6, 12].

Абсолютным большинством гидрогеологов признается приоритетная роль воды в процессах образования УВ, условиях их миграции и концентрации, где подземные воды выступают и как среда и как активный участник переноса. Таким образом, особенности состава подземных вод, водорастворенный газ (ВРГ) и органическое вещество (ОВ) нашли широкое применение в качестве гидрогеологических критериев нефтегазоносности. Сегодня можно говорить о классификационной системе нефтегазопроисследовательских гидрогеологических критериев, учитывающих характер и значение каждого показателя, с возможностями их применения на различных этапах поисковых работ.

Первые попытки систематизировать гидрогеологические показатели были выполнены В.Т. Малышек в 30-х гг. прошлого века. После, теоретические основы прогноза перспектив нефтегазоносности по гидрогеохимическим критериям изложены в работах В.А. Сулина (1946). Далее этот вопрос разрабатывали И.К. Игнатович (1948), А.А. Карцев (1954), Е.Е. Белякова (1956), М.А. Гатальский (1960), В.А. Кротова (1960), Г.В. Богомолов, А.П. Козин, М.И. Зей-

дельсон, М.И. Суббота, И.Б. Фейгельсон (1961), К.В. Филатов (1962), А.С. Зингера (1966), Е.И. Кудрявцева, В.Б. Торгованова (1971), Ю.Г. Зимин (1973), Е.А. Барс (1978) и другие.

Особое внимание в работе уделено группам общегидрогеологических, гидродинамических, гидрогеотермических, гидрогеохимических, палеогидрогеологических, показателей ВРГ и ВРОВ.

По общегидрогеологическим и палеогидрогеологическим критериям, осевая часть ЕХРП является наиболее перспективной. Регион характеризуется мощным (до 6-12 км) терригенным разрезом с выдержанными водоносными комплексами, обладающие высокими фильтрационно-емкостными свойствами. Согласно принятой гидрогеологической стратификации здесь выделяют верхний и нижний гидрогеологические этажи, разделенные между собой выдержанными по простирацию турон-кампанскими алевроитисто-глинистыми породами (региональный водоупор) [8, 10, 11].

Верхний гидрогеологический этаж – зона активного газоводообмена, представлен слабо- и несцементированными породами верхнемелового (маастрихт) – четверичного возраста. Исследуемый регион относится к зоне сплошного монолитного распространения многолетнемерзлых пород (ММП) от 180 до 600 м. Которая в общих чертах считается надежным флюидоупором, оказывая существенное влияние на температурный режим осадочных пород и залежей УВ, способствуя при этом формированию на отдельных участках залежей газогидратов (долганский резервуар и газалинская пачка) [9].

В пределах нижнего гидрогеологического этажа (зона затрудненного и застойного водообмена) обособляются пять гидрогеологических комплексов: аптальб-сеноманский, неокомский, верхнеюрский, ниже-среднеюрский, и триас-палеозойский нерасчлененный. Они изолированы друг от друга надежными флюидоупорами, их выдержанность нарушается локально на участках размывов и тектонических нарушений (Малохетско-Рассохинско-Балахнинская система мегавалов), которые являются внутренними областями разгрузки и возможными зонами межпластовых перетоков.

По результатам палеогидрогеологических реконструкций установлено, что в прибортовых частях на протяжении всей истории развития бассейна господствовали обстановки континентального осадконакопления (основной источник подземных вод пресные метеогенные воды с минерализацией до 2 /дм<sup>3</sup>). В осевой части прогиба во время длительных элизионных этапов захоранивались сингенетичные талассогенные воды (преимущественно хлоридного натриевого состава с величиной минерализации от 15 до 35 г/дм<sup>3</sup>) совместно с богатыми ОВ морскими глинистыми осадками.

Эволюция гидродинамического поля здесь проходила в тесной связи с гидрогеологической цикличностью развития бассейна. В центральной части региона установлена область аномально высоких пластовых давлений (АВПД), которые выявлены в неокомском, ниже-среднеюрском гидрогеологических комплексах, вследствие создания напора при отжатии подземных вод из мощного гольчихинского водоупора (до 420 м на Яковлевской площади и 700 м на Дерябинской

площади). АВПД являются признаком высокой степени закрытости недр, послужившие сохранению реликтовых растворов седиментогенного типа, и являются благоприятным фактором для протекания процессов нефтегазообразования.

Анализ распределения пластовых температур по разрезу выявил зону повышенных геотермических градиентов в приразломных областях Малохетско-Рассохинско-Балахнинской системы мегавалов и пониженных геотермических градиентов в прибортовых частях прогиба, сопровождающиеся выклиниванием осадочного чехла и наращиванием мощности ММП. Благоприятные температурные значения (в пределах 60-120 °С) для протекания процессов нефтеобразования и сохранности залежей УВ, установлены в неокотском и нижезалегающих гидрогеологических комплексах.

Зафиксировано, что подземные воды, связанные с УВ имеют специфический солевой и газовый состав в зависимости от фазового состава залежи. В качестве гидрогеохимических критериев показателей нефтегазоносности могут выступать самые разнообразные химические компоненты подземных вод, их отношения и повышенные концентрации.

Для исследуемой территории выбран оптимальный комплекс гидрогеохимических показателей, указывающих на благоприятные условия генерации, миграции и аккумуляции УВ: концентрации  $\text{SO}_4$ ,  $\text{HCO}_3$ , Са, нафтеновых кислот, повышенные значения  $\text{NH}_4$ , J, Br, коэффициент метаморфизации  $\text{Na/Cl}$ ,  $\text{Cl/Br}$ ,  $\text{V/Br}$ ,  $\text{гСа/гMg}$ , газовый фактор, концентрация метана, сумма тяжелых углеводородов (ТУ), азота и бензола.

Поисковыми работами доказана высокая степень газонасыщенности подземных вод ЕХРП. Газонасыщенность изучена на Джангодской, Долганской, Мессояхской, Рассохинской и Суходудинской площадях. Наибольшие значения установлены в скважине №5 Джангодской площади (1124-1140 м, нижнехетская свита,  $\Gamma=2,8$  л/л), №4 Мессояхской площади (882-892 м, долганская свита,  $\Gamma=2,5$  л/л). Водорастворенные газы преимущественно углеводородного состава. Содержание метана в пределах от 81,4 до 98,8 об.% [1 - 3]. Содержание тяжелых углеводородов (ТУ) изменяется от сотых долей процента до 11,3 об.%. Среди ТУ содержание этана резко преобладает над суммой остальных углеводородов. Отмечается «утяжеление» газов с глубиной.

Многочисленные фактические данные указывают, что содержание ОВ в подземных водах месторождений выше, чем на «пустых» структурах, следовательно, служит прямым признаком наличия залежей УВ. Среди всей водорастворенной органики особое место отводится бензолу и его гомологам. В регионе аналитический материал по ВРОВ характеризует разрез от нижней юры до верхнего мела на Казанцевской, Пеляткинской и Южно-Соленинской площадях [2; 3]. По характеру распределения бензола в водах установлено наличие вблизи залежей ореолов повышенных концентраций бензола.

По предложенному комплексу критериев нефтегазоносности, выделены наиболее перспективные объекты на обнаружение пропущенных залежей. Максимальные перспективы связаны с отложениями меловых резервуаров (верхне-суходудинский и нижнехетский): Средне-Яровская, Токачинская, Яровская

и другие площади. Но открытые залежи УВ в юрских резервуарах на Зимней, Нижнехетской и Хабейской площадях, а также многочисленные нефте- и газопоявления позволяют считать эти резервуары весьма перспективными на обнаружение мелких и средних по запасам залежей. В юрских резервуарах наиболее перспективными на поиски залежей УВ являются малышевский (Дерябинская, Пеляткинская, Тампейская и другие площади), в меньшей степени сиговский и надояхский резервуары (Суходудинская площадь).

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 14-05-00868 А).

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гинсбург Г.Д., Иванова Г.А. Некоторые характерные черты геохимической зональности подземных вод в юго-западной части Енисей-Хатангского прогиба // Геология и нефтегазоносность мезозойских прогибов севера Сибирской платформы: Сб. ст. – Л.: НИИГА, 1977. – С. 6-23.
2. Иванова Г.А. Особенности геохимии подземных вод юго-западной части Енисей-Хатангской нефтегазоносной области / Кандидатская диссертация. – Норильск: Севморгео. – 1973. – С. 226.
3. Иванова Г.А., Мелькановицкая С.Г. Бензол и его гомологи в пластовых водах Енисей-Хатангского прогиба // Геология нефти и газа. – 1973. – №2. – С. 27-34.
4. Конторович А.Э., Гребенюк В.В., Кузнецов Л.Л. и др. Нефтегазоносные бассейны и регионы Сибири. Вып. 3. Енисей-Хатангский бассейн. – Новосибирск, 1994. – 71 с.
5. Конторович А.Э., Ершов С.В. Нефтегазовый резерв Западной Сибири // Наука из первых рук. – 2010. – №3(33). – С. 26-29.
6. Конторович А.Э., Пономарева Е.В., Грекова Л.С. и др. Методика планирования ГРП на участках недр в западной части Енисей-Хатангского прогиба // ГЕО-Сибирь-2011. VII Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2011 г.). – Новосибирск: СГГА, 2011. Т. 2, ч. 2. – С. 108–112.
7. Конторович В.А. Тектоника и нефтегазоносность западной части Енисей-Хатангского регионального прогиба // Геология и геофизика. – 2011. – Т. 52. – №8. – С. 1027-1050.
8. Матусевич В. М., Рыльков А. В., Ушатицкий И. Н. Геофлюидальные системы и проблемы нефтегазоносности Западно-Сибирского мегабассейна. – Тюмень: ТюмГНГУ. 2005. 225 с.
9. Макагон Ю.Ф., Омельченко Р.Ю. Мессояха – газогидратная залежь, роль и значение // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. – 2012. - № 3. С. 5 – 19.
10. Новиков Д.А. Гидрогеология западной части Енисей-Хатангского регионального прогиба // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2013. Т. 8. №1. [www.ngtp.ru/rub/4/2\\_2013.pdf](http://www.ngtp.ru/rub/4/2_2013.pdf).
11. Нуднер В.А. Гидрогеология СССР. Т.ХVI. Западно-Сибирская равнина (Тюменская, Омская, Новосибирская и Томская области). – М.: Недра. 1970. 368 с.
12. Поляков А.А., Фомина Е.В., Исаев А.В., Карпухин С.М. Новые направления геолого-разведочных работ на западе Енисей-Хатангского прогиба (правобережье Енисея) // Научно-технический вестник ОАО «НК РОСНЕФТЬ». – 2012. – Вып. 26. – С. 2-7.
13. Равдоникас О.В. Основные итоги гидрогеологических исследований нефтеносных районов севера Западной Сибири / Под ред. Грамберга И.С. – М.: Госгеолтехиздат, 1962. – 194 с.
14. Фомин М.А. Анализ тектонического строения мезозойско-кайнозойского осадочного чехла Енисей-Хатангского регионального прогиба по опорным горизонтам, тектонические предпосылки его нефтегазоносности // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. № 9. 2011. С. 4-20.

© А. А. Кох, 2014

## **НИЖНЯЯ ГРАНИЦА КЕМБРИЯ В ЦЕНТРАЛЬНЫХ РАЙОНАХ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ: НОВЫЕ ИЗОТОПНО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ И ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ**

***Борис Борисович Кочнев***

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории палеонтологии и стратиграфии докембрия, тел. (383)333-33-29, e-mail: kochnevbb@ipgg.sbras.ru

***Борис Глебович Покровский***

ФГБУН Геологический институт Российской академии наук, 119017, Россия, г. Москва, Пыжевский пер., 7, доктор геолого-минералогических наук, зав. лабораторией, тел. (495)951-94-57, e-mail: pokrov@ginras.ru

***Наталья Валентиновна Новожилова***

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории палеонтологии и стратиграфии палеозоя, тел. (383)335-64-22, e-mail: novozhilovanv@ipgg.sbras.ru

***Галина Алексеевна Карлова***

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, научный сотрудник лаборатории палеонтологии и стратиграфии докембрия, тел. (383)333-33-29, e-mail: sokolovalv@ipgg.sbras.ru

Получены новые биостратиграфические и изотопно-геохимические данные для карбонатных толщ переходных от венда к кембрию в ряде скважин центральных районов Сибирской платформы. Показано, что основание томмотского яруса проходит вблизи подошвы юрхской свиты в верхней части даниловского горизонта.

**Ключевые слова:** Сибирская платформа, венд, кембрий, геохимия стабильных изотопов, мелкораковинные окаменелости.

## **LOWER BOUNDARY OF CAMBRIAN SYSTEM IN THE CENTRAL AREAS OF SIBERIAN PLATFORM: NEW ISOTOPE-GEOCHEMICAL AND PALAEOLOGICAL CONSTRAINTS**

***Boris B. Kochnev***

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, Ph. D., Senior Researcher of Laboratory of Precambrian paleontology and stratigraphy, tel. (383)333-33-29, e-mail: kochnevbb@ipgg.sbras.ru

***Boris G. Pokrovsky***

Geological Institute of Russian Academy of Sciences, 119017, Russia, Moscow, Pyzhevsky per., 7, Dr. Sci., Head of the Laboratory, tel. (495)951-94-57, e-mail: pokrov@ginras.ru

**Natalya V. Novozhilova**

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptyug av., 3, Ph. D., Senior Researcher of Laboratory of Paleozoic paleontology and stratigraphy, tel. (383)335-64-22, e-mail: novozhilovanv@ipgg.sbras.ru

**Galina A. Karlova**

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptyug av., 3, Researcher of Laboratory of Precambrian paleontology and stratigraphy, tel. (383)333-33-29, e-mail: sokolovalv@ipgg.sbras.ru

Newbiostratigraphical and isotope-geochemical data from transitional Vendian-Cambrian carbonate-dominated sequences in several boreholes from the central areas of Siberian Platform were obtained. The base of Tommotian Stage corresponds to the lower boundary of Yuryakh Formation (upper part of Danilovo Horizon).

**Key words:** Siberian Platform, Vendian, Cambrian, stable isotope geochemistry, small-shelly fossils.

Во внутренних районах Сибирской платформы положение нижней границы кембрия, которая в российской стратиграфической шкале соответствует основанию томмотского яруса, а в международной – подошве немакитдалдынского яруса/горизонта, остается не вполне определенным. С ростом объемов глубокого бурения возникла необходимость более точного сопоставления разрезов скважин с разрезами вдоль обнаженной периферии платформы. Попытки обосновать эту границу по микрофоссилиям, а позднее по известковым водорослям и фитолитам [2] привели к тому, что достаточно мощные стратиграфические интервалы были датированы в качестве переходных. В 90-х гг. в скважине Эйикская-343-0 на гл. ~1730 м была установлена смена комплексов мелкораковинных остатков (SSF), характерная для границы венда и кембрия в Сибири, однако корреляция ее с естественными разрезами Прианабарья была проведена не совсем точно, а подошва томмотского яруса была ошибочно помещена в середину юряхской свиты [3].

В то же время, по ряду разрезов севера и востока Сибирской платформы, где положение основания томмотского яруса установлено по палеонтологическим находкам, известны кривые изменения изотопного состава углерода и кислорода в карбонатных породах ( $\delta^{13}\text{C}$  и  $\delta^{18}\text{O}$ ). Отложения верхов венда и нижней части томмотского яруса во многих из них характеризуются наличием крупных положительных и отрицательных экскурсов  $\delta^{13}\text{C}$ , достигающих 4–5 ‰ и более [1]. Отрицательные экскурсы кривой  $\delta^{13}\text{C}$  могут иметь как первичную природу и отражать особенности состава воды в палеобассейне, так и быть результатом постседиментационных изменений. Положительные аномалии  $\delta^{13}\text{C}$  в карбонатах, как считается, имеют в основном первичную природу и, соответственно, более высокий корреляционный потенциал. В частности, такая крупная положительная экскурсия с амплитудой до 5–6 ‰ отмечается в верхней части кессюсинской свиты Оленекского поднятия [5] и медвежьинской свиты Западного Прианабарья [1, 4], а также вблизи подошвы пестроцветной свиты

востока Алданского щита [6]. В этих разрезах положение границы венда и кембрия по SSF определено весьма точно.

Для внутренних районов Сибирской платформы изотопно-геохимические исследования вендских и раннекембрийских отложений носили до сих пор достаточно общий характер. Нами было проведено изучение изотопного состава углерода и кислорода для юряхской и нижней части билирской свит в 5 скважинах (рис. 1), часть из которых (Чайкинская-367, Западно-Ботуобинская-362-0, расположена в Западной соленосной, с преобладанием доломитов, фациальной области, а часть (Онхойдохская-252-0, Айхальская-703 и Эйикская-343-0) – в Переходной фациальной области, где на этом уровне соли практически отсутствуют и преобладают известняки. Основная часть измерений проведена в Лаборатории геохимии стабильных изотопов ГИН РАН, г. Москва Б.Г. Покровским; 17 образцов из скв. Э-343-0 были обработаны в Аналитическом центре ИГМ СО РАН, г. Новосибирск, аналитик О.П. Изох. Данные по изотопному составу углерода, с привязкой к сводной литологической колонке представлены на рис. 1.

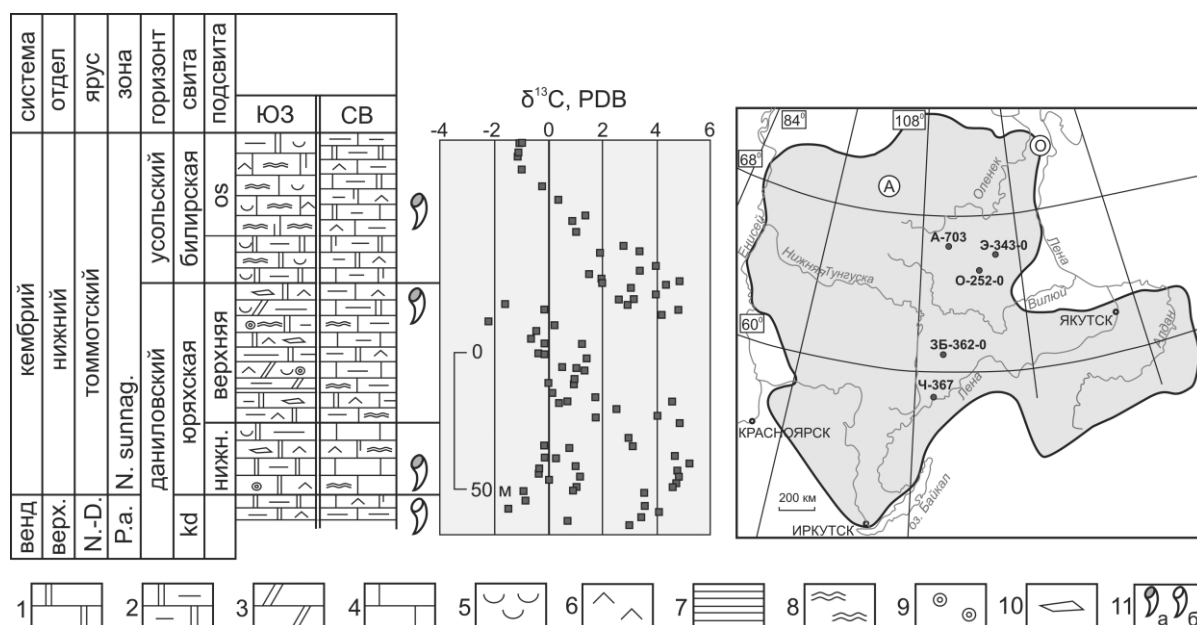


Рис. 1. Сводная кривая  $\delta^{13}\text{C}$  для переходных венд-кембрийских отложений центральных районов Сибирской платформы:

- 1 – доломиты; 2 – глинистые доломиты; 3 – доломитовые мергели; 4 – известняки; 5 – каменная соль; 6 – ангидриты; 7 – аргиллиты; 8 – биоламиниты; 9 – микрофитолиты; 10 – интракластовые и брекчированные карбонаты; 11 – мелкораковинные остатки; а – зоны *N. sunnaginicus*, б – зоны *P. antiqua*

Измеренные соотношения  $\delta^{18}\text{O}$  для всех образцов лежат в интервале от 22 до 29 ‰ V-SMOW, что указывает на незначительные постдиагенетические изменения. Наиболее яркой особенностью изученных разрезов является наличие

крупной положительной экскурсии  $\delta^{13}\text{C}$  на границе билирской и юряхской свит. Для нее характерен постепенный рост отношения  $\delta^{13}\text{C}$  от -1 ‰ в осинском горизонте и в разновозрастных пачках до +4...+4.5‰ вниз к подошве билирской свиты и далее резкое снижение этого значения до околонулевых или слабо отрицательных величин. Мощность интервала с этой аномалией, характер рисунка кривой и амплитуда экскурсии практически идентичны в скв. ЗБ-362-0 и Ч-367, расположенных в более чем 200 км друг от друга, что позволяет считать ее выдержанным региональным геохимическим репером. В скв. Э-343-0 в пограничном интервале между билирской и юряхской свитами также наблюдаются рост значений  $\delta^{13}\text{C}$  сверху вниз от +1.6 до +4.9‰. Верхняя часть юряхской свиты в изученных разрезах (скв.ЗБ-362-0, Ч-367, А-703) характеризуется околонулевыми значениями  $\delta^{13}\text{C}$ , вариации которых не выходят за пределы -2...+1.5‰.

В нижней подсвитеюряхской свиты, которая фрагментарно или полностью представлена измерениями в скв. Ч-367, А-703, Э-343-0 и О-252-0 наблюдается существенная разница в значениях  $\delta^{13}\text{C}$  между разрезами. В юго-западных из них значения  $\delta^{13}\text{C}$  околонулевые или слабо положительные и практически не отличаются от верхней подсвиты. В северо-восточных разрезах (скв. А-703 и Э-343-0) в нижнеюряхской подсвите наблюдается заметный рост значений  $\delta^{13}\text{C}$ , достигающих +5 ‰ (рис. 1). В подстилающих отложениях кудулахской свиты во всех случаях значения  $\delta^{13}\text{C}$  скачкообразно понижаются на 1-2 ‰. Так как юряхская свита и ее нижняя подсвита в этом районе весьма выдержаны по простиранию, резкие изменения изотопного состава карбонатного углерода по латерали сложно объяснить срезанием слоев во время размыва. Внутрибассейновые вариации  $\delta^{13}\text{C}$ , известные в эпиплатформенных вендских бассейнах Китая и других регионов [8], для этого стратиграфического уровня пока представляются маловероятными: они наблюдаются при переходе от относительно глубоководных глинистых фаций к мелкому шельфу, тогда как нижняя подсвита юряхской свиты, по нашим наблюдениям, везде сложена мелководными отложениями. Наиболее вероятной причиной понижения значений  $\delta^{13}\text{C}$  в юго-западных разрезах, вероятно, являются интенсивные постдиагенетические изменения карбонатов нижнеюряхской подсвиты за счет выщелачивания галита в разрезах западного типа, что наблюдается, в частности, в разрезе скв. Чайкинской-367.

В разрезе этой же скважины, в верхней части юряхской свиты на гл. 926.4 м при растворении проб на SSF найден *Hyolithellusvladimirovae* – хиолит, появляющийся лишь в томмотских отложениях, а также другие остатки, определенные Н.В. Новожиловой как *Chancelloriasp.* и *Exilithecasp.* Ниже, в средней части юряхской свиты на гл. 970.4 м найден слепок ядра раковины, напоминающий крышку хиолита *Ovalithecasp.* Таким образом, томмотские окаменелости характеризуют, по крайней мере, большую часть юряхской свиты в скв. Ч-367. Более детальная корреляция разреза скв. Эйикской-343-0 с разрезами смежных скважин показала, что смена комплексов SSF верхневендской зоны *Purella antiqua* томмотской *Nochoroicyathus sunnaginicus* происходит не в средней части юрях-

ской свиты, а в ее подошве. Таким образом, мы предполагаем, что граница венда и кембрия проходит внутри даниловского регионального горизонта вблизи подошвы юряхской и тэтэрской свит.

Сравнение полученных нами данных с информацией по разрезам обнаженной периферии Сибирской платформы показывает, что в томмотских отложениях в различных случаях могут наблюдаться либо один, либо два позитивных пика кривой  $\delta^{13}\text{C}$ . При глобальной корреляции переходных венд-кембрийских толщ наиболее крупные позитивные пики  $\delta^{13}\text{C}$  датируются порядка 525-527 и 530-532 млн. лет [6]. В сибирских разрезах первое появление томмотских SSF может происходить как несколько выше по разрезу, так и ниже нижней из этих позитивных экскурсий. Таким образом, в отсутствие достоверных биостратиграфических данных, либо когда появление палеонтологических остатков в разрезе контролируется фациальными причинами, изотопная хемотратиграфия, отражающая крупные синхронные события в палеоокеане, может служить важным инструментом корреляции.

Исследования выполнены при поддержке РФФИ (гранты 13-05-00784, 14-05-00274).

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Покровский Б.Г., Миссаржевский В.В. Изотопная корреляция пограничных толщ докембрия и кембрия Сибирской платформы // Докл. АН, 1993. - Т. 329. - № 6. - С. 768-771.
2. Решения четвертого Межведомственного регионального стратиграфического совещания по уточнению и дополнению стратиграфических схем венда и кембрия внутренних районов Сибирской платформы. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 1989. – 64 с.
3. Хоментовский В.В., Федоров А.Б., Карлова Г.А. Нижняя граница кембрия во внутренних районах севера Сибирской платформы // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 1998. – Т.6. - №1. – С. 3-11.
4. Kaufman A.J., Knoll A.H., Semikhatov M.A. et al. Integrated chronostratigraphy of Proterozoic-Cambrian boundary beds in the western Anabar region, northern Siberia // Geological Magazine, 1996. - V.133. – No 5. – P. 509-533.
5. Knoll A.H., Grotzinger J.P., Kaufman A.J. et al. Integrated approaches to terminal Proterozoic stratigraphy: an example from Olenek Uplift, northwestern Siberia // Precambrian Research, 1995. – V. 73. – P. 251-270.
6. Magaritz, M., Holser, W.T., Kirschvink, J.L. Carbon-isotope events across the Precambrian/Cambrian boundary on the Siberian Platform // Nature, 1986. – V. 320. – P. 258-259.
7. Maloof A.C., Porter S.M., Moore J.L. et al. The earliest Cambrian record of animals and ocean geochemical change // GSA bulletin, 2010. – V. 122. No. 11/12. – P. 1731-1774.
8. Zhu M., Lu M., Zhang J. et al. Carbon isotope chemostratigraphy and sedimentary facies evolution of the Ediacaran Doushanto Formation in western Hubei, South China // Precambrian research, 2013. – V. 225. – P. 7-28.

© Б. Б. Кочнев, Б. Г. Покровский, Н. В. Новожилова, Г. А. Карлова, 2014

## **ВЛИЯНИЕ ТРАППОВОГО МАГМАТИЗМА НА СТРУКТУРЫ ОСАДОЧНОГО ЧЕХЛА НА ПРИМЕРЕ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЮЖНО-ТУНГУССКОЙ НГО**

***Елена Николаевна Кузнецова***

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, научный сотрудник лаборатории нефти и газа Сибирской платформы, тел. (383)33-29-00, e-mail: KuznetsovaEN@ipgg.sbras.ru

***Алевтина Олеговна Гордеева***

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, научный сотрудник лаборатории нефти и газа Сибирской платформы, e-mail: GordeevaAO@ipgg.sbras.ru

***Игорь Алексеевич Губин***

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории сейсмогеологического моделирования природных нефтегазовых систем, e-mail: GubinIA@ipgg.sbras.ru

***Лариса Николаевна Константинова***

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории нефти и газа Сибирской платформы, e-mail: KonstantinovaLN@ipgg.sbras.ru

В работе проанализировано влияние магматизма на изменение структурных планов различных интервалов осадочного чехла. На основе данных глубокого бурения показано, что процесс внедрения трапповых интрузий вызвал подъем вышележащих осадочных пород на величину соизмеримую с мощностью пластовых магматических тел.

**Ключевые слова:** Восточная Сибирь, Южно-Тунгусская НГО, трапповый магматизм, структурные планы.

## **THE IMPACT OF THE TRAP MAGMATISM ON THE STRUCTURES OF THE SEDIMENTARY COVER IN CASE WESTERN PART OF SOUTH TUNGUSSKAYA PGR**

***Elena N. Kuznetsova***

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, research scientist of Laboratory of Petroleum Geology of the Siberian platform, tel. (383)33-29-00, e-mail: KuznetsovaEN@ipgg.sbras.ru

***Alevtina O. Gordeeva***

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, Ph. D. in Geology, research scientist of Laboratory of petroleum geology of the Siberian Platform, e-mail: GordeevaAO@ipgg.sbras.ru

***Igor A. Gubin***

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, Ph. D. in Geology, senior research

scientist of Laboratory of seismogeological modelling of natural petroleum systems, tel. (383)330-13-62, e-mail: GubinIA@ipgg.sbras.ru

**Larisa N. Konstantinova**

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptyug av., 3, Ph. D. in Geology, senior research scientist of Laboratory of Petroleum Geology of the Siberian Platform, tel. (383)306-63-70, e-mail: KonstantinovaLN@ipgg.sbras.ru

The impact of the trap magmatism on the change of the structural plan of the various intervals of the sedimentary cover is analyzed. On the basis of deep drilling it was shown that the process of implementing trap intrusions caused the rise of the overlying sedimentary rocks by an amount commensurate with the capacity of reservoir of magma bodies.

**Key words:** East Siberia, South Tunguska PGR, trap magmatism, structural plans.

Обобщение материалов ГРП, выполненных исследователями в разные годы на территории Сибирской платформы, показало, что проявившиеся на рубеже палеозоя и мезозоя процессы основного магматизма оказали многообразное воздействие на осадочный чехол. Изменениям подверглись вмещающие породы и содержащиеся в них флюиды. В предлагаемой работе рассмотрено влияние траппов на структурные планы интервалов осадочного чехла в пределах западной части Южно-Тунгусской нефтегазоносной области.

На первом этапе были выявлены возможные причины, несоответствия структурных планов горизонтов внутри единого венд-палеозойского структурного яруса. Для этого был построен комплект карт, включающий: структурные карты по основным отражающим горизонтам и карты толщин сейсмокомплексов на дотрапповый период и современные, а так же карты суммарных толщин пластовых интрузий для каждого сейсмокомплекса. Анализ полученных материалов показал, что на состояние современных структурных планов стратиграфических подразделений осадочного чехла повлияли не только трапповые интрузии. В кембрийской части разреза несоответствия структурных планов могут быть связаны с рифогенными уровнями разреза (моктаконская свита, таначи-дельтулинская толща). В ордовикско-девонских отложениях наибольшее несоответствие структурных планов по соседним отражающим горизонтам наблюдается в западной более активной в тектоническом плане части территории, которое вызвано различной степенью размыва отложений. В целом толщины ордовикско-девонской части разреза увеличиваются с юго-запада на северо-восток, а для венд-кембрийских отложений характерно последовательное увеличение толщин в западном направлении в сторону Приенисейского мегапрогиба и Имбакской котловины.

Магматические образования трапповой формации повсеместно присутствуют в различных горизонтах чехла. Нижней границей их распространения является кровля венда, верхней – подошва триасовых эффузивов. Распределение интрузивов в разрезе и по площади имеет неравномерный характер. Нижний уровень распространения траппов – усольский сейсмокомплекс (ясенгская, моктаконская, марская свиты). В нем максимальные суммарные толщины траппов

пов прогнозируются в западной, юго-западной части территории (в Имбакской котловине – более 200 м). Вверх по склону Бахтинско-Кондроминского выступа в пределах Таначи-Моктаконского вала их мощность сокращается до нуля. Траппы бельско-булайского сейсмокомплекса (абакунская, бурусская, суригдаконская, булайская свиты) максимально распространены в южной юго-восточной части (200-250 м) и, сокращаясь, прослеживаются в северо-западном направлении до Бирамбинской ступени. В дельтулинском сейсмокомплексе глубоким бурением подтверждены толщины свыше 300 м в северной части территории. В центре и на юге интрузии отсутствуют. В кембрийской части разреза на уровне таначинского сейсмокомплекса трапповые тела имеют максимальное распространение и толщины до 500 м. При сравнительном анализе распределения суммарных толщин траппов по сейсмокомплексам прослеживается характерная особенность их взаимоотношения. Поля их распространения в отдельных сейсмокомплексах за исключением таначинского практически не перекрываются, особенно если мощность интрузий превышает 100 м. Благодаря этому общая мощность траппов в целом по разрезу меняется незначительно. Внедряясь в различные горизонты осадочного чехла трапповые тела, бесспорно изменили структурное положение стратиграфических границ. В литературе по сей день ведется спор: приподнимаются ли при этом вышележащие породы или же происходит проседание нижележащей толщи на величину соизмеримую с мощностью внедрившегося интрузива [1, 3, 4, 5].

В работе особенности залегания и взаимоотношения трапповых тел с вмещающими породами изучались по разрезам более 50 глубоких скважин Южно-Тунгусской НГО. Для удобства в качестве линии выравнивания корреляционного профиля принята нулевая поверхность. Визуализированная таким образом информация дает представление о современном строении осадочного чехла. В качестве маркирующего горизонта для последующих выводов выбрана таначи-дельтулинская толща. Этот уровень вскрыт и пройден большинством скважин. Подошва толщи по условиям формирования рифогенных отложений представляла в кембрийское время относительно выровненную поверхность, и длительное время испытывала стабильное погружение. Последующие структурные изменения должны были отразиться на ее положении.

Корреляционный профиль наглядно демонстрирует, две особенности строения осадочного чехла относительно положения маркирующего горизонта (рис. 1). Во-первых, вся толща осадочных пород разбита на несколько крупных блоков. Центральный блок большей частью соответствует Бахтинско-Кондроминскому выступу. К северному блоку относятся Онекская, Бильчанская, Ирбуклинская и Верхненимдинская площади, к восточному – Намурская, Вакунайская, Тутончанская и др. Крупные блоки по вертикали смещены, относительно друг друга на величину 500 м и более. Второй особенностью строения чехла относительно маркирующего горизонта является то, что подавляющее большинство трапповых тел залегает выше его по разрезу. Ниже прослеживается только одна интрузия, которая на склонах Бахтинско-Кондроминского выступа занимает положение вблизи границы с вендом, а в сводовой части перемещается на более высокий уровень и располагается либо в бурусской, либо

в сурингдаконской свите. Ее мощность редко превышает 150-180 м, глубина залегания около 3 км. Возможно это аналог «осинского» силла, обнаруженного в центральных и южных районах Лено-Тунгусской провинции [5]. Его влияние на структурные планы продуктивных горизонтов кембрия в изучаемом районе практически незаметно. Тем более невозможно объективно судить о том, как данный трапп повлиял на вмещающие породы в плане смещения их уровней залегания. Н. В. Мельников изучив поведение самого нижнего в разрезе силла («осинского») на территории Байкитской антеклизы пришел к выводу, что он внедрялся «пассивным» образом в подготовленную полость [3]. По мнению сторонников «пассивной» теории это возможно в условиях всестороннего растяжения земной коры [4]. В результате этого процесса закономерно формируются трещины отрыва, а внедряющаяся магма просто их заполняет под давлением незначительно превышающем литостатическое, но достаточным для подъема и продвижения интрузивной массы.

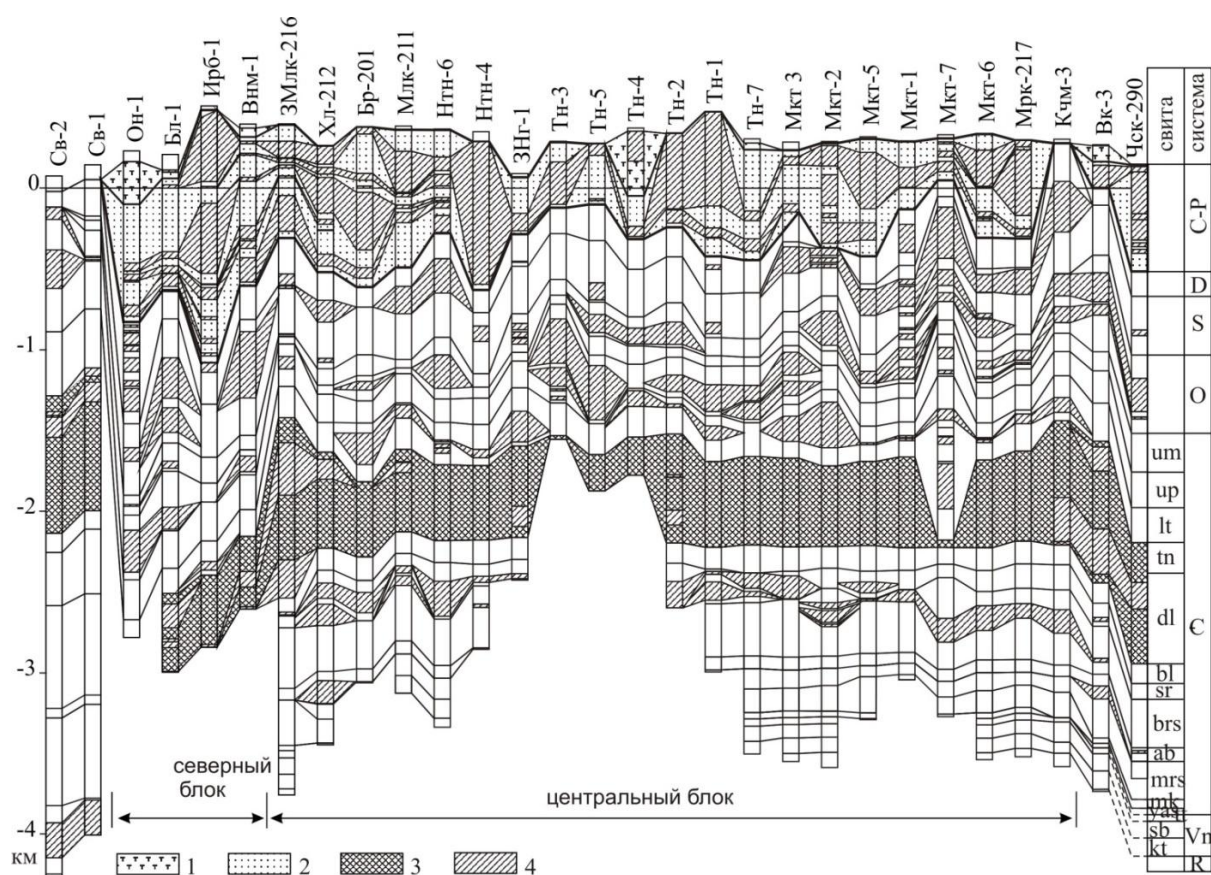


Рис. 1. Современное положение трапповых тел в разрезе осадочного чехла:

1 - отложения триаса; 2 – отложения верхнего палеозоя; 3 – таначи-дельтулинский маркирующий горизонт; 4 – траппы. Площади: Св – светлая; Он – Онекская; Бл – Бильчанская; Ирб – Ирбуклинская; ВНм – Верхненимдинская; 3Мкл – Западно-Малькитконская; Хл – Холминская; Бр – Бурусская; Млк – Малькитконская; Нтн – Нижнетунгусская; 3Нг – Западно-Ногинская; Тн – Таначинская; Мкт – Моктаконская; Мрк – Марская; Кчм – Кочумдекская; Вк – Вакунайская; Чск – Чисковская. Свиты: um – усть-мундуйская; up – усть-пеляткинская; lt – летнинская; tn – таначинская; dl – дельтулинская; bl – булайская; sr – сурингдаконская; brs – бурусская; ab – абакунская; mrs – марская; mk – моктаконская; yas – ясенгская; tt – тэтэрская; sb – собинская; kt – катангская

В надтанчинской части разреза без сомнения в подавляющем большинстве случаев можно констатировать, что вышележащие отложения занимают приподнятое положение над трапповыми телами относительно соседних скважин, где траппы отсутствуют или имеют меньшую мощность в соответствующих уровнях разреза. Так, например, в пределах центрального блока выявленная закономерность наиболее отчетливо наблюдается в скважинах Нижнетунгусская №3 (трапповое тело в усть-мундуйской свите мощностью более 500 м), Пойменная № 2 (трапповое тело около 350 м в байкитской свите), Таначинские № 7, 3, 2 (трапповое тело в устьпеляткинской свите мощностью около 500 м), Моктаконские № 3, 2 (трапповое тело в летнинской свите мощностью до 250 м) и др. Одновременно с этим подошва маркирующего горизонта остается неизменной и относительно выровненной. Скорее всего, верхняя часть осадочного чехла в результате процессов растяжения подверглась активному растрескиванию и в виде гигантских ксенолитов «всплыла» под напором поступающей магмы. Известно, что плотность жидкой магмы основного состава при температуре 1200° на 8-9 % ниже, чем в кристаллическом состоянии и составляет 2,6-3,0 г/см<sup>3</sup> [2]. Плотность осадочных пород по фактическим определениям (в анализе использовались данные по 10 скважинам ЮТ НГО) на глубине более 1 км составляет 2,6-2,8 г/см<sup>3</sup> и не зависит от литологического состава. Ближе к поверхности значения плотности снижаются на глубине около 500 м до 2,3-2,4 г/см<sup>3</sup>. Получается, что вся осадочная толща в среднем имеет плотность чуть ниже, чем плотность жидкой магмы, а значит, образовавшиеся в результате растрескивания блоки пород могли испытывать относительный подъем. Возможно из-за того, что верхняя часть разреза имеет пониженную плотность, здесь формировались наиболее мощные тела траппов.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Асташкин В. А., Хоменко А. В. Влияние пластовых трапповых интрузий на структуры осадочного чехла Сибирской платформы // Геология и геофизика. - 1994. Т. 35 - № 1. - С. 34-40.
2. Берч Фр., Шерер Дж., Спайсер Г. Справочник для геологов по физическим константам – М: Издательство иностранной литературы, 1949. – 302 с.
3. Мельников Н. В. Тела долеритов в венде и кембрии Юрубченской площади // Геология и минеральные ресурсы минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2013. - № 3(15). – С. 19-30.
4. Старосельцев В. С. Структуры растяжения и сжатия Тунгусской области траппового магматизма //Геотектоника. – 1993. - № 5. – С. 37-43.
5. Непско-Ботуобинская антеклиза – новая перспективная область добычи нефти и газа на Востоке СССР / Анциферов А. С., Бакин В. Е., Воробьев В. Н. и др. – Новосибирск: Наука, 1986. - 244 с.

© Е. Н. Кузнецова, А. О. Гордеева, И. А. Губин, Л. Н. Константинова, 2014

## НОВЫЕ НАХОДКИ ДИНОФЛАГЕЛЛАТ В КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ КАЙНОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ РАВНИНЫ

**Ольга Борисовна Кузьмина**

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, научный сотрудник лаборатории палеонтологии и стратиграфии мезозоя и кайнозоя, тел. (383)335-64-24, e-mail: KuzminaOB@ipgg.sbras.ru

Установлено новое местонахождение диноцист *Pseudokomewuia* в континентальном кайнозое Западно-Сибирской равнины. Рассматривается возможность применения полученных данных для стратиграфии и корреляции неморских отложений.

**Ключевые слова:** диноцисты, олигоцен, миоцен, Западно-Сибирская равнина.

## RECENT DISCOVERY OF DINOFLAGELLATES FROM CENOZOIC TERRESTRIAL SEDIMENTS IN THE WEST SIBERIAN PLAIN

**Olga B. Kuzmina**

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptyug av., 3, Ph. D. in Geology, Research Scientist of Laboratory of the Mesozoic and Cenozoic paleontology and stratigraphy, tel. (383)335-64-24, e-mail: KuzminaOB@ipgg.sbras.ru

New dinocysts location in the Cenozoic continental sediments of the West Siberian Plain is installed. The possibility of using this data for stratigraphy and correlation of the non-marine deposits is considered.

**Key words:** dinocysts, Oligocene, Miocene, Western Siberia Plain.

Цисты динофлагеллат впервые были обнаружены и описаны автором в 2001 г. в разрезе скв. 01-БП (с. Неверовка) [1] в континентальных кайнозойских отложениях озерного генезиса (верхний олигоцен – нижний миоцен), широко распространенных на территории Западно-Сибирской равнины. Таксономическая принадлежность и экологические особенности обнаруженных диноцист некоторое время оставались неясными – морские или пресноводные, перетолжены они из морских палеогеновых отложений или находятся *in situ*. Впоследствии диноцисты были отнесены к роду *Pseudokomewuia* [2]. Был изучен состав комплекса, в который входят два вида, определенные и описанные как *Pseudokomewuia* aff. *laevigata* He и *Pseudokomewuia* aff. *granulata* He. При изучении нескольких разрезов скважин, пробуренных на юге равнины, установлено, что диноцисты содержатся в больших количествах (до 35 % в палинокомплексе) в узком интервале (до 5 м мощностью) в базальных слоях журавской свиты [3]. В связи с этим было высказано предположение о возможном морском влиянии в результате водообмена между бассейнами, существовавшими в позднем олигоцене на территории Северной Азии [4].

В 2013 г. получен новый буровой материал, который позволил выявить новое местонахождение диноцист и изучить характер их распространения в разрезе туртасской свиты. Эта свита является фаціальным аналогом журавской (прибрежные фации Туртасского озера-моря), накопление осадков происходило в относительно более глубоководных условиях, отвечающих центральной части Туртасского озера-моря [5, 6]. Скважина 6 пробурена в 2013 г. на юге Тюменской области близ дер. Ачимово (рис. 1).

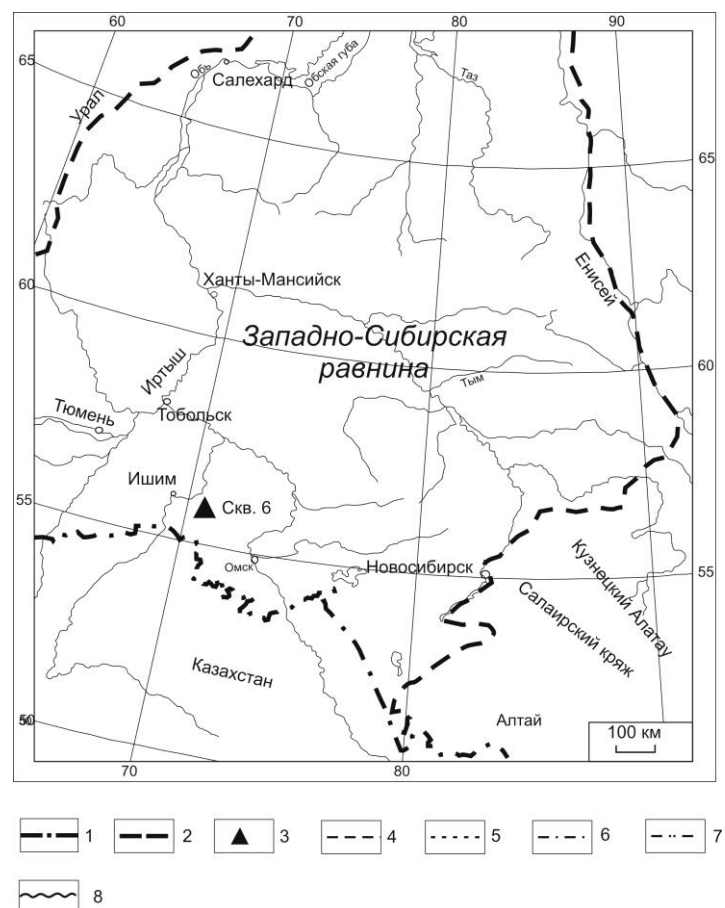


Рис. 1. Схема расположения изученной скважины (скв. 6, дер. Ачимово, Тюменская область, 2013 г.). Условные обозначения:

- 1 – государственная граница России; 2 – граница Западно-Сибирской равнины и ее горного обрамления; 3 – местоположение изученной скважины; 4 – глины; 5 – пески; 6 – алевриты; 7 – суглинки; 8 – перерыв в осадконакоплении

Разрез опробован на споры, пыльцу и диноцисты. Микрофитофоссилии и микрофитопланктон изучены из одних и тех же проб. В интервале 95,0–65,4 м вскрыта новомихайловская свита, представленная алевритами желтовато-серыми светлыми, переслаиванием алевритов буровато-серых и песков светло-серых, мощность 29,6 м (рис. 2).

Свиту характеризует комплекс *Betula gracilis* - *B. suberecta* – *Corylus* – *Juglans sieboldianiformis* – *Pinaceae*, который по составу и структуре отвечает ре-

гиональной палинозоне СПЗ-13 - *Betula gracilis* - *Juglans sieboldianiformis* [5],  
возраст – нижний олигоцен.

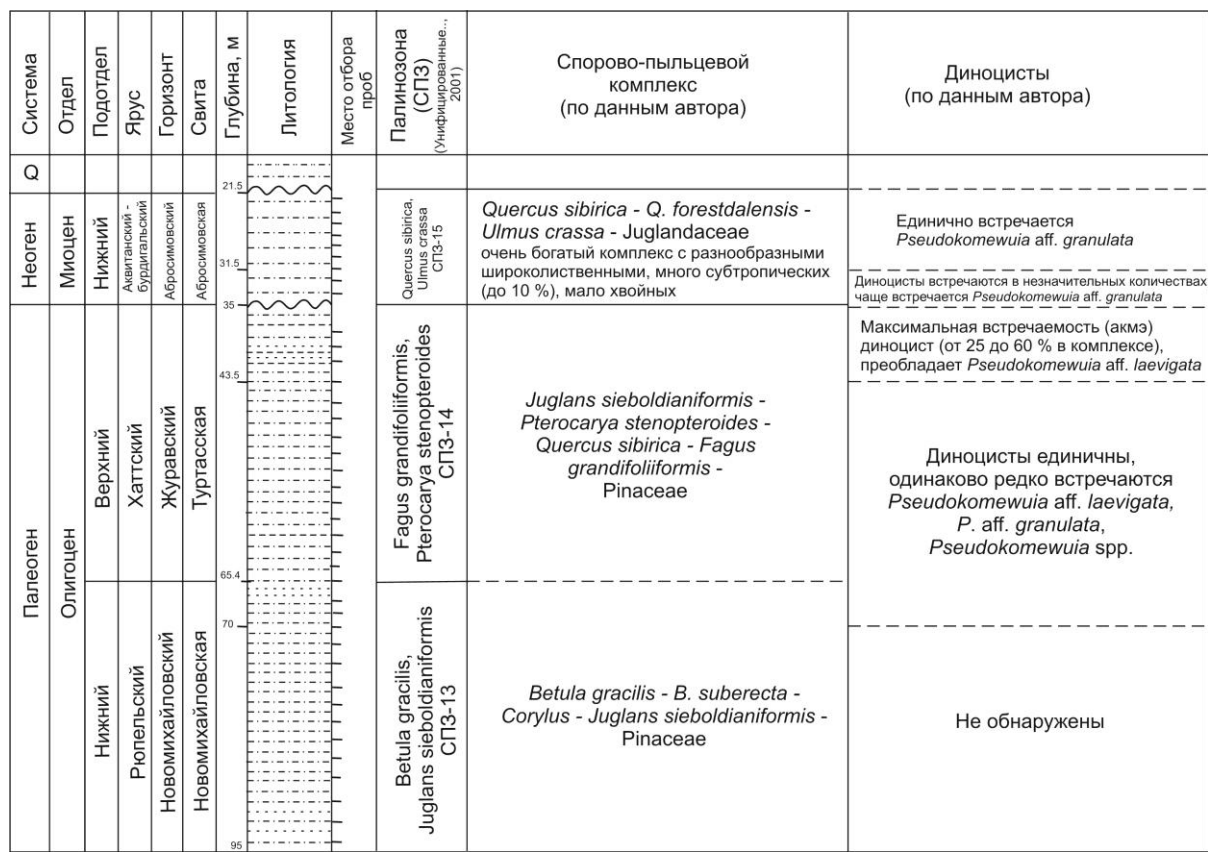


Рис. 2. Биостратиграфическое расчленение континентальных отложений, вскрытых в скв. 6 (дер. Ачимово, Тюменская область, 2013 г.), по палинологическим данным (споры, пыльца, диноцисты).  
Условные обозначения смотреть на рис. 1

В интервале 65,4-35 м вскрыта туртасская свита, представленная тонким переслаиванием глин и алевроитов, породы зеленовато-серого цвета, мощность 30,4 м. Установлен спорово-пыльцевой комплекс *Juglans sieboldianiformis* – *Pterocarya stenopteroides* – *Quercus sibirica* – *Fagus grandifoliiformis* – Pinaceae, который сопоставляется с региональной палинозоной СПЗ-14 - *Fagus grandifoliiformis*, *Pterocarya stenopteroides*. Возраст отложений – верхний олигоцен (хаттский ярус).

В интервале 35-21,5 м описаны глинистые алевроиты темно-серого цвета абросимовской свиты, мощность 13,5 м. Свита несогласно перекрывается осадками четвертичного возраста. Установлен очень богатый и разнообразный по составу спорово-пыльцевой комплекс *Quercus sibirica* – *Q. forestdalensis* – *Ulmus crassa* – Juglandaceae, который характеризуется большим разнообразием пыльцы широколиственных древесных растений и низким содержанием мелколиственных, значительным количеством термофильных элементов (до 10 %), незначительной долей участия хвойных. Заметные изменения в структуре спо-

рово-пыльцевых комплексов на границе двух свит свидетельствуют о перерыве в осадконакоплении. Комплекс спор и пыльцы сопоставляется с региональной палинозоной СПЗ-15 - *Quercus sibirica*, *Ulmus crassa*, которую принято помещать в настоящее время на уровень аквитана-низов бурдигала [5]. Совмещение с ярусами Международной шкалы выполнено условно, этот вопрос до сих пор вызывает разногласия среди исследователей, многие из которых полагают, что абросимовскую свиту нужно в полном объеме относить к верхам верхнего олигоцена [7].

Диноцисты в разрезе скважины 6 распределены неравномерно (рис. 2). Первые редкие экземпляры низкой сохранности зафиксированы в верхней части новомихайловской свиты (глуб. 70,5 м). Также редки находки диноцист выше по разрезу (до глуб. 43,5 м), одинаково редко встречаются экземпляры двух видов, но их отличает хорошая степень сохранности. На глуб. 43,5 м в палинокомплексе происходят резкие изменения, микрофитопланктон в нем преобладает над спорами и пылью, диноцист в комплексе 60 %, в составе преобладает *Pseudokomewuia* aff. *laevigata*. Выше по разрезу в трех пробах содержание диноцист снижается, хотя по-прежнему остается достаточно высоким (26-28%). Породы, содержащие максимальное количество диноцист, мало отличаются от подстилающих «пустых», т. е. нельзя сказать, что обнаруженный микрофитопланктон имеет фациальную приуроченность. Он встречен в алевроитах зеленовато-серых, иногда это очень тонкое переслаивание алевроитов и глин зеленовато-серых, мощность слоя, содержащего значительное количество диноцист, 5,5 м.

В абросимовской свите в разрезе скв. 6 диноцисты хорошей сохранности отмечены в незначительных количествах, в комплексе преобладает *Pseudokomewuia* aff. *granulata*, а на глуб. 31,5 м отмечен последний экземпляр *Pseudokomewuia* aff. *laevigata*, выше в разрезе продолжает встречаться только *Pseudokomewuia* aff. *granulata*.

Новые находки диноцист существенно дополняют палинологическую характеристику журавского и абросимовского горизонтов Западно-Сибирской равнины. Впервые в верхнеолигоценовых отложениях озерного генезиса установлен палинокомплекс, в котором микрофитопланктон доминирует над спорами мхов, папоротников и пылью наземных и водных растений. Распределение диноцист в туртасской свите имеет другой характер, нежели в журавской. В разрезе скв. 6 максимальная встречаемость *Pseudokomewuia* приурочена к верхней части туртасской свиты, а не к базальным слоям, как в журавской свите. Эту особенность нужно учитывать при корреляции туртасской и журавской свит. Присутствие диноцист в разрезе позволяет оценить возраст отложений. Комплекс, включающий виды *Pseudokomewuia laevigata* He и *Pseudokomewuia granulata* He, выделен из озерных отложений залива Бейбу в Китае, возраст которых оценивается, как верхний олигоцен [8]. Сибирский комплекс диноцист можно сравнить с китайским, тем самым хорошо подтверждается возраст туртасской свиты, до сих пор оценивавшийся только по спорам и пыли. Первое появление диноцист в разрезе является надежным признаком

для проведения границы между нижним и верхним олигоценом, поскольку по спорам и пыльце это не всегда удастся сделать. Изучение изменений в составе и структуре комплекса диноцист в разрезе туртасской (верхний олигоцен) и абросимовской свит (нижний миоцен) связана с попыткой выделить корреляционный уровень (исчезновение *Pseudokomewuia* aff. *laevigata*). Надо отметить, что сибирские экземпляры диноцист, описанные как *Pseudokomewuia* aff. *granulata*, по внешним очертаниям ближе формам, установленным в миоценовых отложениях озера Кларкиа на границе США и Канады [9], где выделен моновидовой комплекс с *Pseudokomewuia* aff. *granulata*. Этот таксон встречается и в нижнем миоцене Дании [10], его первое появление – аквитан, ниже вид не встречается, формы также близки описанным на территории США. Находки диноцист рода *Pseudokomewuia* в Западной Сибири, их дальнейшее изучение имеют большое значение не только для решения проблемных вопросов региональной стратиграфии, но также вносят весомый вклад в мировую копилку знаний о неморских динофлагеллатах, цисты которых в ископаемом состоянии встречаются гораздо реже морских.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кузьмина О.Б., Волкова В.С. Стратиграфия и палинологическая характеристика олигоцен-миоценовых отложений по материалам бурения (скв. 01-БП) в Омском Прииртышье Западной Сибири // Новости палеонтологии и стратиграфии. – 2001. - Вып. 4. - С. 135-141.
2. Кузьмина О.Б., Волкова В.С. Первые находки динофлагеллат в континентальных верхнеолигоценных отложениях журавской свиты (Западная Сибирь) // Доклады академии наук. – 2004. – Т. 394. - № 2. – С. 1-5.
3. Кузьмина О.Б., Волкова В.С. Палиностратиграфия континентальных олигоцен-миоценовых отложений юга Западной Сибири // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2008. - Т. 16. - № 5. – С. 87-100.
4. Кузьмина О.Б., Волкова В.С. Палеоэкологическое значение сообщества цист динофлагеллат из верхнеолигоценных отложений Туртасского озера-моря (Западная Сибирь) // Новости палеонтологии и стратиграфии. – 2009. - Вып. 12. - Т. 50. - С. 159-173.
5. Унифицированные региональные стратиграфические схемы палеогеновых и неогеновых отложений Западно-Сибирской равнины. Объяснительная записка и схема. – Новосибирск: СНИИГГиМС. – 2001. - 84 с.
6. Волкова В.С., Гнибиденко З.Н., Кулькова И.А. О природе туртасского позднеолигоценного озера-моря в Западной Сибири // Геология и геофизика. – 2000. - Т. 141.- № 1. - С. 62–70.
7. Зыкин В.С. Стратиграфия и эволюция природной среды и климата в позднем кайнозое юга Западной Сибири. – Новосибирск: «Гео». - 2012. - 487 с.
8. He C. Tertiary dinoflagellates and acritarchs from the coastal region of the Beibu Gulf // Nanyn Institute of Geology and Palaeontology. Academia Sinica. – 1984. - V. 19. - P. 143.
9. Batten D.J., Gray J., Harland R. Paleoenvironmental significance of a monospecific assemblage of dinoflagellate cysts from the Miocene Clarkia beds Idaho USA // Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology. – 1999. - V. 153. - P. 61-173.
10. Dybkjær K. Dinocyst stratigraphy and palynofacies studies used for refining a sequence stratigraphic model—uppermost Oligocene to lower Miocene, Jylland, Denmark // Review of Palaeobotany and Palynology. – 2004. - V. 131. - P. 201-249.

© О. Б. Кузьмина, 2014

## **ЭКЗОГЕННО-АКТИВНЫЙ СЛОЙ КАК СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ МОРФОГЕНЕЗА ЗЕМНОЙ КОРЫ**

***Павел Степанович Лапин***

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, кандидат географических наук, старший научный сотрудник лаборатории математического моделирования природных нефтегазовых систем, тел (383)330-84-73, e-mail: LapinPS@ipgg.sbras.ru

Рассматриваются морфогенетические особенности в развитии земной поверхности, которые происходят под действием ведущего современного геологического процесса. Исследования проведены на основе анализа баланса масс в земной коре. Выделен экзогенно-активный слой. Он отличается от экзогенно-активного слоя, который выделяется с привлечением морфологических критериев. Показано, что современные процессы имеют глубинную природу и не связаны с морфологией земной поверхности.

**Ключевые слова:** морфогенез, ведущий процесс, экзогенно-активный слой, современная геодинамика.

## **EXOGENOUS-ACTIVE LAYER AS PART OF THE EARTH'S CRUST MORPHOGENESIS**

***Pavel S. Lapin***

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, Ph. D. in Ggeography, senior researcher of Laboratory of mathematic modeling of natural petroleum systems, tel. (383)330-84-73, e-mail: LapinPS@ipgg.sbras.ru

The paper discusses morphogenetic features considered in the development of the earth's surface that occur under the influence of leading contemporary geological process. Investigations were carried out on the basis of the analysis of the mass balance in the earth's crust. Selected exogenous the active layer. It differs from the exogenous the active layer that stands out with the involvement of morphological criteria. It is shown that current processes have profound nature and are not related to the morphology of the surface.

**Key words:** morphogenesis, leading process, exogenous the active layer, modern geodynamics.

М.А. Усов одним из первых высказал предположение о том, что «сложный процесс формирования рельефа всегда связан с очень большим перемещением минеральных масс, как на поверхности Земли, так и в самих горизонтах литосферы и астеносферы» [1]. В геоморфологии значительное внимание уделяется выделению форм рельефа и изучению развития земной поверхности. Главной особенностью геоморфологических процессов, отличающих их от иных, происходящих в природе, является то, что они одновременно изменяют (или сохраняют) морфологию земной поверхности и участвуют в движении вещества вблизи нее, являясь одной из основ литогенеза.

С обособлением форм рельефа разных порядков связаны различные объемы исследуемого пространства. В настоящее время существует несколько рабочих гипотез об объеме исследуемого пространства и, в первую очередь, о нижней границе проявления процессов морфогенеза. Н.А.Флоренсов сферу деятельности рельефообразующих процессов ограничивал 20-километровым размахом высот на гипсографической кривой Земли. А.Е. Криволутский [2] считал, что «перестраивающие рельеф эндогенные процессы происходят в многотысячметровых толщах коры и мантии». Он выделял две сферы. Большая сфера состояла из совокупности атмо-, гидро-, литосферы и верхней мантии. Малая сфера ограничивалась зоной интенсивного влияния экзогенных процессов, а нижняя её граница связана с уровнем эрозионного вреза. Ю.И. Лоскутов и В.Ф. Филатов [3] объем исследуемого пространства ограничивают границей раздела гидросферы, атмосферы и земной коры и поверхностью геоида. О.В. Кашменская [4] объектом исследования считает объем материала, который заключен между земной поверхностью и поверхностью Мохоровичича. Значительное расширение границ и объемов объекта исследования позволили Ф.С. Моисеенко [5], одним из первых, на основе анализа форм рельефа разного ранга выделять в земной коре несколько уровней изостатической компенсации, что позволило подойти к решению ряда геодинамических задач.

Главным источником фактического материала для решения геодинамических задач считается региональная геофизика. Разрабатываются модели направленные на понимание природы и механизмов формирования геологических объектов разных рангов. Основным методом геодинамики – решение прямых задач, но не маловажное значение имеет решение обратной задачи геодинамики. В результате её решения выявляются характеристики процесса, который привел среду к данной структурно-кинематической ситуации. Решение является не единственным, и проблема состоит в выборе лучшего решения по заранее сформулированным критериям [6]. Поскольку интерпретация геофизических методов зависит от результатов исследования верхней части разреза в земной коре, то геологическим и геоморфологическим методам её изучения уделяется существенное внимание.

В наших исследованиях результаты анализа экзогенно-активного слоя (малая сфера по А.Е. Криволуцкому) могут использоваться при изучении изостазии земной коры на основе выделения геоморфологических формаций и литодинамических потоков по Н.А. Флоренсову [7]. Данное направление, исследуя целостные геоморфологические образования, позволяет преодолеть аналитическое рассмотрение морфоструктур и морфоскульптур в искусственном отрыве их друг от друга.

Экзогенно-активный слой выделяется на основе анализа районов, в пределах которых по морфогенетическим особенностям в развитии рельефа земной поверхности и с привлечением балансовых характеристик устанавливается ведущий рельефообразующий процесс. С этой целью исследовалось одно из основных свойств земной поверхности - эрозионно-денудационное расчленение. Совместно оценивались соотношения показателя эрозионно-денудационного

расчленения земной поверхности и трех основных морфологических элементов (водораздел, склон и днище долины). Отмечался некий изоморфизм между выбранными показателями. Изменения в балансе масс происходит за счет изменения объемов материала преобразованного и вынесенного эрозионно-денудационными процессами, а оценивается через соотношения выбранных элементов изучаемого свойства. Объемный метод позволяет оценивать особенности проявления ведущего процесса в каждом районе и в его пределах вычислять среднее значение толщины экзогенно-активного слоя. В качестве примера была выбрана территория Широтного Приобья. На рис. 1 приведена схема экзогенно-активного слоя современных геологических процессов.

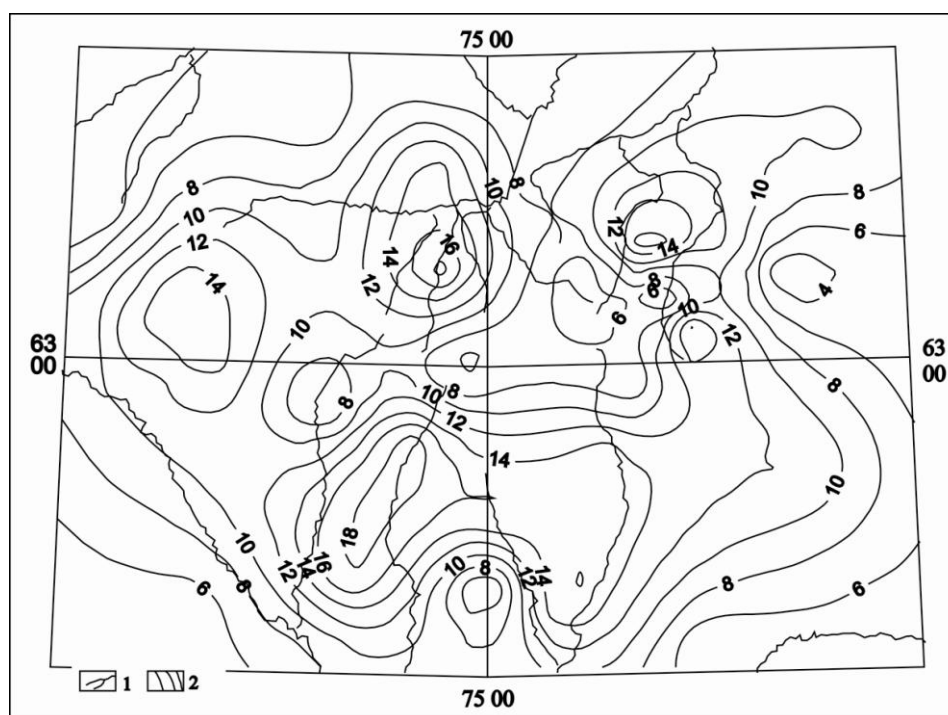


Рис. 1. Схема экзогенно-активного слоя в пределах Широтного Приобья (Западная Сибирь).

Условные обозначения: 1 – гидрографическая сеть;  
2 – изолинии равных значений экзогенно-активного слоя

В настоящем исследовании экзогенно-активный слой характеризует проявление современных процессов в некотором объеме земной коры. Деятельность современных процессов и объем земной коры, в котором они происходят взаимосвязаны между собой. Эти изменения происходят не за счет изменения масштаба исследования, а зависят от морфогенетических особенностей, которые на земной поверхности раскрывают результат взаимодействия эндогенных и экзогенных процессов. Данный подход существенно отличается от ранее существующих методов, например [8], где экзогенно-активный слой выделялся чисто морфологически и зависел от масштаба исследования.

Для выявления тенденций в развитии рельефа немаловажное значение имеет установление соотношений между экзогенно-активным слоем и рельефом. Если устанавливается тесная связь между данными характеристиками, то можно предположить, что в пределах исследуемой территории между морфоструктурой и современными процессами наблюдается унаследованное развитие. Для примера, на рис. 2 показана схема рельефа земной поверхности в пределах Широтного Приобья.

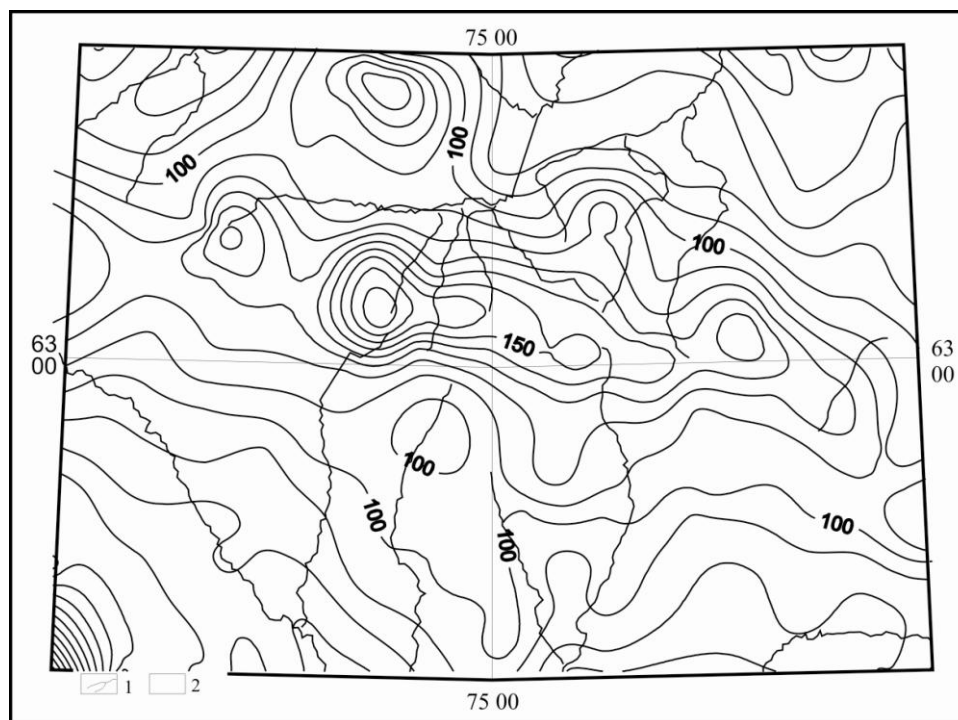


Рис. 2. Схема рельефа земной поверхности в пределах Широтного Приобья (Западная Сибирь).

Условные обозначения: 1 – гидрографическая сеть;  
2 – изолинии рельефа земной поверхности

Из сопоставления схем экзогенно-активного слоя и рельефа земной поверхности в пределах Широтного Приобья не отмечено тесной связи между параметрами. Можно предположить, что деятельность выявленных современных процессов не связана с современной морфологией, а имеет глубинные корни и является отражением глубинных современных процессов. Выявленный экзогенно-активный слой может учитываться для коррекции при вычислении изостатических поправок в гравиметрии или непосредственно изостазии земной коры.

Таким образом, выделение экзогенно-активного слоя проявления современных процессов в земной коре на основе анализа морфогенетических особенностей в развитии земной поверхности существенно отличается от ранее существующих морфологических методов исследования. Результаты исследования могут быть использованы при корректировке изостатических поправок

и изостазии земной коры, поскольку гравиметрические методы позволяют выделять достаточно крупные столбы литосферы (порядка 80 на 80 км.).

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Усов М.А. Элементы геоморфологии и геологии рыхлых отложений. – Томск: Западно-Сибирский геолого-гидрогеодезический трест (ЗСГПРТ), 1934. 87 с.
2. Кривоуцкий А.Е., Леонтьев О.К., Спиридонов А.И. Дискуссионные вопросы планетарной геоморфологии // Вестн. МГУ. Сер. Геогр. 1969. № 1. С. 21-27.
3. Филатов В.Ф., Лоскутов Ю.И. Генетическая классификация естественных граней рельефа // Геоморфология. 1980. № 1. С. 41-47.
4. Кашменская О.В. Теория систем и геоморфология. Новосибирск: Наука. Сиб. отделение. 1980. 120 с.
5. Моисеенко Ф.С. О множестве изостатических уровней в земной коре и мантии // Вестн. ЛГУ. Сер. Геол. и геоф. 1979, вып. 1. № 6. С. 5-13.
6. Ладынин А.В. Региональная геофизика. Учебное пособие. Новосибирск: НГУ. 2006. 188 с.
7. Флоренсов Н.А. О геоморфологических формациях // Геоморфология. 1971. № 2. С. 3-12.
8. Якименко Э.Л. Морфометрия рельефа и геология. Новосибирск: Наука. Сиб. отделение. 1990. 201 с.

© П. С. Латин, 2014

## **ТАКСОНОМИЧЕСКИЕ И СТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ АССОЦИАЦИЙ ФОРАМИНИФЕР КЕЛЛОВЕЯ И ПОЗДНЕЙ ЮРЫ ЮГО-ЗАПАДА ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО БАССЕЙНА**

***Людмила Константиновна Левчук***

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории микропалеонтологии, тел. (383)333-29-01, e-mail: LevchukLK@ipgg.sbras.ru

***Борис Леонидович Никитенко***

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, доктор геолого-минералогических наук, заведующий лабораторией микропалеонтологии, тел. (383)335-64-28, e-mail: NikitenkoBL@ipgg.sbras.ru

Кратко изложены результаты детального изучения комплексов фораминифер средне-верхнеюрских отложений Шаимского нефтегазоносного района (Западная Сибирь), где в процессе исследования установлены все ярусы от келловейского до волжского включительно, подтвержденные, главным образом, комплексами фораминифер. Отмечены особенности изменения таксономического состава и структуры ассоциаций фораминифер во времени и пространстве.

**Ключевые слова:** биостратиграфия, келловей, оксфорд, кимеридж, волжский ярус, зональные подразделения, ассоциации фораминифер.

## **CHANGES IN THE TAXONOMICAL COMPOSITION AND STRUCTURE OF THE FORAMINIFERAL ASSOCIATIONS IN THE CALLOVIAN TO LATE JURASSIC OF THE SW WEST SIBERIAN BASIN**

***Ljudmila K. Levchuk***

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, Ph. D. in Geology, Senior researcher of Laboratory of micropaleontology, tel. (383)333-29-01, e-mail: LevchukLK@ipgg.sbras.ru

***Boris L. Nikitenko***

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, Dr. Sci, Head of Laboratory of micropaleontology, tel. (383)335-64-28, e-mail: NikitenkoBL@ipgg.sbras.ru

Summarizes results of the detailed study of foraminifers from Middle-Upper Jurassic Shaim petroleum district (West Siberia) are presented. The Callovian to the Volgian age of deposits was confirmed by different foraminiferal assemblages. Peculiarities of change in foraminifers associations taxonomic composition and structure in time and space were investigated.

**Key words:** biostratigraphy, Callovian, Oxfordian, Kimmeridgian, Volgian Stage, zones, foraminiferal association.

В Приуральской части Западно-Сибирской низменности располагается один и самых старейших нефтегазодобывающих районов Западной Сибири – Шаимский. В настоящее время у авторов накопился дополнительный палеонтологический материал по средней (келловей) - верхней юре. Скважины расположены на территории ряда месторождений Шаимского нефтегазоносного района (рис.). Все они пробурены в зоне распространения абалакской свиты (верхи верхнего бата - низы волжского яруса) в Кызым-Кондинском фациальном районе [9,8]. С целью уточнения и детализации биостратиграфического расчленения и корреляции келловей-верхнеюрских отложений Шаимского нефтегазоносного района проведено детальное изучение комплексов фораминифер. В результате установлено 10 биостратонов в ранге зон и слоев – зона *Dorothia insperata*, *Trochammina rostovzevi* JF25, слои с *Dorothia insperata*, *Eomarssonella paraconica* JF33, зона *Ammobaculites tobolskensis*, *Trochammina oxfordiana* JF34, слои с *Tolypammina svetlanae*, *Ammodiscus thomsi* JF35, зона *Trochammina oxfordiana* JF36, зона *Recurvoides disputabilis* JF37, зона *Trochammina omskensis*, *Verneuilioides graciosus* JF38, зона *Haplophragmoides? canuiformis* JF40, зона *Pseudolamarckina lopsiensis* JF41 и слои *Kutsevella haplophragmoides* JF44 (см. рис.). Все они сопоставлены с учетом находок аммонитов со стандартной аммонитовой шкалой и ярусами от келловейского до волжского включительно [8]. Дан анализ изменения состава и структуры комплексов фораминифер в разных фациальных обстановках, который в ряде случаев показал достаточно широкую изменчивость таксономического состава разновозрастных комплексов фораминифер в пределах изученного района. Такая неоднородность увязывается авторами с формированием сообществ в разных биономических зонах юрского Западносибирского моря, различающихся глубиной и удаленностью от берега, и другими одновременно действующими факторами среды обитания.

Фораминиферовая зона *Dorothia insperata*, *Trochammina rostovzevi* JF25 (верхи бата – келловей) имеет достаточно устойчивый состав зональных видов и их количественную представительность и весьма широко распространена. Наиболее богатые ассоциации обнаружены в северной части изученного района, таксономическое разнообразие и видовая численность комплексов уменьшается в южном и западном направлениях. Подмеченная тенденция отражает, вероятно, формирование комплексов микрофауны в разных по удаленности от берега частях среднеюрского Западносибирского моря: приближение на юг и запад к береговой границе, а, следовательно, более мелководные условия обитания фораминифер. Выявленные особенности не препятствуют, однако, уверенному распознаванию данного комплекса в образцах. Охватывая часть бата и весь келловей, комплекс фораминифер не может повсеместно оставаться однородным. Аммониты – *Cardiocerataidae* - в массе появляются в верхнекелловейских отложениях [5]. В фораминиферных ассоциациях также намечается четкая тенденция увеличения таксономического разнообразия в верхней части зоны JF25. Эти особенности, вероятнее всего, объясняются нарастанием трансгрессии в Западносибирском море на протяжении позднего бата и всего келловей и расширением ареалов аммонитов и фораминифер.

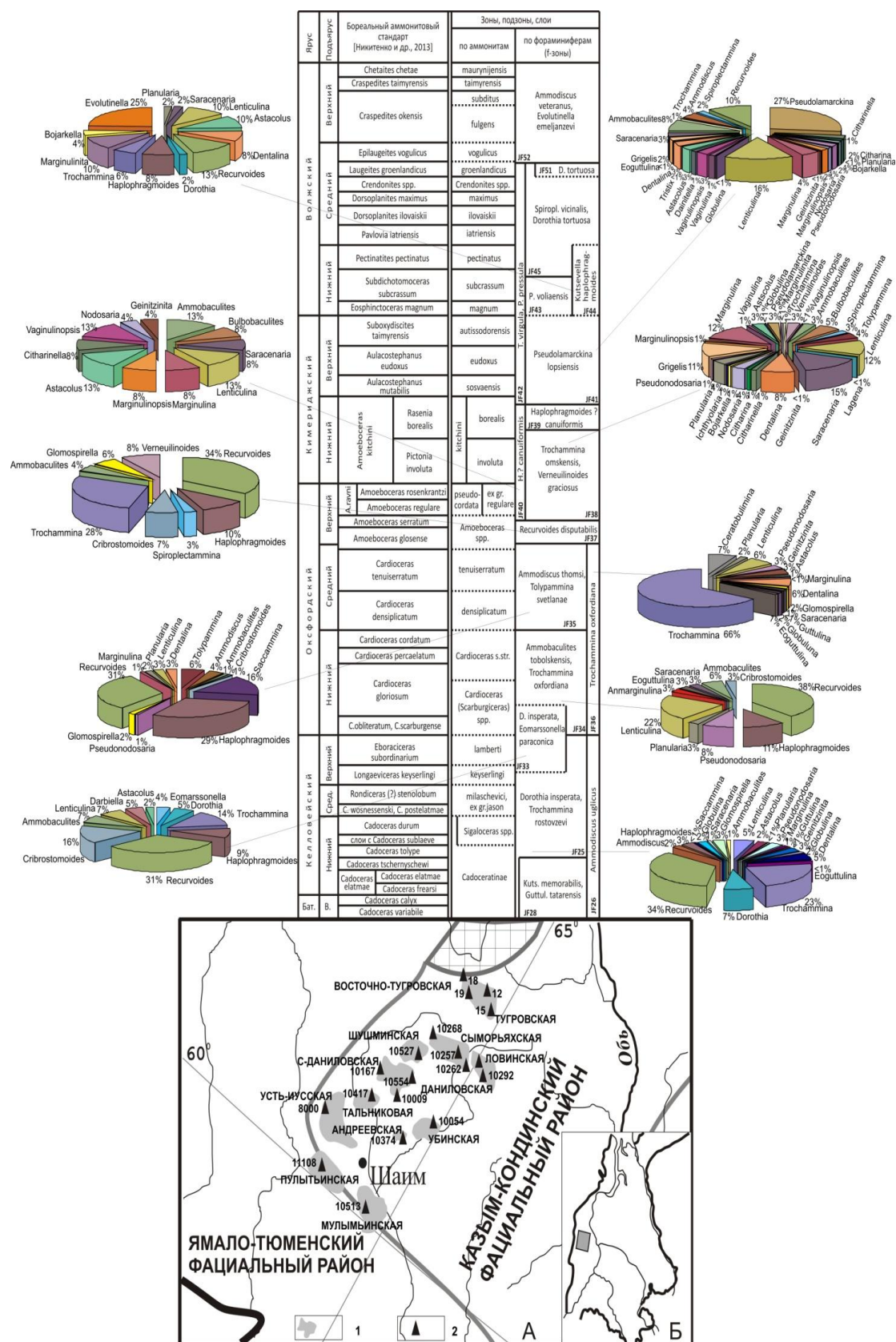


Рис. Изменения таксономического состава ассоциаций фораминифер (келловей – верхняя юра).

А – карта-схема расположения изученных скважин на территории Шаймского нефтегазоносного района. 1 – площади; 2 – скважины. Б – район исследования

Фораминиферовые слои с *Dorothia insperata*, *Eomarssonella paraconica* JF33, характеризующиеся смешанным составом ассоциаций фораминифер, хорошо выделяются в процессе изучения. Особенностью их является то, что многие келловейские виды завершают свое существование и, вместе с тем, появляется целый ряд новых видов, характеризующих оксфордские отложения. Эта ассоциация распространяется примерно на две аммонитовые зоны верхнего келловей и нижнюю часть региональных слоев с *Cardioceras* (*Scarburgiceras*) spp. (низы нижнего оксфорда). Установленная площадь распространения фораминиферовых слоев JF33 меньше, чем у предыдущего биостратона. Таксономический состав зональной ассоциации достаточно стабилен. Нижняя граница определяется по совместным находкам *Eomarssonella paraconica* и *Dorothia insperata*, верхняя - по исчезновению видов широко распространенных в келловее. Характерно преобладание агглютинирующих видов, которые и более представительны, над известковистыми.

В оксфорде по фораминиферам определяется либо зона широкого диапазона, охватывающая весь нижний и средний подъярусы оксфорда – f-зона *Trochammina oxfordiana* JF36, либо более узкие зоны, каждая из которых приравнивается нижнему и среднему подъярусам: зона *Ammobaculites tobolskensis*, *Trochammina oxfordiana* JF34 и зона *Tolyrammina svetlanae*, *Ammodiscus thomsi* JF35. Установление тех или иных зон зависит от состава и соотношения определенных видов. Для зоны JF36 характерно постоянное присутствие вида-индекса и ряда других агглютинирующих видов при немногочисленности известковистых. Зону JF34 отличает изобилие обоих видов-индексов: *Ammobaculites tobolskensis*, *Trochammina oxfordiana*. А особенностью среднеоксфордской зоны JF35 является появление вида *Ammodiscus thomsi*, который имеет достаточно узкий диапазон распространения и характерен только для среднего оксфорда. Кроме того, появляется ряд новых таксонов, а также исчезает целый ряд видов [6, 7]. Такое неравномерное распространение по площади доминирующих таксонов фораминифер объясняется нестабильными морскими обстановками в течение раннего и среднего оксфорда.

По фораминиферам более высокая часть абалакской свиты относится к зоне *Recurvoides disputabilis* JF37. Зональный комплекс отличается выдержанным составом, многочисленностью вида-индекса (иногда до 1000 экземпляров на образец), хорошо опознается и имеет широкое распространение на всей территории Западной Сибири. Состав комплекса указывает на более мористые обстановки в позднем оксфорде, чем в среднем.

В верхах верхнего оксфорда - нижнем кимеридже на территории ШНГР установлена фораминиферовая зона *Haplophragmoides? canuiformis* JF40. Она охватывает аммонитовые зоны - верхнеоксфордскую *Amoeboeceras ex gr. regulare* и нижнекимериджские *Pictonia involuta* и частично *Rasenia borealis*, что обосновано находками аммонитов во многих скважинах Западной Сибири [4]. Иногда этот интервал, определенный как единая зона *Haplophragmoides? canuiformis* JF40, удается подразделить на две самостоятельных части: нижнюю f-зону *Trochammina omskensis*, *Verneuilinoides graciosus* JF38 с соответствующим комплексом фораминифер и верхнюю *Haplophragmoides? canuiformis* JF39,

объем которой определен как часть аммонитовой зоны *Rasenia borealis* [1, 7, 6]. Возможность установления одного из биостратонов определяется соответствующим составом фораминиферовой ассоциации. Так зона широкого диапазона JF40 в изученном районе установлена на ограниченной территории по характерному представительному комплексу, с постоянным присутствием вида-индекса *Haplophragmoides? canuiformis*. В ряде скважин удалось выделить фораминиферовую зону JF38 (верхняя часть верхнего оксфорда – большая часть нижнего кимериджа), без верхних слоев с *Haplophragmoides? canuiformis* JF39 (верхняя часть нижнего кимериджа). Агглютинирующие фораминиферы здесь занимают подчиненное положение и представлены единичными формами, в основном видами-индексами *Trochammina omskensis* и *Verneuilinoides graciosus*. Ассоциация состоит преимущественно из известковистых видов: лентикулин, астаколюсов, цитарин и цитаринелл. Присутствуют единичные денталины, маргинулины, планулярии и некоторые другие виды.

Волна трансгрессии, начавшаяся в Западносибирском бассейне в конце позднего оксфорда, на протяжении кимериджа нарастала. Состав зональных комплексов фораминифер позднего оксфорда – кимериджа имеет устойчивую тенденцию возрастания представительности известковистых форм и существенную их структурную перестройку, что указывает на расширение и углубление морского бассейна. Об этом свидетельствует и расселение в это время в Западносибирском море представителей ряда родов аммонитов - *Pictonia*, *Rasenia*, *Prorrasenia* и др.[4]. Это подтверждают и впервые обнаруженные в Западной Сибири представители родов фораминифер *Galwayella* и *Paalzowella*, которые ранее были известны только в кимериджских комплексах Европы [2, 3]. Наибольшее распространение морской бассейн на этой территории получил в позднекимериджское – ранневолжское время. В комплексах, характеризующих зону *Pseudolamarckina lopsiensis* JF41 (верхняя часть нижнего – верхний кимеридж), отмечается изобилие и таксономическое разнообразие фораминифер. Доминирует *Pseudolamarckina lopsiensis*, многочисленны нодозарииды. Агглютинирующие формы по числу видов существенно уступают известковистым фораминиферам. Биостратоны с подобным выдержанным таксономическим составом и структурой комплексов, как зона *Pseudolamarckina lopsiensis* JF41, обычно формируются в бассейнах с достаточно стабильными абиотическими параметрами, имеют широкое распространение и являются надежными биостратиграфическими реперами.

Завершают изученную последовательность фораминиферовых биостратонов слои с *Kutsevella haplophragmoides* JF44. В начале волжского века таксономическое разнообразие родов и видов фораминифер постепенно уменьшилось. В большом количестве присутствует - *Kutsevella*, и хотя известковистые виды еще многочисленны, их численность существенно снизилась. Зона JF44 довольно широко распространена в изученном районе. Состав и структура зонального комплекса позволяют предполагать некоторое обмеление ранневолжского бассейна и сохранение относительно высокой температуры придонных вод.

В результате проведенных микропалеонтологических исследований образцов из скважин, пробуренных на территории Шаимского нефтегазоносного района, было установлено присутствие в абалакской свите келловейского, оксфордского, кимериджского и волжского ярусов. Прослежена непрерывная последовательность зон и слои с характерными ассоциациями фораминифер, которая достаточно полно повторяет подразделения современной унифицированной фораминиферовой шкалы [6, 8]. Кроме того, удалось проследить определенные закономерности и диапазон латерального и вертикального распределения фораминифер конца средней и поздней юры для Приуральской части Западносибирского бассейна. Сравнение палеонтологических данных из большого числа близко расположенных скважин на базе уже имеющейся биостратиграфической основы, направленное на уточнение и детализацию стратиграфического расчленения и корреляции отложений, является одним из важных условий создания новых моделей геологического строения месторождений и определяет эффективность проведения нефтепоисковых работ.

Работа выполнена при поддержке программы Президиума РАН № 28.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Глинских Л.А., Никитенко Б.Л., Шурыгин Б.Н. Юра Западной Сибири – абалакская свита (палеонтологическая характеристика, лито- и биостратиграфия) // Геология и геофизика. – 1999. - Т. 40 - № 7. - С. 1059-1078.
2. Левчук Л.К. Первая находка фораминифер рода *Galwayella* в верхнеюрских отложениях Западной Сибири // Новости палеонтологии и стратиграфии (Прил. к журн. «Геология и геофизика», Т. 47). – 2006. - Вып. 9. - С. 71-75.
3. Левчук Л.К. Новый вид фораминифер *Paalzowella conoidalis* Levtschuk из кимериджа Западной Сибири // Новости палеонтологии и стратиграфии (Прил. к журн. «Геология и геофизика», Т. 50). – 2009. - Вып. 12. - С. 89-95.
4. Меледина С.В. Кимериджские аммониты и особенности их географического распространения в Западно-Сибирском осадочном бассейне // Новости палеонтологии и стратиграфии (Прил. к журн. «Геология и геофизика», Т. 47). - 2006. - Вып. 9. - С. 105-113.
5. Меледина С.В., Алиферов А.С. Хронология и биогеография келловей Западной Сибири по аммонитам // Вопросы стратиграфии, палеонтологии и палеогеографии. - СПб: НИИЗК СПбГУ, 2007. - С. 92-102.
6. Никитенко Б.Л. Стратиграфия, палеогеография и биофашии юры Сибири по микрофауне (фораминиферы и остракоды). - Новосибирск: Параллель, 2009. – 680 с.
7. Никитенко Б.Л., Левчук Л.К., Хафаева С.Н. Этапность развития и особенности фациальной дифференциации сообществ фораминифер верхов средней и поздней юры // Геология и геофизика. – 2005. - Т. 46. - № 5. - С. 546-567.
8. Решение 6-го Межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири, Новосибирск, 2003 г. - Новосибирск: СНИИГГиМС. – 2004. - 148 с.
9. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Юрская система / Шурыгин Б.Н., Никитенко Б.Л., Девятков В.П., Ильина В.И., Меледина С.В., Гайдебурова Е.А., Дзюба О.С., Казаков А.М., Могучева Н.К. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «ГЕО», 2000. - 476 с.

© Л. К. Левчук, Б. Л. Никитенко, 2014

## **ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕ- И ГАЗОНОСНОСТИ ЮРСКО-МЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЕНИСЕЙ-ХАТАНГСКОГО РЕГИОНАЛЬНОГО ПРОГИБА**

*Михаил Александрович Фомин*

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, научный сотрудник лаборатории геологии нефти и газа арктических регионов Сибири, тел. (383)306-63-70, e-mail: FominMA@ipgg.sbras.ru

В изучаемом регионе наибольший интерес в отношении нефтегазоносности представляют берриас-аптские отложения. Залежи углеводородов могут быть обнаружены как в антиклинальных, так и в структурно-литологических и литологических ловушках. На основе структурных построений автора с привлечением новейших данных по геохимии и литологии на качественном уровне оценены перспективы нефте- и газоносности западной части Енисей-Хатангского регионального прогиба и выделены новые перспективные объекты для поисково-разведочных работ.

**Ключевые слова:** Енисей-Хатангский региональный прогиб, нефтегазоносность, скопления углеводородов, ловушка.

## **THE JURASSIC-CRETACEOUS DEPOSITS OIL-AND-GAS CONTENT PERSPECTIVES OF THE WESTERN YENISEI-KHATANGA REGION TROUGH**

*Mikhail A. Fomin*

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, Ph. D. in Geology, research Scientist, tel. (383)306-63-70, e-mail: FominMA@ipgg.sbras.ru

The biggest interest for oil-and-gas content in studied region are Berriasian-Aptian deposits. Reservoirs may be found out both in structural and combination traps. Based on authors structured data using up-to-date information on geochemistry and lithology the qualitative assessment oil-and-gas content of the western part of Yenisei-Khatanga region trough was accomplish and new perspective objects for exploration were found.

**Key words:** Yenisei-Khatanga region trough, oil-and-gas content, hydrocarbon accumulations, trap.

Енисей-Хатангский региональный прогиб является северной краевой депрессионной зоной Сибирской платформы. В его западной части и на прилегающей территории Западно-Сибирской геосинеклизы (ЗСГ) открыто двадцать четыре месторождения углеводородов. Практически все они приурочены к положительным структурам. На Хабейском, Пайяхском, Дерябинском и Байкаловском месторождениях выявлены литологические ловушки.

Наиболее крупные тектонические элементы в мезозойско-кайнозойском осадочном чехле Енисей-Хатангского регионального прогиба и прилегающей части Западно-Сибирской геосинеклизы, в целом, сформировались уже в берриас-апте. В апт-кайнозойское время эта территория развивалась крайне медленно, происходили незначительные изменения в палеоструктурных планах.

При таком пассивном тектоническом режиме не могли сформироваться высокоамплитудные массивные ловушки в яковлевской и долганской свитах, как это происходило на севере ЗСГ в покурской свите. Не происходило и обновления движений по разломам, которые могли бы играть роль артерий для миграции углеводородов в вышележащие горизонты. Этаж нефтегазоносности в этом регионе связан, по большей части, с берриас-аптским мегакомплексом, где промышленные скопления УВ сосредоточены в нижнехетской и суходудинской свитах (и их возрастных аналогах). В отложениях этого возраста выделяется серия глинистых уровней, которые прослеживаются на значительные расстояния и могут контролировать залежи нефти и газа. Углеводороды могут быть сконцентрированы как в антиклинальных, так и в сложнопостроенных структурно-литологических и литологических ловушках, связанных с шельфовыми и бассейновыми песчаными пластами клиноформного комплекса.

Все поднятия, в пределах которых открыты месторождения, были разделены по времени начала их формирования. Установлено, что большинство месторождений углеводородов приурочено к структурам, заложившимся в позднеюрско-раннеготеривское время (70 % поднятий). Эта зависимость была взята в качестве тектонических предпосылок прогноза нефтегазоносности.

На картах тектонического районирования, построенных автором [1], были выбраны шестнадцать поднятий площадью 200-2 000 км<sup>2</sup>, не изученных глубоким бурением. На картах толщин были оконтурены несколько локальных палеоподнятий, которые, в силу своих небольших размеров, не выделяются на картах тектонического районирования. Исходя из географического местоположения, этим структурам были присвоены названия. Согласно тектоническим предпосылкам прогноза нефтегазоносности Периптаветское, Лайдинское, Нижнепалаваяхинское, Южно-Суходудинское, Левинское, Нижнеагапское и Юпаяхинское поднятия представляются наиболее перспективными объектами для поисков промышленных скоплений углеводородов.

Большая часть запасов в исследуемом регионе сконцентрирована в нижнехетской, суходудинской и малохетской свитах. Отдельные промышленные скопления углеводородов выявлены в долганской свите и в отложениях среднепозднеюрского возраста. Автором открытые в регионе месторождения сгруппированы в зависимости от возраста залежей. На основании этого выделены прогнозные зоны поиска новых залежей углеводородов в отложениях различного возраста. Полученные закономерности являются дополнительными критериями прогноза нефтегазоносности, которые позволяют прогнозировать открытие новых залежей углеводородов в конкретных толщах, в том числе и в пределах положительных структур, попадающих в тот или иной прогнозный ареал.

Основываясь на результатах структурно-тектонического анализа с учетом стратиграфической приуроченности залежей нефти и газа, а также материалов по геохимии и литологии, составлена схема перспектив нефтегазоносности западной части Енисей-Хатангского регионального прогиба и прилегающей территории Западно-Сибирской геосинеклизы (рис. 1). Все поднятия, не изученные глубоким бурением, дифференцированы по степени перспективности, также на схеме показаны прогнозные нефтегазоперспективные зоны в отложениях раз-

**Условные обозначения:**

|  |   |  |    |
|--|---|--|----|
|  | 1 |  | 8  |
|  | 2 |  | 9  |
|  | 3 |  | 10 |
|  | 4 |  | 11 |
|  | 5 |  | 12 |
|  | 6 |  | 13 |
|  | 7 |  | 14 |

90

Условные обозначения к рис. 1: 1 – границы распространения мезозойско-кайнозойских отложений; 2 – разбуренные площади; 3 – газовые, газоконденсатные залежи; 4 – нефтяные залежи; 5 – административные границы. *Зоны прогноза поиска новых залежей углеводородов в отложениях различного возраста*: 6 – в байкаловской свите; 7 – в нижней подсвите суходудинской свиты; 8 – в средне-верхнеюрских отложениях, в нижней части нижнехетской свиты; 9 – в долганской свите; 10 – в нижней части нижнехетской, в верхней части малохетской и в нижней части яковлевской свит; 11 – в мегионской свите; 12 – границы перспективности литологических ловушек в клиноформном комплексе. *Поднятия, перспективные для поисков залежей нефти и газа*: 13 – высокоперспективные; 14 – перспективные. *Список поднятий*: 1 – Сурьяхинское; 2 – Усть-Буотанкагское; 3 – Быстровское; 4 – Есяяхинское; 5 – Лайдинское; 6 – Периптаветское; 7 – Восточно-Ямбутовское; 8 – Нижнепаелавяхинское; 9 – Южно-Хучетовское; 10 – Яптеяхинское; 11 – Верхнеянгодинское; 12 – Среднетанамское; 13 – Муссуйяхинское; 14 – Южно-Суходудинское; 15 – Луцимпяхинское; 16 – Нижнеагапское; 17 – Левинское; 18 – Юпаяхинское; 19 – Харвутаыхинское.

К настоящему времени в пределах исследуемой территории тринадцать изученных глубоким бурением площадей приурочены к положительным структурам (табл. 1). Значимые притоки нефти и газа получены на Малохетской, Токачинской и Яровской площадях.

Таблица 1

Время начала формирования положительных структур  
в пределах разбуренных площадей

| Домезозойское время | Позднеюрско-раннеготеривское время | Апт-кайнозойское время |
|---------------------|------------------------------------|------------------------|
| Точинская           | Суходудинская                      | Паютская               |
| Малохетская         | Тампейская                         | Верхне-Кубинская       |
| Семеновская         | Токачинская                        | Турковская             |
| Маломессояхская     | Гольчихинская                      | Яровская               |
|                     |                                    | Танамская              |

На ряде рассмотренных перспективных площадей, руководствуясь выявленными предпосылками нефтегазоносности, необходимо выполнить дополнительные геолого-геофизические исследования с целью поиска новых возможных залежей углеводородов. На Семеновской, Тампейской и Малохетской площадях перспективными могут быть средне-верхнеюрские отложения, а также нижняя часть нижнехетской и верхи суходудинской свит. Дополнительное изучение разрезов байкаловской и суходудинской свит на Яровской и Паютской площадях, а также нижнехетской свиты на Токачинской площади может способствовать обнаружению промышленных скоплений углеводородов в этих толщах.

Гыдано-Пясинская гемиянтеклиза, обрамляющая северо-западную часть регионального прогиба [1], перспективна в отношении газоносности. В настоящее время на ее южном склоне (и вблизи него) в верхней части шуратовской-нижней части байкаловской свит открыты пластовые, структурно-литологические газовые залежи на Хабейском и Дерябинском месторождениях. На последнем гольчихинская свита вошла в главную зону нефтеобразования (ГЗН) в конце кайнозоя, а на Хабейской площади еще находится в зоне генерации легкого газа (верхняя зона газообразования). Вместе с тем эта толща, а также и малышев-

ская свита, в этом районе характеризуются наличием преимущественно гумусового (террагенного) органического вещества [2]. В связи с этим, в пределах Гыдано-Пясинской гемиянтеклизы возможно открытие только газовых залежей. Перспективы газоносности здесь нужно связывать не только с литологическими, но и со структурными ловушками. В пределах гемиянтеклизы выделяется много поднятий разного времени заложения. Все они являются потенциальными зонами аккумуляции углеводородов (рис. 1). Согласно тектоническим предпосылкам нефтегазоносности, изложенным выше, наиболее перспективными в этом районе являются Нижнепаелаваяхинское, Лайдинское и Периптаветское поднятия.

В западной части Енисей-Хатангского регионального прогиба, находится Беловская мегавпадина – очаг генерации жидких углеводородов. По геохимическим данным установлено [3], что верхнеюрские отложения в этой депрессии уже практически вышли из главной зоны нефтеобразования и находятся в глубинной зоне газообразования. В ГЗН находится нижнехетская свита, в мало-мощных прослоях которой содержится аквагенное органическое вещество ( $C_{орг}$  в среднем  $> 1\%$ ) [4], способное генерировать жидкие углеводороды. Перспективы нефтегазоносности в этой зоне связываются, в основном, с песчаными линзами в шуратовской свите. К востоку от депрессии в этих отложениях открыты нефтяные залежи на Пайяхском и Байкаловском месторождениях. Новые скопления углеводородов могут быть выявлены вблизи Беловского очага, а также в его пределах. В скважине Южно-Носковская-1, пробуренной в депозентре мегавпадины, получен приток воды из шуратовской свиты, что подтверждает наличие коллектора.

В настоящее время перспективы нефтегазоносности изучаемого региона оцениваются высоко. Это связано с благоприятными геолого-геохимическими условиями для образования, как нефти, так и газа, а также с возможностью скопления и сохранения этих углеводородов в структурных, литологических и структурно-литологических ловушках.

Работа выполнена при поддержке гранта НШ-402.2014.5.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Фомин М. А. Анализ тектонического строения мезозойско-кайнозойского осадочного чехла Енисей-Хатангского регионального прогиба по опорным горизонтам и тектонические предпосылки его нефтегазоносности / М. А. Фомин // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2011. – № 9. – С. 4 – 20
2. Ким Н. С. Органическая геохимия юры и мела западной части Енисей-Хатангского регионального прогиба / Н. С. Ким, А. Э. Конторович, Ю. А. Филипцов, А. Н. Фомин // Всероссийская научная конференция «Успехи органической геохимии»: материалы. – Новосибирск: ИНГГ СО РАН, 2010. – С. 169 – 173.
3. Конторович А. Э. Катагенез органического вещества в кровле и подошве юрского комплекса Западно-Сибирского мегабассейна / А. Э. Конторович, А. Н. Фомин, В. О. Кравчигов, А. В. Истомин // Геология и геофизика. – 2009. – Т. 50. – № 11. – С. 1191 – 1200.
4. Ким Н.С. Органическая геохимия и нефтегазогенерационный потенциал юрских и меловых отложений Енисей-Хатангского регионального прогиба / Н. С. Ким, А. П. Родченко // Геология и геофизика. – 2013. – Т.54. – №8. – С. 1236 – 1252.

© М. А. Фомин, 2014

## **СТРУКТУРНО-ФАЦИАЛЬНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИГЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ВЕНДА СЕВЕРО-ВОСТОКА НЕПСКО-БОТУОБИНСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ**

***Сергей Александрович Моисеев***

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, заведующий лабораторией геологии нефти и газа Сибирской платформы, тел. (383)306-63-70, e-mail: MoiseevSA@ipgg.sbras.ru

***Михаил Валентинович Лебедев***

Тюменский нефтяной научный центр (ООО «ТННЦ»), 625002, Россия, г. Тюмень, ул. Осипенко, 79/1, кандидат геолого-минералогических наук, эксперт, тел. 963-455-18-55, e-mail: MVLebedev2@tnk-bp.com

***Андрей Михайлович Фомин***

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, научный сотрудник лаборатории геологии нефти и газа Сибирской платформы, тел. (383)306-63-70, e-mail: FominAM@ipgg.sbras.ru

***Валентина Алексеевна Топешко***

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории геологии нефти и газа Сибирской платформы, тел. (383)33-29-00, e-mail: TopeshkoVA@ipgg.sbras.ru

Полученные в последнее время геолого-геофизические материалы позволяют принципиально по-новому взглянуть на существующую схему структурно-фациального районирования и стратиграфическое расчленение вендских отложений северо-востока Непско-Ботубинской антеклизы. В статье доказано отсутствие предтирского регионального перерыва и территориальное ограничение действия внутринепского регионального прерыва. Граница, вдоль которой перерыв отсутствует, является границей двух структурно-фациальных районов: Сюджерско-Непского и Предпатомско-Вилуйского. Внутри районов по различиям в литологическом составе выделены структурно-фациальные зоны.

**Ключевые слова:** схема, свита, зона, граница, перерыв, несогласие, размыв, венд, горизонт, пласт.

## **STRUCTURAL-FACIES ZONATION OF VENDIAN TERRIGENOUS DEPOSITS IN THE NORTHEASTERN NEPA-BOTUOBA ANTECLISE**

***Sergey A. Moiseev***

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, Ph. D. in geology, head of Laboratory of Petroleum Geology of the Siberian Platform, tel. (383)33-29-00, e-mail: MoiseevSA@ipgg.sbras.ru

***Michael V. Lebedev***

Tyumen Petroleum Research Center (TPRC Ltd.), 625002, Russia, Tyumen, Osipenko st., 79/1, Ph. D. in Geology, senior research scientist, tel. (963)455-18-55, e-mail: MVLebedev2@tnk-bp.com

**Andrey M. Fomin**

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, Ph. D. in Geology, research scientist of Laboratory of Petroleum Geology of the Siberian Platform, tel. (3833)33-29-00, e-mail: FominAM@ipgg.sbras.ru

**Valentina A. Topeshko**

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, Ph. D. in Geology, senior research scientist of Laboratory of Petroleum Geology of the Siberian Platform, tel. (383)306-63-70, e-mail: TopeshkoVA@ipgg.sbras.ru

Recent geological and geophysical data shed new light on the existing scheme of structural-facies zones and stratigraphic subdivision of Vendian deposits in the northeastern Nepa-Botuoba Antecline. The results of this study confirm the absence of the pre-Tira regional hiatus and define the age boundaries of intra-Nepa regional hiatus. The boundary where the hiatus is not present is taken as the boundary between two structural-facies regions, the Syugdzhero-Nepa and Patom-Vilyuy. Several structural-facies zones were identified in each of the two regions on the basis of lithology variation.

**Key words:** scheme, formation, zone, boundary, unconformity, erosion, Vendian, horizon, bed.

Действующая в настоящее время стратиграфическая схема была принята в 1989 г. четвёртым Межведомственным региональным стратиграфическим совещанием. Она стала более дробной, по сравнению со схемой 1983 г. [1]. Выявление закономерностей изменения разреза осадочного чехла обусловило выделение новых свит. Эта схема, по тем временам, была достаточно революционной. В ней отражена компромиссная (на тот момент) точка зрения на стратиграфию Сибирской платформы, были выделены региональные горизонты и перерывы в осадконакоплении. Терригенный вендский комплекс Непско-Ботуобинской антеклизы представлен непским и тирским региональными горизонтами вендского возраста, ограниченными эрозионными поверхностями [1].

Различный литологический состав рассматриваемых стратонов позволил выделить на рассматриваемой территории пять зон, относящихся к двум районам: Сюгджеро-Непскому и Предпатомско-Вилуйскому.

Сюгджеро-Непский район характеризуется сульфатно-карбонатным составом тирского горизонта и наличием пачки ботуобинских песчаников в его основании. На территории исследования в составе района выделяются Ботуобинская, Пеледуйская зоны.

Предпатомско-Вилуйский район характеризуется наличием пачек каменной соли в тирском горизонте, глинисто-карбонатным составом непского горизонта. В составе района выделены Нюйская и Вилучанско-Ыгыаттинская зоны [1].

Моисеевым С.А. [2] было показано, что в южных районах Непского свода величина предтирского (в нашем понимании предверхненепско-тирского) размыва резко затухает. Иными словами, на этой территории залегание хамакинской пачки песчаников на нижнепаршинских аргиллитах можно рассматривать как условно согласное.

Южную границу интенсивного проявления рассматриваемого размыва можно провести на юго-западе рассматриваемой территории между Талаканской и Нюйской площадями, далее на северо-восток - между Нижнехамакинской и Чаяндинской, Озерной площадями, далее - между Хотого-Мурбайской и Монулахской площадями и на востоке территории - между Иктехской и Верхневиллючанской площадями.

По литологическому составу рассматриваемые разрезы можно условно отнести к двум типам: карбонатно-терригенному и преимущественно терригенному. Границу между ними можно провести между Верхневиллючанской, Суларской площадями, с одной стороны, и остальными рассматриваемыми площадями - с другой.

И, наконец, в скв. Пеледуйская-753, Паршинская-1 было установлено существенное увеличение толщины терригенных отложений венда, по сравнению с ранее описанными разрезами.

Вариант предлагаемого районирования рассматриваемой территории приведен на рис. 1.

Нами предлагается выделить два района: Сюгджерско-Непский (Г) и Предпатомско-Виллюйский (Д). В качестве квалификационного признака их выделения предлагается граница распространения предверхненепско-тирского размыва.

В Сюгджеро-Непском районе предлагается выделить две зоны Ботуобинскую ( $G_1$ ) и Хамакинскую ( $G_2$ ). Юго-восточная граница этих зон проводится по границе распространения предверхненепско-тирского размыва, а граница между этими зонами - по границе распространения хамакинского продуктивного горизонта.

В Предпатомско-Виллюйском районе предлагается выделить три зоны: Виллючанско-Ыгыаттинскую ( $D_1$ ), Пеледуйскую ( $D_2$ ) и Нюйскую ( $D_3$ ). В качестве северо-западной границы Виллючанско-Ыгыаттинской зоны принята граница затухания предверхненепско-тирского размыва, в качестве восточной - граница смены типов разреза.

В качестве северо-западной границы Пеледуйской зоны принята граница затухания предверхненепско-тирского размыва, в качестве восточной - граница смены типов разреза.

В качестве северо-западной границы Нюйской зоны принята граница резкого увеличения толщины отложений, в качестве восточной - граница смены типов разреза.

В ходе корреляции разрезов скважин в Сюгджеро-Непском районе было показано, что в подошве терригенной ботуобинской подсвиты отсутствует региональный перерыв в осадконакоплении [3, 5]. Проведенное И.Н. Вараксиной и др. [4] детальное литологическое изучение керна из скважин Среднеботуобинского месторождения также показало отсутствие предботуобинского перерыва. Следовательно, отделение ее от нижележащих терригенных отложений является искусственным. Поэтому предлагается ботуобинские песчаники включить в состав верхнепаршинской подсвиты. Очевидно, что кровля терригенных отложений является более значимой и надежной границей, чем подошва ботуобинских песчаников. Переход от нижележащих глинистых отложений к ботуобинским песчаникам осуществляется постепенно, через переслаивание.

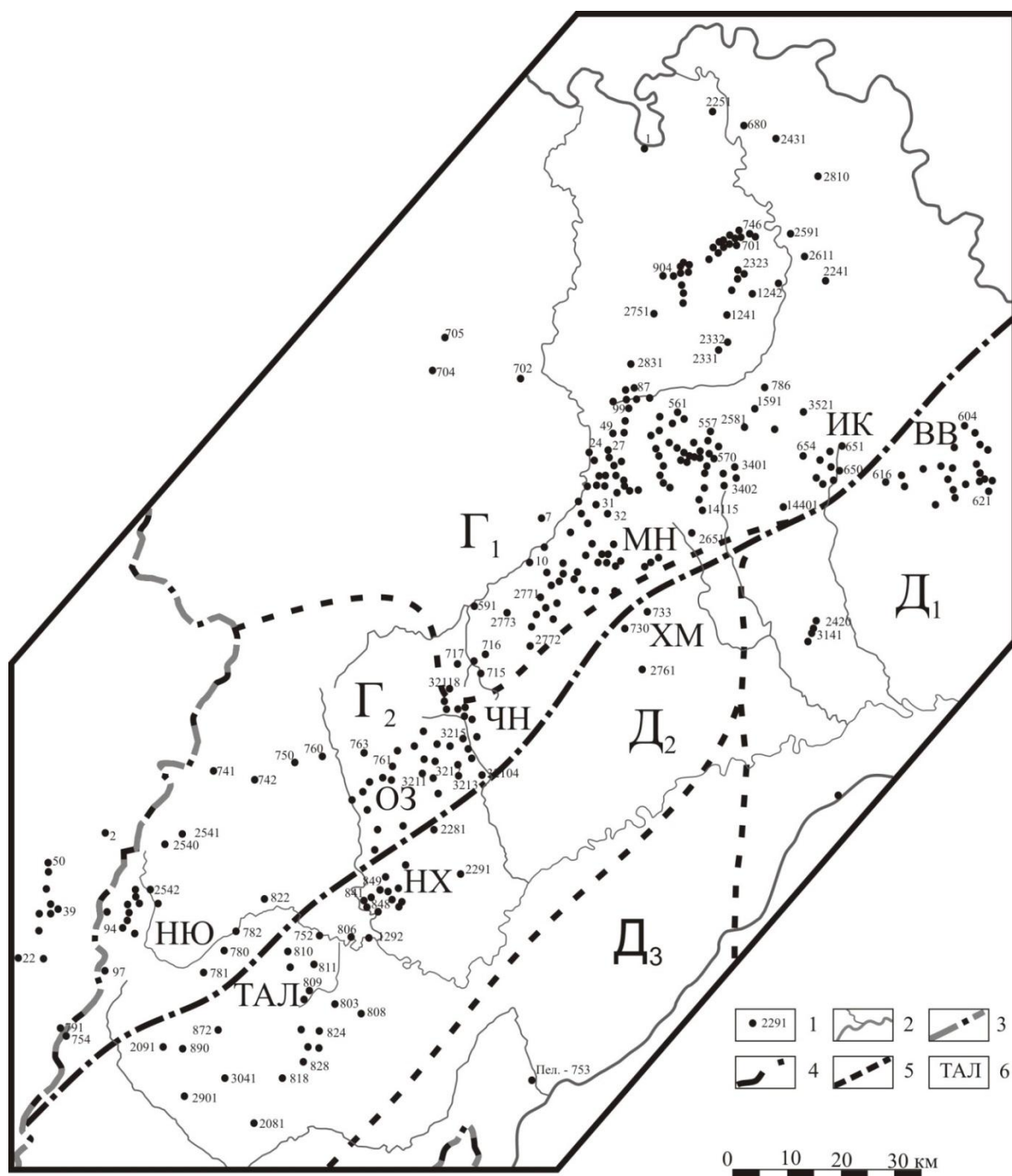


Рис. 1. Схема структурно-фациального районирования терригенных и терригенно-карбонатных отложений венда северо-востока Непско-Ботуобинской антеклизы:

1 - поисковые и разведочные скважины; 2 - гидросеть; 3 - граница Республики Саха (Якутия); 4 - граница структурно-фациальных районов; 5 - границы структурно-фациальных зон; 6 - площади разведочного бурения, упомянутые в тексте: ТАЛ - Талаканская, НЮ - Нюйская, НХ - Нижнехамакинская, ОЗ - Озерная, ЧН - Чаяндинская, ХМ - Хотого-Мурбайская, МН - Монулахская, ИК - Иктехская, ВВ - Верхневиллючанская, СЛ - Суларская; 7 - положение типовых разрезов терригенного венда; Г - Сюгджеро-Непский район: Г<sub>1</sub> - Ботуобинская зона, Г<sub>2</sub> - Хамакинская зона; Д - Предпатомско-Виллюйский район: Д<sub>1</sub> - Виллючанско-Ыгыаттинская зона, Д<sub>2</sub> - Пеледуйская зона, Д<sub>3</sub> - Нюйская зона

Характерной особенностью терригенных отложений венда в Ботуобинской зоне является залегание отложений аналога верхнепаршинской подсвиты на региональной эрозионной поверхности, срезающей различные уровни подстилающих отложений. Следовательно, выделение здесь аналога паршинской свиты противоречит требованиям Стратиграфического кодекса. Поэтому терригенные отложения венда здесь предлагается расчленять на талахскую, арылахскую и чаяндинскую свиты [5].

На территории Вилючанско-Ыгыаттинской зоны предлагается обособить талахскую, бесюряхскую, ынахскую, харыстанскую и чаяндинскую свиты (рис. 2).

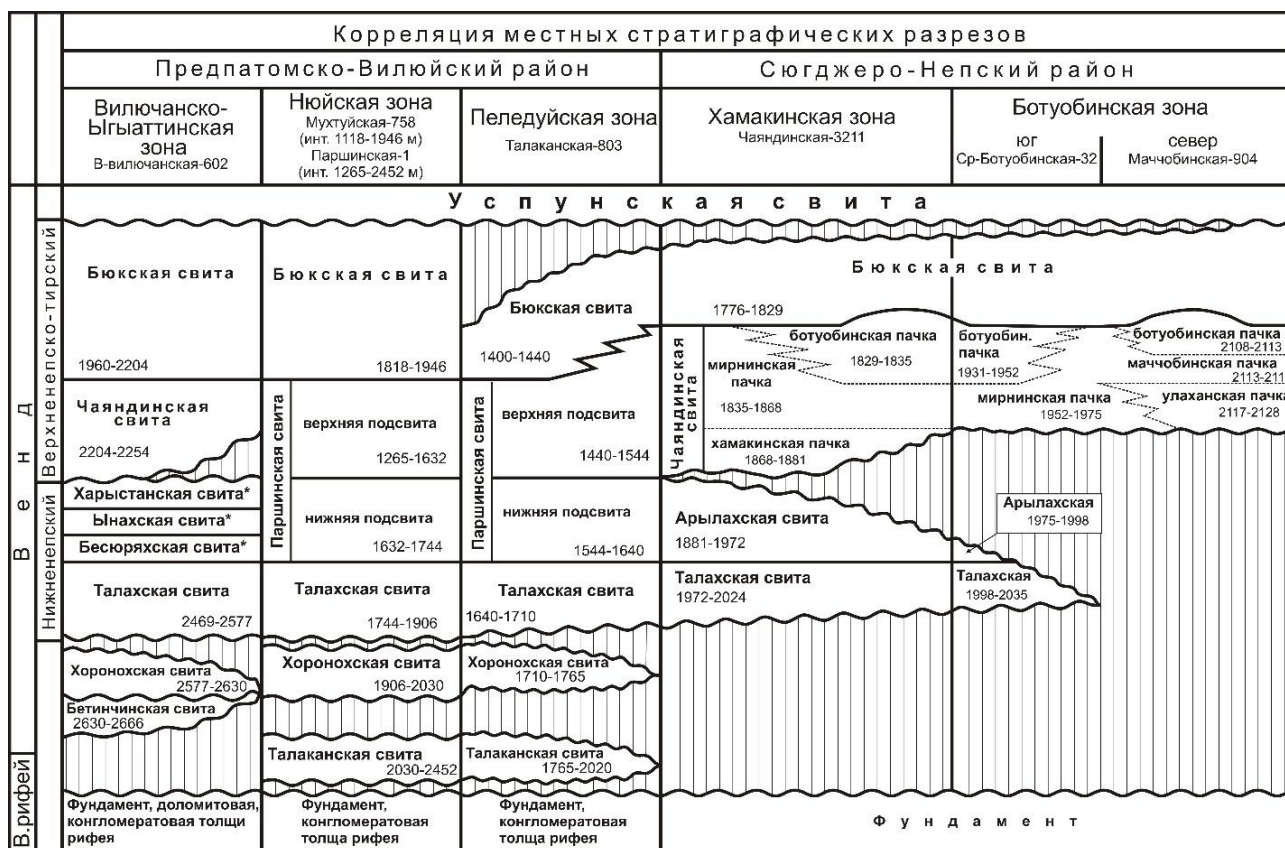


Рис. 2. Стратиграфическая схема терригенных отложений венда северо-восточной части Непско-Ботуобинской антеклизы: \* - интервалы залегания свит: бесюряхская (2 366–2 469 м), ынахская (2 298–2 366 м), харыстанская (2 254–2 298 м)

Первые четыре свиты предлагается принять в ранее утвержденных объемах. Чаяндинскую свиту здесь предлагается выделять на следующих основаниях. Как уже было показано, харыстанские песчаники перекрывают предтирскую эрозионную поверхность – вся толща терригенных отложений между подошвой харыстанских песчаников и подошвой карбонатов бюкской свиты была объединена в ботуобинскую подсвиту [1].

В кровле терригенных отложений выделен пласт слабоалевритовых аргиллитов с повышенной радиоактивностью – аналог нижней части мирнинской пачки [5].

Исходя из этого, разрез чаяндинской свиты Вилючанско-Ыгыаттинской зоны является аналогом хамакинской и мирнинской пачек стратотипической местности. Лишь в самой северо-восточной ее части (север Иктехской площади) в разрезе появляется ботуобинская пачка песчаников.

На территории Нюйской и Пеледуйской зон предлагается выделять талахскую и паршинскую свиты в соответствии с ранее утвержденной схемой [1].

По мнению авторов, использование приведенной стратиграфической схемы позволит более чётко и обоснованно выполнить прогноз распространения продуктивных пластов терригенного венда в районе исследования и прилегающих территориях, что должно привести к открытию новых структурно-стратиграфических и структурно-литологических залежей углеводородов.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Решения четвертого Межведомственного регионального стратиграфического совещания по уточнению и дополнению стратиграфических схем венда и кембрия внутренних районов Сибирской платформы. - Новосибирск: СНИИГГиМС. - 1989. - 64 с.
2. Моисеев С.А. Геологическое строение и особенности оценки и разведки месторождений нефти и газа северо-восточной части Непско-Ботуобинской антеклизы. Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. геол.-минерал. наук. - Новосибирск: ОИГГиМ СО РАН. - 1997. - 17 с.
3. Следица А.С. Геологическое строение и нефтегазоносность терригенных отложений венда Непского свода // ГЕО-Сибирь-2010. VI Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2010 г.). – Новосибирск: СГГА, 2010. Т. 2, ч. 2. – С. 8–12.
4. Вараксина И.В., Хабаров Е.М., Пушкарева М.М. Региональные перерывы в осадконакоплении и некоторые вопросы корреляции вендских отложений Ангара-Ленской ступени и Непско-Ботуобинской антеклизы // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Недропользование. Горное дело. Новые направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 2. – С. 82–86.
5. Лебедев М.В., Моисеев С.А. Результаты детальной корреляции терригенных отложений венда северо-востока Непско-Ботуобинской антеклизы // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2012. – № 8. – С. 4-13.

© С. А. Моисеев, М. В. Лебедев, А. М. Фомин, В. А. Топеико, 2014

## ТОАРСКИЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ РЕЗЕРВУАР, УСЛОВИЯ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ (СЕВЕР ЗАПАДНОЙ СИБИРИ)

*Александр Юрьевич Нехаев*

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, научный сотрудник лаборатории геологии нефти и газа арктических регионов Сибири, тел. (383)333-2109, e-mail: nehaev@mail.ru

В статье на основе анализа каротажных диаграмм и с учетом имеющихся данных (палеонтологических, литологических, геохимических) восстановлены обстановки осадконакопления тоарского регионального резервуара севера Западной Сибири. Построены палеогеографические карты для надояхского проницаемого комплекса и лайдинского флюидоупора.

**Ключевые слова:** обстановки осадконакопления, Западная Сибирь, нижняя юра.

## TOARCIAN REGIONAL RESERVOIR IN THE NORTH OF WEST SIBERIA, SEDIMENTARY ENVIRONMENTS

*Aleksandr Yu. Nekhaev*

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, Ph. D. in Geology, Research scientist, Laboratory of petroleum geology of arctic regions of Siberia, tel. (383)333-21-09, e-mail: nehaev@mail.ru

Based on the analysis of borehole logging records and relying on the data available (paleontological, lithological, geochemical), this paper addresses the problem of reconstructing sedimentation environments of the Toarcian regional reservoir in the north of West Siberia. Paleogeographical maps were built for the Nadoyakh permeable complex and Laida impermeable bed.

**Key words:** sedimentation environments, West Siberia, Lower Jurassic.

Тоарский региональный резервуар широко распространен на севере Западной Сибири. Состоит он из глинистого лайдинского флюидоупора и песчано-алевролитоглинистого надояхского проницаемого комплекса. Для оценки перспектив нефтегазоносности резервуара важно знать обстановки осадконакопления отложений. Ранее автором уже рассматривались условия осадконакопления лайдинского флюидоупора [11] и надояхского проницаемого комплекса [10]. При их реконструкции использовались, как методики анализа формы каротажных кривых (ПС и ГК) [2, 8, 14, 16], так и другой фактический материал (палеонтологический, литологический, геохимический). В результате проведенных исследований были построены предварительные палеогеографические карты, которые кратко обсудим в данной статье.

Надояхский проницаемый комплекс. Отложения проницаемого комплекса (надояхская свита и её стратиграфические аналоги) на изучаемой территории вскрыты более 200 скважинами. Большинство исследователей считают, что формировались они в морских, прибрежно-морских, дельтовых обстановках,

а аллювиальные равнины располагались только на юге рассматриваемой территории [1, 4, 5, 15]. Возраст отложений (верхняя часть нижнего тоара – подошва нижнего аалена) определен по довольно представительным комплексам морской микрофауны [9, 15] и находке нижнеюрских аммонитов *Dactylioceras* и двустворок *Tancredia* ex gr. *bicarinata*, *Pseudomytiloceras* sp. juv. в скважине Медвежья 316 [6]. На основе анализа кривых радиоактивного каротажа [10] и с учетом других данных построена палеогеографическая карта надояхского проницаемого комплекса (рис. 1).

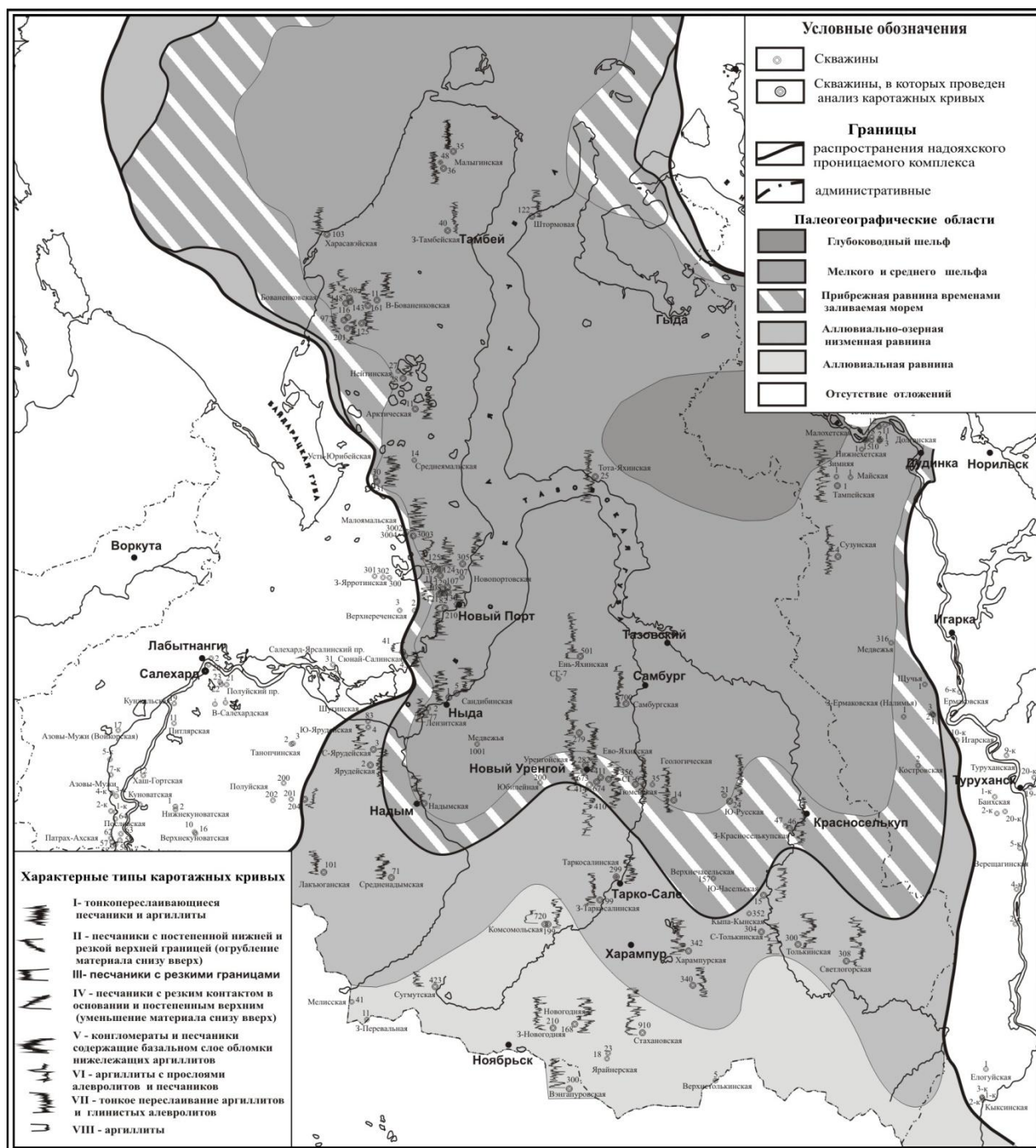


Рис. 1. Палеогеографическая карта Надояхского проницаемого комплекса севера Западной Сибири

На севере территории преобладают спокойные обстановки мелкого и среднего шельфа. Лишь в пределах Усть-Юрибейской, Малоямальской и Новопортовской площадях, ближе к краю бассейна, отмечаются обстановки подводных дельт и мелкого шельфа (отмели, песчаные гряды, вдольбереговые бары, каналы подводных течений). На западе (Сюнай-Салинская, Полуйская, Лензитская, Сандибинская, Северо-Ярудейская, Ярудейская, Надымская, Средненадымская, Лакьюганская площади) шельф сменяется дельтами, лагунами и прибрежной равниной, временами заливаемой морем. На юго-западе располагалась выровненная аллювиальная равнина с меандрирующими реками, старицами и озерами. В центральной части рассматриваемой территории (Самбургская, Ень-Яхинская, Ево-Яхинская, Геологическая площади) мелководно шельфовые обстановки переходят в дельты, лагуны и далее в прибрежную равнину. На северо-востоке (Тампейская, Сузунская площади) распространены обстановки мелкого и среднего шельфа. Южнее, в пределах Южно-Русской, Западно-Красноселькупской и Южной-Часельской площади, шельф сменяется дельтами, лагунами и прибрежной равниной. На юго-востоке (Светлогорская, Толькинская и Северо-Толькинская площади) и на юге (Таркосалинская, Западно-Таркосалинская, Харампурская, Комсомольская, Западно-Новогодняя, Новогодняя, Стахановская Сугмутская, Вынгапуровская площади) преобладали обстановки озерно-аллювиальной равнины.

Лайдинский флюидоупор. Отложения флюидоупора (лайдинская свита и её стратиграфические аналоги) на рассматриваемой площади вскрыты более 250 скважинами. Большинство исследователей полагают, что почти на всей территории севера Западной Сибири в это время существовал мелководный морской бассейн [1, 3, 4, 5, 13, 15]. Среднеюрский возраст (верхняя половина нижнего-низы верхнего аалена) определен по многочисленным находкам макро и микрофауны [7, 9, 13, 15].

Анализ кривых радиоактивного каротажа проведен по 96 скважинам, охватывающих почти весь север Западной Сибири [11] и на их основе, с учетом других данных, построена предварительная палеогеографическая карта лайдинского флюидоупора (рис. 2).

По сравнению с надояхским временем произошло существенное изменение обстановок осадконакопления. На севере рассматриваемой территории (Малыгинская, Восточно-Бованенковская, Харасавэйская, Западно-Тамбейская, Штормовая, Тото-Яхинская площади) преобладали спокойно-водные обстановки глубокого и среднего шельфа и лишь к краям бассейна (Бованенковская, Нейтинская, Арктическая, Усть-Юрибейская, Тампейская, Малоямальская и Новопортовская площади) шельф становился более мелководным (отмели, промоины, песчаные гряды, вдольбереговые бары, каналы подводных течений). Южнее, как в западных районах (от Сюнай-Салинской до Средне-Надымской), так и в центральной части территории (Ево-Яхинская, Самбургская, Уренгойская, Ень-Яхинская, Геологическая площади) и на востоке территории (от Восточно-Мессояхской до Светлогорской площади) преобладал мелководный шельф с обстановками как выше базиса волнения (отмели, песчаные гряды,

вдольбереговые бары, каналы подводных течений), так и ниже (межотмелевые впадины), где отлагался преимущественно глинистый материал, а песчано-алевритовый лишь изредка привносился течениями. Возможно лишь на самом юге (Сугмутская, Вынгапуровская площади) мелководный шельф сменяется дельтовыми и лагунными обстановками.

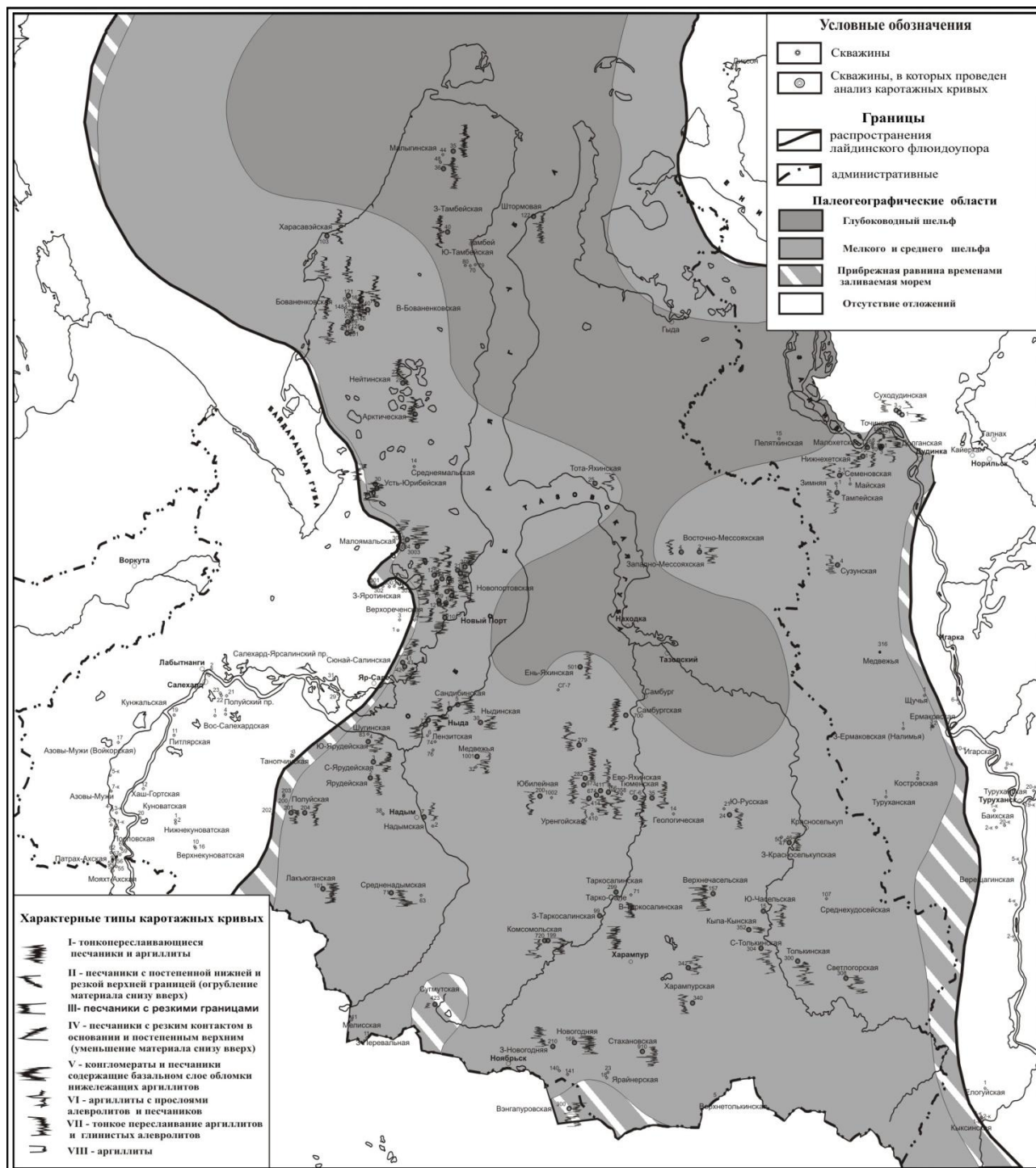


Рис. 2. Палеогеографическая карта лайдинского флюидоупора севера Западной Сибири

Таким образом, тоарский региональный резервуар на большей части севера Западной Сибири преимущественно накапливался в обстановках мелко-водного морского бассейна и лишь на юге в условиях прибрежной аллювиальной равнины временами затопляемой морем.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Атлас литолого-палеогеографических карт юрского и мелового периодов Западно-Сибирской равнины в масштабе 1:5 000 000 / Под ред. И.И. Нестерова. - Тюмень: Изд-во ЗапСибНИГНИ. Вып. 93. 1976.
2. Белозёров В.Б., Иванов И.А., Резапов Г.И. Верхнеюрские дельты Западной Сибири // Геология и геофизика. - 2001. - Т. 42. - № 11-12. - С. 1888-1896
3. Бородин В.Н., Зарубко Н.С., Коровина Т.А. и др. Условия седиментации нижнего мезозоя по разрезу Тюменской сверхглубокой скважины (СГ-6) // Научное бурение в России. 1996. Вып. 4. - С. 127-135.
4. Гурари Ф.Г. Девятков В.П., Демин В.И. и др. Геологическое строение и нефтегазоносность нижней и средней юры Западно-Сибирской провинции. – Новосибирск: Наука. 2005. - 156 с.
5. Девятков В.П., Казаков А.М. Морская нижняя и средняя юра Западной Сибири // Геология и нефтегазоносность триас-среднеюрских отложений Западной Сибири. - Новосибирск. 1991. - С. 40-55.
6. Девятков В.П., Князев В.Г., Кутыгин Р.В. и др. Первая находка нижнеюрских аммонитов (*Dactyloceras*) в Западной Сибири // Доклады Академии Наук. - 2006. - Т. 406. - № 3. - С. 346-349.
7. Казаков А.М., Девятков В.П. Стратиграфия нижней и средней юры севера Западной Сибири // Стратиграфия и палеонтология докембрия и фанерозоя Сибири. – Новосибирск: СНИИГГИМС, 1990. - С. 110-118.
8. Муромцев В.С. Электрометрическая геология песчаных тел – литологических ловушек нефти и газа. - Ленинград: Недра. 1984. - 206 с.
9. Нежданов А.А., Огибенин В.В., Куренко М.И. и др. Региональная литостратиграфическая схема мезозоя и кайнозоя Западной Сибири и основные закономерности размещения неантиклинальных ловушек углеводородов // Литмологические закономерности размещения резервуаров и залежей углеводородов. - Новосибирск: Наука, 1990. - С. 79-108.
10. Нехаев А.Ю. Обстановки осадконакопления надояхского времени севера Западной Сибири // Ленинградская школа литологии. Материалы Всероссийского литологического совещания. - Санкт-Петербург, СПбГУ, 2012. Т. 1. - С. 222-224
11. Нехаев А.Ю. Обстановки осадконакопления лайдинского времени севера Западной Сибири // Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии. Пятое Всероссийское совещание. 23-27 сентября 2013 г., Тюмень. Научные материалы. – Екатеринбург: ООО «Издательский дом «ИздатНаукаСервис», 2013. - С. 157-159
12. Никитенко Б.Л. Стратиграфия, палеобиогеография и биофауна юры Сибири по микрофауне (фораминиферы и остракоды). – Новосибирск: Параллель. 2009. - 680 с.
13. Предтеченская Е.А., Будников И.В., Девятков В.П. Литология, фация и коллекторы нижней-средней юры Уренгойского района // Геология и нефтегазоносность триас-среднеюрских отложений Западной Сибири. - Новосибирск. 1991. - С. 20-32.
14. Селли Р.Ч. Древние обстановки осадконакопления. – Москва: Недра. 1989. - 294 с.
15. Шурыгин Б.Н., Никитенко Б.Л., Девятков В.П. и др. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Юрская система. – Новосибирск: Изд-во СО РАН. 2000. - 480 с.
16. Selley Richard C. Subsurface environmental analysis of North Sea sediments // AAPG Bull, 1976 - v. 60. - N 2. - P. 184-195

© А. Ю. Нехаев, 2014

## **СТРАТИГРАФИЯ ВОЛЖСКО-ВАЛАНЖИНСКОГО ИНТЕРВАЛА В РАЙОНЕ Р. ОЛЕНЕК (СЕВЕР СИБИРИ)**

### ***Борис Леонидович Никитенко***

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, доктор геолого-минералогических наук, заведующий лабораторией микропалеонтологии, тел. (383)335-64-28, e-mail: NikitenkoBL@ipgg.sbras.ru

### ***Екатерина Борисовна Пещевицкая***

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории палеонтологии и стратиграфии мезозоя и кайнозоя, тел. (383)335-64-24, e-mail: PeschevickayaEB@ipgg.sbras.ru

### ***Валерий Георгиевич Князев***

ФГБУН Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН, 677980, Россия, г. Якутск, просп. Ленина, 39, доктор геолого-минералогических наук, тел. (383)335-64-24, e-mail: NikitenkoBL@ipgg.sbras.ru

Установлены волжско-валанжинские биостратоны по аммонитам, фораминиферам и палиноморфам в Оленекском районе. Более точно оценен объем волжского яруса и обосновано положение кровли буолкалахской свиты в основании валанжина.

**Ключевые слова:** волга-валанжин, биостратиграфия, Север Сибири.

## **VOLGIAN-VALANGINIAN STRATIGRAPHY OF OLENEK RIVER REGION (NORTH SIBERIA)**

### ***Boris L. Nikitenko***

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptyug av., 3, Dr. Sci., Head of Laboratory of micropaleontology, tel. (383)335-64-28, e-mail: NikitenkoBL@ipgg.sbras.ru

### ***Ekaterina B. Pestchevitskaya***

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptyug av., 3, Ph. D. in Geology, Senior research scientist of Laboratory of Mesozoic and Cenozoic paleontology and stratigraphy, tel. (383)335-64-24, e-mail: PeschevickayaEB@ipgg.sbras.ru

### ***Valeriy G. Knyazev***

Institute of Diamond and Precious Metal Geology Siberian Branch of RAS, 677980, Russia, Yakutsk, Lenina Av., 39, Dr. Sci., tel. (383)335-64-24, e-mail: NikitenkoBL@ipgg.sbras.ru

Volgian-Valanginian biostratigraphical units on ammonites, foraminifers and palynomorphs are established in Olenek River region. The extent of the Volgian is precisely defined and the position of Buolkalakh Formation is defined in the base of the Valanginian.

**Key words:** the Volgian-Valanginian, biostratigraphy, North Siberia.

В настоящее время многие мезозойские разрезы в арктических районах Сибири изучены с большой степенью детальности и на их основе разработан Бореальный зональный стандарт. Однако исследования Арктического региона, направленные на детализацию стратиграфических схем, не теряют своей актуальности, так как мезозойские толщи в этих областях содержат значительные запасы углеводородного сырья. В 2009-2010 годах полевым отрядом новосибирского Института нефтегазовой геологии и геофизики и якутского Института геологии алмаза и благородных металлов было проведено детальное изучение волжско-валанжинского разреза на р. Оленек с детальным отбором макрофауны и образцов на микропалеонтологический и палинологический анализы. Разрез расположен в низовьях р. Оленек, где по правому и левому берегу в береговых обнажениях выходят породы триасового, юрского и мелового возраста. Волжско-берриасская часть разреза представлена серыми и темно-серыми глинистыми осадками буолкалахской свиты. Только в самом основании разреза залегает маломощный слой песчаников и конгломератов (рис.). В берриассе часто встречаются известковые конкреции. Валанжинская часть разреза представлена светло-серыми алевролитами и песчаниками издэсской свиты.

На основе находок аммонитов в волжско-берриасской части разреза восточнее р. Анабар удалось установить почти полную последовательность аммонитовых зон бореального берриаса. Установлено, что волжский ярус занимает примерно третью часть буолкалахской свиты. Находки аммонитов позволили также обосновать положение верхней границы буолкалахской свиты в основании валанжина. В средней части слоя 5 встречены аммониты наиболее характерные для самых верхов волжского яруса (? зона *chetae*) и, возможно, основания берриаса. Учитывая, что достоверные находки самых древних берриасских аммонитов *Praetollia* sp. найдены с уровня 12.3 м, можно предположить, что граница волжского яруса и бореального берриаса в этом разрезе, находится в интервале 12 – 12.3 м от основания слоя 5. С уровня 17.5 м от подошвы слоя 5, практически, по его кровлю встречены аммониты вышележащей зоны *kochi*. Средняя часть слоя 6 и низы слоя 7 охарактеризованы находками аммонитов зоны *analogus*. В слое 7 так же встречаются аммониты терминальной зоны берриаса *mesezhnikovi*. По-видимому, граница между аммонитовыми зонами *analogus* и *mesezhnikovi* проходит внутри слоя 7. В осыпи вышележащей части разреза встречены аммониты зоны *mesezhnikovi*, появляется *Tollia* cf. *tolli*, что характерно для самых верхов берриаса и основания валанжина.

Полученные данные по аммонитам позволили увязать с Бореальным стандартом биостратоны по фораминиферам и палиноморфам. В самом основании буолкалахской свиты (слой 5) выявлены комплексы фораминифер, характерные для зоны *Spiroplectammina vicinalis*, *Dorothia tortuosa* JF45 (верхняя часть нижневолжского – нижняя (большая) часть средневолжского подъяруса) [1]. В подошве слоя достаточно многочисленны находки *Kutsevelia haplophragmoides*, которые наиболее характерны для нижневолжской части зоны JF45. В 5 м от подошвы слоя определен вид *Evolutinella emeljanzevi*. Его первое появление в Арктической области фиксируется в верхах средней волги. Таким образом, граница между нижневолжским и средневолжским подъярусами

проходит в интервале 0,5–5 м от основания слоя 5 (рис.). В средней части слоя 5 (11,5 м от подошвы) обнаружен комплекс, характерный для зоны *Ammodiscus veteranus*, *Evolutinella emeljanzevi* JF52 (верхи средней волги – основание бореального берриаса).

| Волжский   |       | Бореальный берриас |    |   |     | Валанжин |         |           |    | Ярус |          |       |     |             |
|------------|-------|--------------------|----|---|-----|----------|---------|-----------|----|------|----------|-------|-----|-------------|
| Ниж.       | Сред. | Верхн.             |    |   |     |          | Верхний |           |    |      | Подъярус |       |     |             |
|            |       |                    |    |   |     |          |         | Издэсская |    |      |          | Свита |     |             |
|            | 5     |                    | 6  | 7 | 8   |          | 10      | 11        | 12 | 13   | 14       | 15    | 16  | Пачка       |
|            | 21    |                    | 12 | 1 | 7.3 |          | 2.3     | 6         | 5  | 6    | 2.6      |       | 6.5 | Мощность, м |
|            |       |                    |    |   |     |          |         |           |    |      |          |       |     |             |
| Литоология |       |                    |    |   |     |          |         |           |    |      |          |       |     |             |

| Зоны, подзоны, слои |                       |                                                      |                                                                                     |      |                                              |
|---------------------|-----------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------|----------------------------------------------|
| Аммониты            | Фораминиферы          | Диноцисты                                            | Споры, пыльца                                                                       |      |                                              |
|                     |                       |                                                      | СПК Oln-Vln3                                                                        |      |                                              |
|                     | KF2, KF4              |                                                      | СПК Oln-Vln2                                                                        |      |                                              |
|                     |                       |                                                      | СПК Oln-Vln1                                                                        |      |                                              |
|                     | Bojarkia mesezhnikovi | Recurvoides obskiensis, Valanginella tatarica<br>KF2 | Pareodinioideae, Cassiculosphaeridia reticulata, Cyclonephelium cuculliforme<br>ДК1 | СПК2 | Cicatricosisporites ludbrookiae, Taxodiaceae |
|                     | Surites analogus      | Gaudryina gerkei, Trochammina rosaceaformis<br>KF1   |                                                                                     |      |                                              |
| Hectoroceras kochi  |                       |                                                      | СПК1                                                                                |      |                                              |
| ? Praetollia maynci |                       | ДК Oln4                                              | СПК Oln4                                                                            |      |                                              |
| ? Chetaites chetae  | JF52                  |                                                      |                                                                                     |      |                                              |
|                     | JF45                  | ДК Oln3                                              | СПК Oln3                                                                            |      |                                              |
|                     |                       | ДК Oln2                                              | СПК Oln2                                                                            |      |                                              |
|                     |                       | ДК Oln1                                              | СПК Oln1                                                                            |      |                                              |

Учитывая находки вида *Gaudryina ex gr. gerkei*, первое появление которого фиксируется не ниже средней части аммонитовой зоны *okensis*, можно предположить, что данный уровень разреза соответствует только верхней части верхневожского подъяруса – основанию бореального берриаса (см. рис.). Выше по разрезу установлены таксономически богатые ассоциации фораминифер, в которых преобладают известковистые формы. Систематический состав характерен для зоны *Gaudryina gerkei*, *Trochammina rosaceaformis* KF1 (средняя часть бореального берриаса). В верхней части слоя 8 комплексы существенно обедняются, как количественно, так и таксономически. Фораминиферовые ассоциации этого уровня близки к характерному комплексу зоны *Recurvoides obskiensis*, *Valanginella tataruca* KF2 (верхи бореального берриаса – валанжин).

В разрезе определены богатые комплексы спор, пыльцы и микрофитопланктона. На основе распределения стратиграфически важных видов и характерных компонентов комплексов в разрезе установлены две последовательности палиностратонов: слои со спорами и пыльцой, слои с диноцистами. Диноцистовая последовательность состоит из 5 биостратонов (см. рис.). Комплексы микрофитопланктона содержат стратиграфически важные виды, которые позволяют проводить межрегиональную корреляцию: в вожском ярусе – с различными районами Восточной и Западной Европы, в пограничной вожско-берриасской части – с Западной Европой, Канадой и различными районами Сибири, в средней части берриаса – с европейской частью России, Уралом, Сибирью и Арктической Канадой. В верхней части берриаса установлены слои *Pareodinioidae*, *Cassiculosphaeridia reticulata*, *Cyclonephelium cuculliforme* (верхний берриас – низы нижнего валанжина), которые ранее были выявлены на севере Западной и Средней Сибири ([2]. В верхней части слоя 10 важно присутствие вида *Paragonyaulacysta ?borealis*. Его исчезновение в разрезах Сибири наблюдается в средней части аммонитовой зоны *klimovskiensis*. Последовательность спор и пыльцы наземных растений содержит 9 биостратонов (см. рис.). Установленные палинокомплексы хорошо сопоставляются с одновозрастными комплексами Западной и Средней Сибири, а в вожском интервале возможна также корреляция с Западной Европой и Канадой.

Биофациальный анализ показал, что пески с глауконитом и конгломераты слоя 4 в основании буолкалахской свиты формировались в условиях мелководья, что подтверждается небольшим количеством микрофитопланктона (8 %). Однако значительное разнообразие динофлагеллат свидетельствует о нормально морских условиях. Выше, в основании слоя 5 в высокоуглеродистых глинах, встречены дифференцированные сообщества фораминифер внутренней части средней сублиторали. Большим обилием (56 %) и разнообразием отличаются комплексы микрофитопланктона, в которых широко представлены представители семейства *Gonyaulacaceae* и *Pareodiniaceae*, что считается характерным признаком неритовой зоны. Средневожские ассоциации фораминифер достаточно обеднены и вероятно обитали в условиях внешней части верхней сублиторали с застойными стагнационными обстановками. Для средне- и поздневожского времени, вероятно, были характерны нестабильные палеообстановки, что отражается в постоянном изменении таксономического состава динофлагелла-

товых сообществ и количественных характеристик различных групп микрофитопланктона. Значительно варьирует общее количество микрофитопланктона (12-57 %). Разнообразие динофлагеллат сокращается, но остается достаточно высоким, что характерно для менее глубоководных областей неритовой зоны. О возможном похолодании свидетельствует увеличение роли гониаулякоидных диноцист простой морфологии и семейства *Pareodiniaceae*. В это время в комплексах микрофитопланктона периодически доминируют прازیнофиты родов *Leiosphaeridia* и *Tasmanites*, что часто интерпретируется как свидетельство застойных стагнационных обстановок. В конце волжского века – начале берриаса фораминиферы немногочисленны, но более разнообразны и представлены только агглютинирующими формами. Для средней части берриаса характерны многочисленные и таксономически разнообразные сообщества фораминифер. В целом, количественно преобладают известковистые формы. Эти ассоциации обычно встречаются в обстановках внутренней части средней сублиторали. В конце берриаса в Сибирских морях отмечается регрессия, ускорившаяся к началу валанжина. В это время еще продолжали накапливаться алевроито-глинистые осадки, но в сообществах фораминифер происходят существенные изменения. В условиях верхней сублиторали, вероятно ее внешней части начинают доминировать представители *Cribrostomoides* или *Recurvoides*. Известковистые фораминиферы таксономически разнообразны, но встречаются единичными экземплярами. В самом конце берриаса в сообществах отмечены лишь редкие формы агглютинирующих и известковистых фораминифер. С середины берриаса начинает постепенно сокращаться количество микрофитопланктона. Однако разнообразие динофлагеллат пока не уменьшается, что свидетельствует о стабильном существовании нормально морских условий на данной территории. В раннем валанжине наблюдается резкое сокращение количества микрофитопланктона (3-9 %). Небольшой количественный всплеск наблюдается во второй половине раннего валанжина (слой 15), во время кратковременной трансгрессии.

Таким образом, впервые, в разрезах восточнее р. Анабар удалось установить всю последовательность аммонитовых зон бореального берриаса, что позволило более точно оценить объем волжского яруса и обосновать положение верхней границы буолкалахской свиты в основании валанжина. С аммонитовой зонацией увязаны последовательности фораминифер, диноцист, спор и пыльцы голосеменных, которые показали, что в Оленекском районе присутствует нижневолжский подъярус. Ранее нижняя часть буолкалахской свиты рассматривалась в объеме только средневолжского подъяруса [3].

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Никитенко Б.Л. Стратиграфия, палеогеография и биофации юры Сибири по микрофауне (фораминиферы и остракоды). – Новосибирск: ИНГГ, 2009. – 680 с.
2. Пещевицкая Е.Б. Диноцисты и палиностратиграфия нижнего мела Севера Сибири. Новосибирск: Гео, 2010. – 230 с.
3. Решения 3-го межведомственного регионального стратиграфического совещания по мезозою и кайнозою Средней Сибири (г. Новосибирск, 1978). – Новосибирск: СНИИГиМС, 1981. – 90 с.

© Б. Л. Никитенко, Е. Б. Пещевицкая, В. Г. Князев, 2014

## ГИДРОГЕОХИМИЯ И МЕХАНИЗМЫ ФОРМИРОВАНИЯ СОСТАВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД АРКТИЧЕСКИХ РАЙОНОВ СИБИРИ

*Дмитрий Анатольевич Новиков*

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, заведующий лабораторией гидрогеологии осадочных бассейнов Сибири, тел. (383)363-80-36, e-mail: NovikovDA@ipgg.sbras.ru

Арктические районы осадочных бассейнов Сибири являются уникальными с гидрогеологической точки зрения. Здесь бессолевого типа разреза меняется на соленосный по направлению от полуострова Ямал через структуры Енисей-Хатангского регионального прогиба к Анабаро-Хатангскому междуречью, где развиты солянокупольные структуры. Выявлены обширные области распространения инверсии гидрогеохимического поля, не характерные для большинства осадочных бассейнов мира. С гидрогеохимической точки зрения здесь развиты практически все геохимические типы подземных вод от пресных до сверхкрепких рассолов с величиной общей минерализации более 300 г/л.

**Ключевые слова:** гидрогеохимия, вертикальная гидрогеохимическая зональность, подземные воды и рассолы, осадочные процессы, вода-порода.

## HYDROGEOCHEMISTRY AND MECHANISMS OF GROUNDWATER FORMATION IN SIBERIAN ARCTIC

*Dmitry A. Novikov*

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, Russia, 630090, Novosibirsk, Koptug Prospect 3, Ph. D., Head of the Laboratory of Hydrogeology of sedimentary basins of Siberia, tel. (383)363-80-36, e-mail: NovikovDA@ipgg.sbras.ru

Sedimentary basins of Siberian arctic have unique hydrogeology. Here, non-salt type of the section changes to salt one from the Yamal peninsula through the structures of the Yenisei- Khatanga regional trough to the Anabar-Khatanga interfluvium, where salt-dome structures exist. Widespread areas of hydrogeochemical field inversion have been revealed being not typical for most of the sedimentary basins in the world. From hydrogeological point of view, almost all geochemical types of groundwaters exist here from fresh to ultra-strong brines with the TDS of more than 300 g/L.

**Key words:** hydrogeochemistry, vertical hydrogeochemical zoning, groundwaters and brines, sedimentary processes, water-rock.

С начала поисково-разведочных работ на нефть и газ в осадочных бассейнах Сибири накоплен огромный фактический материал, отражающий химический и газовый состав подземных вод. При этом надо отметить, что самые северные районы, к которым относится исследуемый район (рис. 1), характеризуется высокой степенью неоднородности гидрогеологической изученности. Гидрогеохимическим исследованиям арктических районов Сибири посвящены многочисленные работы А.С. Анциферова, М.Б. Букаты, В.И. Вождова, Г.Д. Гинсбурга, Ю.Г. Зимина, Г.А. Ивановой, М.К. Калинин, А.А. Карцева, А.Э. Конто-

ровича, Н.М. Кругликова, А.Р. Курчикова, В.М. Матусевича, Д.А. Новикова, Б.П. Ставицкого, О.Н. Яковлева и других.



Рис. 1. Местоположение района исследований на севере Сибири

Обобщение всего фактического материала по гидрогеохимии арктической зоны Западно-Сибирской геосинеклизы и Сибирской платформы (рис. 2) позволило уточнить особенности региональной гидрогеохимической зональности, характер проявления локальных и зональных гидрогеохимических аномалий и установить пространственную связь последних с углеводородными залежами.

Установлено, что Западно-Сибирский мегабассейн отличается невысокой минерализацией подземных вод и рассолов (в исследуемом регионе до  $70 \text{ г/дм}^3$  в районе Известинского, Комсомольского и Губкинского месторождений Надым-Тазовского междуречья и до  $55 \text{ г/дм}^3$  в пределах Малыгинской группы месторождений на полуострове Ямал), бессолевой, значительным содержанием в пластовых водах мезозойского этажа растворенных ОВ и газов углеводородного состава, изменениями гидрогеохимических типов и минерализации подземных вод по площади и в разрезе. При этом каждая из рассматриваемых водонапорных толщ мезозоя характеризуется рядом гидрогеохимических особенностей, обусловленных палеогидрогеологической историей, последующими процессами метаморфизации пластовых вод, а также вертикальной миграцией вод из палеозойского фундамента в осадочный чехол в районах отсутствия мощной вулканогенно-осадочной толщи триаса.

Продвигаясь на восток в пределах структур Енисей-Хатангского регионального прогиба в изученной части мезозойского разреза в соответствии с гидродинамическими и гидрогеотермическими условиями водоносных комплексов юрских и меловых отложений, устанавливаются основные гидрогеохимические закономерности: вдоль северо-восточной границы распространены

гидрокарбонатные натриевые и хлоридно-гидрокарбонатные натриевые воды с минерализацией до  $5 \text{ г/дм}^3$ , сменяющиеся по мере продвижения к центральным и юго-западным областям хлоридными натриевыми водами с минерализацией до  $15\text{-}20 \text{ г/дм}^3$ . Гидрогеохимическая картина подземных вод свидетельствует о дифференциации водоносных комплексов юрских и меловых отложений. В разрезе можно выделить различные типы вертикальной гидрогеохимической зональности от прямой доминирующей в пределах Мессояхской наклонной гряды до инверсионной.

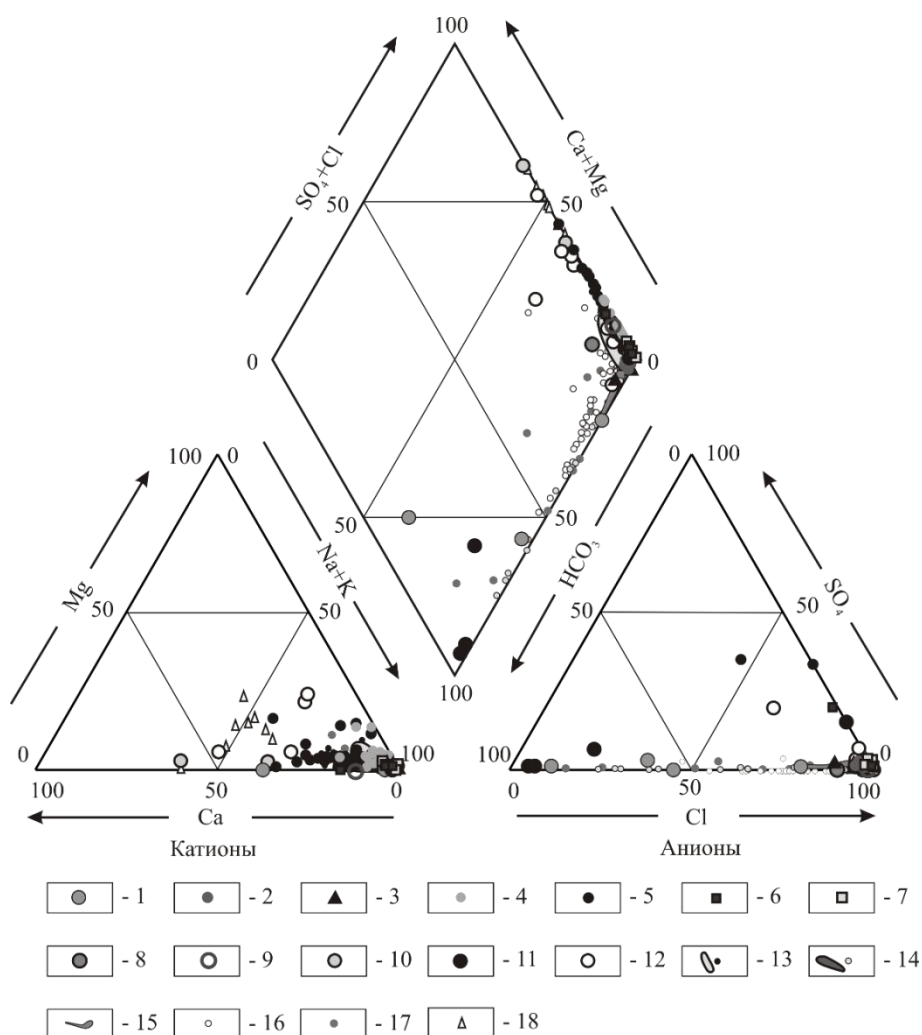


Рис. 2. Диаграмма Пайпера по составу подземных вод осадочных бассейнов Сибири:

1-12 – Анабаро-Хатангский бассейн; 13-17 – арктические районы Западной Сибири;  
18 – Сибирская платформа

Далее на восток бессолевой тип разреза характерный для Западной Сибири в пределах Анабаро-Хатангского бассейна сменяется на соленосный. Здесь широко развиты соляно-купольные и штоковые структуры, характерные для многих солеродных бассейнов мира [1], что в сочетании с ранее открытыми на

прилегающей суше месторождениями и зафиксированными в обнажениях нефтегазопроявлениями, свидетельствует о высокой перспективности данного региона, в том числе и на обнаружение крупных по запасам месторождений, связанных с известными здесь большими по размерам поднятиями [2-3]. Соль – предположительно девонского возраста [4], хотя корни ее диапиров на отдельным сейсмопрофилях прослеживаются глубже предполагаемой подошвы девона [2]. Поэтому здесь можно ожидать наличие еще одной, додевонской соленосной толщи, например, кембрийского возраста, аналога соленосной формации кембрия Сибирской платформы, формации Хормоз бассейна Загрос в Иране [5-8] и формации Ара бассейнов Габа и Южного в Омане [9-11].

Изученные рассолы имеют хлоридный натриевый состав с величиной общей минерализации варьирующей в широком интервале  $52,3 - 350 \text{ г/дм}^3$ . Химический тип рассолов с повышенным содержанием кальция и минерализацией  $54,6 - 144,6 \text{ г/дм}^3$  выявлен в пределах водоносного комплекса рифейских отложений на Костроминской площади, кембрийских на Северо-Соулемской и пермских отложений на Улаханской и Северо-Соулемской площадях.

При сравнительном анализе подземных вод и рассолов (рис. 3) выделяется группа проб хлоридного натриевого состава с величиной общей минерализации более  $250 \text{ г/дм}^3$ , которая характеризует генетический тип рассолов выщелачивания каменной соли.

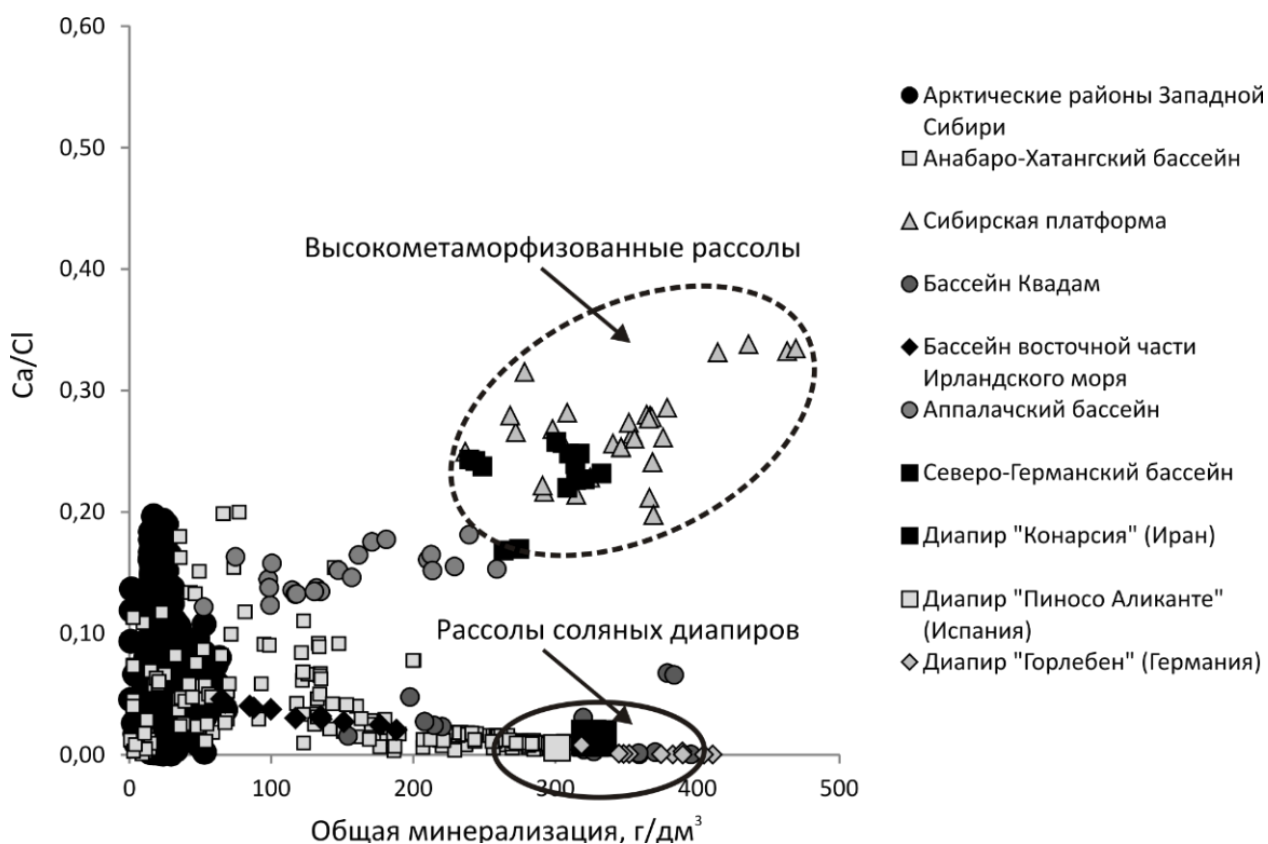


Рис. 3. Зависимость отношения  $\text{Ca/Cl}$  от величины общей минерализации подземных вод

Таковыми же геохимическими параметрами характеризуются рассолы из схожих геологических условий районов проявления соляного тектогенеза в осадочных бассейнах Аликанте (Испания) [12], Заргос (Иран) [13], Северного моря [14], Свердрап (арктические районы Канады) [15], Северной Германии [16] и многих других. С ростом степени метаморфизации рассолов значительно меняется их состав. Так, в изучаемом районе наиболее метаморфизованные рассолы с повышенным содержанием кальция (отношение  $\text{Ca/Cl}$  составляет до 0,33) выявлены в водоносных горизонтах венд-кембрийского и рифейского комплексов. Они во многом приобретают черты высокометаморфизованных рассолов Сибирской платформы, у которых коэффициент метаморфизации  $\text{Ca/Cl}$  нередко превышает 0,25-0,35, подземные же воды и рассолы Западной Сибири находятся на самой начальной стадии метаморфизации состава.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 14-05-00868 А).

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Hudec M.R., Jackson M.P.A. Terra infirma: Understanding salt tectonics // *Earth-Science Reviews*. – 2007. – V. 82. – PP. 1-28.
2. Пронкин А.П., Савченко В.И., Цехмейстрюк А.К., Шумский Б.В. Основные результаты работ ГНЦ ФГУП «Южморгеология» в транзитных зонах акваторий морей России // *Геология нефти и газа*. – 2011. – № 6. – С. 21-30.
3. Пронкин А.П., Савченко В.И., Хлебников П.А., Эрнст В.А., Филиппов Ю.А., Афанасенков А.П., Ефимов А.С., Ступакова А.В., Бордунов С.И., Суслова А.А., Сауткин Р.С., Глухова Т.А., Перетолчин К.А. Новые данные о геологическом строении и возможной нефтегазоносности зон сочленения Западно-Сибирской и Сибирской платформ со складчатым Таймыром // *Геология нефти и газа*. – 2012. – № 1. – С. 28-42.
4. Иванов А.А., Левицкий Ю.Ф. Геология галогенных отложений (формаций) СССР // *Труды ВСЕГЕИ, Новая серия*. Т. 35. – М.: Госгеолтехиздат. – 1960. – 424 с.
5. Jahani S., Callot J.P., Frizon de Lamotte D., Letouzey J., Leturmy P. (2007) The Salt Diapirs of the Eastern Fars Province (Zagros, Iran): A Brief Outline of their Past and Present, pp. 289-308. In: *Thrust Belts and Foreland Basins. From Fold Kinematics to Hydrocarbon Systems* Lacombe O., Lavé J., Roure F.M., Verges J. (Eds.). – Vol. XXIII. – 491 p.
6. Callot J.P., Jahani S., Letouzey J. (2007) The Role of Pre-Existing Diapirs in Fold and Thrust Belt Development, pp. 309-325. In: *Thrust Belts and Foreland Basins. From Fold Kinematics to Hydrocarbon Systems* Lacombe O., Lavé J., Roure F.M., Verges J. (Eds.). – Vol. XXIII. – 491 p.
7. Talbot C., Aftabi P., Chemia Z. Potash in a salt mushroom at Hormoz Island, Hormoz Strait. *IranOre Geology Reviews*. – 2009. – V. 35. – PP. 317–332.
8. Ghazban F., Al-Aasm I.S. Hydrocarbon-induced diagenetic dolomite and pyrite formation associated with the Hormoz island salt dome, offshore Iran. *Journal of Petroleum Geology*. – 2010. – V. 33. – PP. 183-196.
9. Mattes B.W., Conway Morris S. Carbonate/evaporite deposition in the Late Precambrian–Early Cambrian Ara formation of Southern Oman. *Geol Soc Spec Publ.* – 1990. – V. 49. – PP. 617–636.
10. Al-Siyabi H.A. Exploration history of the Ara intrasalt carbonate stringers in the South Oman Salt Basin. *GeoArabia*. – 2005. – V. 10(4). – PP. 39–72.

11. Schoenherr J., Schle'der Z., Urai J.L., Littke R., Kukla P.A. Deformation mechanisms of deeply buried and surface-piercing Late Pre-Cambrian to Early Cambrian Ara Salt from interior Oman. *International Journal of Earth Science*. – 2010. – V. 99. – PP. 1007–1025.
12. Rodri'guez-Estrella T., Pulido-Bosch A. Gypsum karst evolution in a diapir: a case study (Pinoso, Alicante, Spain). *Environmental Earth Science*. – 2010. – V. 59. – PP. 1057–1063.
13. Zarei M., Raeisi E. Karst development and hydrogeology of Konarsiah salt diapir, south of Iran. *Carbonates Evaporites*. – 2010. – V. 25. – PP. 217–229.
14. Niemann H., Elvert M., Hovland M., Orcutt B., Judd A., Suck I., Gutt J., Joye S., Damm E., Finster K., Boetius A. Methane emission and consumption at a North Sea gas seep (Tommeliten area). *Biogeosciences*. – 2005. – V. 2. – PP. 335–351.
15. Grasby S.E., Zhuoheng C., Dewing K. Formation water geochemistry of the Sverdrup Basin: Implications for hydrocarbon development in the High Arctic. *Applied Geochemistry*. – 2012. – V. 27. – PP. 1623–1632.
16. Margi F., Bayer U., Pekdeger A., Otto R., Thomsen C., Maiwald U. Salty groundwater flow in the shallow and deep aquifer systems of the Schleswig–Holstein area (North German Basin). *Tectonophysics*. – 2009. – V. 470. – PP. 183–194.

© Д. А. Новиков, 2014

## **РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА В РАЗРЕЗЕ ВОЛЖСКО-РАННЕБЕРРИАССКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮГО-ВОСТОЧНЫХ РАЙОНОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ ПО ДАННЫМ РАДИОАКТИВНОГО И ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО КАРОТАЖА**

*Елена Владимировна Пономарева*

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, младший научный сотрудник лаборатории геологии нефти и газа Западной Сибири, тел. (383)363-91-93, e-mail: PonomarevaEV@ipgg.sbras.ru

В работе рассмотрено распределение органического углерода на территории Томской области в интервале баженовской свиты и её стратиграфических аналогов марьяновской и максимоярской свит по данным интерпретации материалов каротажа удельных электрических сопротивлений и естественной радиоактивности пород. Прослежены территории с повышенными значениями органического углерода, которые приурочены к западной части территории исследования. В разрезе волжско-раннеберриасских отложений наибольшие значения органического углерода порядка 20 % выявлены на Александровской, Весенней, Игольской, Крапивинской и Малореченской площадях, минимальные значения менее 3 % отмечены в восточной части Томской области в зоне развития максимоярской свиты.

**Ключевые слова:** баженовская свита, Томская область, физические параметры, интерпретация данных ГИС.

## **DISTRIBUTION OF ORGANIC CARBON IN THE VOLGIAN – EARLY BERRIASSIAN DEPOSITS IN THE SOUTHEAST OF WESTERN SIBERIA ACCORDING TO RADIOACTIVE LOGGING AND ELECTRICAL RESISTIVITY SURVEYS**

*Elena V. Ponomareva*

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, Junior Researcher of Laboratory of oil and gas geology of West Siberia, tel. (383)363-91-93, e-mail: PonomarevaEV@ipgg.sbras.ru

The paper analyzes the distribution of organic carbon in the Tomsk region area in the range of the Bazhenov Formation and its stratigraphic analogs, the Maksimkin Yar and Mariyanovka formations, according to the interpretation of data on electrical resistivity logging and natural radioactivity of rocks. Investigated the areas with higher values of organic carbon are confined to the western portion of the study area. The Volgian- early Berriassian deposits that showed the highest values of organic carbon reaching 20 % have been revealed in the Aleksandrovskaya, Vesennyaya, Igolskaya, Krapivinskaya and Malorechenskaya areas, and the lowest values of less than 3 % in the eastern portion of Tomsk region, which account for the zone of development of the Maksimkin Yar Fm.

**Key words:** Bazhenov Formation, Tomsk region, physical parameters, GIS data interpretation.

Волжско-раннеберриасские отложения Томской области, где находится территория исследования, представлены баженовской свитой и её стратиграфическими аналогами марьяновской и максимоярской свитами (Решения., 2004). По мнению большинства исследователей баженовская свита является основной

нефтепроизводящей толщей для юрско-меловых залежей на территории Западной Сибири и одновременно выполняет роль флюидоупора для залежей месторождений в нижележащих отложениях.

Баженовская свита представлена чередованием глинистых, кремнистых, карбонатных пород, обогащенных органическим веществом (ОВ) в центральных районах ХМАО до 25–50 % [Конторович и др., 1998], состоящих, в основном, из четырех порообразующих компонентов: глинистых минералов, минералов кремнезема, карбонатных минералов и органического вещества. По данным литологических исследований И.Д. Поляковой с соавторами [Полякова и др., 2002] «кремнистые породы обогащены сапропелевым ОВ в виде красного и красно-бурого коллоальгинита, концентрирующегося в пленках и тонких прослоях волокнистого строения». По мере приближения к границе «выклинивания» юры, содержание ОВ в породах снижается.

Характерные физические свойства пород свиты, которая является высоко-радиоактивной толщей и классическим диэлектриком – одновременно, позволяют хорошо диагностировать свиту в разрезе на каротажных диаграммах по низким значениям акустического каротажа, отрицательной аномалии индукционного каротажа, аномально высоким значениям удельного электрического сопротивления (УЭС) и естественной радиоактивности (ЕР) пород.

Для оценки генерационного потенциала нефтегазоматеринских толщ важное значение имеет процентное содержание органического углерода ( $C_{орг}$ ), наряду с объемом пород, вмещающих органическое вещество (ОВ), качеством ОВ и степенью его катагенетической преобразованности.

Корреляционная связь между содержанием урана и органического углерода для баженовской свиты, выявленная И.И. Плуманом в 1971 г. [Плуман, 1971] дала возможность проследить  $C_{орг}$  по территории с помощью интерпретации данных геофизических исследований скважин. Используя корреляционные зависимости, были построены карты распределения  $C_{орг}$  И.И. Плуманом (1975 г), В.И. Москвиным (1984 г), В.А. Конторовичем (2002 г) и др.

В представленной работе были проанализированы данные радиоактивного (ГК, НГК) и электрического (БК, КС) каротажа в 300 глубоких скважинах, пробуренных на территории Томской области. Используя найденную в ИНГГ СО РАН зависимость «керн–ГИС» концентрации органического углерода по геохимическим исследованиям керна от пластовых значений естественной радиоактивности и сигналов удельных электрических сопротивлений по боковому каротажу (БК), были построены диаграммы распределения органического углерода в баженовском интервале по каждой скважине. В ходе работы использовались опубликованные данные по литологии и геохимии ОВ волжско-берриаских отложений. Для выявления литологических типов пород применялась методика М.А. Павловой с соавторами [Павлова и др., 2012], основанная на численной интерпретации материалов гамма-, нейтронного- и бокового каротажа.

Согласно схеме районирования битуминозных отложений Западно-Сибирской равнины по типам разрезов [Брадучан и др., 1986] основная часть территории Томской области относится к Тамбейско-Омской зоне внутренней

области распространения битуминозных отложений, где выделяется баженовская свита «вахского» и «нижневартковского» типов разреза.

Баженовская свита «вахского» типа разреза развита в северной, западной и центральной частях Томской области. Для этого типа разреза характерно выделение двух литологических пачек, которые отличаются разными формами записи на диаграммах кажущегося сопротивления. При повышенных значениях  $E_p$  обеих пачек нижняя пачка имеет повышенное значение УЭС до 3-х масштабов, верхняя – порядка 10 Ом\*м. (рис. 1).

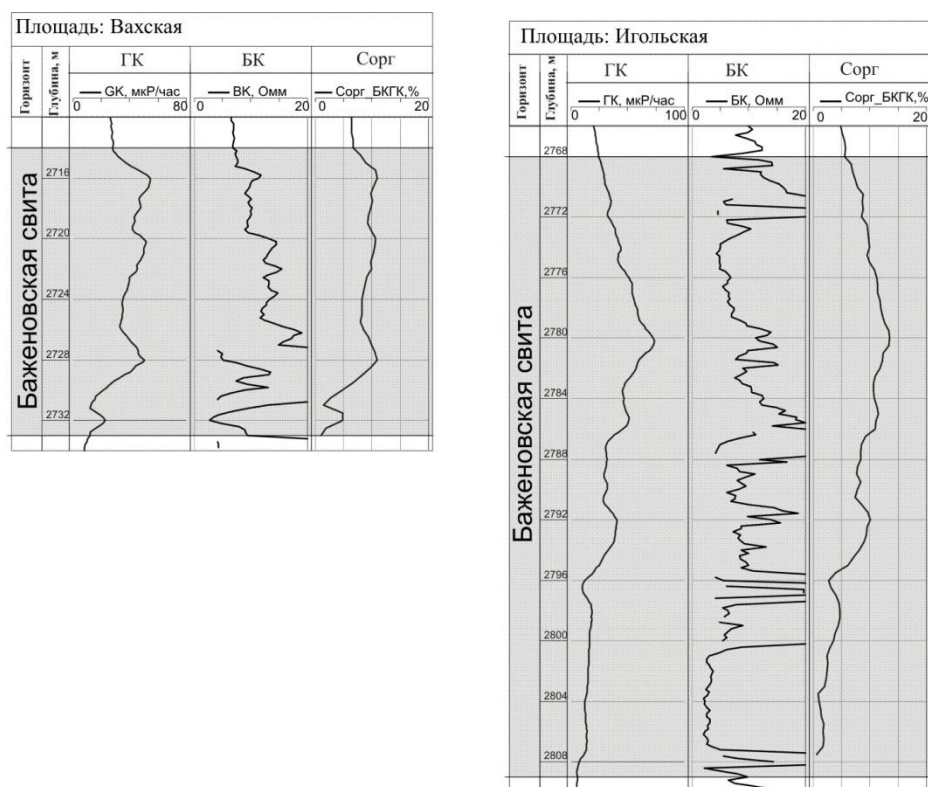


Рис. 1. Диаграммы распределения органического углерода в скважинах в «вахском» типе разреза

Толщина свиты составляет от 15 м - в районе Каймысовского и Александровского сводов, до 45 м – в пределах Колтогорско-Нюрольского желоба. Содержание органического углерода варьирует от 5 до 12 %, достигая 20 % в литотипе высокорadioактивных смешанных карбонатно-глинисто-кремнистых пород в верхней и центральной части интервала баженовской свиты (по методике М.А. Павловой с соавторами). Наименьшие значения  $C_{орг}$  2 - 3 % приурочены к аргиллитам, расположенным в подошвенной части интервала.

В западной части территории исследования отмечается развитие высокорadioактивных пород в низах куломзинской свиты на границе отрицательных структур – Колтогорско-Нюрольского желоба и Колтогорского мезопрогиба, и сопряженных с ними положительных структур – Нижневартковского, Александровского, Каймысовского сводов, Парабельского наклонного мегавала и Пудинского куполовидного поднятия.

На северо-западе территории в районе Нижневартовского свода развит «нижневартовский» тип разреза баженовской свиты (рис. 2, а). Для него характерны высокие значения удельного электрического сопротивления до 4-х масштабов и высокие значения естественной радиоактивности. От Салымского типа разреза, развитого в центральных районах ХМАО, его отличает небольшая толщина порядка 7 - 15 %, что связано, по мнению Ю.В. Брадучана [Брадучан и др., 1986], с активным ростом Нижневартовского свода в волжско-берриасское время. Содержание органического углерода в породах на этой территории изменяется от 5 до 9 %, максимальные значения – до 15 % отмечены в центральной части свиты на Малореченской площади.

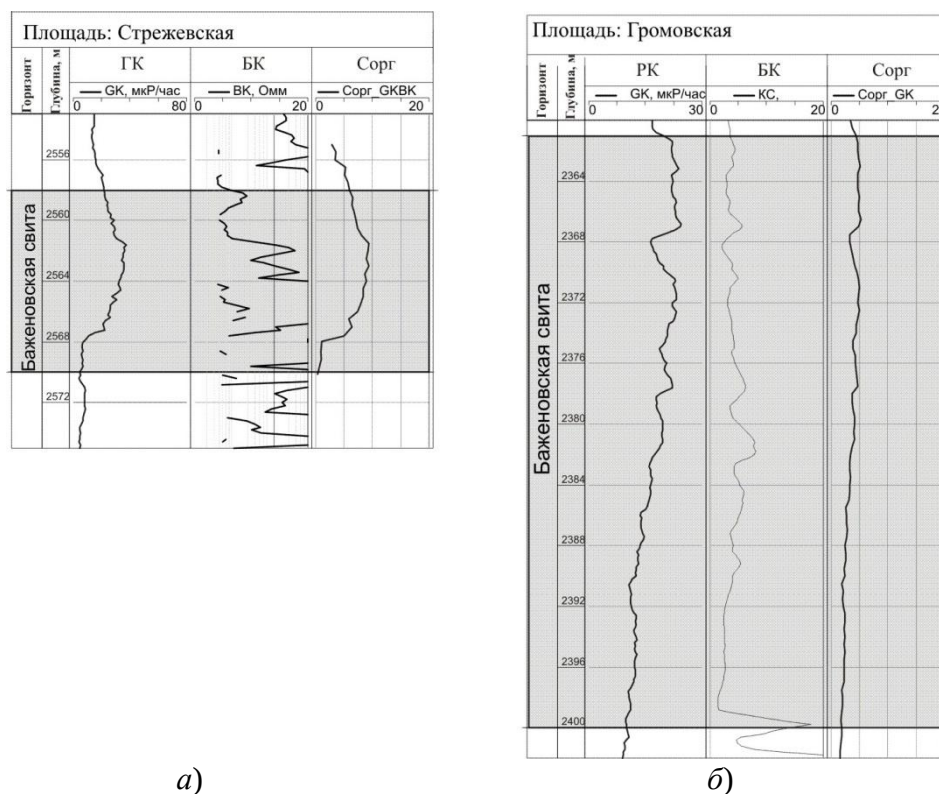


Рис. 2. Диаграммы распределения органического углерода в скважинах:

а) «нижневартовского» типа разреза, б) «колпашевского» типа разреза

Внешняя область распространения битуминозных отложений [Брадучан и др., 1986] охватывает восточную, северо-восточную и юго-восточную части Томской области. Здесь развит «колпашевский» тип разреза битуминозных отложений, представленных марьяновской свитой. Для этого типа разреза характерны повышенные значения ЕР при низких значениях КС (рис. 2, б). Отмечается понижение содержания  $S_{орг}$  для всего интервала в целом. Значения  $S_{орг}$  в диапазоне 3–6 % встречаются в скважинах, расположенных в районе Пыль-Караминского мегавала и Куржинской гряды. В восточном направлении происходит уменьшение  $S_{орг}$  до 1,5 – 2 %, где марьяновская свита сменяется однородной толщей аргиллитов максимоярской свиты, плохо выделяемой по комплексу каротажа, с низкими значениями КС и ГК.

Таким образом, на основе построения зависимости «керна-ГИС» по скважинам юго-восточных районов Западной Сибири, с использованием данных по естественной радиоактивности и удельному электрическому сопротивлению пород, были прослежены распределения органического углерода в интервале волжско-берриасских отложений. Наибольшие значения установлены в верхней и центральной части интервала баженовской свиты в скважинах с «вахским» –  $C_{орг}$  до 20 %, и «нижневартовским» –  $C_{орг}$  до 15 %, типами разреза. Восточные районы Томской области, где развит «колпашевский» тип разреза, характеризуются пониженными значениями  $C_{орг}$  от 1,5 до 4 %.

Работа выполнена в рамках проекта VIII.73.1.3. (Программа ФНИ государственных академий наук на 2013-2020 годы) «Закономерности размещения и условия формирования скоплений углеводородов в протерозойских и фанерозойских осадочных комплексах Западной Сибири».

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Брэдучан Ю.В., Гурари Ф.Г., Захаров В.А. и др. Баженовский горизонт Западной Сибири (стратиграфия, палеогеография, экосистема, нефтеносность) // Новосибирск: Наука. – 1986.
2. Конторович А.Э., Меленевский В.Н., Занин Ю.Н. и др. Литология, органическая геохимия и условия формирования основных типов пород баженовской свиты (Западная Сибирь) // Геология и геофизика № 11, – 1998. Издательство СО РАН НИЦ ОИГГМ СО РАН, Новосибирск, с. 1477 – 1491.
3. Конторович А.Э., Данилова В.П., Костырева Е.А., и др. Нефтематеринские формации Западной Сибири: старое и новое видение проблемы // Органическая геохимия нефтепроизводящих пород Западной Сибири. Новосибирск: Издательство СО РАН, НИЦ ОИГГМ, – 1999. С. 10 – 12.
4. Конторович В.А. Тектоника и нефтегазоносность мезозойско-кайнозойских отложений юго-восточных районов Западной Сибири // Новосибирск: Издательство СО РАН, Филиал «ГЕО». – 2002. 250 с.
5. Павлова М.А., Сухорукова К.В., Глинских В.Н., Казаненков В.А. Интерпретация материалов геофизических исследований скважин нефтеносного разреза баженовской свиты: литотипы и их физические параметры // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Недропользование. Горное дело. Новые направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 1. – С. 127–131.
6. Плуман И.И. Ураноносность черных аргиллитов волжского яруса Западно-Сибирской плиты как критерий геохимических условий осадконакопления // Геохимия. Издательство «Наука». – 1971. Том 9. С. 1138 - 1143.
7. Полякова И.Д., Кроль Л.А., Перозин Г.Н., Предтеченская Е.А.. Литолого-геохимическая классификация разрезов и седиментационная модель баженовской свиты // Геология и геофизика № 3, – 2002. Новосибирск, с. 240 – 251.
8. Решение 6-ого межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири, Новосибирск, - 2003 г. // Новосибирск: СНИИГГиМС, ИГНГ СО РАН, – 2004.

© Е. В. Пономарева, 2014

**СВЯЗЬ МИНЕРАЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК  
АЛЕВРИТО-ПЕСЧАНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ГОРИЗОНТА Ю<sub>2</sub> ШИРОТНОГО  
ПРИБОЬЯ С ИХ ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫМИ СВОЙСТВАМИ**

*Алексей Юрьевич Попов*

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории седиментологии, тел. (383)333-23-03, e-mail: PopovAY@ipgg.sbras.ru

*Людмила Галериевна Вакуленко*

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории седиментологии, тел. (383)333-23-03, e-mail: VakylenkoLG@ipgg.sbras.ru

Приведены основные характеристики петрографического состава пород-коллекторов нефтегазоносного горизонта Ю<sub>2</sub> Широтного Приобья. Выполнен анализ зависимостей фильтрационно-емкостных свойств пород от их состава и структуры.

**Ключевые слова:** петрография, фильтрационно-емкостные свойства, горизонт Ю<sub>2</sub>, Западная Сибирь.

**RELATIONS OF THE COMPOSITION AND STRUCTURE CHARACTERISTICS  
OF SILT-SAND DEPOSITS OF THE J<sub>2</sub> HORIZON  
OF THE SHIROTNOE PRIOBIE AND RESERVOIR QUALITY**

*Aleksey Yu. Popov*

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, Ph. D. in Geology, Senior Researcher, tel. (383)333-23-03, e-mail: PopovAY@ipgg.sbras.ru

*Luidmila G. Vakulenko*

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, Ph. D. in Geology, Associate Professor, Leading Researcher, tel. (383)333-23-03, e-mail: VakylenkoLG @ipgg.sbras.ru

The main petrographic characteristics of the reservoir rocks in the J<sub>2</sub> prospective horizon of the Shirotnoe Priobie are given. The analysis of dependences of poroperm properties of deposits on their composition and structure was carried out.

**Key words:** petrography, poroperm properties, J<sub>2</sub> Horizon, West Siberia.

Одним из основных нефтегазопромысловых объектов юрского комплекса в Широтном Приобье является средне-верхнебатский горизонт Ю<sub>2</sub>, выделяемый в верхней части тюменской свиты. Лабораторией седиментологии ИНГГ СО РАН в течение последних 20 лет проводятся комплексные литолого-фациальные исследования указанного горизонта, преимущественно центральных частей

Западной Сибири. Получена обширная база минералого-петрографических и петрофизических данных. В настоящей работе использованы данные микроскопического изучения более 700 образцов, а для анализа связи коллекторских свойств алеврито-песчаных пород горизонта Ю<sub>2</sub> с характеристиками их структуры и состава – около 400 образцов.

Терригенные породы-коллекторы горизонта Ю<sub>2</sub> представлены преимущественно мелкозернистыми песчаниками, в различной степени обогащенными алевритовым материалом, с взаимопереходами в алевропесчаники и крупнозернистые алевролиты. Встречаются также песчаники средне-мелко-, реже мелко-средне- и среднезернистые. По степени окатанности обломочные зерна угловатые, реже полуокатанные, в основном умеренно и хорошо отсортированы. Состав обломочного материала полимиктовый: средние содержания кварца по изученным разрезам варьируют от 37 до 52 %, полевых шпатов – 13-48 %, литокластов – 20-37 %, в целом чаще отмечаются полевошпат-литокластито-кварцевые разновидности. Среди литокластов преобладают каркасные компоненты, представленные кремнистыми породами, кварцитами, средними и кислыми эффузивами, гранитоидами. В некоторых разрезах отмечается близкое содержание, а иногда и некоторое преобладание пластичных литокластов. Последние в разной степени деформированы и представлены глинистыми породами, сланцами, иногда сильно измененными основными эффузивами. Среди полевых шпатов отмечаются калиевые разновидности, существенно реже кислые плагиоклазы. Постоянно отмечаются слюды (мусковит, реже биотит) совместно с обломочным хлоритом – от долей до 2-3, в более тонкозернистых породах – до 5-10 %.

Содержание цемента сильно варьирует – от 2-3 до 45-50 %, зачастую превышая 15 %. Состав его поликомпонентный, обычно с разным соотношением карбонатной и глинистой составляющих, реже глинистый или карбонатный. Глинистая часть представлена контактово-поровым, пленочно-поровым хлорит-гидрослюдистым материалом и поровым, в разной степени раскристаллизованным, каолинитом. Содержание последнего от первых процентов до 5-7 % в более грубозернистых разновидностях. По данным рентгеноструктурного анализа в составе глинистого вещества цемента несколько преобладает гидрослюда с небольшой примесью смешанослойного иллит/сметита. Участками совместно с глинистым материалом отмечается органическое вещество, проявленное обычно в нефтенасыщенных прослоях. Карбонатная часть представлена пелитоморфным сгустковым сидеритом порового, иногда пленочного типа, кальцитом, редко доломитом. Кальцит, преимущественно тонко-мелкокристаллический, формирует поровый, базально-поровый и базальный типы цемента. Содержание его варьирует сильнее всех составляющих цемента – от первых % до 45-50 %, но уровни интенсивной кальцитизации редки, приурочены чаще к верхней части горизонта. В более грубозернистых породах иногда проявлен регенерационный кварцевый цемент (до 1-2 %), а в верхней половине горизонта появляется пирит (доли % до 1-3 %). Постоянно в небольших количествах отмечаются аутигенные анатаз и лейкоксен.

Терригенные породы горизонта Ю<sub>2</sub> являются коллекторами преимущественно гранулярного типа и, как отмечено многими исследователями, характеризуются в целом низкими значениями фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) – V, редко IV класс коллекторов. В ряде работ обсуждается влияние различных седиментационных и постседиментационных факторов на коллекторские свойства пород рассматриваемого горизонта [1, 2, 3 и др.]. Такого рода исследования являются важной составляющей при создании петрофизических моделей месторождений, создании карт прогноза эффективных коллекторов и т. п.

Коэффициент пористости (Кп) в изученных породах варьирует от 3,2 до 20,2 %, при среднем значении для алевролитов – 11,4 %, алевропесчаников – 12,9 %, песчаников – 13,8 %. Коэффициент проницаемости (Кпр) изменяется в диапазоне от 0 до  $30 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$  (единичное значение  $46 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$ ), при среднем значении для алевролитов –  $0,6 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$ , алевропесчаников –  $1,8 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$ , песчаников –  $2,9 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$ .

Установлено, что алевроито-песчаные тела верхней части горизонта характеризуются более высокими значениями ФЕС, чем тела нижней части, что связано с различиями в условиях их формирования: нижняя часть горизонта формировалась в континентальных обстановках, а верхняя имеет прибрежно-морской генезис [4, 5 и др.].

По характеру взаимоотношения коэффициента пористости и коэффициента проницаемости можно условно выделить две группы пород, соответствующих неколлекторам и коллекторам. Граничными значениями между ними для рассматриваемого объекта приняты значения  $K_p = 12 \%$ ,  $K_{pr} = 1 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$ . Для неколлекторов зависимость между коэффициентами пористости и проницаемости проявлена крайне слабо, тогда как для коллекторов хорошо выражена положительная корреляция, свойственная гранулярному типу. Вычисленные зависимости Кп и Кпр от конкретных параметров структуры и состава пород обнаруживают одинаковые тенденции, с наиболее выраженными трендами для Кп, которые и приводятся в работе.

Гранулометрический состав является одним из важнейших факторов, определяющих петрофизические свойства терригенных пород. Отмечена положительная корреляционная зависимость между Кп и медианным размером обломков. Анализ зависимости ФЕС от доли той или иной фракции выявил положительную корреляцию Кп с содержанием мелкопесчаной фракции, как правило, являющейся преобладающей в изученных породах. Отрицательную зависимость показывает Кп от содержания как крупно-, так и мелкоалевритовой фракций, что связано с общим ухудшением ФЕС в более тонкозернистых породах. Отмечается слабое уменьшение Кп при увеличении доли среднепесчаной фракции, вероятно, это объясняется присутствием ее в изученных породах в виде примеси, ухудшающей сортировку обломочного материала.

Проанализированы зависимости ФЕС от содержания основных породообразующих компонентов (кварц, полевые шпаты, литокласты, слюды). Установлено, что для пород верхней части горизонта корреляционные зависимости между исследуемыми параметрами менее выражены. Возможно, это связано

с максимальной пестротой обстановок переходного, в меньшей степени прибрежно-морского комплексов, определявших формирование осадков. Для пород из алевроито-песчаных тел нижней части горизонта, формировавшихся преимущественно в русловых обстановках, корреляционные зависимости проявлены более четко.

Было зафиксировано общее снижение значений  $K_p$  при увеличении доли обломочного кварца. Этот несколько неожиданный результат, вероятно, связан с тем, что заметное повышение содержания кварца наблюдается в кальцитизированных образцах, характеризующихся низкими ФЕС. Также при повышенном содержании кварца в изученных породах появляется регенерационный кварцевый цемент, что сопровождается сокращением межзернового порового пространства. Положительный коэффициент корреляции связывает  $K_p$  и содержание полевых шпатов, что обусловлено довольно частым выщелачиванием их обломков и появлением вторичного пустотного пространства. При анализе зависимости  $K_p$  от содержания литокластов наблюдается слабая положительная корреляция, проявленная на ряде изученных площадей в мелкозернистых песчаниках и отсутствующая в алевролитах. Очевидное снижение ФЕС фиксируется при увеличении доли слюд, которые в процессе уплотнения пород часто деформируются и «выжимаются» в поровое пространство.

Хорошо выражена отрицательная корреляционная зависимость между  $K_p$  и содержанием цемента, вне зависимости от гранулометрии пород. В первую очередь это касается карбонатного цемента, как кальцитового, так и сидеритового, большое количество которого полностью заполняет поры. Для сидерита такая зависимость наиболее ярко проявляется в песчаниках. Негативное влияние карбонатной цементации алевроито-песчаных пород на их коллекторские свойства широко известно. Хорошо проявлена отрицательная корреляция  $K_p$  с содержанием хлорит-гидрослюдистого цемента в песчаниках, в случае содержания этого цемента  $> 15 \%$ . В алевропесчаниках и алевролитах, а также при содержании этого типа цемента  $< 15 \%$  наблюдается широкий разброс значений  $K_p$  и отсутствие устойчивого тренда.

По-другому ведет себя коэффициент корреляции в случае анализа связи ФЕС с содержанием порового глинистого цемента каолинитового состава. Четкая положительная корреляция объясняется перекристаллизацией седиментационного каолинита с низкой степенью структурной упорядоченности и/или формированием постседиментационного аутигенного каолинита. В новообразованных агрегатах каолинита фиксируются кристаллы с высокой степенью структурной упорядоченности, при этом до 30-50 % первоначального объема приходится на вторичные микропоры.

Таким образом, установлено, что наиболее тесную положительную корреляцию с коллекторскими свойствами пород обнаруживают медианный размер зерен, содержание в породе мелкопесчаной фракции. Несколько слабее она для содержания полевых шпатов, литокластов и аутигенного каолинита. Уменьшение показаний ФЕС наблюдается при увеличении в породе содержания алевроитовой фракции, слюд, цемента вообще и кальцита, сидерита в частности. Сла-

бый тренд на общее снижение фильтрационно-емкостных параметров зафиксирован при увеличении содержания среднепесчаной фракции, обломков кварца и хлорит-гидрослюдистого цемента.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Медведев Н.Я. Геотехнологические основы разработки залежей с трудноизвлекаемыми запасами нефти. – М.: ВНИИОЭНГ, 1997.
2. Зверев К.В., Матигоров А.А., Чухланцева Е.Р., Грегуль Н.А. Петрофизическая характеристика продуктивных горизонтов тюменской свиты юго-восточной части Уватского района // Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО-Югры. – Ханты-Мансийск, 2006. Т. 2. – С. 260-267.
3. Генераленко О.С., Федорцов В.В., Зверев К.В., Фадеев А.М. Влияние условий седиментации и диагенетических преобразований на коллекторские свойства пород продуктивных горизонтов средней юры Тямкинского месторождения // Пути реализации нефтегазового и рудного потенциала ХМАО-Югры. – Ханты-Мансийск: Изд. Дом «ИздатНаукаСервис», 2010. Т. 2. – С. 57-63.
4. Вакуленко Л.Г., Миткарев В.А. Связь фильтрационно-емкостных свойств алеврито-песчаных пород с обстановками их формирования (на примере горизонта Ю<sub>2</sub> Юганского Приобья) // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2006. – № 1. – С. 12-18.
5. Конторович А.Э., Вакуленко Л.Г., Казаненков В.А., Скворцов М.Б., Ян П.А., Быков В.В., Попов А.Ю., Саенко Л.С. Седиментогенез коллекторов среднего-верхнего бата и их нефтеносность в Широком Приобье // Геология и геофизика. – 2010. – Т. 51. – № 2. – С. 187-200.

© А. Ю. Попов, Л. Г. Вакуленко, 2014

## **ГИДРОГЕОХИМИЯ МЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БОЛЬШЕХЕТСКОЙ МЕГАСИНЕКЛИЗЫ**

***Яна Владиславовна Садыкова***

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, научный сотрудник лаборатории гидрогеологии осадочных бассейнов Сибири, тел. (383)363-80-44, e-mail: SadykovaYV@ipgg.sbras.ru

***Мария Георгиевна Вагина***

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, инженер лаборатории гидрогеологии осадочных бассейнов Сибири, тел. (383)363-80-44, e-mail: VaginaMG@ipgg.sbras.ru

В статье рассмотрены особенности состава подземных вод апт-альб-сеноманского и неомского гидрогеологических комплексов северо-восточной части Большехетской мегасинеклизы. Проведена детальная гидрогеологическая стратификация, выделены основные водоносные и водоупорные горизонты. Прослежены вертикальная и латеральная гидрогеохимические зональности. Выявлены аномалии минерализации, названы наиболее вероятные причины их возникновения. Проанализирован химический состав подземных вод. Приведены содержания основных макро- и микрокомпонентов подземных вод и водорастворенного газа.

**Ключевые слова:** химический состав подземных вод, латеральная и вертикальная гидрогеохимические зональности, гидрогеологическая стратификация, Большехетская мегасинеклиза, апт-альб-сеноманский и неомский гидрогеологические комплексы.

## **HYDROGEOCHEMISTRY OF CRETACEOUS SEDIMENTS OF BOL'SHAYA KHETA MEGASYNECLISE NORTH-EASTERN PART**

***Yana V. Sadykova***

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptyug av., 3, Ph. D. in Geology, research scientist, Laboratory of hydrogeology of Siberian sedimentary basins, tel. (383)363-80-44, e-mail: SadykovaYV@ipgg.sbras.ru

***Maria G. Vagina***

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptyug av., 3, researcher, Laboratory of hydrogeology of Siberian sedimentary basins, tel. (383)363-80-44, e-mail: Vaginamg@ipgg.sbras.ru

In this paper peculiarities of groundwater composition of Aptian-Albian-Cenomanian and Neocomian hydrogeochemical complexes of north-eastern part of Bol'shaya Kheta megasyncline were considered. The detailed hydrogeological stratification was done. The hydrogeochemical zonation was retraced in the lateral as well as in the vertical section. The anomalies of mineralization were detected, the most probable causes of their origin were explained. The chemical composition of groundwaters was analyzed. The main macro- and microcomponents of groundwaters and water-soluble gas were presented.

**Key words:** chemical composition of groundwaters, lateral and vertical hydrogeochemical zonation, hydrogeological stratification, Bol'shaya Kheta megasyncline, Aptian-Albian-Cenomanian and Neocimian hydrogeochemical complexes.

Изучение химического состава подземных вод позволяет выявить особенности гидрогеохимической зональности, определить их начальный генезис, оценить влияние категенетических и диагенетических преобразований в системе «вода-порода-газ-органическое вещество» на состав флюидов, выделить зоны генерации, аккумуляции и деградации углеводородов, обозначить пути их миграции.

Административно исследуемый регион расположен в Красноярском крае. С точки зрения тектоники приурочен к северо-восточному борту Большехетской мегасинеклизы и прилегающим структурам (рис. 1).

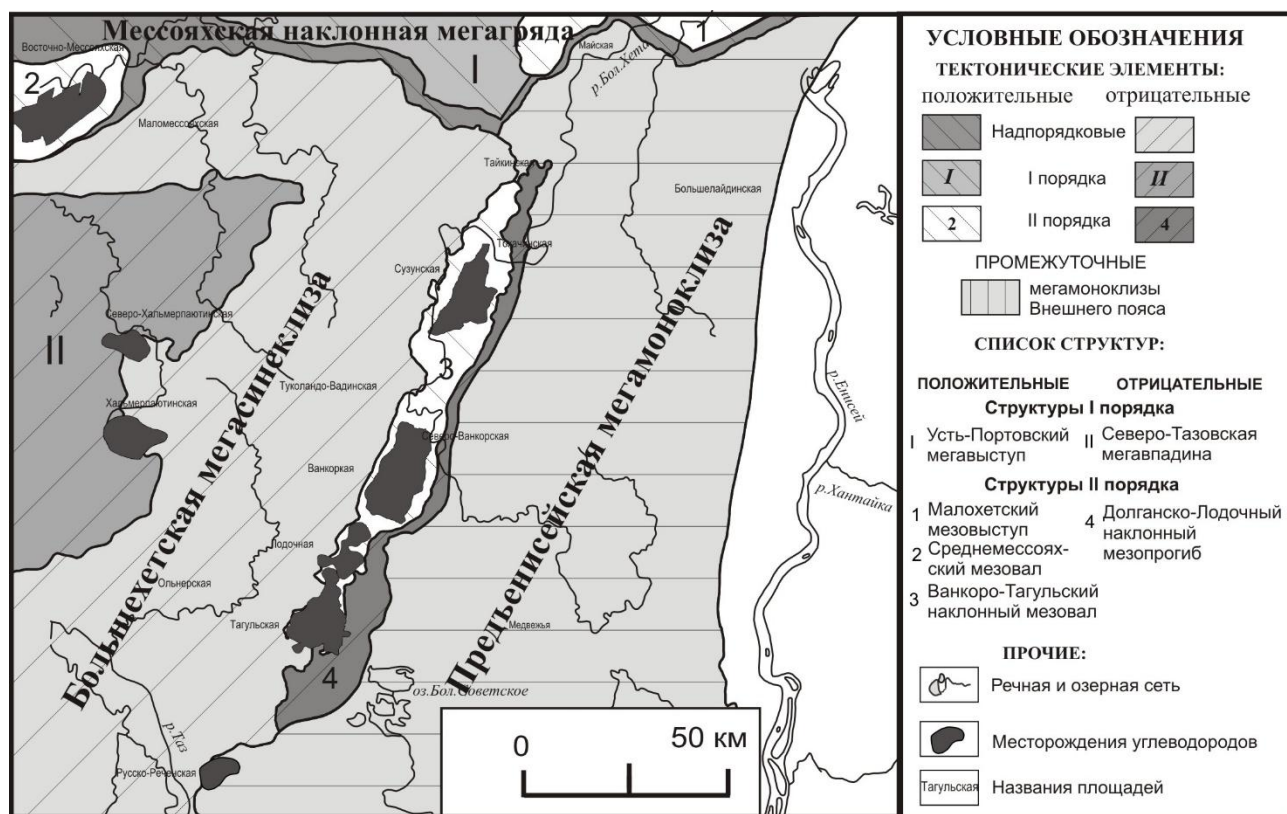


Рис. 1. Фрагмент карты тектонического районирования кровли верхнетриасовского мегакомплекса Енисей-Хатангского регионального прогиба [3]

Согласно нефтегазоносному районированию обособляется в пределах Большехетского нефтегазоносного района Пур-Тазовской области Западно-Сибирской провинции. Всего на территории исследования открыто 14 месторождений углеводородов. Самым крупным по запасам является Ванкорское, оно относится к уникальным.

Согласно проведенной гидрогеологической стратификации выделяется два гидрогеологических этажа, различающихся по своим гидродинамическим и гид-

рогеохимическим особенностям. Верхний этаж, характеризующийся преимущественно свободным водообменом, представлен четвертичными терригенными осадками мощностью до 100 м и отложениями танамской, насоновской и дорожковской свит верхнемелового возраста. Все отложения водоносны, в гидродинамическом отношении комплекс представляет единую водонасыщенную толщу, грунтовые и межпластовые воды которой тесно гидравлически связаны между собой.

Для исследуемой территории характерно сплошное распространение многолетнемерзлых пород, мощностью до 550 м, которые исключают из зоны свободного водообмена большую часть разреза верхнего этажа [2]. Ниже залегают глинистые породы дорожковской свиты, которые рассматриваются как региональный туронский флюидоупор толщиной 150 м, разделяющий проницаемые горизонты верхнего и нижнего гидрогеологических этажей.

В пределах нижнего гидрогеологического этажа обособляются (снизу - вверх): нижне-среднеюрский, верхнеюрский, неокомский и апт-альб-сеноманский гидрогеологические комплексы. Основным объектом исследований являются неокомский и апт-альб-сеноманский комплексы. Изученность этих комплексов не равномерна, наибольший объем информации получен по неокомскому гидрогеологическому комплексу, что связано с его высокой перспективностью на наличие залежей углеводородов. Апт-альб-сеноманский исследован гораздо слабее.

Неокомский комплекс представлен берриасским, вехненижнехетско-соленинским и суходудинско-малохетским водоносными горизонтами, сложенными песчано-алевритовыми породами, отделенными друг от друга глинистыми водоупорными горизонтами. Апт-альб-сеноманский водоносный комплекс, отделенный от неокомского глинами нижней части яковлевской свиты, представлен долганско-яковлевским водоносным горизонтом, суммарная толщина песчаной части которого составляет 600 м.

Фактическим материалом послужили результаты геохимического анализа 100 проб подземных вод неокомского и апт-альб-сеноманского комплексов. В их пределах распространены подземные воды от пресных до слабосоленых. Доминируют воды хлоридного натриевого типа (по классификации С.А. Щукарева). Во всех типах подземных вод распределение основных солеобразующих макро- и микрокомпонентов напрямую зависят от величины общей минерализации, которая варьируется от 0,5 до 24 г/дм<sup>3</sup>. В среднем составляет 8 г/дм<sup>3</sup>. Установлено, что фоновым диапазоном ее изменения является 5-10 г/дм<sup>3</sup>.

Для северо-восточной части Западно-Сибирского и Енисей-Хатангского артезианских бассейнов часто характерно сложное изменение минерализации с глубиной - ее рост до 2 000 м, а затем постепенное снижение [1]. На исследуемой территории эта тенденция также подтверждается. Так, на Ванкорской площади в верхнемеловых отложениях наблюдается рост общей минерализации с 0,5 до 5 г/дм<sup>3</sup>, затем в апт-альб-сеноманском комплексе до 10-15 г/дм<sup>3</sup>, в неокоме же комплексе фиксируется незначительное снижение до 7-13 г/дм<sup>3</sup> (рис. 2).

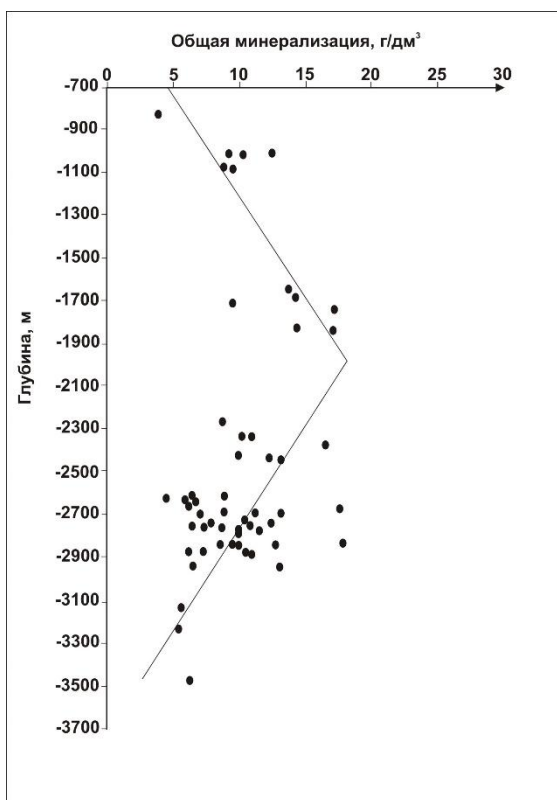


Рис. 2. Вертикальная гидрогеохимическая зональность северо-восточной части Большехетской мегасинеклизы

Анализ изменения общей зации по комплексам показал, что для большей части Большехетской мегасинеклизы характерен инверсионный тип вертикальной гидрогеохимической зональности (Хальмерпаютинская, Сузунская и др. площади), который выражается в уменьшении солёности и содержания основных макро- и микрокомпонентов с глубиной погружения водоносных горизонтов. Причиной возникновения инверсионной гидрогеохимической зональности в пределах меловых отложений могут служить локально развитые конденсационные и термодегидратационные воды, поступающие в апт-альб-сеноманский и неокомский комплексы, в процессе уплотнения и преобразования минерального состава глин верхов сиговской, яновстанской и нижнехетской свит. Тем не менее, в пределах отдельных площадей (Лодочной, Горчинской и др.) развит прямой тип вертикальной зональности.

Построение крт общей минерализации позволило выявить латеральную гидрогеохимическую зональность. В пределах неокомского комплекса зоны с наименее минерализованными водами (менее 5 г/дм<sup>3</sup>) трассируют контуры Большехетской мегасинеклизы. Вероятно, крупные депрессии являются зонами внутреннего питания подземных вод, так как в их пределах накапливались глинистые осадки повышенных толщин (эллизионный водообмен). Самые низкие значения минерализации отмечены на прилегающих к исследуемой территории Хальмерпаютинской, Южно-Соленинской и Зимней площадях. Зоны с более солёными водами приурочены к положительным и промежуточным тектоническим элементам, которые, вероятно, являлись зонами разгрузки подземных вод, они наблюдаются на Ванкорской, Лодочной и Горчинской площадях. Подобные зависимости можно проследить и в других гидрогеологических комплексах.

Воды апт-альб-сеноманского водоносного комплекса (отложения долганской и яковлевской свит) в основном хлоридного натриевого состава, с минерализацией 9,3-13,7 г/ дм<sup>3</sup>. Содержание натрия изменяется в пределах 3,3-5,9 г/ дм<sup>3</sup>, хлора – 5,8-10,3 г/ дм<sup>3</sup>, гидрокарбонат-иона – 36-1281 мг/ дм<sup>3</sup>, сульфатность вод составляет не более 0,5 %-экв. Брома в водах содержится 12-56 мг/ дм<sup>3</sup>, йода – 6-13 мг/ дм<sup>3</sup>, бора – 2-60 мг/ дм<sup>3</sup>. Водорастворенный газ в водах долганско-яковлевского водоносного горизонта содержит метана - 87,97 %, тяжелых углеводородов до гексана включительно - 0,29 %, азота - 1,04 %. Углекислый газ присутствует в количестве 10,64 %.

Воды неокомского комплекса — хлоридные натриевые по преобладающему содержанию компонентов. Минерализация вод изменяется в пределах 2-23 г/дм<sup>3</sup>. Содержание натрия изменяется в пределах 0,4-6 г/дм<sup>3</sup>, хлора — 0,4-10,7 г/дм<sup>3</sup>, гидрокарбонат-иона 25-1400 мг/дм<sup>3</sup>. Сульфат-ион присутствует в количестве не более 1 %-экв. В составе воды содержится йод — 0,8-95 мг/дм<sup>3</sup>, бром — 0,1-500 мг/дм<sup>3</sup>. Водорастворенный газ в водах нижнехетско-соленинского водоносного горизонта содержит метана — 85,5-96,9%, тяжелых углеводородов до гексана включительно — 0,29 %, азота — 1,04 %. Углекислый газ присутствует в большом количестве 10,64 %.

В водах продуктивных комплексов содержится широкий спектр микрокомпонентов: рубидия (от 0,08-1,18 мг/дм<sup>3</sup>), цезия (0,18 мг/дм<sup>3</sup>), стронция (7,65-18,2 мг/дм<sup>3</sup>), бора (0,8-200 мг/дм<sup>3</sup>), брома (0,1-500 мг/дм<sup>3</sup>) и йода (1,0-3624 мг/дм<sup>3</sup>).

Таким образом, на исследуемой территории в водах меловых отложений доминирует хлоридно-натриевый тип вод, в меньшей степени распространены, воды хлоридные гидрокарбонатно-натриевые. Общая минерализация варьируется от 0,5 до 24 г/дм<sup>3</sup>. Значения гидрогеохимического фона для подземных вод апт-альб-сеноманского комплекса составляют — 5-10 г/дм<sup>3</sup>, для неокомского гидрогеологического комплекса — 1-5 г/дм<sup>3</sup>. Анализ изменения общей минерализации по комплексам (неокомский и апт-альб-сеноманский) показал, что для большей части большехетской мегасинеклизы характерен инверсионный тип вертикальной гидрогеохимической зональности (Хальмерпаютинская, Сузунская и др. площади). В пределах отдельных площадей (Лодочной, Горчинской и др.) развит прямой тип вертикальной зональности. Опреснение подземных вод в глубокопогруженных горизонтах можно связать с наличием локально развитых конденсатогенных вод вблизи залежей углеводородов или с процессами элизионного водообмена.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект №14-05-00868 А).

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кох А.А. Особенности состава подземных вод неокомского гидрогеологического комплекса западной части Енисей-Хатангского артезианского бассейна // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. - 2014. - № 1. - С. 45-53.
2. Новиков Д.А. Гидрогеология западной части Енисей-Хатангского регионального прогиба // [Электронный ресурс] Нефтегазовая геология. Теория и практика. - 2013. - Т. 8. - № 1. Режим доступа: [http://www.ngtp.ru/rub/4/2\\_2013.pdf](http://www.ngtp.ru/rub/4/2_2013.pdf)
3. Фомин М. А. Анализ тектонического строения мезозойско-кайнозойского осадочного чехла Енисей-Хатангского регионального прогиба по опорным горизонтам и тектонические предпосылки его нефтегазоносности // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. - 2011. - № 9. - С. 4 – 20.

© Я. В. Садыкова, М. Г. Вагина, 2014

## **НОВЫЕ ДАННЫЕ И ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ СТРАТИГРАФИИ СИЛУРА ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ АЛТАЕ-САЯНСКОЙ СКЛАДЧАТОЙ ОБЛАСТИ**

***Николай Валерианович Сенников***

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, доктор геолого-минералогических наук, заведующий лабораторией палеонтологии и стратиграфии палеозоя, 630090, г. Новосибирск, ул. Пирогова, профессор Новосибирского государственного университета, тел. (383)330-88-47, e-mail: SennikovNV@ipgg.sbras.ru

***Ольга Тимофеевна Обут***

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории палеонтологии и стратиграфии палеозоя, 630090, г. Новосибирск, ул. Пирогова, 2, ассистент Новосибирского государственного университета, тел. (383)333-24-31, e-mail: ObutOT@ipgg.sbras.ru

***Надежда Георгиевна Изох***

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории палеонтологии и стратиграфии палеозоя, тел. (383)333-24-31, e-mail: IzokhNG@ipgg.sbras.ru

***Ольга Алексеевна Родина***

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, ведущий инженер лаборатории палеонтологии и стратиграфии палеозоя, тел. (383)333-24-31, e-mail: RodinaOA@ipgg.sbras.ru

***Рафия Ахатовна Хабибулина***

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, аспирант, младший научный сотрудник лаборатории палеонтологии и стратиграфии палеозоя, тел. (383)333-24-31, e-mail: KhabibulinaRA@ipgg.sbras.ru

Приводятся новые данные по палеонтологическим остаткам силура Горной Шории, Горного Алтая и Салаира. Обсуждается обоснование хроностратиграфического положения границ и возраста ряда горизонтов и свит силура Алтае-Саянской складчатой области.

**Ключевые слова:** стратиграфия, силур, Алтае-Саянская складчатая область.

## **NEW DATA AND SILURIAN STRATIGRAPHY PROBLEMS OF THE WEST PART OF THE ALTAI-SAYAN FOLDED AREA**

***Nikolay V. Sennikov***

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, Ph. D. in Geology, Dr. Sci., Head of Laboratory of the Paleozoic paleontology and stratigraphy; 630090, Novosibirsk, Piragova st., 2, professor, Novosibirsk State University, tel. (383)333-24-31, e-mail: SennikovNV@ipgg.sbras.ru

**Olga T. Obut**

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, Ph. D. in Geology, senior research scientist, Laboratory of the Paleozoic paleontology and stratigraphy; 630090, Novosibirsk, Piragova st., 2, lecturer, Novosibirsk State University, tel. (383)333-24-31, e-mail: ObutOT@ipgg.sbras.ru

**Nadezhda G. Izokh**

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, Ph. D. in Geology, senior research scientist, Laboratory of the Paleozoic paleontology and stratigraphy, tel. (383)333-24-31, e-mail: IzokhNG@ipgg.sbras.ru

**Olga A. Rodina**

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, Ph. D. in Geology, researcher, Laboratory of the Paleozoic paleontology and stratigraphy, tel. (383)333-24-31, e-mail: RodinaOA@ipgg.sbras.ru

**Ralia A. Khabibulina**

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, Ph. D. student, junior researcher, Laboratory of the Paleozoic paleontology and stratigraphy, tel. (383)333-24-31, e-mail: KhabibulinaRA@ipgg.sbras.ru

New data on Silurian fauna from Gornaya Shoria, Gorny Altai and Salair (west of Altai-Sayan Folded Area) are presented. Specification of Silurian horizons and formations boundaries and data on their age are discussed.

**Key words:** stratigraphy, Silurian, Altai-Sayan Folded Area.

1. Получены новые данные по силурийской фауне из разрезов в Майской структурно-фациальной зоне Горной Шории [1, 2, 3] и в Улаганской и Тархатинской [4, 5] структурно-фациальных зонах Горного Алтая. В тархатинской свите, в ее нижней подсвите (верхняя часть аэрона, телич и шейнвуд), состоящей из пестроцветных песчаников, алевролитов и аргиллитов, в том числе сильно известковистых, найдены конодонты *Distomodus staurognathoides* (Wall.) (Тархата), *Spathognathodus* sp. (Азбек) и брахиоподы *Tuvaella rachkovskii* Tchern., *Dalejina* sp., *Isorthis* sp., *Ressella* sp., *Leptostrophia* sp., *Mendacella* sp., *Camarotoechia* sp. (участки Ирбисту, Азбек), *Tuvaella rachkovski* Tchern., *Dalejina* sp., *Isorthis* sp., *Ressella* sp., *Leptostrophia* sp. (Колгута). В верхнетархатинской подсвите (шейнвуд), представленной пестроцветными песчаниками с редкими линзовидными прослоями сильно известковистых песчаников, установлены брахиоподы *Ferganella* ex gr. *borealis* (Schloth.), *Leptena* ex gr. *rhomboidalis* (Wilck.), *Spirigerina* (?) sp. indet. (Тархата), *Delthyris elevatus* Dalm., *Tuvaella gigantea* Tchern., *T.* sp., *Isorthis markovskii* (Tchern.), *Camarotoechia* sp., *Karpinskia* ex gr. *vagranensis* Khod., *Atrypa* sp., *Eospirifer interlineatus* Sow., *Res-serella* cf. *elegantula* (Dalm.), *Nalivkinia* sp. (Тархата, Аюуту и Ирбисту) и ихтиофауна *Mongolepis rozmani* Kar.-Talimaa et Novit., *Teslepis jucunda* Kar.-

Talimaa et Novit., *Elegestolepis grossi* Kar.-Talimaa, *Polymerolepis* sp. (Ирбисту) [4, 6].

В Улаганской структурно-фациальной зоне Горного Алтая выделена таралуская толща, сложенная переслаиванием песчаников, алевролитов, аргиллитов, известняков (возможно присутствие туфов и эффузивов кислого состава) [5]. В ней установлены брахиоподы *Tuvaella rachkovskii* Tchern., *Isorthis araargensis* Vlad., *Rhipidomella tschernyshevi* Tchern., *Eospirifer* cf. *tuvaensis* Tchern., *Stegorhynchella angaciensis* Tchern. [5].

В Горной Шории в толще пестроцветных конгломератов, песчаников, алевролитов с редкими прослоями известняков найдены брахиоподы *Meristina obtusa* (Sow.), *Leptaena depressa* (Sow.), *Plectatrypa* cf. *tripartita* (Sow.), *Isorthis* cf. *angachiensis* Vlad., *Coolinia* sp., *Stegerhynchus* (?) sp., *Glassia* (?) sp.; остракоды *Costaegera* sp., *Signetopsis* sp., *Bingeria* sp., *Saccarchites* sp., *Bollia* sp. и ихтиофауна *Mongolepis rozmani* Kar.-Talimaa et Novit., *Teslepis jucunda* Kar.-Talimaa et Novit., *Udalepis* sp. [1, 2, 3].

Сонахождение брахиопод специфичных монголо-тувинских комплексов (*Tuvaella rachkovskii* Tchern., *T. gigantea* Tchern., *Isorthis markovskii* (Tchern.), *I. araargensis* Vlad. и др.) и ихтиофауны в алтайских и горно-шорских разрезах позволяет проводить прямые корреляции с силурийскими разрезами Тувы.

2. Уточнено хроностратиграфическое положение нижней границы чесноковского горизонта (и, соответственно, подошвы чесноковской свиты), ранее принимаемое как основание венлока (основание шейнвуда в современной терминологии) [7], а позднее «удревненное» до верхов телича [8]. В настоящее время [9] базальной граптолитовой зоной шейнвудского яруса является граптолитовая зона *murchisoni*, а к верхам телича (яруса, подстилающего шейнвудский) отнесена последовательная серия граптолитовых зон *spiralis*, *lapworthi*, *insectus*, *centrifugus*. В разрезе «Россыпногогорский» в Чарышско-Инской зоне Горного Алтая чесноковская свита делится на две части – нижнюю терригенную (аргиллиты) и верхнюю терригенно-карбонатную (глинистые комковатые известняки) [7, 8]. В аргиллитах в низах чесноковской свиты на г. Россыпная установлены комплексы граптолитов зоны *spiralis* [10]. В разрезе «Шпиль» в той же части Горного Алтая чесноковская свита представлена терригенным (аргиллиты) типом разреза (более 100 м), венчающимся маломощной (около 5 м) пачкой слабо-комковатых глинистых известняков. В верхах свиты на г. Шпиль в аргиллитах установлены граптолиты зоны *insectus* [11]. В разрезе «Сыроватый» в той же части Горного Алтая чесноковская свита сложена исключительно терригенным типом разреза (аргиллиты и алевролиты). В верхней части этой свиты в логу Сыроватый в аргиллитах найдены элементы комплекса зоны *centrifugus* [11]. Таким образом, нижняя граница чесноковской свиты и, соответственно, подошва чесноковского горизонта, должны сопоставляться с основанием верхней четверти (?верхней трети) теличского яруса, то есть с учетом находок граптолитов *Stomatograptus* sp. в средней части стратотипа полатинской свиты (и стратотипа одноименного горизонта) на г. Россыпной со серединой граптолитовой зоны *spiralis*.

3. Не решен вопрос о точном хроностратиграфическом положении нижней границы чагырского горизонта (и, соответственно, подошвы чагырской свиты). Согласно официальной стратиграфической схеме [12] основание чагырского горизонта (и подошва одноименной свиты) соответствовало основанию венлокского яруса (венлокского отдела в современном понимании (= подошве шейнвудского яруса)). Позднее [13] подошва чагырской свиты сопоставлялась с основанием гомерского яруса. Следует допускать, что нижняя граница чагырской свиты (= верхняя граница чесноковской свиты) может располагаться как на уровне подошвы шейнвуда, так и в его нижней части.

4. Не выявлены аналоги зарифовых фаций чагырской свиты. Эта свита на Горном Алтае представлена во всех своих разрезах исключительно массивными, светло-серыми известняками центральных частей рифовых массивов. В ряде разрезов силура в Чарышско-Инской зоне Горного Алтая (правобережье р. Чагырка вблизи с. Усть-Чагырка и др.) в верхах чагырской свиты, которая там представлена однородной пачкой светло-серых неслоистых известняков с брахиоподами и кораллами венлокского и поздневенлокско-лудловского возраста, общей мощностью до 500 м, появляются глинистые, органогенно-обломочные темно-серые известняки, часто чередующиеся (0,2-0,5 м) с тонкослоистыми, черными известняками. В этой 100-метровой верхней части разреза «Правый борт Чагырки» встречаются комплексы лудловских кораллов - *Taxopora xenia* Sok., *Subalveolitella repentina* Sok., *Thecia picta* (Yanet.). На основании стратиграфического распространения перечисленных таксонов эти известняки относятся к стратиграфически вышележащей куимовской свите. Необходимо заострить внимание на том, что рассматриваемая часть достаточно единого геологического тела, представленная глинистыми и тонко-слоистыми темно-серыми и черными известняками, по простиранию может переходить в ряде случаев в массивные светло-серые рифогенные известняки, типичные для чагырской свиты.

Стратиграфически выше охарактеризованного ранее чередования различных типов известняков у с. У.-Чагырка располагаются две пачки пород, типичных для других разрезов куимовской свиты. Нижняя пачка (70 м) состоит из массивных, реже слоистых известняков, и содержит брахиоподы и кораллы лудлова (куимовский горизонт) - *Miltisolenia nikiforova* Sok., *Entelophyllum* ex gr. *articulatum* Whalenb. Заключительная пачка разреза «Правый борт Чагырки» (более 130 м) сложена переслаиванием массивных и слоистых темно-серых известняков с примесью гравийного материала, прослоями известковистых конгломератов и запесоченных известняков. В этой стратиграфически самой верхней пачке куимовской свиты определены брахиоподы и кораллы *Taxopora xenia* Sok., *Spongophyllum* ex gr. *originalis* (Zhm.), *Mesofavosites* cf. *dzubae* Miron, *Barrandeolites* sp. позднелудловского (вероятно, лудфордского) возраста.

В случае принятия единства Алтайской и Салаирской силурийских акваторий в одном общем Алтае-Салаирском морском палеобассейне можно допустить, что зарифовые фации чагырской свиты, существовавшей в Алтайской палеоакватории в виде непрерывной полосы отдельных рифовых массивов, сменялись полосой терригенно-карбонатных пород нижней половины потаповской

свиты в Салаирской палеоакватории. Однако пока недостаточно данных по комплексам органических остатков нижней части потаповской свиты, которые можно было бы точно сопоставить с комплексами чагырской свиты.

5. Нет убедительных доказательств соответствия нижней границы куимовского горизонта (и, соответственно, куимовской свиты) основанию лудлова (основанию горсти в современном понимании), как это предполагалось ранее [7, 13, 8]. Разрез «Паутиха» у с. Краснощеково в Чарышско-Инской зоне Горного Алтая, в верхней части которого были найдены конодонты лудфордского яруса [8], представлен терригенным типом разреза куимовской свиты (желтовато-серые, реже серые аргиллиты, алевролиты, песчаники) с редкими, маломощными (менее 1 м) прослоями песчанистых, органогенно-обломочных известняков, содержащих характерные «куимовские» формы брахиопод и трилобитов. Можно было бы считать, что терригенный разрез «Паутиха» охватывает только верхнюю часть куимовской свиты. В других разрезах карбонатного типа - слоистые и плитчатые известняки, у с. Тигерек на р. Иня в Чарышско-Инской зоне Горного Алтая (стратотипический разрез «Комсомолец», разрез «Тигерек») нижние горизонты куимовской свиты в непосредственной близости от ее нижней границы с чагырской свитой могли бы отвечать гомерскому ярусу. Однако следует обратить внимание, что в стратотипе чагырской свиты на правом берегу р. Чарыш у бывшей дер. Горный ключ в той же части Горного Алтая в самых верхах чагырской свиты фиксируется маломощная (1-2 м) пачка комковатых глинистых известняков, выше которой (через задернованный интервал) обнажается переслаивание желто-серых и серых аргиллитов и алевролитов с подчиненными линзовидными прослоями песчанистых известняков. Эту часть разреза с переслаиванием следует считать нижней частью куимовской свиты, а она литологически очень сходна с разрезом «Паутиха», относящимся к лудфорду. В разрезе у с. Суетка в той же Чарышско-Инской зоне Горного Алтая в темно-серых аргиллитах найдены граптолиты *Testograptus testis* (Barr.), указывающие на возраст вмещающих отложений – самый ранний гомер (зона *Cyrtograptus lundgreni* / *Testograptus testis*). Вместе с *T. testis* (Barr.) найдены обломки ? *Cyrtograptus* sp. и дендронидные граптолиты *Callograptus* sp. Отнести такие отложения к чагырской рифогенной свите невозможно, их следует рассматривать как терригенную пачку в составе куимовской свиты. В разрезе «Паутиха» в темно-серых и желто-серых аргиллитах обнаружены граптолиты *Monograptus* cf. *flemingi* (Salt.), *Monoclimacis* sp., *Pristiograptus* sp., а также дендронидные граптолиты *Callograptus* sp. Таким образом, нижнюю границу куимовской свиты (и, соответственно, нижнюю границу куимовского горизонта) следует сопоставлять с нижней границей гомерского яруса (основание граптолитовой зоны *lundgreni* / *testis*). Кроме того, на Салаире в потаповской свите в верховьях р. Каменка (правый приток р. Уксунай) в желтых и серых аргиллитах найдены граптолиты переходных форм *Monograptus priodon* (Bronn.) – *Mon. flemingi* (Salt.) [14]. Такие формы могут датировать возраст вмещающих отложений также самым ранним гомером (зона *lundgreni* / *testis*).

В средней части куимовского горизонта в потаповской свите на Салаире определены конодонты *Panderodus* sp., *Ozarkodina typica* Br. et M., *Oz.* sp., *Spathognathodus* cf. *inclinatus* (Rhod.), *Trichonodella* sp. [15, 16]. Обнаруженные в верхней части куимовского горизонта конодонты (куимовская свита, разрез «Паутиха») *Panderodus gracilis* (Br. et M.), *P. unicostatus* (Br. et M.), *Belodella* cf. *anormalis* Coop., *Pelekysgnathus dubius* Jepp., *Wurmiella excavata* (Br. et M.), *Ozarkodina* cf. *cadiaensis* Bisch. указывают на интервал горсти – лудфорд [17]. В верхах куимовского горизонта (лудфорд) в марагдинской пачке на Горном Алтае найдены конодонты *Panderodus* sp., *Acodina* cf. *curvata* Stauf., *Ozarkodina* sp., *Hindeodella* sp., *Trichonodella* sp., *Belodella resima* (Philip.) [18].

6. Не выявлена пространственная закономерность изменений литологического состава куимовской свиты. Надо констатировать, что на Горном Алтае эта свита может иметь различные типы разрезов: а) карбонатный (слоистые и плитчатые известняки), б) терригенно-карбонатный (комковатые, плитчатые, слоистые известняки с редкими прослоями известковистых аргиллитов), в) смешанный карбонатно-терригенный (чередование алевролитов, аргиллитов и глинистых известняков), г) терригенный (аргиллиты, алевролиты, песчаники с редкими, маломощными линзовидными прослоями песчанистых и органогенно-обломочных известняков).

7. Нуждается в специальных дополнительных биостратиграфических исследованиях стратотип черноануйского горизонта (и, соответственно, стратотип одноименной свиты). До настоящего времени нет достоверных палеонтологических данных по ортостратиграфическим группам (конодонтам и граптолитам) о соответствии стратиграфического положения подошвы черноануйской свиты положению нижней границе пржидола, а положение кровли этого стратона – положению верхней границы силура.

8. Требуется комплексное изучение карбонатной толщи, надстраивающей на Салаире потаповскую свиту – разрезы в верховьях р. Бердь на юго-востоке Новосибирской области и на р. Томь-Чумыш в Кемеровской области [15, 16]. Эта толща пока условно относится ко всему пржидольскому стратиграфическому интервалу разреза. Однако не исключено, что эта толща должна будет сопоставляться только с самыми верхами лудфорда, или какой-то частью пржидола или относиться уже к низам девона.

Работа выполнена при поддержке Программы Президиума РАН "Происхождение биосферы и эволюция гео-биологических систем" и Интеграционного проекта СО РАН - УрО РАН.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Родина О.А. Раннедевонские монголепидные позвоночные Западной Сибири // Геология девонской системы: Материалы Международного симпозиума. - Сыктывкар: Геопринт, 2002. - С. 106-109.
2. Гутак Я.М., Савицкий В.Р., Ляхницкий В.Н., Абушик А.Ф., Савина Н.И., Родина О.А. Открытие силурийских отложений в Горной Шории и их корреляция с отложениями смежных регионов // Эволюция жизни на Земле. Материалы III Международного симпозиума. – Томск: Изд-во ТГУ, 2005. - С. 121-122.

3. Савицкий В.Р. Брахиоподы силура из бассейна нижнего течения р. Садры (северо-восток Горного Алтая) // Эволюция жизни на Земле. Материалы III Международного симпозиума. – Томск: Изд-во ТГУ, 2005. – С. 156-158.
4. Гутак Я.М., Крупчатников В.И., Родина О.А., Родыгин С.А. Новые поля распространения нижнесилурийских отложений на Горном Алтае // Природа и экономика Западной Сибири и сопредельных территорий. Том 1. – Новокузнецк. Изд-во КузГПА, 2009. – С. 39-41.
5. Гутак Я.М., Ляхницкий В.Н. О возрасте вулканогенно-осадочной толщи западного обрамления Улаганской впадины (Горный Алтай) // Геология и геофизика. – 1984. – № 1. – С. 115-117.
6. Родина О.А. Первая находка силурийских позвоночных на юго-востоке Горного Алтая // Природа и экономика Западной Сибири и сопредельных территорий. Том 1. – Новокузнецк: Изд-во КузГПА, 2009. – С. 85-87.
7. Елкин Е.А., Желтоногова В.А., Сенников Н.В., Базарова Л.С. Древнейшие дехенеллиды (трилобиты) и стратиграфия силура Горного Алтая. – Новосибирск: Наука, 1974. – 90 с.
8. Sennikov N.V., Yolkina E.A., Petrunina Z.E., Gladkikh L.A., Obut O.T., Izokh N.G., and Kipriyanova T.P. Ordovician-Silurian Biostratigraphy and Paleogeography of the Gornyy Altai. – Novosibirsk: Publishing House of SB RAS, 2008. – 154 p.
9. Loydell D.K. Graptolite biozone correlation charts // Geological Magazine, 2012. – Vol. 149. – P. 124-132.
10. Сенников Н.В. Граптолиты и стратиграфия нижнего силура Горного Алтая. – М.: Наука, 1976. – 270 с.
11. Сенников Н.В. Граптолиты палеозоя Средней Сибири (систематика, филогения, биохронология, биологическая природа, палеозоогеография). – Новосибирск: Изд-во СО РАН, НИЦ ОИГМ, 1996. – 225 с.
12. Решения Всесоюзного стратиграфического совещания по докембрию, палеозою и четвертичной системе Средней Сибири (Новосибирск, 1979). Часть I. Верхний протерозой и нижний палеозой. – Новосибирск: ВСЕГЕИ, 1983. – 215 с.
13. Елкин Е.А. Закономерности эволюции дехенеллид и биохронология силура и девона. – М.: Наука, 1983. – 116 с.
14. Сенников Н.В., Гладких Л.А., Бутенко В.А., Петрунина З.Е. Новые сведения по силурийским граптолитам Салаира // Эволюция жизни на Земле. – Томск: Изд-во научно-технической литературы, 2001. – С. 222-223.
15. Гутак Я.М., Антошкина А.И., Багмет Г.Н., Савицкий В.Р. Верхнесилурийские отложения Салаира (потаповская свита, номенклатурные вопросы) // Проблемы стратиграфии и региональной геологии Сибири. – Новосибирск: Наука, 2006. – С. 95-99.
16. Гутак Я.М., Савицкий В.Р., Абушик А.Ф., Антошкина А.И., Родыгин С.А., Савина Н.И. Потаповская свита (поздний силур) Салаира (палеонтологическая характеристика) // Природа и экономика Кузбасса. Региональный сборник научных статей. Вып. 11. – Новокузнецк, 2007. – С. 61-63.
17. Обут О.Т., Изох Н.Г., Сенников Н.В. Новые находки силурийских конодонтов в куимовской свите западной части Горного Алтая // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Недропользование. Горное дело. Новые направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Геоэкология» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 1. – С. 69–72.
18. Гутак Я.М., Абушик А.Ф., Савина Н.И., Родыгин С.А. Черноануйская свита и проблема пражидольского яруса верхнего силура в Горном Алтае // Материалы региональной конференции геологов Сибири, Дальнего Востока и Северо-Востока России. Т. II. Глава III. Палеонтология и стратиграфия. – Томск: ОГУП «Асиновская типография», 2000. – С. 290-294.

© Н. В. Сенников, О. Т. Обут, Н. Г. Изох, О. А. Родина, Р. А. Хабибулина, 2014

## **ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ ГАЗОНОСНОСТИ ПАРФЕНОВСКОГО ГОРИЗОНТА ЦЕНТРАЛЬНЫХ РАЙОНОВ АНГАРО-ЛЕНСКОЙ СТУПЕНИ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ ДАННЫХ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ, ГИС И ПЕТРОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

**Максим Юрьевич Скузоватов**

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, младший научный сотрудник лаборатории геологии нефти и газа Сибирской платформы, тел. (383)306-63-70, e-mail: skuzovatovmj@ipgg.sbras.ru

В статье приводятся результаты комплексной интерпретации геолого-геофизических материалов по Ковыктинской и Ангаро-Ленской зонам газонакопления, результаты которой позволили выявить главные особенности геологического строения парфеновского песчаного горизонта. Для выбора первоочередных зон для детальных сейсморазведочных работ и разведочного бурения предложен комплексный прогнозный параметр  $HK_n$ , тесно связанный с параметрами сейсмического волнового поля.

**Ключевые слова:** парфеновский горизонт, Ангаро-Ленское месторождение, Ковыктинское месторождение, амплитуды отраженных волн, пористость.

## **PETROLEUM POTENTIAL ESTIMATING OF PARPHENOVO HORIZON OF ANGARA-LENA STEP CENTRAL PARTS ON THE BASIS OF SEISMIC, WELL-LOG, AND PETROPHYSICAL DATA COMPLEX ANALYSIS**

**Maxim Yu. Skuzovatov**

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptyug av., 3, junior research scientist of Laboratory of petroleum geology of Siberian Platform, tel. (383)306-63-70, e-mail: skuzovatovmj@ipgg.sbras.ru

In the article the results of complex interpretation of geological and geophysical materials received on Kovykta and Angara-Lena gas-bearing zones are presented defining the main differences in geological structure of Parphenovo sandy horizon. The complex prognostication parameter  $HK_p$ , that is in strong relationship with the seismic wave-field parameters, is suggested to delineate high-priority zones for detailed seismic surveying and exploration drilling.

**Key words:** Parphenovo Horizon, Angara-Lena field, Kovykta field, seismic reflection amplitudes, porosity.

Перспективы развития газовой промышленности в Восточной Сибири, в том числе переработки гелия, связаны с крупным центром газодобычи на юге Иркутской области, где в 1987 г. было открыто уникальное по запасам Ковыктинское газоконденсатное месторождение с залежью в парфеновском горизонте вендского терригенного комплекса. В непосредственной близости от него в последнее десятилетие были открыты Левобережное и Ангаро-Ленское месторождения [1-2]. На сегодняшний день эти территории остаются относительно слабо изученными глубоким бурением, однако на основе уже проведенных геолого-геофизических работ можно констатировать, что залежи этих месторожде-

ний кардинально отличаются от Ковыктинской, что связано, по мнению большинства специалистов, с различиями в обстановках накопления продуктивных отложений. В этой связи актуальна оценка геологического строения территорий Ангара-Ленской и Ковыктинской зон газонакопления и разработка критериев прогноза нефтегазоносности на основе комплексирования данных сейсморазведки, ГИС и петрофизических исследований.

Комплексный анализ геолого-геофизических данных позволяет прогнозировать увеличение толщин парфеновских песчаников в северо-восточном направлении, максимальных значений они достигают в пределах Ковыктинского месторождения [3]. По своим литологическим и петрофизическим свойствам на этой территории горизонт традиционно разделяется на два пласта, с нижним из которых ( $P_2$ ) связана Ковыктинская газоконденсатная залежь. Примечательно, что этот песчаный интервал в большинстве скважин обладает еще и аномально низкими скоростями распространения продольных сейсмических волн. Взаимосвязь данных параметров для многих месторождений Сибирской платформы является основным критерием поиска улучшенных коллекторов, о чем неоднократно говорилось в многочисленных публикациях [4, 5]. Существенно единое строение пласта  $P_2$ , сформировавшегося в условиях дельты [6-7], его достаточно выдержанная толщина создают видимый эффект в поле динамических параметров сейсмического волнового поля, таким образом, зоны развития аномально высоких амплитуд отраженных волн, формирующихся на кровле и подошве низкоскоростного пласта (рис. 1), рассматриваются как вероятные поля распространения песчаников с увеличенной емкостью. Основываясь на этих соображениях, можно предполагать, что наличие достаточно выдержанных по толщине песчаных пластов с повышенными емкостными свойствами (и, как следствие, пониженными скоростями продольных волн) является необходимым условием эффективного прогноза коллекторов на основе сейсмических данных.

Детальные литолого-седиментологические исследования специалистов ИНГГ СО РАН позволили сделать вывод о том, что в разрезах скважин Левобережного и южной части Ангара-Ленского месторождений парфеновский горизонт представлен преимущественно аллювиальными отложениями. В некоторых случаях доля русловых фаций достигает 80 %. Толщины песчаников составляют здесь от 17 до 30 м. Однако, при этом часто по акустическим свойствам песчаники ничем не отличаются от вмещающих их алевроито-аргиллитовых пород. Большой интерес с точки зрения газонасности представляет центральная и северная части Ангара-Ленского месторождения, где по керновым данным в парфеновском горизонте прогнозируются системы «русло-бар», возможно также развитие неявно выраженных дельт [8]. Анализ данных ГИС и петрофизических исследований подтверждает наличие в разрезе пластов с повышенной пористостью, для которых характерны пониженные скорости продольных сейсмических волн. Толщина таких пластов составляет от 7 до 11 м. Результаты моделирования сейсмических волновых полей позволяют сделать вывод о том, что при таком строении разреза можно ожидать увеличения амплитуд отражающих горизонтов М и Мп, формирующихся на кровле и подошве горизонта. По мере увеличения толщин песчаного пласта также наблюдается увеличение длительности волнового пакета [9].



Совместное использование в качестве прогнозных параметров толщин и средней пористости парфеновского горизонта оправдано тем, что в отдельности данные величины не описываются в полной мере атрибутами сейсмического волнового поля. Для выявления зон улучшенных коллекторов предпочтительней использовать комплексный параметр  $NK_{\text{п}}$ , равный произведению толщины и среднего коэффициента пористости парфеновского горизонта [10]. Этот параметр достаточно надежно связан с произведением интервального времени  $dT_0$  и суммарных (по модулю) амплитуд в интервале отражающих горизонтов М-Мп. Проведение дальнейших геологоразведочных работ рекомендуется сосредоточить прежде всего в зонах повышенных значений параметра  $NK_{\text{п}}$ . Наибольшее распространение такие зоны получили в пределах северной части Ангара-Ленского месторождения в районе скважин № 3 и 6, в которых уже были получены промышленные притоки газа. В условиях предполагаемого достаточно сложного строения коллектора, связанного с чередованием геологических тел различной фациальной природы, рекомендуется проведение здесь сейсморазведочных работ в модификации МОГТ 3D.

Работа выполнена в рамках фундаментальных исследований по программам РАН и при поддержке гранта НШ-402.2014.5.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Конторович А.Э., Моисеев С.А., Топешко В.А., Еремин Ю.Г. Новые открытия конденсатного газа на юге Сибирской платформы // Российско-китайский нефтегазовый форум сотрудничества Пекин – КНР. – 2007. (электронный вариант)
2. Фонин П.Н., Конторович А.Э., Моисеев С.А., Пимичев Г.В. Левобережное и Ангара-Ленское месторождения - новые открытия на Ангара-Ленской ступени // Международная конференция геофизиков и геологов «Тюмень-2007». – Тюмень. – 2007. (электронный вариант).
3. Моисеев С.А., Пимичев Г.В., Скузоватов М.Ю., Теплов Л.К., Фонин П.Н. Строение парфеновского горизонта центральных и южных районов Ангара-Ленской ступени // Материалы научно-практической конференции Нефтегазгеологический прогноз и перспективы развития нефтегазового комплекса Востока Сибири. Санкт-Петербург. - СПб.: ФГУП ВНИГРИ. - 2013. - С. 177-181.
4. Барышев, Л.А. Физико-геологическая модель подсолевого комплекса осадочного чехла и прогноз продуктивности терригенных коллекторов на Ковыктинском месторождении // Технологии сейсморазведки. - 2003. - №2. – С. 38-43.
5. Барышев Л.А., Барышев А.С. Многопараметровая физико-геологическая модель Верхнечонского газоконденсатнонефтяного месторождения // Геология нефти и газа. - 2008. - №4. – С. 46-54.
6. Дробот Д.И., Пак В.А., Деятелилов Н.М., Хохлов Г.А., Карпышев А.В., Бердников И.Н. Нефтегазоносность докембрийских отложений Сибирской платформы, перспективы подготовки и освоения их углеводородного потенциала // Геология и геофизика. - 2004. - Т 45. - № 1. - С. 110—120.
7. Ахияров А.В., Орлов В.И., Бондарев А.Н. Зависимость продуктивности терригенных коллекторов от их фациальной принадлежности на примере парфеновского горизонта Ковыктинского месторождения // Геофизика. - 2007. - №6. - С. 60-67.
8. Вараксина И.В., Хабаров Е.М., Пушкарева М.М. Обстановки осадконакопления парфеновского горизонта венда Ангара-Ленской ступени // Материалы Всероссийского литологического совещания, посвященного 100-летию со дня рождения Л.Б. Рухина. – Санкт-Петербург: СПбГУ. - 2012. - Т.1. – С. 164-166.

9. Скузоватов М. Ю. Влияние на характер сейсмического волнового поля строения газоносного парфеновского горизонта центральных районов Ангара-Ленской ступени // ГЕО-Сибирь-2011. VII Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2011 г.). – Новосибирск: СГГА, 2011. Т. 2, ч. 2. – С. 41-44.

10. Скузоватов М. Ю. Критерии оценки перспектив газоносности парфеновского горизонта центральных районов Ангара-Ленской ступени // Геология нефти и газа. - 2014. - № 1. – С. 101-109.

© М. Ю. Скузоватов, 2014

## ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ТЕКТОНИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ НИЖНЕВАРТОВСКОГО СВОДА

*Максим Владимирович Соловьев*

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, научный сотрудник лаборатории сейсмогеологического моделирования природных нефтегазовых систем, тел. (383)330-13-62, e-mail: SolovevMV@ipgg.sbras.ru

*Александр Юрьевич Калинин*

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, младший научный сотрудник лаборатории сейсмогеологического моделирования природных нефтегазовых систем, тел. (383)333-21-56, e-mail: KalininAY@ipgg.sbras.ru

В работе рассмотрено влияние мезозойско-кайнозойских тектонических процессов на нефтеносность зоны сочленения Нижневартовского свода и Колтогорского мегапрогиба. Работа выполнена на базе комплексной интерпретации сейсмических данных, геофизических исследований скважин и данных глубокого бурения. Показано, что основные перспективы нефтегазоносности связаны с верхнеюрскими и нижнемеловыми отложениями. Даны рекомендации для открытия новых залежей углеводородов.

**Ключевые слова:** структура, тектоническое развитие, разломы, сейсмогеологический мегакомплекс, мезозой, кайнозой, отражающий горизонт, горизонт Ю<sub>1</sub>, Нижневартовский свод, Западная Сибирь.

## GEOLOGICAL STRUCTURE AND TECTONIC DEVELOPMENT OF THE SOUTHEASTERN PART OF THE NIZHNEVARTOVSK ARCH

*Maksim V. Solovev*

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, research scientist of Laboratory of seismogeological modelling of natural petroleum systems, tel. (383)330-13-62, e-mail: SolovevMV@ipgg.sbras.ru

*Alexander Yu. Kalinin*

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, junior researcher of Laboratory of seismogeological modelling of natural petroleum systems, tel. (383)333-21-56, e-mail: KalininAY@ipgg.sbras.ru

The paper analyzes the influence of the Mesozoic - Cenozoic tectonic processes on oil-bearing capacity of the Nizhnevartovsk arch and the Koltogorsky megatrough junction zone. The research was conducted on the basis of integrated interpretation of seismic data, well-logging measurements and deep drilling data. The results testify to the fact that the Upper Jurassic and Lower Cretaceous deposits account for the main petroleum potential there. The paper provides recommendations on the areas, promising in terms of discovery of new hydrocarbon deposits.

**Key words:** structure, tectonic development, faults, seismogeologic megacomplex, reflecting horizon, Horizon J<sub>1</sub>, Nizhnevartovsk arch, West Siberia.

Работа посвящена влиянию мезозойско-кайнозойских тектонических процессов на нефтеносность юго-восточной части Нижневартовского свода и сопредельных территорий Колтогорского мегапрогиба [1]. В административном плане район исследования расположен на северо-западе Томской области.

В отношении нефтегазоносности изучаемая территория находится в Вартовском нефтегазоносном районе (НГР), который входит в состав Среднеобской нефтегазоносной области. В Вартовском НГР на территории Томской области открыто 8 нефтяных месторождений - Советско-Соснинское, Малореченское, Стрежевское, Аленкинское, Хвойное, Матюшкинское, Кwartовое и Ледовое. Непосредственно на территории исследования расположены Малореченское и Аленкинское месторождения. На всех месторождениях залежи углеводородов сконцентрированы в отложениях верхнеюрского горизонта Ю<sub>1</sub>, на Советско-Соснинском и Аленкинском месторождениях в отложениях верхней юры и нижнего мела. В Вартовском НГР наиболее перспективными в отношении нефтегазоносности являются неокомские отложения, на долю которых приходится 70% всех ресурсов углеводородов. В верхней, нижней-средней юре и палеозое сконцентрировано, соответственно, 22 %, 7 % и 1 % ресурсов.

В осадочном чехле Западной Сибири выделяется четыре нефтегазоперспективных мегакомплекса, контролируемых мегарегиональными флюидоупорами [2]: юрский, неокомский, апт-альб-сеноманский и турон-датский. Юрский мегакомплекс перекрыт баженовской свитой и ее возрастными аналогами (верхняя юра, волжский ярус), неокомский - кошайской пачкой алымской свиты (нижний мел, апт), апт-альб-сеноманский - кузнецовской свитой (верхний мел, турон), турон-датский - талицкой свитой (палеоцен, датский ярус). Все вышеописанные мегарегиональные флюидоупоры представлены выдержанными по толщине морскими глинистыми пачками, сформировавшимися в эпохи тектонического покоя и получившими распространение на обширных территориях Западной Сибири. Эти обстоятельства позволяют выделять их в качестве поверхностей выравнивая и использовать при палеоструктурных и палеотектонических реконструкциях. Принципиально важным является также то, что эти отложения обладают аномально низкими относительно вмещающих пород акустическими характеристиками, и к этим геологическим реперам приурочены наиболее энергетически выраженные отражающие сейсмические горизонты: II<sup>a</sup> (подошва баженовской свиты), III (кашайская пачка алымской свиты), IV и V (подошвы кузнецовской и талицкой свит). В процессе работы также был откоррелирован сейсмический горизонт Ф<sub>2</sub> (подошва осадочного чехла). Эти сейсмические реперные горизонты контролируют сейсмогеологические мегакомплексы, которые по объему отвечают нефтегазоперспективным мегакомплексам.

Непосредственно на исследуемой территории отработано 2300 км сейсмических профилей и пробурено 27 скважин. В процессе исследования было использован большой геолого-геофизический материал сопредельных территорий. В рамках проведенных исследований осуществлено построение структурных карт по реперным стратиграфическим уровням и карт изопахит сейсмогео-

логических мегакомплексов, которые легли в основу структурного и палеоструктурного анализов.

В южной части расположено Комсомольское локальное поднятие. К северу от него находятся небольшой Меридиональный купол и Западно-Аленкинская структура (Рис. 1). На отметке – 2440 м Комсомольское, Меридиональное и Западно-Аленкинское локальные поднятия объединены в единый вытянутый в северном направлении замкнутый тектонический элемент – вал. К западу и востоку от вала находятся два вытянутых в северном направлении прогиба, отделяющих его от приподнятых зон. К северо-востоку от Западно-Аленкинской площади расположено Малореченское локальное поднятие, к юго-востоку Аленкинское локальное поднятие. Изогипсой -2440 м Малореченское и Аленкинское поднятия также объединены в вытянутый в северном направлении вал. К югу от этого вала расположены две небольших по размерам структуры – Захарютинская и Новокомсомольская.

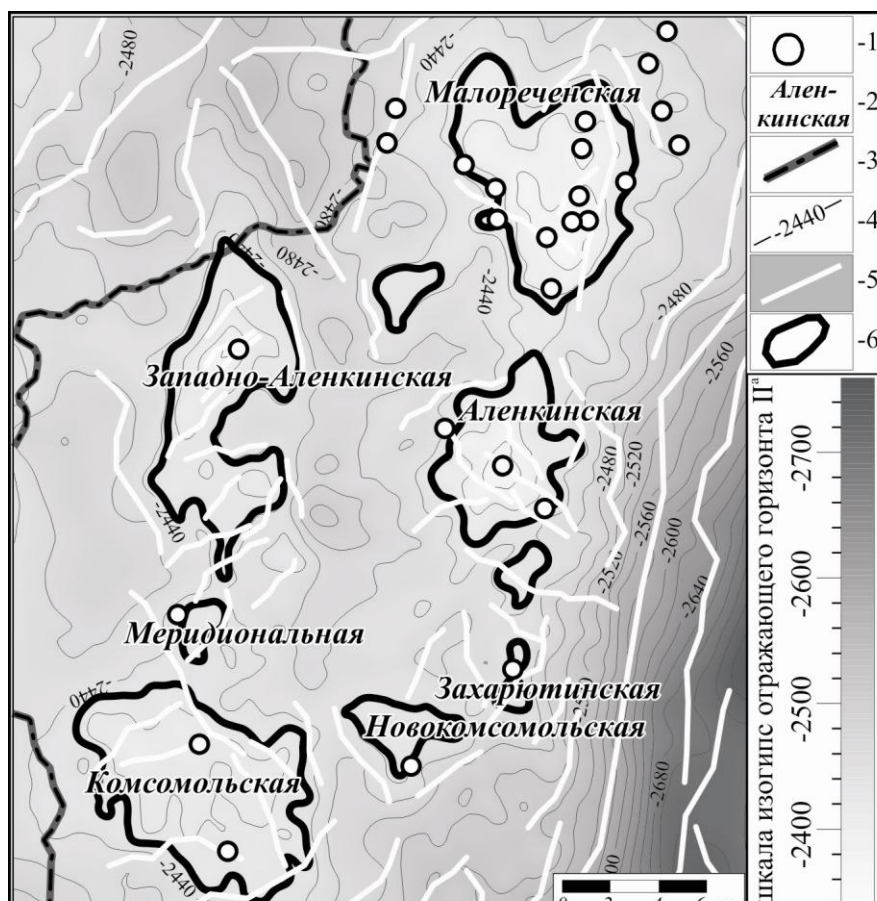


Рис. 1. Структурная карта по отражающему горизонту II<sup>a</sup>:  
1 – глубокие скважины; 2 – названия площадей; 3 – административная граница; 4 – изогипсы отражающего горизонта II<sup>a</sup>;  
5 – разрывные нарушения; 6 – локальные поднятия

В структурном плане подошвы юры фиксируются все локальные поднятия, выделяемые в рельефе отражающего горизонта II<sup>a</sup>. При этом площади объектов существенно не меняются, а амплитуды возрастают на 30-50 %.

Большинство ключевых поднятий, выделенных в рельефе кровли юры, находят отражение и в структурном плане кровли неокома.

В юре палеорельеф исследуемой территории был в значительной мере аналогичен современному. На этом этапе тенденцию к относительному росту испытывали как

Нижневартовский свод, так и небольшие выступы доюрского основания над которыми были сформированы локальные поднятия северных территорий района исследования. В неокоме продолжалось формирование этих поднятий над эрозионно-тектоническими выступами фундамента. Апт-альб-сеноманский этап

развития характеризуется низкой тектонической активностью. В постсеноманский этап активно формировались крупные тектонические элементы – Нижневартовский свод и Колтогорский мегапрогиб, также в кайнозое были сформированы локальные поднятия южных территорий.

Анализ материалов ГИС свидетельствует о том, что на юго-востоке Нижневартовского свода получил развитие классический для юго-востока Западной Сибири разрез верхней юры, представленный васюганской и баженовской свитами. Разрез горизонта  $Ю_1$  и, в частности, надугольной пачки, с которой связана нефтяная залежь Малореченского месторождения, во всех скважинах, пробуренных на рассматриваемой территории, содержат проницаемые песчаные пласты. В пределах района исследования прогнозируемые эффективные толщины песчаных пластов  $Ю_1^{1-2}$  изменяются в диапазоне от 2 до 16 м, составляя на большей части территории 6-8 м. Наличие коллекторов подтверждено и результатами испытаний – практически во всех скважинах из песчаных пластов получены притоки нефти или воды. Наиболее крупное в южной части Нижневартовского свода Малореченское месторождение связано с песчаными пластами  $Ю_1^{1-2}$  надугольной пачки горизонта  $Ю_1$ . В то же время контрастные Комсомольская, Аленкинская, Западно-Аленкинская структуры оказались водоносными.

Сравнительный анализ корреляционных схем позволяет отметить одно принципиальное отличие. На Малореченской площади продуктивные песчаные пласты  $Ю_1^{1-2}$  практически повсеместно залегают под нефтепроизводящими породами баженовской свиты. В то же время на большинстве площадей между песчаными резервуарами надугольной пачки и баженовской свитой залегает достаточно мощная глинистая пачка.

В рамках проведенных исследований было осуществлено построение карты толщин оксфорд-киммериджской глинистой пачки (георгиевской свиты -?). В качестве граничного значения было выбрана 5-ти метровая толщина аргиллитов – в случае, если толщина глинистой пачки превышала этот рубеж, территория рассматривалась как бесперспективная для формирования залежей углеводородов в песчаных пластах горизонта  $Ю_1$ . Анализ этих материалов позволяет отметить, что в перспективную зону попадает только Малореченская и Аленкинская структуры. С первой связано нефтяное месторождение, на Аленкинской площади при испытании песчаных пластов надугольной пачки получен приток воды с плёнкой нефти. По результатам переинтерпретации материалов ГИС, выполненной специалистами ТГК, в скважине Аленкинская №101 верхняя часть пласта  $Ю_1^1$  нефтенасыщена.

Анализ геолого-геофизических материалов по юго-восточным районам Западной Сибири позволяет однозначно утверждать, что все залежи углеводородов в отложениях неокома открыты в этом регионе в зонах, претерпевших на себе влияние активных постюрских тектонических процессов - на площадях, где имеют место разрывные нарушения, секущие юру и мел[3].

Учитывая, что нефтепроизводящие породы баженовской свиты перекрыты мощной толщей куломзинских глинистых отложений, препятствующей мигра-

ции углеводородов вверх по разрезу, именно разломы могли выполнять роль каналов по которым нефть поступала в неокомские песчаные резервуары.

В качестве подтверждения этого предположения можно отметить и тот факт, что большинство залежей углеводородов в отложениях неокома являются многопластовыми, например, на Советско-Соснинском месторождении, расположенном к северу от Малореченского поднятия, продуктивен весь неокомский разрез.

Анализ построенных в процессе проведенных исследований корреляционных схем неокомских отложений позволяет сделать вывод о том, что проблема поиска коллекторов и выделения флюидоупоров в на рассматриваемой территории в неокомском комплексе не стоит. Песчаные пласты тарской и вартовской свит в пределах достаточно обширных зон залегают квазипараллельно кошайской пачке и баженовской свите и развиты плащеобразно.

Учитывая широкое развитие коллекторов и флюидоупоров для выделения нефтегазоперспективных объектов в отложениях неокома необходимо оценить два фактора: наличие локальных поднятий в рельефе различных неокомских стратиграфических уровней; наличие молодых разрывных нарушений, секущих юру и мел.

Анализ геолого-геофизических материалов по Нижневартовскому своду показал, что практически все локальные поднятия, выделенные в рельефе кровли юры, фиксируются в структурном плане кровли неокома. Это означает, что в пределах этих объектов существуют антиклинальные ловушки по всем неокомским песчаным пластам групп А и Б. Большинство структур в этом районе осложнено молодыми разрывными нарушениями, секущими практически весь мезозойско-кайнозойский осадочный чехол.

Со структурно-тектонических позиций и с точки зрения строения разреза интерес в отношении нефтегазоносности неокома могут представлять практически все локальные поднятия. Основные перспективы нефтегазоносности неокома связаны с Малореченским, Аленкинским и Комсомольским поднятиями.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект 14-05-31508 мол-а.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Конторович В. А., Беляев С. Ю., Конторович А. Э., Красавчиков В. О., Конторович А. А., Супруненко О. И. Тектоническое строение и история развития Западно-Сибирской геосинеклизы в мезозое и кайнозое. // Геология и геофизика, 2001, № 11-12, с. 1832-1845; 300 – 316.
2. Конторович, А.Э. Геология нефти и газа Западной Сибири / А.Э. Конторович, Н.И. Нестеров, Ф.К. Салманов и др. – М.: Недра. – 1975. – 700 с.
3. Конторович В.А., Калинина Л.М., Лапковский В.В. и др. Тектоника и нефтегазоносность центральной части Александровского свода // Геология нефти и газа, № 5, 2011. С. 119-127.

© М. В. Соловьев, А. Ю. Калинин, 2014

## ТЕКТОНИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ГАЗОНОСНОСТИ НАДЫМ-ПУРСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ

**Екатерина Сергеевна Сурикова**

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, младший научный сотрудник лаборатории сейсмогеологического моделирования природных нефтегазовых систем, тел. (383)330-21-56, e-mail: SurikovaES@ipgg.sbras.ru

**Дарья Владимировна Конторович**

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, младший научный сотрудник лаборатории сейсмогеологического моделирования природных нефтегазовых систем, тел. (383)330-21-56, e-mail: KontorovichDV@ipgg.sbras.ru

В статье рассмотрены основные тектонические этапы формирования крупных антиклинальных ловушек и разрывных нарушений на севере Западно-Сибирской плиты, а также предложены некоторые сейсмогеологические критерии газоносности этой территории.

**Ключевые слова:** Западная Сибирь, нефтегазоносность, тектоника, сейсмические профили, юра, неоком, апт-турон, сеноман, кайнозой.

## SEISMIC AND TECTONIC CRITERIA OF GAS PRESENCE IN THE WATERSHED NADYM AND PUR

**Ekaterina S. Surikova**

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, Junior Researcher of Laboratory of seismogeological modelling of natural petroleum systems, tel. (383)330-21-56, e-mail: SurikovaES@ipgg.sbras.ru

**Darya V. Kontorovich**

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, Junior Researcher of laboratory of seismogeological modelling of natural petroleum systems, tel. (383)330-21-56, e-mail: KontorovichDV@ipgg.sbras.ru

The article describes the main tectonic stages of the formation of large anticlinal traps and faults in the north of the West Siberian plate and offered some criteria of seismic bearing capacity of the territory.

**Key words:** West Siberia, oil and gas, tectonics, seismic profiles, Jurassic, Neocomian, Aptian-Turonian, Cenomanian, Cenozoic.

По подсчетам отечественных экспертов Россия занимает первое место в мире по запасам природного газа (категории АВС<sub>1</sub>), основные месторождения которого расположены в Надымском и Уренгойском нефтегазоносных районах (НГР) Надым-Пурской нефтегазоносной области (НГО) Западно-Сибирской

нефтегазоносной провинции. Гигантские скопления сухого газа сконцентрированы в песчаных коллекторах сеномана (пласты группы ПК) под надежным флюидоупором туронских глин кузнецовской свиты. В нижезалегающих меловых и юрских отложениях открыты залежи более высокомолекулярных углеводородов (УВ) – жирный газ, конденсат, нефть [1,2].

В настоящей работе рассмотрена территория южной части Уренгойского НГР и северной части Губкинского НГР Надым-Пурской НГО (рис. 1, А), где открыт ряд крупных месторождений: Медвежье, Восточно-Медвежье, Юбилейное, Восточно-Юбилейное, Ямсовейское-Ярейское. Согласно тектонической карте юрского структурного яруса Западно-Сибирской провинции месторождения приурочены к одноименным валам и куполовидным поднятиям (рис. 1, Б).

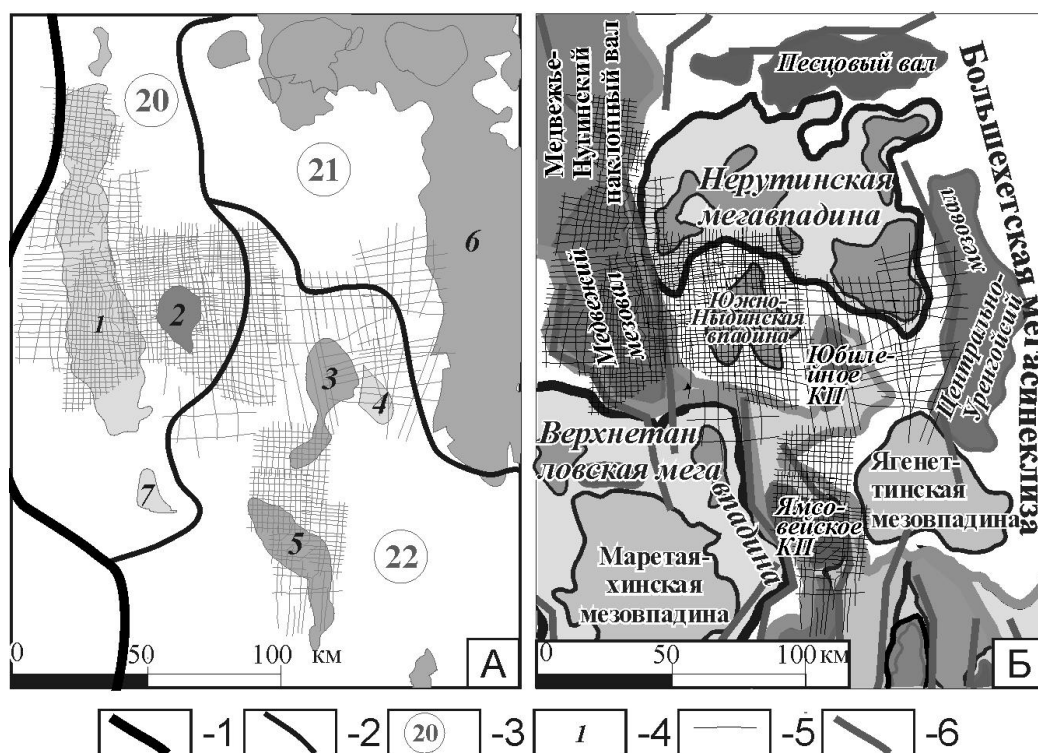


Рис. 1. А – фрагмент схемы нефтегазогеологического районирования Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции (ред. А. Э. Конторович, 2006),  
Б – фрагмент тектонической карты юрского структурного яруса Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции (ред. А. Э. Конторович, 2001):

1 - граница Надым-Пурской НГО; 2 - границы НГР; 3 - НГР: 20 - Надымский, 21 – Уренгойский, 22 - Губкинский; 4 - месторождения: 1 - Медвежье газоконденсатное, 2 - Восточно-Медвежье нефтяное, 3 - Юбилейное нефтегазоконденсатное, 4 - Восточно-Юбилейное газоконденсатное, 5 - Ямсовейское+Ярейское нефтегазоконденсатное, 6 - Уренгойское нефтегазоконденсатное, 7 - Пангодинское газоконденсатное; 5 - профили МОГТ; 6 - разломы на тектонической карте

Сеноманские залежи сухого газа на территории исследования имеют высоту 148-188м, приурочены к высокоамплитудным структурным ловушкам, характеризуются полным или избыточным заполнением. Помимо основных сеноманских залежей открыты залежи и получены притоки нефти, конденсата

и жирного газа из нижезалегающих юрских, неокомских и апт-альбских отложений. В целом, особенность района исследования заключается в том, что расположенные здесь месторождения УВ характеризуются крупными запасами, широким стратиграфическим интервалом продуктивности (нижняя юра-верхний мел), высокоамплитудными ловушками. Далее будут рассмотрены тектонические аспекты формирования этих месторождений.

На территории Западной Сибири на разрезах МОГТ выделяют 5 основных отражающих горизонтов (рис. 2). Эти сейсмические реперы приурочены к трансгрессивным глинистым пачкам, формировавшимся в эпохи тектонического покоя, характеризующимся выдержанными толщинами, получившими распространение на огромных территориях Западно-Сибирского бассейна, и могут быть приняты за поверхности выравнивания [3]. Отражающий горизонт А приурочен к подошве юрского комплекса. В центральной и южной частях Западно-Сибирской плиты этот горизонт совпадает с подошвой осадочного чехла, характеризуется динамической неоднородностью и имеет прерывистый характер из-за множества секущих его разрывных нарушений.

На севере плиты юрские отложения подстилает мощный комплекс терригенного триаса и карбонатного палеозоя, что помогает надежно проследить горизонт А. Отражающий горизонт Б – кровля баженовской свиты (поздняя юра, титон), обладает аномальными акустическими свойствами, высоким энергетическим уровнем и является наиболее надежным сейсмическим репером на территории плиты. Отражающий горизонт М приурочен к кошайской пачке танопчинской свиты (ранний мел, апт). Отражающий горизонт Г формируется на глинах кузнецовской свиты (поздний мел, турон). С – талицкая свита (поздний мел, маастрихт). В ходе работы выполнена их корреляция и построены структурные карты по этим горизонтам и карты толщин сейсмогеологических комплексов.

Структурная характеристика и история тектонического развития.

Современные структурные поверхности отражающих горизонтов исследуемой территории значительно отличаются друг от друга. В рельефе горизонта А в южной части Медвежьей площади выделяется изометричное поднятие, на Юбилейной площади можно выделить небольшой купол, на Ямсовейской – небольшое вытянутое поднятие. В рельефе вышележащего горизонта Б центрально- и южно- Медвежий купола объединяются единой изогипсой в валообразную структуру, к северу от которых можно выделить Ныдинский купол, расположенный немного гипсометрически выше. Ямсовейский и Ярейский купола не



Рис. 2. Основные отражающие горизонты и сейсмогеологические комплексы

объединяются в единую структуру. В рельефе горизонта М можно выделить Медвежий мезовал, объединивший южно- и центрально- Медвежий и Ныдинский купола. Аналогично выделяется вытянутое Ямсовейское поднятие, объединившее в своем составе Ямсовейский и Ярейский купола. Вверх по разрезу наблюдается «сжатие» структур в субширотном и вытягивание их в субмеридиональном направлении, вследствие чего по верхнемеловым и кайнозойским отражающим горизонтам выделяются положительные структуры линейновытянутых с юга на север поднятий с соотношением осей до 10 : 1.

Основываясь на анализе мощностей сейсмогеологических комплексов (палеотектонический анализ) восстановлена история тектонического развития северной части Западно-Сибирской плиты в районе Надым-Пурского междуречья. Анализ показал, что на момент формирования горизонта Б в структурном плане нижележащего горизонта А положительных структур современного рельефа не существовало. Это означает, что современные куполовидные поднятия и валы Надым-Пурского междуречья, к которым приурочены гигантские газовые месторождения, не являются структурами, сформированными над выступами фундамента. До апта рельеф рассматриваемой территории представлял собой моноклиналь с множеством мелких куполов, погружающуюся в северо-восточном направлении, где наблюдается интенсивное прогибание территории. Тенденцию к росту при этом испытывает полоса в пределах Сандибинской – Ныдинской-Медвежьей-Пангодинской-Ямсовейской-Ярейской площадей. В аптальб-сеномане формируются положительные замкнутые структуры: Медвежья, Ямсовейская, Ярейская и Юбилейная. В позднемеловое время эпицентр прогибания смещается на юг, что приводит к формированию Маретаяхинской и Ягнеттинской мезовпадин. В это же время происходит объединение Ямсовейской и Ярейской структур в одну, которая на протяжении позднего мела испытывала наибольшую тенденцию к росту, образуется Восточно-Медвежий купол. Кайнозойские тектонические процессы оказали существенное влияние на формирование всех современных поднятий. Именно кайнозойские тектонические процессы привели к формированию субмеридионально вытянутых валов. Причем тектоническая активизация имела не только региональную составляющую воздымания северной части плиты, но, вероятно, и глобальный характер сжатия, вследствие чего мы наблюдаем сильновытянутые линейные структуры. Также следует отметить, что этот этап тектонической активизации сопровождался интенсивным разломообразованием. Разломы секущие практически весь мезозойско-кайнозойский осадочный чехол могли служить каналами миграции УВ и, возможно, предопределили избыточное заполнение ловушек в этом регионе.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы.

- В качестве наиболее важных структуроформирующих тектонических этапов на территории Надым-Тазовского междуречья необходимо отметить позднемеловое (начало формирования ряда положительных замкнутых структур) и кайнозойское время, когда наблюдался максимальный рост и формиро-

вание современного облика структур, образуются разломы – потенциальные каналы миграции для УВ.

- На севере плиты нефтегазоматеринскими породами считаются триас-нижне-среднеюрские, верхнеюрские и аптские отложения, обогащенные органикой. Начиная, по крайней мере, с конца позднего мела, юрские материнские породы уже были способны генерировать УВ, но к этому времени не было сформировано надежного флюидоупора, амплитуды структур были гораздо меньше современных. К началу кайнозоя мощные туронские глины кузнецовской свиты достигли стадии литификации до хорошего флюидоупора, т.е. была сформирована система коллектор – флюидоупор. В кайнозое аптские нефтематеринские породы вошли в главную зону газообразования, а верхнеюрские – в главную зону нефтеобразования, а более глубоко погруженные - в глубинную зону газообразования. Масштабы генерации природного газа в кайнозое настолько велики, что гигантские сеноманские ловушки с амплитудами около и более 200м оказались полностью или избыточно заполненными, а нижележащие горизонты вплоть до юрских продуктивны.

Работа выполнена в рамках фундаментальных исследований по программам РАН и при поддержке гранта НШ-402.2014.5

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Конторович, А.Э. Геология нефти и газа Западной Сибири / А.Э. Конторович, Н.И. Нестеров, Ф.К. Салманов и др. – М.: Недра. – 1975. – 700 с.
- 2 Ермилов О.М. Особенности геологического строения и разработки уникальных залежей газа крайнего севера Западной Сибири / Ермилов О.М., Карогодин Ю.Н., Конторович А.Э. и др. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004. - 140 с.
3. Конторович В.А. Мезозойско-кайнозойская тектоника и нефтегазоносность Западной Сибири // Геология и геофизика. - 2009. - Т. 50, № 4. - С. 461-474.

© Е. С. Сурикова, Д. В. Конторович, 2014

## ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ КРИОГЕННОЙ ТОЛЩИ АРКТИЧЕСКИХ РАЙОНОВ СИБИРИ

**Анна Федоровна Сухорукова**

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, научный сотрудник лаборатории гидрогеологии осадочных бассейнов Сибири, тел. (383)363-80-36, e-mail: SukhrukovaAF@ipgg.nsc.ru

В настоящей работе рассмотрены современные геокриологические условия Енисей-Хатангского регионального прогиба, расположенного в пределах Западно-Сибирского мегабассейна и Анабаро-Хатангской седловины, относящейся к Анабаро-Ленской зоне Сибирской платформы, и гидрогеологические условия этих районов. Дана сравнительная характеристика подземных вод криолитозы этих районов.

**Ключевые слова:** Енисей-Хатангский региональный прогиб, Анабаро-Хатангская седловина, подземные воды, гидрогеологическая стратификация, криогенная толща, рассолы, криопэги.

## HYDROGEOLOGICAL VIEW ON THE CRYOGENETIC STRATA STUDY OF SIBERIAN ARCTIC

**Anna F. Sukhorukova**

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, Ph. D., associate professor, research scientist of Laboratory of hydrogeology of Siberian sedimentary basins, tel. (383)363-80-36, e-mail: SukhrukovaAF@ipgg.nsc.ru

This paper deals with current geocryological and hydrogeological conditions of the Yenisei-Khatanga regional trough located within limits of the West Siberian megabasin and Anabar-Khatanga saddle related to the Anabar-Lena area of the Siberian Craton. Comparative analysis is given on the structure of cryogenic strata and groundwaters in permafrost zone of these regions.

**Key words:** Yenisei-Khatanga regional trough, Anabar-Khatanga saddle, groundwaters, hydrostratigraphy, cryogenic strata, brines, cryopegs.

Полярные и приполярные территории и акватории России обладают огромными ресурсами углеводородов. Существенная часть нефтегазоносных бассейнов Арктики и Субарктики располагается на площадях с охлажденной ниже 0 °С литосферой (криолитозоной) мощностью до 100-200 м в областях с несплошным развитием криогенной толщи пород и до 600-700 м и более - в областях сплошного развития многолетнемерзлых толщ. Одна и та же порода, в зависимости от насыщения ее пресными или же высокоминерализованными водами, при одной и той же температуре может быть талой и мерзлой [1, 2, 7, 8].

Поведение подземных вод в криолитозоне сложное и требует тщательной обработки геотермических материалов (так как одна лишь нулевая температура не может служить критической точкой, характеризующей переход породы из

мерзлого состояния в талое и, наоборот). Необходим учет степени насыщения породы водой, ее минерализации, величины пластового давления. К мерзлым породам независимо от температурных условий относятся только те породы, в которых произошла кристаллизация заключающейся в ней свободной воды. Переохлажденная пресная вода может устойчиво сохраняться при температуре от 0 до  $-3^{\circ}\text{C}$ , а соленая до  $-12^{\circ}\text{C}$  (такие рассолы называются «криопэгами», термин введен Н.И. Толстихиным). Поэтому подошва мерзлоты может располагаться выше или ниже нулевой изотермической поверхности в зависимости от динамики мерзлоты.

При освоении месторождений углеводородов Арктических районов как Западной, так и Восточной Сибири возникает целый комплекс проблем, обусловленных сплошным распространением криогенной толщи, которая представляет собой мощный региональный флюидоупор, обуславливающий криогенный напор содержащихся в них вод. Это и большая группа инженерно-геологических, геокриологических и экологических проблем, возникающих при освоении и эксплуатации месторождений в результате техногенной деградации мерзлоты и непосредственное влияние отрицательных температур на разведочные и эксплуатационные скважины. Наличие криопэгов, вкрапленных в толщу мерзлых пород создают трудности проходке разведочных и эксплуатационных скважин и наличие в нижнем ярусе криогенной толщи вместо обычного льда-цемента – газогидратного цемента. Кроме того, необходимо отметить, что изучение истории развития криогенной толщи [1, 8, 9] свидетельствуют о возможном увеличении мощности мерзлых пород в наиболее холодные эпохи на 200-300 м по сравнению с существующей. Следовательно, газовые месторождения неглубокого залегания могли попадать в зону значительного охлаждения в четвертичное время, что могло приводить к образованию газогидратов.

Район исследований включает в себя Енисей-Хатангский региональный прогиб (ЕХРП) и Анабаро-Хатангскую седловину (АХС), для их территорий ранее были составлены карты распространения мощности криогенной толщи (материалы ИННГ СО РАН, 2009-2011 г.).

Территория Енисей-Хатангского прогиба относится к зоне сплошного монолитного распространения многолетнемерзлых пород (ММП). Район исследования находится севернее полярного круга, где для Западной Сибири происходит своеобразное изменение мощности криогенной толщи – мощность в нарушении логики увеличивается в направлении с севера на юг [5]. Мощность криогенной толщи колеблется в значительных пределах (170-490 м) в зависимости от структурных особенностей залегания пород, при этом отмечается уменьшение глубины залегания изотермы с нулевой температурой к сводам поднятия (Малохетское, Точинское, Долганское). ММП имеет практически сплошное распространение, сквозные талики установлены под руслом Енисея и локально приурочены к тектоническим разломам. В этой области, которая неоднократно и на продолжительное время затапливалась морем, преимущественно развита криогенная толща, состоящая из яруса мерзлых пород и пород с положительной температурой [9], т. е. криогенная толща имеет одноярусное

строение. Мерзлотой охвачены четвертичные отложения и верхи меловых образований.

В пределах ЕХГП выделены пять водоносных комплексов (сверху – вниз): апт-альб-сеноманский, неокомский, верхнеюрский, ниже-среднеюрский и триас-палеозойский (нерасчлененный) [3]. Все выделенные мезозойские комплексы сложены преимущественно проницаемыми песчано-алевролитовыми породами, которые разделяются аргиллито-глинистыми водоупорами. От зоны активного водообмена (гипергенеза) вышеперечисленные комплексы изолированы надежным, выдержанным по простиранию турон-олигоценным водоупором, который полностью проморожен в течение длительного времени. Составлены карты гидрогеохимического районирования, гидрогеохимическая характеристика разреза. Воды апт-альб-сеноманского комплекса хлоридные натриевые со средней минерализации вод этого комплекса –  $7,9 \text{ г/дм}^3$ . Для вод неокомского комплекса среднее значение минерализации  $6,5 \text{ г/дм}^3$  (при этом северные и восточные участки района являются практически пресными), воды по составу преимущественно хлоридно-натриевые, значение хлор-бромного коэффициента не превышает 300, что свидетельствует о седиментационном генезисе подземных вод комплекса. Водоносные отложения верхнеюрского возраста распространены не повсеместно (достаточно узкой полосой на востоке изучаемой территории), остальная часть представляет собой зону глинизации. Среднее значение минерализации верхнеюрского гидрогеологического комплекса составляет  $9,3 \text{ дм}^3$  что позволяет отнести их к солоноватым, по составу воды хлоридные натриевые и гидрокарбонатно-хлоридные натриевые. По величине хлор-бромного коэффициента выделяются две гидрогеохимические области, в южной части региона - область со значения более 300 (свидетельство инфильтрационного генезиса вод) и севернее коэффициент имеет значение менее 300, что позволяет рассматривать седиментационный путь образования вод. Воды ниже-среднеюрских отложений распространены повсеместно в исследуемом районе, на значительных площадях воды пресные (север и северо-западные участки, восточная окраина) Среднее значение минерализации составляет  $8,4 \text{ дм}^3$  По типам воды они достаточно пестрые, выделяются гидрокарбонатно-хлоридные натриевые хлоридные натриевые и хлоридно-гидрокарбонатные натриевые. лор-бромный коэффициент практически для всей также как и для неокомского комплекса не превышает 300, что свидетельствует о седиментационном образовании .

В горно-складчатых областях, окаймляющих нефтегазоносные бассейны, и в пределах Анабаро-Хатангской седловины (АХС) Сибирской платформы мощность криогенной толщи увеличивается до 1 000-1 500 м [4]. Мерзлотно-геотермические проблемы освоения нефтегазовых ресурсов севера древней Сибирской платформы связаны с глубоким охлаждением ее недр, что усугубляется низкими значениями глубинного теплового потока. Глубокому охлаждению способствует проникновение отрицательно-температурных рассолов в недра, по трещинам в земной коре. Криопэги здесь образуются при вымораживании рыхлых прибрежно-морских отложений, насыщенных морскими водами. Крио-

генная толща АХС имеет двухъярусное строение-верхний ярус сложен мерзлыми льдистыми породами, а нижний ярус – охлажденными породами с криопэгами. Бассейн характеризуется ярко выраженными особенностями: наличием криолитозоны, соляно-купольных структур, и как следствие развитием высокоминерализованных рассолов и криопэгов [6].

В пределах Анабаро-Хатангского бассейна выделяются 13 водоносных комплексов. Из них охарактеризовано десять, а рассолы выявлены в пределах шести: 1) триасовых 2) пермских; 3) каменноугольных; 4) девонских; 5) венд-кембрийских и 6) рифейских отложениях. В мерзлом состоянии находятся водоносные горизонты четвертичных, меловых, юрских отложениях, а также неглубоко залегающих триасовых и пермских образований.

Водоносность триасовых образований изучена в пределах солянокупольных структур Нордвик-Хатангского района, там встречены рассолы хлоридного натриевого состава с минерализацией до  $436 \text{ г/дм}^3$ . Водоносный комплекс пермских отложений распространен повсеместно среднее значение минерализации  $97,4 \text{ г/дм}^3$ . Его водоносность изучалась на Нордвикской, Ильинской, Чайдахской и других антиклинальных структурах, в разной степени осложненных соляной тектоникой. Формирование этих рассолов связано с растворением каменной соли.

Нижележащие водоносные комплексы каменноугольных и девонских отложений характеризуются закономерным ростом минерализации рассолов. Рассолы хлоридного натриевого состава с величиной общей минерализации  $220\text{--}287 \text{ г/дм}^3$  установлены на Нордвикской и Кожевниковской площадях в известняках нижнего карбона и генетически связаны с выщелачиванием каменной соли в пределах этих структур. Гидрогеологические комплексы венд-кембрийских и рифейских отложений отличаются высокой степенью гидрогеологической закрытости и соответственно более низкой минерализацией ( $48,2$  и  $133,3 \text{ г/дм}^3$ ).

Корреляция содержаний натрия и хлора в эквивалентных формах позволила выявить особенности генезиса подземных вод изученных комплексов. Воды апт-альб-сеноманского, неокомского и верхнеюрского комплексов имеют преимущественно инфильтрационное происхождение.

В пределах Юрюнг-Тумусской площади рассолы водоносных комплексов триасовых, пермских и каменноугольных отложений, также характеризуются инфильтрационным генезисом, в то время как на Южно-Тигянской площади они имеют седиментационное происхождение.

Воды нижележащих водоносных комплексов венд-кембрийских и рифейских отложений характеризуются седиментогенным происхождением.

Высокоминерализованные (с минерализацией до  $436 \text{ г/дм}^3$ ) инфильтрогенные воды не претерпевшие высокой метаморфизации состава с глубиной, относятся к рассолам выщелачивания, в то время как воды гидрогеологических комплексов венд-кембрийских и рифейских отложений относятся к высокометаморфизованным седиментогенным рассолам.

Как показали результаты исследований, единственным возможным источником для появления рассолов в разрезе водоносных комплексов от нижней

юры до девона могли являться соли, сформированные на границе раннего и среднего девона.

В заключение необходимо отметить, что геокриологические условия и гидрогеологические особенности водоносных комплексов районов развития криолитозоны различных районов Арктики Сибири достаточно существенно различаются. Для ЕХРП характерно одноярусное строение криогенной толщи, минерализация подземных вод всех изученных комплексов не превышает  $20 \text{ г/дм}^3$ , воды преимущественно седиментационного, инфльтрационного генезиса. Криогенная толща АХС имеет двух ярусное строение и состоит из яруса мерзлых льдистых пород и нижнего яруса, представленного охлажденными породами с криопэгами. В шести водоносных комплексах распространены рассолы выщелачивания с минерализацией до  $450 \text{ г/дм}^3$ .

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баулин В.В. Многолетнемерзлые породы нефтегазоносных районов СССР. – М.: Недра, 1985, 175 с.
2. Геокриологический прогноз для Западно-Сибирской газоносной провинции // Новосибирск: Наука, 1983, 180 с.
3. Гинсбург Г.Д., Иванова Г.А. Подземные воды // Геология и нефтеносность Енисей-Хатангского прогиба. - Л.: Изд-во НИИГА, 1971. - С. 66-72.
4. Калинин М.К., Сиденко П.Д. Геологическое строение и нефтеносность Анабаро-Хатангского междуречья. Книга 1. НИИ геологии Арктики. – Ленинград, 1955, 200 с.
5. Розенбаум Г.Э., Шполянская Н.А. Позднекайнозойская история криолитозоны Арктики и тенденции ее будущего развития, М.: Науч. мир, 2000, 103 с.
6. Новиков Д.А. Особенности состава рассолов Анабаро-Ленской зоны // Мат. науч. Сессии, посвященной 100-летию рождения чл.-корр. АН СССР В.А. Сакса « Седьмые Саксовские чтения», Т1, Новосибирск, ИНГ СО РАН, 2011. С.209-213.
7. Романовский Н.Н., Гаврилов А.В., Тумский В.Е., Холодов А.Л. Криолитозона Восточно-Сибирского арктического шельфа // Вестн. МГУ. Сер. 4. Геология. 2003. № 4. С. 51–56.
8. Фотиев С.М., Данилова Баулин В.В. Многолетнемерзлые породы нефтегазоносных районов СССР. – М.: Недра, 1985, 175 с.
9. Фотиев С.М. Современные представления об эволюции криогенной области Западной и Восточной Сибири в плейстоцене и голоцене // Криосфера Земли, 2006, т. X, № 2, С. 27-45

© А. Ф. Сухорукова, 2014

## БИОСТРАТИГРАФИЯ ЧЕРТОВСКОГО ГОРИЗОНТА ВЕРХНЕГО ОРДОВИКА СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

*Александр Владиленович Тимохин*

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории палеонтологии и стратиграфии палеозоя, тел. (383)333-29-01, e-mail: TimokhinAV@ipgg.sbras.ru

На основе анализа литологической и палеонтологической характеристики дается уточнение объема чертовского горизонта в гипостратотипическом разрезе. Уточняется положение зональных подразделений на границе чертовского и баксанского горизонтов.

**Ключевые слова:** верхний ордовик Сибирской платформы, чертовской и баксанский горизонты, биостратиграфия, трилобиты, остракоды, брахиоподы.

## BIOSTRATIGRAPHY OF THE UPPER ORDOVICIAN CHERTOVSKY HORIZON OF THE SIBERIAN PLATFORM

*Alexander V. Timokhin*

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptyug av., 3, Ph. D. in Geology, senior researcher of Laboratory of Paleozoic paleontology and stratigraphy, tel. (383)333-29-01, e-mail: TimokhinAV@ipgg.sbras.ru

Based on the analysis of lithology and paleontological data specification of the Chertovskian Horizon volume in the hypostratotype section was done. Zonation for the boundary strata of Chertovskian and Baksanian horizons has been defined more precisely.

**Key words:** Upper Ordovician, Siberian Platform, Chertovskian and Baksanian horizons, biostratigraphy, trilobites, ostracods, brachiopods.

Данные полученные при проведении полевых работ на стратотипических выходах устьестолбовой и мангазейской свит и, соответственно, гипотсратотипах чертовского и стратотип баксанского горизонтов и привлечение скважинного материала по Норильскому району, дали возможность уточнить диапазон распространения существующих зональных видов, по крайней мере, как они представлены в существующей региональной стратиграфической схеме. [1, 2].

Стратотип чертовского горизонта установлен О.Н. Андреевой [3, 4] в верхнем течении р. Лены против дер. Кудрино. Стратотип свиты изучали многие исследователи [5, 6, 2]. Выделяют две подсвиты. В верхней части нижней и низах верхней подсвиты найдены брахиоподы *Atelelasma carinatum*, *Mimella panna*, *Oepikina tojoni*, *Rostricellula raymondi nana*, *R. ex.gr. transversa*, *Strophomena mangazeica*, трилобиты *Isalaux stricta*, *I. bifolius*, *Monorakos lopatini*, остракоды *Aparchitella* sp., *Leperditella* sp., *Jonesites* sp. [3, 5, 7, 8, 6, 2].

Отложения с чертовским комплексом фауны установлены почти во всех фациальных зонах Сибирской платформы. Наиболее полно этот комплекс изучен в гипостратотипе чертовского горизонта, который был определен как нижняя часть мангазейского яруса на правом берегу П. Тунгуски в 1,5 км ниже р. Листвяжной в объеме слоев содержащих брахиопод *Mimella panna* и нижняя граница мангазейского яруса совпадала с нижней границей мангазейской свиты [5]. При выделении гипостратотипа был приведен список характерной фауны: брахиоподы *Mimella panna*, *Rostricellula* cf. *transversa*, *Strophomena mangazeica*; остракоды *Parajonesites notabilis*, *Euprimitia helenae*, *Costoprimites textillis*, *C. indiligens*, *Jonesites obliquus*; трилобиты *Isalauх bifolius*, *Ceraurinus icarus*, *Evenkaspis sibirica* [3]. Одновременно с выделением гипостратотипа чертовского горизонта, в этой же работе был предложен стратотип баксанского горизонта, как верхняя часть мангазейского яруса (в дальнейшем переведенного в региональной стратиграфической схеме в ранг надгоризонта) [1]. Стратотип содержит обильные и разнообразные органическими остатки, среди которых преобладают: брахиоподы *Glyptorthis katangaensis*, *G. pulchra*, *Hesperorthis australis*, *H. tricenaria*, *H. evenkiensis*, *Oepikina parvula*, *Leptellina carinata*, *Maaikina sinuate*, *Mimella panna*, *Rostricellula transversa*, *R. subrostrata*, *Strophomena lethea*, *S. mangazeica*, *Triplesia baxanica*, *T. sibirica*; трилобиты *Ceratevenkaspis armata*, *Carinopyge spinifera*, *Ceraurinus icarus*, *Isotellus maximus sibiricus*, *Isalauх stricta*, *Evenkaspis sibirica*, *E. tchunensis*, *E. galeata*, *Monorakos lopatini*, *M. magnus*, *M. planiusculus*; остракоды *Aparchitella procera*, *Bodenia aechminiformis*, *Euprimitia helenae*, *Glandites laticornis*, *Parajonesites notabilis*, *Planusella bicornis*.

В последующих работах [5, 9, 10, 11, 12] состав чертовского комплекса фауны гипостратотипа был значительно расширен за счет следующих видов: брахиопод *Murinella jakuticaensis*, *Oepikina tojoni*, *Rostricellula transversa*, *Rostricellula raymondi nana*, *Triplesia sibirica*; остракод *Eurichilina sibirica*, *Euprimitia helenae*, *Egorovella captiosa*, *Bodenia aspera*, *B. aechminiformis*, *B. anonima*, *Bolbinella cumulate*, *Costoprimites textillis*, *C. indiligens*, *Coelochilina laccochilinoideis*, *Glandites laticornis*, *Jonesites obliquus*, *J. mirus*, *Laccochilina (Eochilina) convexa*, *Planusella bicornis*, *Pribylina levis*, *Primitia perpusilla*; трилобитов *Ceratevenkaspis armata*, *Isalauх stricta*, *Isotellus maximus sibiricus*, *Monorakos magnus*.

При анализе расширенного состава характерных видов чертовского и баксанского комплекса фауны виды характерные для баксанского горизонта входят в комплекс чертовского и наоборот. В частности, виды *Isalauх stricta*, *Mimella panna*, отмеченные как характерные для чертовского горизонта, при их первоописании О.Н. Андреевой в 1959 году, входят в состав баксанского комплекса фауны в более поздних работах [5, 13, 14, 10, 11, 12].

В работе [8] нижняя граница чертовского горизонта и соответственно, мангазейского яруса была опущена на 0,75 метра ниже границы мангазейской свиты, в связи с находкой брахиопод *Mimella panna* в отложениях ранее относимых к киренско-кудринскому горизонту криволучского яруса. Также в этой

работе был рассмотрен вопрос о положении верхней границы чертовского горизонта. Авторы данной работы указали на то, что существует два варианта проведения этой границы. Первый вариант традиционный - в объеме слоев содержащих брахиопод *Mimella panna* и второй по первому появлению остракод *Parajonisites notabilis*. Сами авторы придерживались первого варианта проведения границы.

В обобщающей работе [15] был предложен еще один вариант проведения границы чертовской-баксанский горизонт (по первому появлению видов рода *Leptellina*). При этом варианте *Parajonisites notabilis* находился в кровле чертовского горизонта, а *Mimella panna* в основании баксанского горизонта. Конкретного положения этой границы в стратотипическом разрезе не было указано, а *Leptellina carinata* в этом разрезе найден в средней части стратотипа баксанского горизонта [2].

К сожалению, в последующих работах и в региональной стратиграфической схеме ордовика Сибирской платформы [1] объем чертовского горизонта в гипостратотипическом разрезе, и его взаимоотношение с баксанским горизонтом, не был уточнен. Зональные подразделения, выделенные по основным группам фауны [12, 15] при изучении стратотипических разрезов, в эту схему не вошли. Более того, в региональной стратиграфической схеме ордовика Сибирской платформы фактически нижняя граница баксанского горизонта проводилась по появлению *Parajonisites notabilis* и *Leptellina carinata*. Виды *Mimella panna* и *Isalaux stricta* в данной схеме были характерны только для чертовского горизонта.

В обобщающей работе [2] была приведена зональная схема по ведущим группам бентосной фауны согласно которой нижняя граница баксанского горизонта совмещалась с началом зон *Parajonisites notabilis* и *Maakina parvuliformis-Leptellina carinata*. Зоны *Mimella panna*, *Bodenia aspera* по своему объему точно соответствовали всему объему чертовского горизонта. К сожалению стратотипы выделенных зон находятся в разных частях Сибирской платформы. В результате, остался нерешенный вопрос, где конкретно проводить границу гипостратотипа чертовского и стратотипа баксанского горизонта. Следует также принять во внимание, что мощность чертовского горизонта в одном и том же разрезе разными авторами дается зачастую, существенно различная. По некоторым авторам [13, 9, 11, 12] мощность отложений, относимых к чертовскому горизонту, достигает 7,0 - 8,9 метров, в то время как при выделении О.Н. Андреевой мощность чертовского горизонта составляла всего 5,0 метра. По другим авторам она варьировала от 4,3 до 5 метров [5, 4, 10, 8, 2].

Данные по распространению таких зональных видов как *Mimella panna*, *Isalaux stricta*, *Parajonisites notabilis* в отложениях загорнинской свиты при изучении скважин (К1010, ТТ-1, СП-3, ССВ-22, Тг-12, Тг-21) Норильского района, показывает, что чертовские зональные виды *Mimella panna* и *Isalaux stricta*, как правило, продолжают встречаться выше первых находок баксанского зонального вида *Parajonisites notabilis*, либо первые находки этого вида всегда сопровождаются чертовским зональным комплексом фауны.

Аналогичная ситуация наблюдается в ряде естественных выходов стратотипической местности р. П. Тунгуска (стратотип мангазейского надгоризонта, гипостратотип чертовского горизонта, стратотип и гипостратотип баксанского горизонта). Наличие или отсутствие зоны перехода связано в первую очередь, наблюдали ли исследователи невыдержанный по простираению пропласток известняка содержащий чертовской фаунистический комплекс в нижней части стратотипа и гипостратотипа баксанского горизонта. Отсюда и разночтение в мощности чертовского горизонта по разным авторам изучавшим эти разрезы.

Требуется также, объяснение факт нахождения зонального вида *Parajonisites notabilis* в 0,5 метрах от основания стратотипа мангазейского надгоризонта приведенный в работе [5]. Даже если учесть увеличение мощности чертовского горизонта на 0,75 м за счет нижележащих отложений относимых к киренско-кудринскому горизонту по [8], то по существующей региональной стратиграфической схеме [1] суммарная мощность гипостратотипа чертовского горизонта не может превышать 1,25 метра. При работе автора с первичными материалами по данному району послужившие основой для О.Н. Андреевой и О.И. Никифоровой провести расчленение данных отложений представленными в отчете «Стратиграфия ордовикских и силурийских отложений бассейна П. Тунгуски» 1952 года было установлено, что из этого слоя был определен В.А. Ивановой в открытой номенклатуре вид *Jonisites* sp. В последующих работах В.А. Иванова не приводила монографического описания этой формы из этого слоя и при монографическом описании этого вида в разделах распространение и местонахождение эта форма не фигурировала [16].

В связи с тем, что на данный момент нет данных о совместном сонахождении зональных видов брахиопод *Mimella panna*, *Maakina parvuliformis* и *Leptellina carinata* представляется целесообразным проводить верхнюю границу между зоной *Mimella panna* и *Maakina parvuliformis* - *Leptellina carinata* несколько выше нижней границы баксанского горизонта. Вопрос о смыкаемости этих зон требует дальнейших исследований.

Наличие только транзитных родов и видов в баксанском горизонте не дает возможности на данном этапе изучения, ставить вопрос о выделении зоны в этом стратиграфическом интервале (Каныгин и др., 2007), но позволяет поднять верхнюю границу зоны *Isalux stricta* и совместить её с верхней границей зоны *Mimella panna*.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Решения Всесоюзного стратиграфического совещания по докембрию, палеозою и четвертичной системе Средней Сибири. Ч. I. – Новосибирск: изд-во СНИИГГИМС. - 1983. - 216 с.
2. Каныгин А. В., Ядренкина А. Г., Тимохин А. В., Москаленко Т. А., Сычев О. В., Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Ордовик Сибирской платформы: монография. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2007. – 269 с.
3. Андреева О. Н. Стратиграфия ордовика Ангара-Окинского района // Материал по геологии и полезным ископаемым Сибирской платформы. – Л., 1959. - С. 79-108.

4. Стратиграфический словарь СССР. Кембрий, ордовик, силур, девон / Ред. Занина И.Е., Лихарев Б.Л. – Л.: Недра, Ленингр. отд-ние, 1975. - 622 с.
5. Никифорова О. И., Андреева О. Н. Стратиграфия ордовика и силура Сибирской платформы и ее палеонтологическое обоснование: монография. - Л.: Гостоптехиздат, 1961. - 412 с.
6. Каныгин А. В., Москаленко Т. А., Ядренкина А. Г. Абаимова Г.П., Семенова В.С., Сычев О.В., Тимохин А.В. Ордовик Сибирской платформы. Фауна и стратиграфия Ленской фациальной зоны: монография. - Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1989. - 216 с.
7. Занин Ю. Н., Огиенко Л. В. Ленский стратиграфический район / Стратиграфия ордовика Сибирской платформы. - Новосибирск: Наука, 1975. - С. 143-148.
8. Каныгин А. В., Москаленко Т. А., Ядренкина А. Г., Семенова В. С. О стратиграфическом расчленении и корреляции среднего ордовика Сибирской платформы // Проблемы стратиграфии ордовика и силура Сибири. – Новосибирск: Наука, 1977. - С. 3-43.
9. Москаленко Т. А. Конодонты среднего и верхнего ордовика Сибирской платформы: монография. - Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1973. - 114 с.
10. Андреева О. Н. Средний и верхний ордовик Сибирской платформы // Биостратиграфический сборник. Вып.6. Ярусное деление палеозоя на территории СССР. – Л., 1977. - С. 16-36.
11. Розман Х. С. Биостратиграфия и зоогеография верхнего ордовика Северной Азии и Северной Америки: монография. - М.: Наука, 1977. - 171 с.
12. Розман Х. С. Описание разрезов верхнего ордовика Средней Сибири // Фауна ордовика Средней Сибири: монография. - М.: Наука, 1979. - С. 5-37.
13. Марков Е. П. Ордовик и ранний силур юго-запада Тунгусской синеклизы: монография. - Л.: Недра, 1970. - 144 с.
14. Каныгин А. В. Зональные комплексы остракод верхнего ордовика Сибирской платформы / Стратиграфия ордовика Сибирской платформы. - Новосибирск: Наука, 1975. - С. 244-248.
15. Ядренкина А. Г., Каныгин А. В., Москаленко Т. А., Семенова В. С. Стратиграфическое расчленение ордовикских отложений Сибирской платформы // Новые материалы по стратиграфии и палеонтологии Сибири. - Новосибирск, 1978. - С. 42-54.
16. Полевой атлас ордовикской и силурийской фауны Сибирской платформы: монография / О. Н. Андреева, З. Г. Балашов, В. А. Востокова и др. - М.: Госгеолтехиздат, 1955. - 268 с.

© А. В. Тимохин, 2014

## **БИОСТРАТИГРАФИЯ ВЕРХНЕДЕВОНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ КУЗНЕЦКОГО БАСЕЙНА ПО ФОРАМИНИФЕРАМ И ЭЛАСМОБРАНХИЯМ**

***Ирина Геннадьевна Тимохина***

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, научный сотрудник лаборатории микропалеонтологии, тел. (383)333-29-01, e-mail: timohinaig@ipgg.sbras.ru

***Ольга Алексеевна Родина***

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, ведущий инженер лаборатории палеонтологии и стратиграфии палеозоя, тел. (383)333-24-31, e-mail: rodinaoa@ipgg.sbras.ru

Переизучены фораминиферы и эласмобранхии (рыбы) из основных разрезов верхнего девона северо-запада Кузбасса в пограничном стратиграфическом интервале франского и фаменского ярусов. Представлены новые схемы зонального расчленения изученных отложений по этим группам.

**Ключевые слова:** верхний девон, Кузнецкий бассейн, фораминиферы, ихтиофауна.

## **BIOSTRATIGRAPHY UPPER DEVONIAN OF KUZNETSK BASIN BY FORAMINIFERS AND ELASMOBRANCHS**

***Irina G. Timokhina***

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, Ph. D., researcher of Laboratory of micropaleontology, tel. (383)333-29-01, e-mail: timohinaig@ipgg.sbras.ru

***Olga A. Rodina***

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, researcher of Laboratory of Paleozoic paleontology and stratigraphy, tel. (383)333-24-31, e-mail: rodinaoa@ipgg.sbras.ru

Foraminifers and elasmobranchs (fishes) were reinvestigated from the boundary Frasnian/Famennian interval of main Upper Devonian sections of the north-west Kuznetsk Basin. New zonation for studied sequences is presented.

**Key words:** Upper Devonian, Kuznetsk Basin, foraminifers, elasmobranchs.

Разрезы верхнего девона северо-западного района Кузбасса имеют важное значение для дальнейшего совершенствования региональной стратиграфической схемы верхнедевонских отложений западной части Алтае-Саянской складчатой области. Они хорошо обнажены, многократно изучены разными специалистами, здесь находятся стратотипы всех региональных горизонтов верхнего девона. За последние годы накопились некоторые противоречия в вопросах датировки и расчленения отдельных толщ верхнего девона Кузбасса по

разным группам фауны. Для разрешения этих спорных вопросов нами были переизучены разрезы франа и фамена на северо-западе Кузбасса расположенные по правому берегу р. Томь ниже пос. Известковый завод. Это широко известные среди специалистов разрезы «Риф», «Косой утес» и стратотипический разрез митихинских слоев, расположенный между устьями ручьев Нижняя и Верхняя Пещерка. Был собран значительный палеонтологический материал. Его анализ привел к нескольким важным выводам. Стало очевидно, что существующая зональная фораминиферовая шкала для изученного стратиграфического интервала [2] устарела и не соответствует современным представлениям о распространении фораминифер в отложениях верхнего девона [1, 8]. Полученные нами дополнительные палеонтологические сведения о распространении фораминифер привели к построению новой схемы зонального расчленения данного стратиграфического интервала. Соотношение прежних зональных подразделений с новыми показано на рисунке. В отличие от ранее выделенных зональных подразделений, являвшихся зонами комплексного обоснования, вновь предложенные зоны являются интервал-зонами. Из установленных двух зон, первая зона *Eonodosaria evlanensis* – *Eogeinitzina devonica* содержит следующий характерный комплекс: *Parathurammia radiata* Antrop., *P. radiosphaerica* Bog. et Juf., *Caligella antropovi* (Lip.), *Tikhinella multiformis* (Lip.), *Eonodosaria evlanensis* Lip., *Eogeinitzina devonica* Lip., *Eog. indigena* (E. Byk.), *Multiseptida corallina* E. Byk., *Frondilina sororis* E. Byk., *Juferevella tomiensis* Zador., *Nanicella tchernyshevae* Lip., *N. porrecta* E. Byk. Ее нижняя граница проводится по появлению в разрезе видов-индексов, а также видов *Eog. indigena* (E. Byk.), *Frondilina sororis* E. Byk., *Juferevella tomiensis* Zador. Все эти виды являются короткоживущими. Временной диапазон существования этого комплекса детально обоснован по конодонтам в пределах зон *rhenana* и *linguiformis* [1, 8]. Данная зона характеризует глубокинскую и соломинскую свиты. Верхняя граница зоны соответствует границе франского и фаменского ярусов и находится вблизи уровня глобального события Upper Kelwasser. Она устанавливается по появлению вида-индекса следующей фораминиферовой зоны - *Diplosphaerina magna*. В.М. Задорожный [2] считал, что на границе франа и фамена исчезают все виды характерного верхнефранского комплекса и поэтому проводил границу фран-фамен по факту полного их исчезновения. Позднее была доказана ошибочность этой точки зрения [8]. Отдельные виды пережили момент массового вымирания, сопровождавшего глобальное событие Upper Kelwasser. В разрезах Чехии к таким видам относится *Multiseptida corallina* E. Byk. [8], в Кузбассе - *Nanicella porrecta* E. Byk.

Зона *Diplosphaerina magna* содержит непредставительный комплекс, состоящий из однокамерных форм, широкого стратиграфического распространения. Верхняя граница зоны устанавливается по первому появлению первых примитивных эндотироидей. Вид *Diplosphaerina magna* (Pojark.) впервые установлен в верхнем девоне Кузбасса. Он появляется вблизи нижней границы фамена не только в Кузбассе, но и в разрезах Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции [2] и Тянь-Шаня [4]. В Нюрольском структурно-фациальном

районе Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции в нижнем фамене выделена зона *Diplosphaerina magna* - *Parathurammina dagmara* [2]. Зона *Diplosphaerina magna* характеризует косоутесовские слои пещеркинского горизонта.

| МСШ               |               |           |              | Задорожный, 1987       |                |                        | Предлагаемая схема                             |                      |                       |                   |
|-------------------|---------------|-----------|--------------|------------------------|----------------|------------------------|------------------------------------------------|----------------------|-----------------------|-------------------|
| Система           | Отдел         | Ярус      | Подъярус     | Горизонт               | Слои           | Зоны по фораминиферам  | Горизонт                                       | Слои                 | Зоны по фораминиферам | Зоны по акулам    |
| Д Е В О Н С К А Я | В е р х н и й | Фаменский | Нижний       | Пещеркинский           | Митихинские    | Eonodosaria evlanensis | Пещеркинский                                   | Митихинские          | не установлены        | Phoebodus typicus |
|                   |               | Франский  | Верхний      |                        | Косоутесовские |                        |                                                | Diplosphaerina magna |                       |                   |
|                   |               |           | Соломинский  |                        | Соломинский    |                        | Eonodosaria evlanensis - Eogeinitzina devonica | Phoebodus bifurcatus |                       |                   |
|                   |               |           | Глубокинский | Tikhinella multiformis |                |                        |                                                |                      |                       |                   |
|                   |               |           |              |                        |                |                        |                                                |                      |                       |                   |

Рис. Схема сопоставления зональных шкал

Остатки хрящевых рыб в Кузнецком бассейне встречены во всех отложениях верхнего девона [5]. В изученных разрезах они представлены в основном акуловыми (или эласмобранхиями). Систематизация ранее полученных материалов [3] и новых комплексов позволила установить в верхнем девоне Кузбасса зоны стандартной зональной шкалы по акулам, широко прослеженной в разных регионах мира и включенной в международную стратиграфическую шкалу [6, 7]. Выделены две зоны по акулам (см. рис.): *Phoebodus bifurcatus* и *Phoebodus typicus*. Первая соответствует конодонтовым зонам *rhenana* – *linguiformis* и установлена в глубокинской и соломинской свитах. Характерный комплекс: *Phoebodus latus* Ginter et Ivanov, *Protacrodus* cf. *vetustus* Jaekel, *Cladodoides* cf. *wildungensis* (Jaekel). Верхняя граница зоны совпадает с уровнем массового вымирания биоты, известном, как глобальное событие *Upper Kelwasser*. Вторая относится к нижнему франу и характеризует пещеркинскую и низы подонинской свит. Характерный комплекс: *Phoebodus rayi* Ginter et Turner, *Phoebodus turnerae* Ginter et Ivanov, *Protacrodus aequalis* Ivanov, *Protacrodus* cf. *vetustus* Jaekel, *Cladodoides* cf. *wildungensis* (Jaekel), *Deihim* sp. Стратиграфический интервал распространения зоны соответствует трем конодонтовым зонам *triangularis* – *crepida* – *rhomboidea* [3, 7].

Установленные ассоциации фораминифер и рыб из верхнего девона Кузбасса являются биостратиграфическими маркерами верхнефранского и нижнефаменского подъярусов в Западной Европе, на Русской платформе, Урале и Западной Сибири. Они позволяют проводить точную внутри- и межрегиональную корреляцию.

Исследование вышеупомянутых разрезов, а также ревизия всех ранее известных биостратиграфических данных показало, что соломинская и глубокин-

ская свиты содержат одинаковые комплексы фораминифер и хрящевых рыб позднефранского возраста, только соломинские ассоциации беднее в качественном и количественном отношении. По фораминиферам данные отложения относятся к зоне *Eonodosaria evlanensis* – *Eogeinitzina devonica*, а по рыбам к зоне *Phoebodus bifurcatus*.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Галушин Г.А., Кононова Л.И. Биостратиграфия верхнефранских и нижнефаменских отложений Волгоградского Поволжья по конодонтам // Бюлл. МОИП. Отд. геол. - 2004. - Т. 79. Вып. 1. - С. 33–47.
2. Задорожный В.М. Фораминиферы и биостратиграфия девона Западно-Сибирской плиты и ее складчатого обрамления : монография. - Новосибирск: Наука, 1987. - 117 с.
3. Иванов А.О., Родина О.А. Смена комплексов хрящевых рыб на границе франа и фамена в Кузнецком бассейне // Геология девонской системы : сб. материалов международного симпозиума (Сыктывкар, 9-12 июля 2002 г.). – Сыктывкар. Изд-во Геопринт, 2002. - С. 84-87.
4. Поярков Б.В. Стратиграфия и фораминиферы девонских отложений Тянь-Шаня : монография. - Фрунзе: Илим, 1969. - 186 с.
5. Родина О.А. Комплексы средне-позднедевонских хрящевых рыб из отложений северо-востока Кузбасса // Региональная стратиграфия позднего докембрия и палеозоя Сибири / Ред. В.И. Краснов. - Новосибирск: СНИИГиМС, 2013. - С. 141-142.
6. Becker T., Gradstein F.M. and Hammer O. The Devonian Period // The Geologic Time Scale / Eds Gradstein F.M., Ogg J.G., Schmitz M.D., Ogg G.M. - Boston: Elsevier, 2012. - P. 559-601.
7. Ginter M., Ivanov A. A. Middle/Late Devonian phoebodont-based ichthyolith zonation // Geobios. - 1995. № 19. - P. 351-355.
8. Kalvoda J. Foraminiferal zonation of the Upper Devonian and Lower Carboniferous in Moravia (Czechoslovakia) // Acta Mus. Moraviae, Sci. nat. - 1990. - V. 75. - P. 71–93.

© И. Г. Тимохина, О. А. Родина, 2014

## **ОСОБЕННОСТИ МИГРАЦИИ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ ИЗ ЗАЛЕЖИ К ДНЕВНОЙ ПОВЕРХНОСТИ И УТОЧНЕНИЕ ГЕОХИМИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ НЕФТЕНОСНОСТИ**

*Рустам Ильясович Тимшанов*

Западно-Сибирский филиал Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 625026, Россия, г. Тюмень, ул. Таймырская, 74, инженер, тел. (3452)68-87-92, e-mail: TimshanovRI@ipgg.sbras.ru

Проведен анализ процессов, влияющих на относительный состав ароматических углеводородов (бензола и толуола), мигрирующих из залежи к дневной поверхности. Дано теоретическое обоснование геохимической модели отображения залежи в полях распределения их концентраций в приповерхностных отложениях. Представлены результаты геологической интерпретации материалов геохимических съемок, проведенных на площадях юга Западной Сибири.

**Ключевые слова:** геохимическая съемка, бензол, толуол, прогноз нефтегазоносности.

## **FEATURES OF MIGRATION OF AROMATIC HYDROCARBONS FROM THE DEPOSIT TO THE SURFACE AND GEOCHEMICAL CRITERIA REFINEMENT OF OIL-BEARING**

*Rustam I. Timshanov*

West-Siberian affiliate of the Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 625026, Russia, Tyumen, 74 Taimyrskaya, engineer, tel. (3452)68-87-92, e-mail: TimshanovRI@ipgg.sbras.ru

The processes affecting the relative composition of aromatic hydrocarbons (benzene and toluene), migrating from the reservoir to the surface are analyzed. Geochemical model of deposit in the fields of hydrocarbon concentrations in nearsurface sediments is presented. The results of geological interpretation materials geochemical surveys conducted on the areas south of Western Siberia are shown.

**Key words:** geochemical survey, benzene, toluene, oil and gas prospects.

### **ВВЕДЕНИЕ**

В настоящее время по большинству районов Западной Сибири поисково-разведочные работы нацелены на открытие относительно небольших, часто сложнопостроенных месторождений нефти и газа. В таких условиях для повышения достоверности прогнозной оценки применяют геохимические методы, позволяющие сократить расходы на проведение поисково-разведочного бурения за счет разбраковки объектов, выделенных по результатам сейсмических исследований. При этом переход к более сложным объектам нефтепоиска обуславливает необходимость уточнения геохимических критериев, учитывая особенности миграции углеводородов от залежи к дневной поверхности.

Одними из наиболее информативных показателей нефтеносности являются поля концентраций бензола и толуола в приповерхностных отложениях. В данной работе показана зависимость содержания этих углеводородов в исследуемых средах от нефтеносности диагностируемых структурных элементов и осуществлена оценка влияния геологических условий вторичной миграции на изменение их относительного состава.

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

В качестве оптимальной среды опробования обоснованы и выбраны отложения подпочвенных глин [1]. Анализ проб на содержание ароматических УВ ряда  $C_6$ - $C_9$  проводился парофазным методом на хроматографе «ЭХО-EW», оснащённом фотоионизационным детектором (ФИД), поликапиллярная колонка длиной 30 см, фаза SE-30, капилляр – 0,6 мкм. Порог обнаружения по толуолу – порядка пикограмма в пробе, что позволяет уверенно регистрировать как аномальные, так и фоновые значения концентраций аренов. Колонка имеет эффективность 2-3 тыс. теоретических тарелок. Разделительная способность колонки была увеличена за счет селективности детектора к ароматическим УВ.

### ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ

При рассмотрении распределений бензола и толуола, наряду с их общим сходством, отмечались определенные особенности и несоответствия. Так, например, распределение толуола в отличие от бензола обычно более контрастное; отмечаются зоны высоких концентраций одного из этих показателей при одновременном отсутствии другого. Различия в концентрациях достаточно близких по свойствам углеводородов могут быть отражены в значениях отношения бензол/толуол (Б/Т). Считается, что данный параметр является показателем миграции углеводородных систем, характеризующий ее направление и дальность [2]. В качестве основного механизма, отвечающего за направленное изменение Б/Т, указывается дифференциация углеводородной смеси под действием сорбционно-хроматографических, распределительно-хроматографических, диффузионных и термобарических эффектов. Данные представления могут находить свое подтверждение при сопоставлении значений Б/Т и глубин залегания нефтенасыщенных пластов, однако не объясняют сильных вариаций этого параметра в пределах одной залежи. В связи с чем, были рассмотрены все возможные факторы, влияющие на содержание аренов в приповерхностных отложениях, и предпринята попытка разработки модели миграции бензола и толуола от залежи к дневной поверхности.

Для удобства интерпретации данных по содержанию бензола и толуола использовалось соотношение типа:

$$Б/Т^* = \frac{C_B}{\sqrt{C_B^2 + C_T^2}},$$

где  $C_B$  – концентрация бензола,  $C_T$  – концентрация толуола.

Источниками аренов, мигрирующих к дневной поверхности, являются залежи нефти и конденсата, битуминизированные отложения, рассеянное органическое вещество пород, где  $B/T^* \ll 1$ . При миграции УВ в вышележащие отложения, а также при растворении в пластовых водах, доля бензола в паре бензол – толуол будет неизменно расти под влиянием факторов, указанных выше.

Наименьшее увеличение  $B/T^*$  ожидается в зонах характеризующихся наиболее высокими темпами миграции УВ и ее наименьшей дальностью (зоны повышенной трещиноватости, разломы и т.п.). Здесь должны преобладать процессы струйной миграции микроскоплений УВ в виде коллоидного раствора в водной среде порово-трещинного пространства пород [2, 3], а также миграция летучих углеводородов в газовой фазе [4]. Зоны, отличающиеся относительно низкой проницаемостью отложений, характеризуются понижением общего потока УВ (низкое содержание аренов в приповерхностных отложениях) и наличием более выраженных эффектов дифференциации мигрирующей смеси (увеличение отношения  $B/T^*$ ).

Совокупность факторов, влияющих на относительное содержание бензола и толуола в процессе их миграции от залежи к дневной поверхности, может приводить к различным вариациям их концентраций в приповерхностных отложениях и величины показателя  $B/T^*$ . Высокое содержание аренов наряду с низкими значениями  $B/T^*$  обусловлено активной миграцией УВ по системам трещин и разломов, контактирующих с залежью. Площадь залежи должна характеризоваться повышенными концентрациями аренов и высокими значениями  $B/T^*$ , свидетельствующими о хороших экранирующих свойствах покрышки. Локальное увеличение  $B/T^*$  в совокупности с высокими концентрациями аренов возможно в зонах разгрузки подземных вод, в которых содержание бензола может существенно увеличиваться. Как видим, значение  $B/T^*$  дает качественную информацию об условиях миграции УВ, в то время как содержание аренов в приповерхностных отложениях позволяет количественно оценить ее масштабы.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При проведении геологической интерпретации использованы материалы разномасштабных геохимических съемок, проведенных в различных районах Западной Сибири (Тюменская, Курганская и Томская области). Анализ материалов геохимических съемок показал, что нефтеносные структуры на дневной поверхности характеризуются высоким содержанием аренов в подпочвенных глинах. Максимумы концентраций бензола и толуола чаще всего отмечаются на склонах поднятий и реже в куполах, образуя кольцевые и сводовые аномалии. В распределении  $B/T^*$  такие аномалии, как правило, характеризуются низкими значениями. Над структурами фиксируется увеличение  $B/T^*$ , обусловленное фоновым содержанием толуола и повышенным – бензола. Участки высоких значений  $B/T^*$  в ряде случаев практически полностью повторяют контур структуры (рис. 1).

На одном из месторождений Уватского района Тюменской области, где после геохимической съемки было начато эксплуатационное бурение, проведе-

но сопоставление геохимических показателей и нефтепромысловых данных. Была показана прямая зависимость между содержанием аренов в подпочвенных глинах и средней продуктивностью скважин (рис. 2, тип 1). При сравнении толщин и концентраций аренов такой зависимости не выявлено (рис. 3).

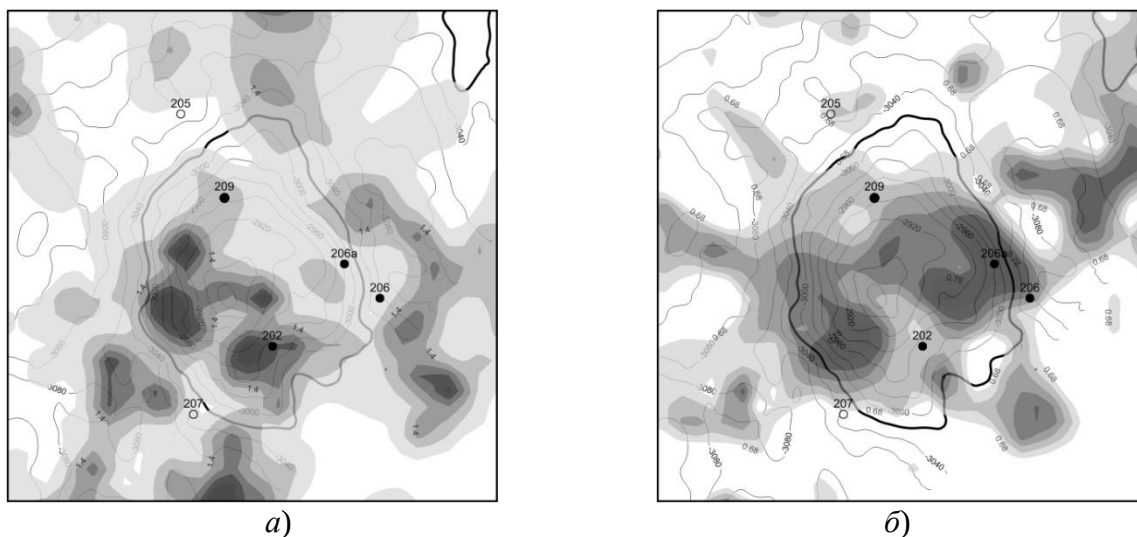


Рис. 1. Распределение геохимических показателей над нефтеносной структурой: а) суммарная концентрация бензола и толуола; б) значения Б/Т\*

Продуктивность пласта зависит от многих факторов, включающих эффективную нефтенасыщенную толщину, пористость, проницаемость, пластовое давление, температуру и т.п. Эти же факторы, характеризующие состояние залежи, в совокупности с проницаемостью перекрывающих залежь отложений обуславливают интенсивность субвертикальной миграции УВ от залежи к дневной поверхности, которую мы можем оценить по концентрации УВ в приповерхностных отложениях. Тем самым объясняется более явная взаимосвязь концентраций аренов с продуктивностью скважин, нежели чем с эффективными нефтенасыщенными толщами.

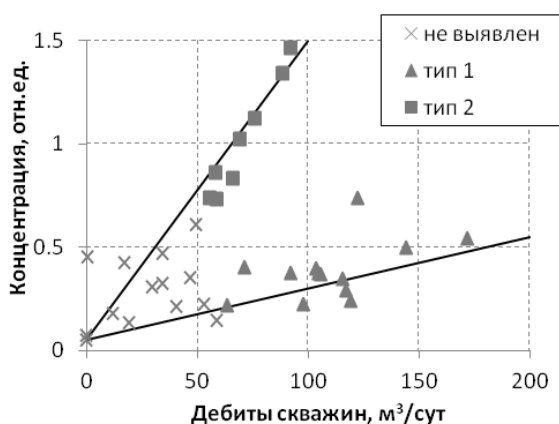


Рис. 2. Взаимосвязь суммарной концентрации бензола и толуола в подпочвенных глинах и продуктивности пласта Ю<sub>3-4</sub>

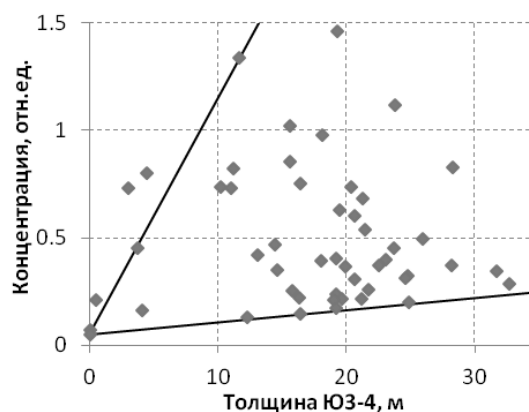


Рис. 3. Взаимосвязь концентраций бензола и толуола в подпочвенных глинах и эффективной нефтенасыщенной толщины пласта Ю<sub>3-4</sub>

Полученная зависимость может быть использована в качестве прогностического параметра при совместной геологической интерпретации геолого-геофизических данных и результатов детальных геохимических съемок. Однако, прогноз нефтеперспективности осложняется наличием аномальной зависимости концентраций аренов от продуктивности пластов (Рис. 2, тип 2), выражающейся более высоким уровнем содержания бензола и толуола в пробах. Как правило, такие точки характеризуются пониженными значениями  $B/T^*$ , что наряду с другими данными позволяет интерпретировать их как зоны напряжений и разломов. Повышенная проницаемость перекрывающих залежь отложений в таких зонах приводит к увеличению интенсивности миграции УВ и, как следствие, к аномальному росту их концентраций на дневной поверхности. Диагностика таких зон необходима для повышения достоверности прогноза нефтеперспективности при использовании геохимических данных.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе показаны особенности содержания бензола и толуола в приповерхностных отложениях в зависимости от нефтеносности диагностируемых структурных элементов. Теоретически обоснована и выявлена на практике взаимосвязь распределений показателя  $B/T^*$  в пробах подпочвенных глин с характером миграции УВ и проницаемостью отложений, перекрывающих нефтенасыщенные пласты. Показано, что привлечение данных по  $B/T^*$  помогает интерпретировать аномалии аренов, оценивать природу их возникновения, тем самым повышая достоверность прогноза нефтеносности.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Курчиков А.Р., Белоносов А.Ю., Тимшанов Р.И. Динамика концентраций ароматических углеводородов  $C_6-C_8$  в приповерхностных средах в связи с прямыми геохимическими поисками залежей нефти // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2010. № 4. - С. 44-48.
2. Старобинец И.С. Газогеохимические показатели нефтегазоносности и прогноз состава углеводородных скоплений. – М.: Недра, 1986. – 200 с.
3. Klusman, R.W., and M.A. Saeed, 1996, Comparison of light hydrocarbon microseepage mechanisms, in D.Schumacher and M.A. Abrams, eds., Hydrocarbon migration and its near-surface expression: AAPG Memoir 66, p.157-168.
4. Brown, A., 2000, Evaluation of possible gas microseepage mechanisms: AAPG Bulletin, v. 84, no. 11, p. 1775-1789.

© Р. И. Тимшанов, 2014

## **НИЖНЕБАТСКИЕ ДВУСТВОРЧАТЫЕ МОЛЛЮСКИ ЮГО-ВОСТОКА РУССКОЙ ПЛАТФОРМЫ: БИОСТРАТИГРАФИЧЕСКИЙ И БИОГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АСПЕКТЫ**

**Ольга Сергеевна Урман**

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, научный сотрудник лаборатории палеонтологии и стратиграфии мезозоя и кайнозоя, тел. (383)333-23-06, e-mail: UrmanOS@ipgg.sbras.ru

**Борис Николаевич Шурыгин**

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, доктор геолого-минералогических наук, член-корреспондент РАН, заведующий лабораторией палеонтологии и стратиграфии мезозоя и кайнозоя; 630090, г. Новосибирск, ул. Пирогова, 2, профессор ГГФ НГУ тел. (383)333-23-06, e-mail: ShuryginBN@ipgg.sbras.ru

Рассматриваются результаты изучения двустворчатых моллюсков нижнего бата Сокурского карьера (г. Саратов), являющегося уникальным разрезом приграничных отложений байоса и бата зоны бореально-тетического экотона. В этом разрезе выделены зоны по двустворчатым моллюскам, типичные для нижнего бата арктических районов.

**Ключевые слова:** нижний бат, двустворчатые моллюски, Русская платформа, бореально-тетическая корреляция.

## **LOWER BATHONIAN BIVALVES OF THE SOUTHEASTERN RUSSIAN PLATFORM: BIOSTRATIGRAPHIC AND BIOGEOGRAPHIC ASPECTS**

**Olga S. Urman**

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, research scientist of Laboratory of paleontology and stratigraphy of Mesozoic and Cenozoic, tel. (383)333-23-06, e-mail: UrmanOS@ipgg.sbras.ru

**Boris N. Shurygin**

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, Dr. Sci., corr. member of RAS, Head of Laboratory of paleontology and stratigraphy of Mesozoic and Cenozoic; 630090, Russia, Novosibirsk, 2 Pirogova Str., Professor of Geology and Geophysics Department of Novosibirsk State University, tel. (383)333-23-06, e-mail: ShuryginBN@ipgg.sbras.ru

This paper presents the results of a study of the bivalves from the Sokur Quarry (Saratov), the unique Bajocian-Bathonian boundary section for the Boreal-Tethyan ecoton. The bivalve zones, typical for Lower Bathonian of Arctic areas, have been established here.

**Key words:** Lower Bathonian, Bivalvia, Russian Platform, Boreal-Tethyan correlation.

Сложность бореально-тетической корреляции байос-батских отложений обусловлена своеобразием мезозойской биоты высокоширотных арктических районов и тетических. В разрезе Сокурского карьера (близ г. Саратов) наряду

с аммонитами перитетического семейства Parkinsoniidae (*Parkinsonia*, *Oraniceras*) найдены и представители бореальных Cardioceratidae (подсем. Arctocephalitinae: *Arcticoceras* и *Arctocephalites*), что позволило провести прямую бореально–тетическую корреляцию пограничных интервалов байоса – бата по аммонитам [1, 2, 3].

Средний ? бат (пачка II - верхняя) залегает на подстилающих глинах без явного размыва, сложен алевроитами мелкопесчанистыми глинистыми светло-коричневыми на выветрелой поверхности. В средней части пачки залегает плитообразный пласт алевролитов сильно литифицированных известковых светло-серых. Макро- и микрофоссилии в пачке II не обнаружены. Видимая мощность пачки до 8 м.

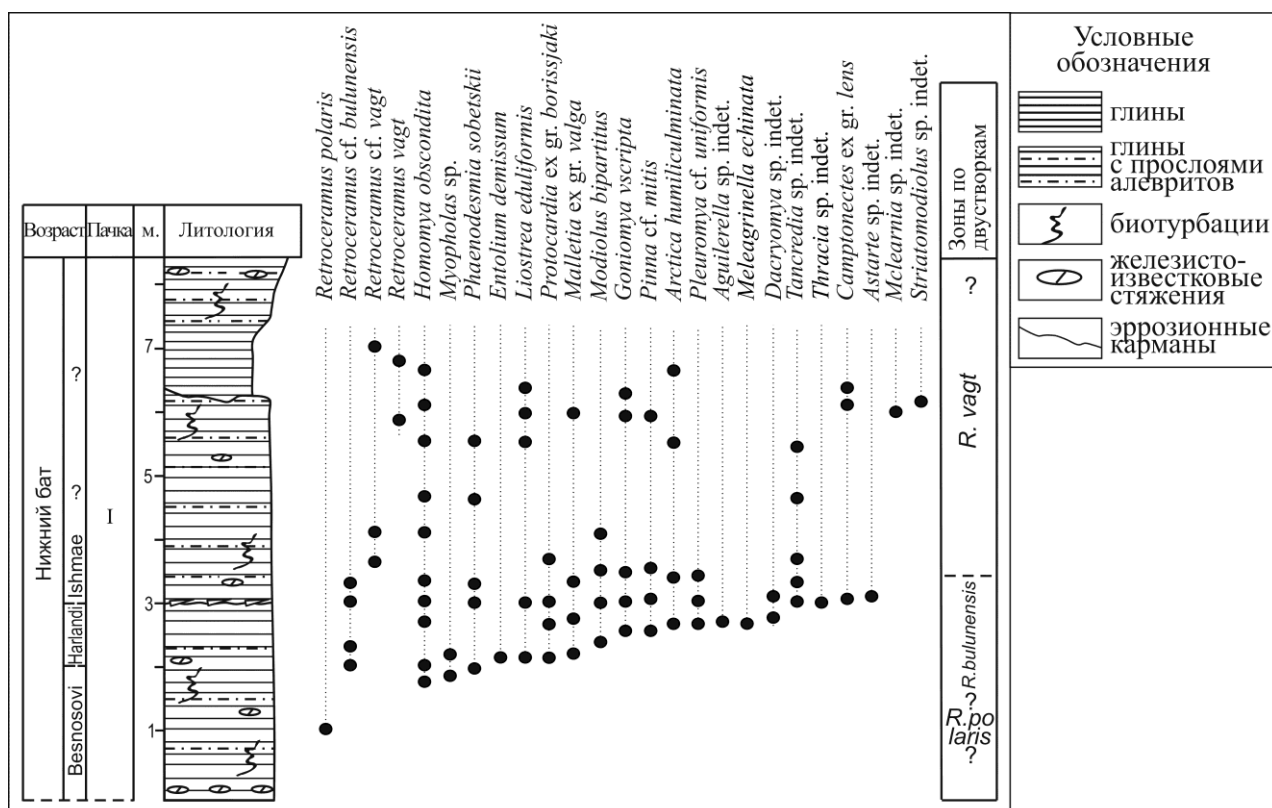


Рис. 1. Распространение двустворчатых моллюсков в разрезе нижнебатских отложений в карьере Сокурский (по [3], с дополнениями)

Из 22 родов двустворок характерными только для нижнего уровня являются представители *Myopholas*, *Entolium*, *Protocardia*, *Modiolus*, *Pleuromya*, *Aguilerella*, *Meleagrinella*, *Dacryomya*, *Thracia*, *Astarte*, и только для верхнего – *Striatomodiolus*, *Mclearnia*. Представители остальных родов встречаются по всей пачке (рис.1).

Из нижней части разреза, ранее вскрытой в карьере, но не наблюдаемой при полевых работах 2012-2013 гг., в предшествующих публикациях [5] указывались представители *Meleagrinella*, *Thracia*, *Oxytoma*, *Modiolus*, *Protocardia* и *Retroceramus* sp. juv., комплекс которых не дает однозначного определения возрастного интервала. Только вид *Meleagrinella echinata* может считаться весьма характерным видом для байоса и бата Русской платформы. В наблюдаемой нами нижней части пачки I (зона Besnosovi) встречены аналогичные представители двустворок.

Наиболее информативны в биостратиграфическом плане обнаруженные в этом комплексе представители *Retroceramus*, последовательность появления которых в разрезе соответствует таковой в разрезах Сибири [6, 7]. В нижней части пачки под маркирующим «белемнитовым уровнем» и непосредственно над ним найдены *Retroceramus* cf. *bulunensis* Kosch., которые примерно в 0,4-0,50 м выше маркирующего уровня сменяются *R. cf. vagt* Kosch. и *R. vagt* Kosch. Учитывая диапазон распространения типичных видов *Retroceramus* в изученном разрезе, можно определить положение двух b-зон, ранее выделяемых по двустворкам только в типично бореальных разрезах: *Retroceramus bulunensis* и *R. vagt*. Причем соотношение их с зонами по кардиоцератидам в изученном разрезе весьма сходно с таковым в разрезах Сибири. Верхняя часть b-зоны *R. bulunensis* сопоставляется с низами аммонитовой зоны *Ishmae* (слои с *Arcticoceras harlandi*), а нижняя часть b-зоны *R. vagt* отвечает верхней части зоны *Ishmae*. Верхняя безаммонитовая часть пачки I также содержит вид-индекс b-зоны *R. vagt*, но вышележащая пачка II двустворками не охарактеризована. Поскольку в сибирских разрезах, хорошо охарактеризованных аммонитами и ретроцерами, диапазон b-зоны *R. vagt* охватывает две аммонитовые зоны *Ishmae* и *Cranoccephaloide* [7], то вполне можно полагать, что какая-то верхняя часть пачки I может относиться и к аммонитовой зоне *Cranoccephaloide*.

К виду *Retroceramus vagt* Kosch., если судить по удлиненной раковине, относительно короткому крылу и характерной форме онтогенеза, следует относить и раковину, изображенную ранее [Митта и др., 2004, табл. 7, фиг. 4, табл. 8, фиг. 1] под названием *R. retrorsus* (Keys.), которая найдена не в коренном залегании.

В 2 м ниже «белемнитового уровня» найдена раковина *Retroceramus polaris* Kosch. К сожалению, извлечь её не удалось, но учитывая наличие ранее опубликованного изображения найденной не в коренном залегании раковины *Retroceramus*, ранее определяемой как *R. aff. polaris*. [5 (табл. 6, фиг. 1)], можно предполагать, что под слоями с *R. bulunensis* в этом разрезе могут быть обнаружены аналоги сибирской b-зоны *R. polaris*, которая в типовых для зоны раз-

резах Сибири отвечает низам аммонитовой зоны *Greenlandicus* и верхней части аммонитовой зоны *Arcticus*.

Таксономический состав комплекса двустворок, а также находки головоногих моллюсков (аммонитов и белемнитов), криноидей, гастропод и скафопод свидетельствуют о том, что формирование осадков происходило в типично морских условиях. Особенности ассоциации жизненных форм двустворок указывают на существование в раннем бате в изученном районе неглубокой зоны моря (внешняя зона верхней сублиторали, иногда верхняя часть средней сублиторали) с хорошей аэрацией придонных вод [4, 3]. В сокурском разрезе мы наблюдаем смешанный комплекс макробентоса, в котором сосуществовали представители таксонов, характерные для сообществ бореально-арктических, нижебореальных и тетических палеобассейнов раннебатского времени.

Таким образом, анализ таксономического состава изученных двустворчатых моллюсков свидетельствует в пользу существования в раннем бате пролива, соединявшего Среднерусский морской бассейн с арктической акваторией Гренландско-Печорского моря (рис. 2). К аналогичному выводу привели исследования аммонитов [5, 8], белемнитов [9] и микрофауны [10] из Сокурского разреза.

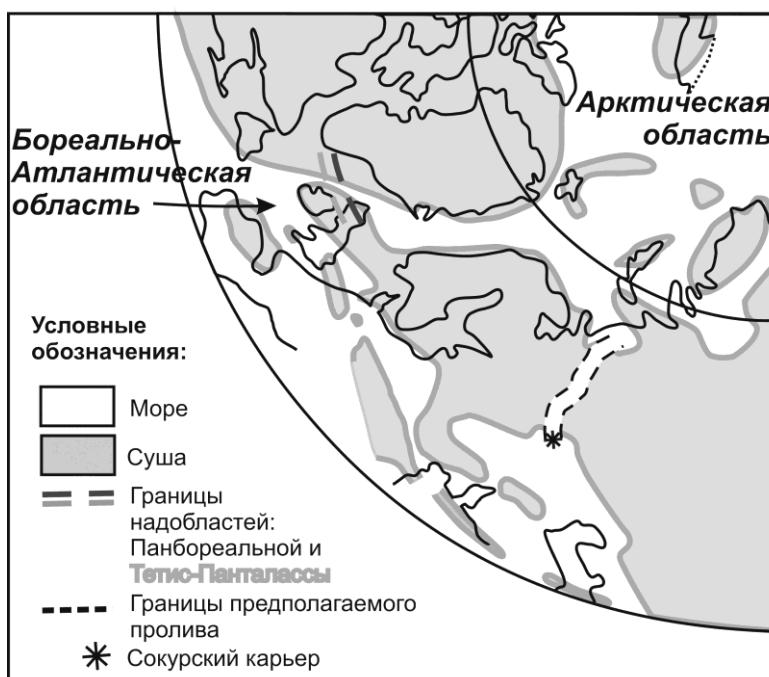


Рис. 2. Фрагмент циркумарктической палеогеографической схемы раннебатского времени. Распределение суша-море приведено по [11, 12, 13] с уточнениями

Как показывают недавно проведенные исследования [3], уже в конце байоса начались последовательные инвазии бореальных таксонов в Среднерусский морской бассейн, населенный изначально лишь фауной «тетического» происхождения.

Работа выполнена при поддержке Программ Президиума РАН 23, 28 и РФФИ (грант № 12-05-00453).

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Митта В.В., Сельцер В.Б. Первые находки *Arctocephalitinae* (Ammonoidea) в юре юго-востока Русской платформы и корреляция бореального батского яруса со стандартной шкалой // Тр. НИИЯГеологии СГУ. 2002. Нов. сер. Т.Х. С. 12-39.
2. Митта В.В., Шурыгин Б.Н., Дзюба О.С., Костылева В.В., Глинских Л.А., Сельцер В.Б., Иванов А.В., Урман О.С. Предварительные результаты изучения батских (средняя юра) отложений окрестностей Саратова в 2012 г. // Проблемы палеоэкологии и исторической геоэкологии. Саратов: изд-во СГТУ, 2012. С. 151-163.
3. Mitta V., Kostyleva V., Dzyuba O., Glinskikh L., Shurygin B., Seltzer V., Ivanov A., Uрман O. Biostratigraphy and sedimentary settings of the Upper Bajocian- Lower Bathonian in the vicinity of Saratov (Central Russia) // N. Jb. Geol. Paleont. Abh. 271/1 (2014), 95-121.
4. Урман О.С., Шурыгин Б.Н. Нижнебатские двустворчатые моллюски в зоне бореально-тетического экотона на юго-востоке Русской платформы (Сокурский разрез) // Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии. Пятое Всероссийское совещание 23-27 сентября 2013 г., Тюмень. Научные материалы (В.А. Захаров (отв. ред.), М.А. Рогов, Б.Н. Шурыгин (редколлегия)). Екатеринбург: ООО "Издательский дом "ИздатНаукаСервис", 2013. С. 235-237.
5. Митта В.В., Барсков И.С., Грюндель Й., Захаров В.А., Сельцер В.Б., Иванов А.В., Ростовцева Ю.А., Тарасова Л.О. Верхний байос и нижний бат в окрестностях Саратова // VM-Novitates. 2004. №12. 39 с., 5 рис., 10 фототабл.
6. Захаров В.А., Богомолов Ю.И., Ильина В.И. и др. Бореальный зональный стандарт и биостратиграфия мезозоя Сибири // Геол. и геофизика. 1997. Т. 38. № 5. С. 927 - 956.
7. Шурыгин Б.Н., Никитенко Б.Л., Меледина С.В., Дзюба О.С., Князев В.Г. Комплексные зональные шкалы юры Сибири и их значение для циркумарктических корреляций // Геология и геофизика. 2011. Т. 52, № 8, С. 1051-1074.
8. Митта В.В. Верхний байос и нижний бат бассейна Печоры и бореально-тетическая корреляция // Стратиграфия, Геол. Корреляция. Т. 17. № 1. 2009. С. 77-87.
9. Дзюба О.С. Особенности расселения белемнитов в бореальных морях в конце средней юры // Ред. Захаров В.А., Рогов М.А., Дзюба О.С. Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии: Материалы первого Всерос. совещания. – М.: ГИН РАН, 2005. – С. 75-77.
10. Глинских Л.А., Костылева В.В. Микропалеонтологические и седиментологические свидетельства бореальной трангрессии в байосе-бате окрестностей Саратова // Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии. Пятое Всероссийское совещание 23-27 сентября 2013 г., Тюмень. Научные материалы (В.А. Захаров (отв. ред.), М.А. Рогов, Б.Н. Шурыгин (редколлегия)). – Екатеринбург: ООО "Издательский дом "ИздатНаукаСервис", 2013. – С. 44-46.
11. Атлас литолого-палеогеографических карт СССР. Т. 3. Триасовый, юрский и меловой периоды. – М., 1968.
12. Grigelis, A. and Norling, E., 1999. Jurassic Geology and foraminiferal faunas in the NW part of the East European Platform. Sveriges Geologiska Undersökning, Ca 89, 101 pp. 3.
13. Шурыгин Б.Н. Биогеография, фации и стратиграфия нижней и средней юры Сибири по двустворчатым моллюскам / Б.Н. Шурыгин; науч. ред. чл.-кор. РАН А.В. Каныгин; Объед. ин-т геологии, геофизики и минералогии СО РАН им. А.А. Трофимука; Ин-т геологии нефти и газа. – Новосибирск: Академическое издательство «Гео», 2005. – 154 с.

© О. С. Урман, Б. Н. Шурыгин, 2014

**СЕЙСМОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ  
ВЕРХНЕПРОТЕРОЗОЙСКО-ПАЛЕОЗОЙСКИХ КОМПЛЕКСОВ  
ПРЕДЪЕНИСЕЙСКОГО ОСАДОЧНОГО БАСЕЙНА  
НА ВОСТОКЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

**Юрий Федорович Филиппов**

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории сейсмогеологического моделирования природных нефтегазовых систем, тел. (383)330-13-62, e-mail: PhilippovYF@ipgg.sbras.ru

Результаты региональной сейсморазведки и бурения скважин доказывают, что к западу от р. Енисей распространены мощные слабодислоцированные верхнепротерозойские и палеозойские отложения субплатформенного типа. Они погружены под мезозойско-кайнозойский осадочный чехол на востоке Западно-Сибирской геосинеклизы и образуют перспективный в нефтегазоносном отношении Предъенисейский осадочный бассейн площадью 390 тыс. км<sup>2</sup>. Комплексный анализ новых геолого-геофизических данных позволяет значительно уточнить сейсмогеологическую модель осадочных комплексов, включая создание двумерных разрезов, структурные и геологические карты, структурно-тектоническую схему.

**Ключевые слова:** Предъенисейский осадочный бассейн, Западная Сибирь, верхнепротерозойские и палеозойские комплексы.

**SEISMOGEOLOGICAL MODELING OF THE UPPER PROTEROZOIC  
AND PALEOZOIC COMPLEXES PRE-YENISEY SEDIMENTARY BASIN  
ON EAST WEST SIBERIA**

**Yuri F. Filippov**

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, Ph. D., Senior Researcher of Laboratory of seismic modeling of natural petroleum systems, tel. (383)330-13-62, e-mail: PhilippovYF@ipgg.sbras.ru

The regional seismic exploration and results of drilling of individual wells suggest that the thick, weakly dislocated Upper Proterozoic and Paleozoic deposits of a platform type occur west of the Yenisey River. In the southeastern West Siberian Geosyncline, they are buried beneath the Mesozoic-Cenozoic cover and form the prospective oil and gas-bearing Pre-Yenisey sedimentary basin with an area of not less than 390 thousand km<sup>2</sup>. A comprehensive analysis of the new geological and geophysical data allows considerably to clarify seismic and geological modeling of sedimentary complexes, including the creation of two-dimensional sections, structural and geological maps, structural-tectonic scheme.

**Key words:** Pre-Yenisey sedimentary basin, West Siberia, Upper Proterozoic and Paleozoic complexes.

Анализ результатов региональной сейсморазведки (более 20 тыс. км) и данных бурения (на 17 площадях) подтверждает вывод о том, что к западу от

р. Енисей широко распространены мощные слабодислоцированные верхне-протерозойские и палеозойские отложения субплатформенного типа. На востоке Западно-Сибирской плиты эти образования залегают под мезозойско-кайнозойскими отложениями и образуют древний Предъенисейский осадочный бассейн, перспективный в нефтегазоносном отношении. Площадь бассейна превышает 390 тыс. км<sup>2</sup>, толщина верхнепротерозойско-палеозойских осадочных образований достигает 8-10 км, общий объем осадочного выполнения бассейна превышает 2 млн. км<sup>3</sup>. Бассейн отделен от Сибирской платформы Енисейским складчатым поясом, на западе граничит с герцинскими складчатыми системами.

Анализ сейсмических разрезов и данных бурения, стратификация основных отражающих горизонтов позволяют выделить в домезозойской части разреза Предъенисейской зоны шесть основных регионально развитых осадочных комплексов, которые образуют два структурных этажа.

Верхний этаж представлен одним пермско-триасовым комплексом, развитым лишь в северных районах бассейна, где скважинами на Лекосской и Тынъярской площадях вскрыты осадочные и вулканогенные отложения перми и триаса, несогласно перекрывающие более древние горизонты кембрия и ордовика (возможно силура). Мощность комплекса достигает 1 км и более.

Нижний структурный этаж в плане характеризует зону развития верхнерифейско-нижнепалеозойских субплатформенных отложений (рис. 1). На временных сейсмических разрезах выше отражающего горизонта F фиксируется серия горизонтов, подчеркивающих слоистую модель среды и характеризующих структуру осадочных комплексов. Ниже получил развитие хаотический характер сейсмической записи, характерный для метаморфизованных и складчатых комплексов основания.

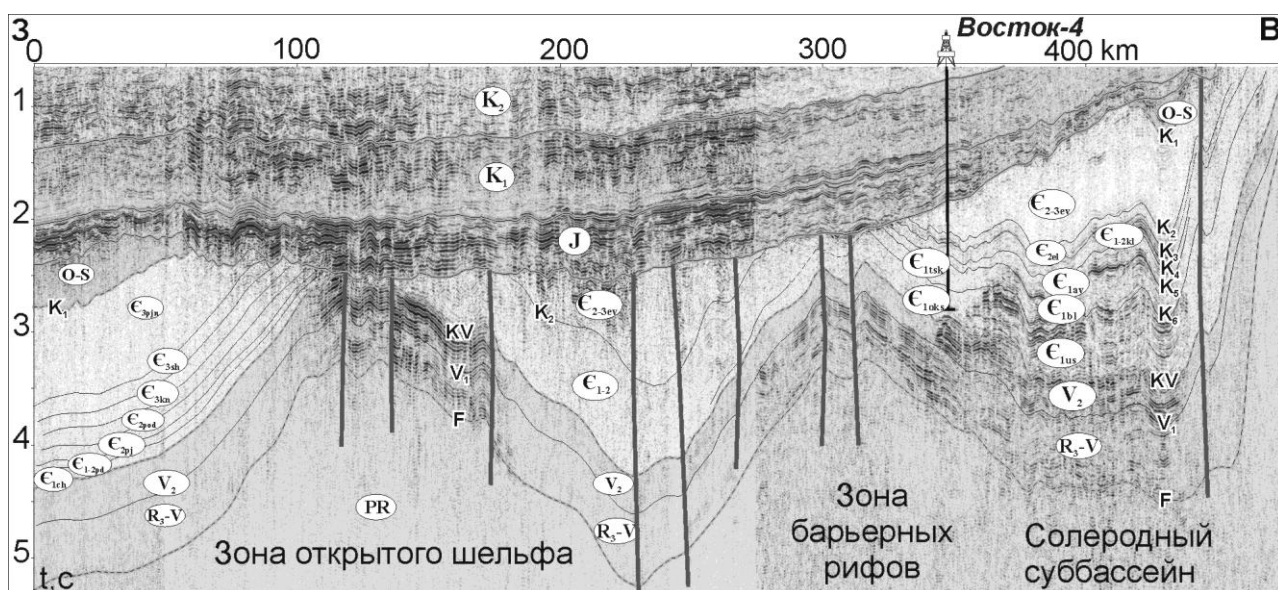


Рис. 1. Сейсмогеологический разрез вдоль регионального профиля Восток-10. (Расположение профиля показано на рис. 2. Буквами обозначены отражающие горизонты, в кружочках-индекс возраста осадочных комплексов)

Анализ сейсморазведочных материалов свидетельствует о достаточно большой мощности верхнерифейско-нижнепалеозойских отложений - до 10-12 км в осевой части бассейна.

В составе нижнего структурного этажа снизу вверх выделяются 5 согласно залегающих комплексов.

Верхнерифейско-нижневендский комплекс, контролируемый на временных разрезах отражающими горизонтами  $V_1$  в кровле и F в подошве, на большей части бассейна представлен в полном объеме и имеет мощность около 3 км. Детальная интерпретация сейсмокомплекса невозможна ввиду значительных глубин и отсутствия данных бурения. По-видимому, он аналогичен верхнерифейско-вендским комплексам отложений, развитым на Енисейском кряже, и где они представлены терригенно-карбонатными отложениями байкалия (вороговская, чингасанская, осянская, чапская, тасеевская серии). Соответственно, подстилающий их комплекс с хаотичной записью отождествляется с добайкальским складчатым комплексом основания.

Верхневендский комплекс пород, контролируемый на временных разрезах горизонтами KV в кровле и  $V_1$  в подошве, распространен в бассейне также широко, как и подстилающий его комплекс, отсутствуя только в пределах локальных выступов на западе территории. Мощность верхневендских отложений превышает 1 км, несколько сокращаясь на поднятиях. В восточной части комплекс вскрыт скважиной Аверинская-150 в интервале 4430 – 4770 м и представлен сульфатно-карбонатными породами, датируемыми немакит-далдыньским ярусом позднего венда. В западной части комплекс вскрыт скв. Восток-3 и представлен существенно карбонатными (на некоторых уровнях биогермными) отложениями пойгинской, котоджинской и райгинской свит общей (неполной) мощностью около 1100 м. Судя по неоднородности волновой картины, вещественный состав комплекса меняется по латерали.

Нижне-верхнекембрийский существенно карбонатный комплекс, контролируемый на временных разрезах горизонтами KV в подошве и  $K_2$  в кровле, вскрыт скважинами Лемок-1, Аверинская-150, Восток-1, 3, 4. Область распространения комплекса, получившего наиболее широкое развитие в восточных районах бассейна, на западе сужается. На положительных структурах (Райгинско-Ажарминская гряда, Пурчесско-Кетский мегавал) они размыты либо полностью, либо частично. Мощность комплекса, в среднем, составляет 2 км, достигая в пределах осевых частей крупных депрессий 3 км.

В восточных районах внутри комплекса выделяется ряд ярко выраженных отражающих горизонтов ( $K_6$ ,  $K_5$ ,  $K_4$   $K_3$ ), приуроченных соответственно к кровле наиболее соленосной части кембрийского разреза – усольской свите, кровлям тыйской и аверинской карбонатно-ангидритовым толщам (стратиграфические аналоги бельской и булайской свит байкитской зоны Сибирской платформы) и кровле кольчумской карбонатной свиты (аналог литвинцевской и ангарской свит на платформе). В западном направлении мощность усольской свиты, ограниченной на временных разрезах горизонтами  $K_6$  и KV, сначала уменьшается, а затем горизонты сливаются и формируют единый сейсмический репер.

Параллельно в этом же направлении уменьшается толщина всего нижнекембрийского комплекса (на западе он вскрыт скв. Восток-3 и Восток-1, где представлен чурбигинской свитой мощностью около 200 м).

Характер волнового поля и данные бурения позволили выделить в восточной части бассейна нижнекембрийскую соленосную формацию и закартировать границы ее распространения. В целом, спокойное залегание комплекса в восточной части осложнено рядом антиклинальных (линейно вытянутых в северо-западном направлении) структур, связанных с соляным тектогенезом. Их образование связано со сложным взаимодействием тектонических движений по блокам фундамента в сочетании с пластическими деформациями соляных тел, в частности - перетеканием соли в ослабленные зоны.

Скважиной Восток-4 вскрыт разрез фрагментов краевых частей рифового тела раннекембрийского возраста. Анализ сейсмических материалов показывает, что подобные образования могут быть распространены вдоль всей западной границы солеродных отложений и являться южным продолжением единого раннекембрийского рифогенного пояса, фрагменты которого обнажаются на дневной поверхности в северо-западных районах Сибирской платформы.

В западных районах бассейна верхние части нижнего кембрия и нижние фрагменты среднекембрийской части комплекса представлены высокоуглеродистым кремнисто-глинисто-известковым комплексом отложений, который формировался в зоне открытого шельфа. Он объединен в пайдугинскую свиту (120 м), которая уверенно выделяется в разрезе по данным ГИС и является аналогом известных черносланцевых толщ на Сибирской платформе (куанамская, шумнинская свиты). Средние части среднекембрийского и нижние части верхнекембрийского существенно карбонатного комплекса в центральной и восточной части объединены в составе елогуйской, а на западе – пуджелгинской свит.

Выше по разрезу, между отражающим горизонтом  $K_2$  и группой отражений выше  $K_1$  выделяется средне - верхнекембрийский существенно терригенный комплекс. Он характеризуется хаотичной волновой картиной и полностью распространен только в восточной части бассейна. К западу, не затронутые денудацией небольшие части его сохранились только в пониженных участках. При средней мощности около 2 км, которая достаточно хорошо выдерживается на всем протяжении профилей, комплекс на большей части территории залегает непосредственно под юрскими осадками на глубинах от 1 (на востоке) до 3-3,5 (на западе) км. Во вскрытых скважинами разрезах комплекс представлен пестроцветными терригенными и глинисто-карбонатными разностями эвенкийской свиты, а в скважине Восток-1, ввиду значительной мощности и литологического своеобразия разреза, комплекс выделен в составе пуджелгинской, поделгинской, кондесской, шеделгинской и пыжинской свит.

Не повсеместно в верхней части комплекса прослеживается прерывистый, слабый или средний по интенсивности проявления, горизонт  $K_1$ . Он знаменует появление в верхней части доюрского разреза близких к нему серии параллельных, прерывистых фаз, которые можно отнести к следующему, ордовикско-силурийскому(?) комплексу. Вскрыт и палеонтологически охарактеризован он

только в северной части бассейна, где скв. Лекоская-27 под пермскими осадками пересечен 560-метровый фрагмент позднеордовекских глинисто-карбонатных отложений.

Таким образом, сейсмостратиграфический анализ временных разрезов, данные бурения позволяют выделить и закартировать в Предъенисейском бассейне ряд стратиграфических комплексов и осуществить построение структурных (в качестве примера на рис. 2 приведена карта по кровле вендских отложений), структурно-тектонической и геологической (с привлечением анализа гравимагнитных аномалий) (рис. 3) карт доюрского этажа Предъенисейского бассейна.

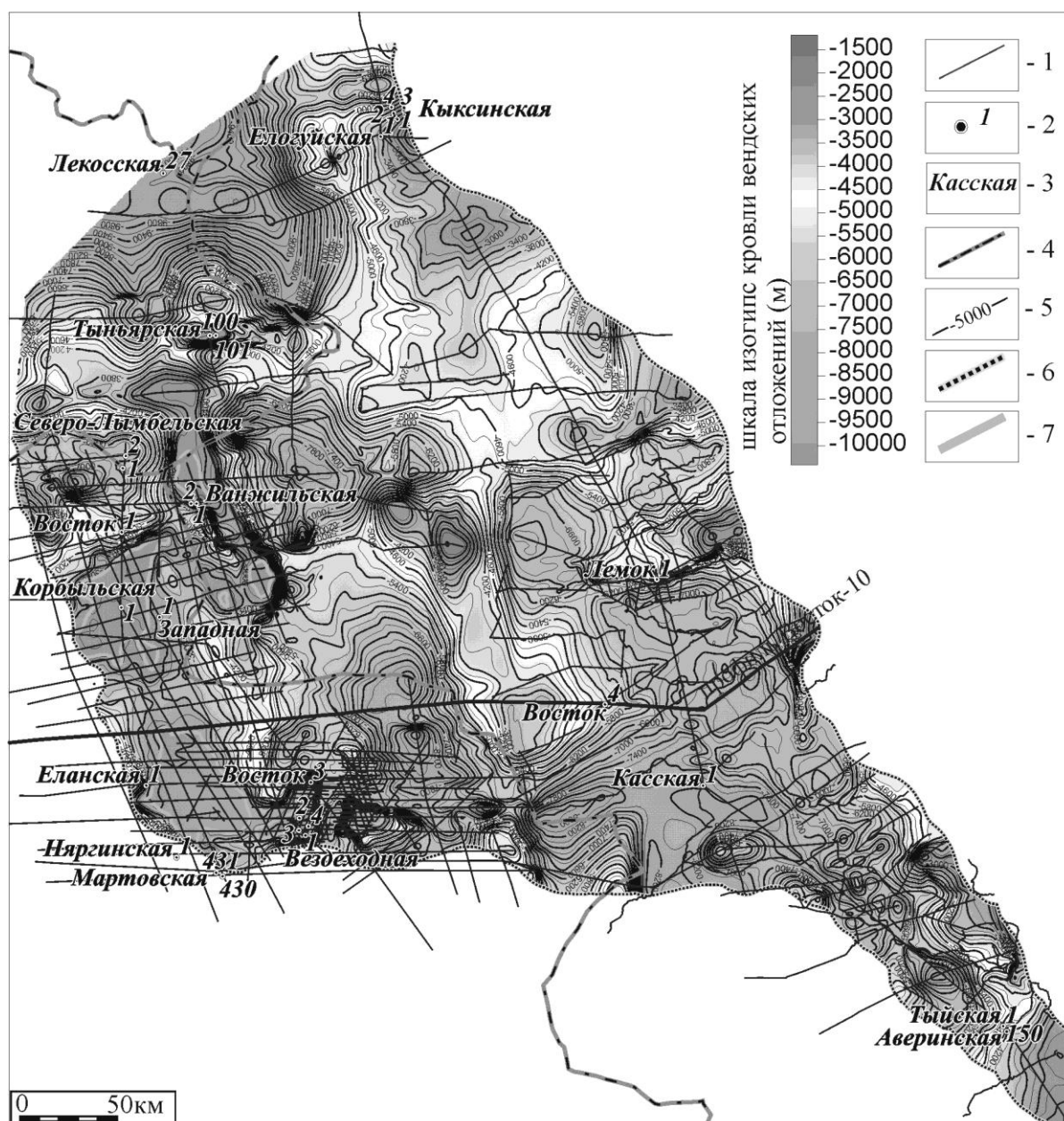


Рис. 2. Структурная карта по кровле вендских отложений

1 - линии сейсмических профилей; 2 - скважины; 3 - названия площадей; 4 - административная граница; 5 - изогипсы кровли вендских отложений; 6 - граница Предъенисейской субпровинции; 7 - зона отсутствия верхних частей вендских отложений; 8 - граница территории исследования

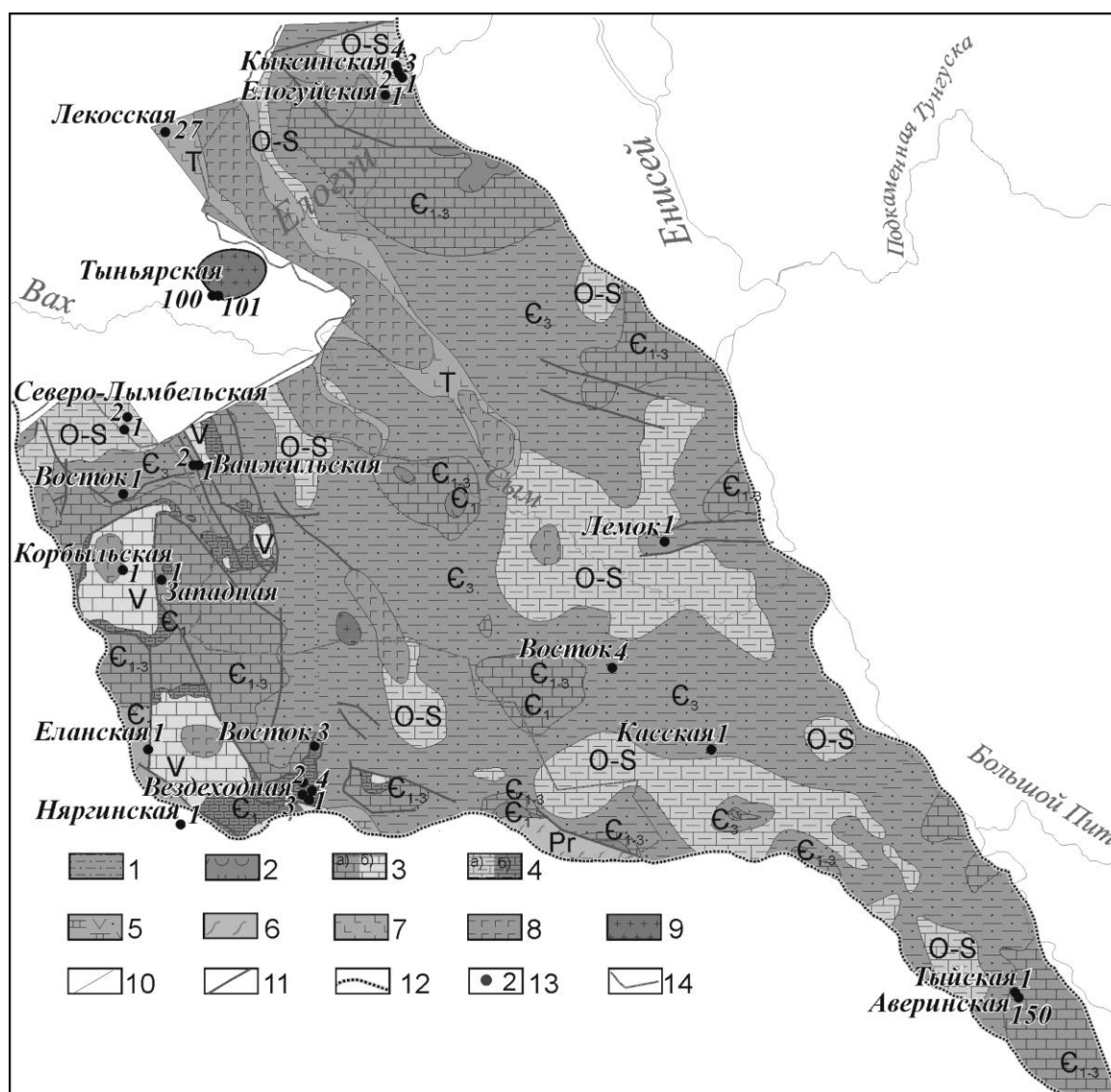


Рис. 3. Геологическая карта Предбайкальского бассейна со снятым мезозойско-кайнозойским чехлом

1 - преимущественно терригенные отложения позднекембрийского возраста, 2 - преимущественно соленосные отложения раннекембрийского возраста (усольская свита), 3 - преимущественно карбонатные отложения кембрийского (а) и вендского (б) возраста, 4 - преимущественно терригенно-карбонатные отложения ордовикско-силурийского (а) и кембрийского (б) возраста, 5 - преимущественно эффузивно-карбонатные отложения раннепалеозойского возраста, 6 - преимущественно глинисто-кремнистые метаморфизованные отложения позднепротерозойского возраста, 7 - преимущественно эффузивные отложения основного состава триасового возраста, 8 - предполагаемые по геофизическим данным интрузивные тела основного состава, 9 - предполагаемые по геофизическим данным интрузивные тела кислого состава, 10 - геологические границы, 11 - дизъюнктивные нарушения, 12 - границы Предбайкальского верхнепротерозойско-палеозойского осадочного бассейна по геофизическим данным, 13 - скважины, вскрывшие доюрские отложения, 14 - административные границы Томской области и ХМАО

Работа выполнена в рамках фундаментальных исследований при поддержке интеграционного проекта СО и УрО РАН №50 и гранта НШ-402.2014.5.

© Ю. Ф. Филиппов, 2014

## **ПРОДУКТИВНЫЕ ГОРИЗОНТЫ В ТЕРРИГЕННОМ КОМПЛЕКСЕ ВЕНДА ЦЕНТРАЛЬНЫХ РАЙОНОВ НЕПСКО-БОТУОБИНСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ**

***Андрей Михайлович Фомин***

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, научный сотрудник лаборатории геологии нефти и газа Сибирской платформы, тел. (383)306-63-70, e-mail: FominAM@ipgg.sbras.ru

***Сергей Александрович Моисеев***

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, заведующий лабораторией геологии нефти и газа Сибирской платформы, тел. (383)306-63-70, e-mail: MoiseevSA@ipgg.sbras.ru

***Валентина Алексеевна Топешко***

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории геологии нефти и газа Сибирской платформы, тел. (383)333-29-00, e-mail: TopeshkoVA@ipgg.sbras.ru

Проанализировано строение трёх основных потенциально продуктивных горизонтов терригенного комплекса венда центральных районов Непско-Ботуобинской антеклизы, рассмотрены условия их формирования и стратиграфическое положение. Приведена информация о литологическом составе и фильтрационно-емкостных свойствах. Дан прогноз перспектив нефтегазоносности горизонтов.

**Ключевые слова:** Непско-Ботуобинская нефтегазоносная область, продуктивный горизонт, венд.

## **THE PRODUCTIVE HORIZONS IN THE VENDIAN TERRIGENOUS COMPLEX OF THE CENTRAL AREAS OF THE NEPA-BOTUOBA ANTECLISE**

***Andrey M. Fomin***

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, Ph. D. in Geology, research scientist of Laboratory of petroleum geology of the Siberian Platform, tel. (383)333-29-00, e-mail: FominAM@ipgg.sbras.ru

***Sergey A. Moiseev***

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, head of Laboratory of petroleum geology of the Siberian Platform, Ph. D. in Geology, tel. (383)333-29-00, e-mail: MoiseevSA@ipgg.sbras.ru

***Valentina A. Topeshko***

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, senior research scientist of Laboratory of Petroleum Geology of the Siberian platform, Ph. D. (geology), tel. (383)306-63-70, e-mail: TopeshkoVA@ipgg.sbras.ru

It is analysed the architecture of the three based potentially productive horizons of the Vendian terrigenous complex of the central areas of the Nepa-Botuoba anticline, it is reviewed their formation conditions and stratigraphic position. It is given information about their lithological content and reservoir characteristics. It is given prognosis of the oil and gas bearing capacity of the horizons.

**Key words:** Nepa-Botuoba petroliferous region, productive horizons, vendian.

В разрезе терригенного венда Непско-Ботуобинской нефтегазоносной области (НГО) выделено три основных потенциально продуктивных горизонта:  $B_5$  (ботуобинский);  $B_{10}$  (ярактинский,  $B_{ч1}$ , хамактинский);  $B_{13}$  (безымянный,  $B_{ч2}$ , талахский). К ним приурочены залежи УВ, которые содержат основные запасы нефти и газа региона.

Горизонт  $B_5$  залегает в нижней части тирского регионального стратиграфического горизонта. Распространён в северо-восточной части Непско-Ботуобинской НГО. С ним связаны крупные залежи нефти и газа на Среднеботуобинском, Тас-Юряхском, Бес-Юряхском месторождениях, а также около десятка средних и мелких по запасам залежей. Средняя толщина пласта около 20 м.

Одной из отличительных особенностей горизонта является то, что он более чем на 90 % состоит из песчаника. Горизонт обладает высокими и стабильными коллекторскими свойствами в пределах всей области своего распространения. Большинство скважин с эффективной толщиной горизонта больше 1 м, как правило, оказываются продуктивными. Дебиты нефти достигают 30 м<sup>3</sup>/сут, газа – 500 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Это обстоятельство позволяет отнести практически всю площадь распространения песчаников ботуобинского горизонта к зоне развития коллектора.

Наиболее дискуссионным, остаётся вопрос о стратиграфической приуроченности ботуобинского горизонта. Согласно общепринятым представлениям, горизонт залегает на курсовской свите со стратиграфическим несогласием [3, 7, 9, 10]. Основываясь на материалах детальной корреляции, было установлено, что песчаники ботуобинского горизонта залегают на разных стратиграфических уровнях курсовской свиты. При этом толщина глинистой пачки от подошвы песчаников ботуобинского горизонта до реперного горизонта, выделенного по акустическому каротажу в разрезе курсовской свиты, меняется от 2-3 до 15-20 м. Это послужило основанием для отнесения ботуобинского горизонта к базальным отложениям и, соответственно, для выделения предтирского перерыва в осадконакоплении [8, 9].

Вместе с тем, в работах М.В. Лебедева, С.А. Моисеева еще в середине 80-х годов прошлого века тезис о существовании данного перерыва был поставлен под сомнение. В работах М.В. Лебедева, С.А. Моисеева [4, 5, 6] было высказано предположение о неизохронности подошвы ботуобинского.

Основой большинства схем корреляции служит принцип выравнивания разрезов по кровле терригенного комплекса венда. Если же все скважины выравнивать на акустический репер, выявленный в верхнебюкской подсвите ( $AK_{бюк}$ ), то можно видеть, что изменение толщины ботуобинского горизонта и подсти-



деляющей горизонты  $B_{10}$  и  $B_{13}$ . По мере воздымания в палеоплане в северо-западном направлении межпластовая пачка выклинивается, и горизонты  $B_{10}$  и  $B_{13}$  сливаются, образуя единую залежь. Это явление хорошо прослежено на Верхнечонском месторождении. Далее на северо-запад горизонт  $B_{13}$  также выклинивается, и  $B_{10}$  залегает уже на поверхности фундамента.

Горизонт  $B_{10}$  распространен на большей части территории Непско-Ботуобинской антеклизы. Отсутствие его доказано только на севере изучаемой территории. С ним связаны крупные залежи нефти и газа на Верхнечонском, Дулисьминском, Ярактинском, Тымпучиканском, Чаяндинском, Талаканском, Алинском и др. месторождениях.

Горизонт характеризуется сложным строением, высокой неоднородностью слагающих его отложений, значительной изменчивостью толщин (от 0 до 60 м). Горизонт сложен песчаниками средне-мелкозернистыми кварцевыми и кварц-полевошпатовыми, с тонкими прослойками аргиллитов серо-зеленых. Степень отсортированности - средняя. Для отложений горизонта характерны частые и достаточно резкие фациальные замещения. Степень галитизации и глинизации определяет фильтрационно-емкостные свойства пород. Пористость колеблется в пределах 8-12 %, проницаемость - от 0,1 до  $600 \times 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup>, с преобладанием значений  $(10-100) \times 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup>. Формирование горизонта  $B_{10}$  происходило как за счёт размыва высокометаморфизованных гранитоидов фундамента, так и при перемыве подстилающих отложений.

Горизонт  $B_{13}$  выделен в основании нижнего подгоризонта непского регионального стратиграфического горизонта. Он распространён на юго-востоке и северо-востоке Непско-Ботуобинской НГО. Линия выклинивания проходит субпараллельно осевой линии Непско-Ботуобинской антеклизы. На большей части территории распространения горизонт  $B_{13}$  залегает на кристаллическом фундаменте, и только в северной ветви Предпатомского прогиба - на отложениях вилочанского горизонта и рифейского комплекса. Толщины горизонта изменяются от 130 м на Талаканском и месторождении до полного его отсутствия в зоне выклинивания.

Залежи углеводородов в горизонте  $B_{13}$  выявлены на Верхнечонском, Нижнехамакинском, Тымпучиканском и Ярактинском месторождениях.

Литологический состав горизонта крайне неоднороден. Базальная часть горизонта состоит из высокорadioактивных песчано-гравийных пород полевошпат-кварцевого состава на базальном глинистом цементе. Вверх по разрезу их сменяют разномелкозернистые песчаники полевошпат-кварцевого состава на поровом ангидритовом и плёночно-поровом кварцевом цементе. Верхняя часть горизонта представлена песчаниками средне-мелкозернистыми до крупно-среднезернистыми с прослоями аргиллитов. Песчаники кварцевые и полевошпат-кварцевые (рис. 2).

Формирование отложений горизонта  $B_{13}$  происходило в период трансгрессии морского бассейна. Кластический материал переносился аллювиально-пролювиальными потоками с выступов гранито-гнейсового фундамента Непского свода. Неоднократные латеральные миграции береговой линии, вызван-

ные автоциклическими и/или аллоциклическими процессами, привели к усложнению строения талахского горизонта - появлению среди песчаников и гравелитов алевролитов-аргиллитовых пачек различной толщины. Анализ полученных данных позволяет сделать вывод о том, что наиболее благоприятные условия для формирования залежей углеводородов в горизонте В<sub>13</sub> связаны с территорией распространения пролювиально-аллювиальных и мелководно-морских осадков с толщинами горизонта до 20 м.

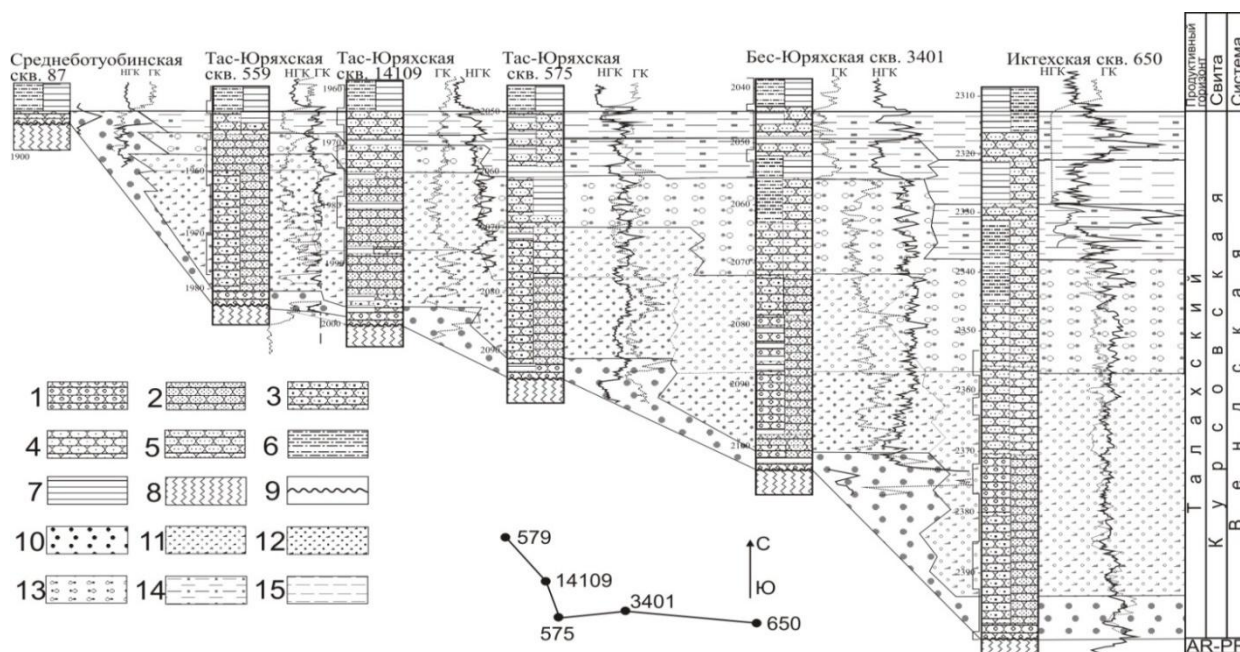


Рис. 2. Литолого-фациальный профиль по линии скважин Среднеботуобинская 87 - Иктехская 650:

1 - гравелиты; песчаники: 2 - разнозернистые, 3 - средне-крупнозернистые, 4 - средне-мелкозернистые, 5 - мелкозернистые; 6 - алевролиты; 7 - аргиллиты, 8 - породы фундамента, 9 - перерыв в осадконакоплении. Аллювиально-пролювиальные фации, скорость переноса материала: 10 - высокая, 11 - средняя, 12 - низкая. Морские фации: 13 - мелководно-морские, 14 - пляжа и приливно-отливных равнин, 15 - мелкого шельфа

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вараксина И.В., Хабаров Е.М., Кротова М.М. Влияние структурно-вещественных параметров на коллекторские свойства пород ботуобинского продуктивного горизонта Среднеботуобинского месторождения Восточной Сибири // Актуальные вопросы литологии: Материалы 8 Уральского литологического совещания. - Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2010. - С. 59-60.
2. Вараксина И.В., Хабаров Е.М., Пушкарева М.М. Влияние структурно-вещественных параметров на фильтрационно-емкостные свойства пород ботуобинского горизонта венда северо-востока Непско-Ботуобинской антеклизы Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. - 2012. - № 1(9). - С. 67-74.
3. Геология нефти и газа Сибирской платформы / Под ред. А.Э. Конторовича, В.С. Суркова, А.А. Трофимука. - М.: Недра. - 1981. - 552 с.
4. Лебедев М.В. Стратиграфическое положение продуктивных горизонтов венда в северо-восточных районах Непско-Ботуобинской антеклизы // Прогноз зон нефтегазонакопле-

ния и локальных объектов на Сибирской платформе / Под ред. В.В. Самсонова. - Л.: ВНИГРИ, 1988. – С. 57-67.

5. Лебедев М.В., Моисеев С.А. Результаты детальной корреляции терригенных отложений венда северо-востока Непско-Ботуобинской антеклизы // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2012. - № 8. - С. 4-13.

6. Моисеев С.А. Геологическое строение и особенности оценки и разведки месторождений нефти и газа северо-восточной части Непско-Ботуобинской антеклизы: Автореферат дисс. на соискание уч. степени канд. геол.-мин. наук. - Новосибирск: ОИГГиМ СО РАН, 1997. – 17 с.

7. Непско-Ботуобинская антеклиза – новая перспективная область добычи нефти и газа на Востоке СССР / Под ред. А.Э. Конторовича, В.С. Суркова, А.А. Трофимука. - Новосибирск: Наука, 1986. - 245 с.

8. Продуктивные горизонты в кембрийских и рифейских отложениях Сибирской платформы /Воробьев В.Н., Афанасьев С.А., Кондратенко Т.Д. и др. // Геология и нефтегазоносность Восточной Сибири. - Новосибирск: изд-во СНИИГГиМС, 1978. - С. 98-107.

9. Решения четвёртого Межведомственного регионального стратиграфического совещания по уточнению и дополнению стратиграфических схем венда и кембрия внутренних районов Сибирской платформы. – Новосибирск, 1989. - 64 с.

10. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Рифей и венд Сибирской платформы и складчатого обрамления / Под ред. Н.В. Мельникова. - Новосибирск: изд-во Гео, 2005. – 428 с.

© А. М. Фомин, С. А. Моисеев, В. А. Топешко, 2014

## НАФТЕНОВЫЕ НЕФТИ СИБИРИ

### ***Елена Анатольевна Фурсенко***

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории геохимии нефти и газа, тел. (383)330-26-76, e-mail: fursenkoea@ipgg.sbras.ru

### ***Иван Иванович Нестеров***

Западно-Сибирский филиал ИНГГ СО РАН, 625670, Россия, г. Тюмень, ул. Володарского, 56, доктор геолого-минералогических наук, член-корреспондент РАН, тел. (3452)46-39-49, e-mail: valentina\_bitehtina@mail.ru

### ***Василий Николаевич Меленевский***

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник лаборатории геохимии нефти и газа, тел. (383)335-64-25, e-mail: melenevskyvn@ipgg.sbras.ru

### ***Анатолий Кузьмич Головкин***

Томский филиал ИНГГ СО РАН, 634021, Россия, г. Томск, пр. Академический, 4, доктор химических наук, директор филиала, тел. (3822)49-18-51, e-mail: golovko@ipc.tsc.ru

### ***Галина Сергеевна Певнева***

ФГБУН Институт химии нефти Сибирского отделения Российской академии наук, 634021, Россия, Томск, пр. Академический, 4, кандидат химических наук, старший научный сотрудник лаборатории углеводородов и высокомолекулярных соединений нефти, тел. (3822)49-20-71, e-mail: pevneva@ipc.tsc.ru

### ***Ольга Николаевна Чалая***

Институт проблем нефти и газа Сибирского отделения Российской академии наук, 677891, Россия, г. Якутск, ул. Октябрьская, 1, кандидат геолого-минералогических наук, заведующая лабораторией геохимии каустобиолитов, тел. 8-914-222-67-61, e-mail: o.n.chalaya@ipng.ysn.ru

### ***Владимир Аркадьевич Каширцев***

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, доктор геолого-минералогических наук, член-корреспондент РАН, зам. директора института, тел. (383)335-64-23, e-mail: kashircevva@ipgg.sbras.ru

### ***Наталья Павловна Шевченко***

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, инженер лаборатории геохимии нефти и газа, тел. (383)330-26-76, e-mail: shevchenkonp@ipgg.sbras.ru

Исследованы физико-химические свойства, углеводородный состав и товарные качества ряда нафтенных нефтей Сибири. Показано, что керосино-газойлевые дистилляты западно-сибирских нефтей обладают низкими температурами застывания и могут являться основой для получения дизельных топлив зимней марки и даже арктических топлив. Высокие

концентрации адамантаноидов в интенсивно биодegradированных нефтях позволяют рассматривать их как сырье для производства высокоплотных реактивных топлив.

**Ключевые слова:** нефтяные нефти, дистилляты, адамантаны.

## **NAPHTHENIC OILS OF SIBERIA**

### ***Elena A. Fursenko***

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptyug av., 3, Ph. D. in Geology, senior research scientist of Laboratory of petroleum geochemistry, tel. (383)330-26-76, e-mail: fursenkoea@ipgg.sbras.ru

### ***Ivan I. Nesterov***

West Siberian Division of IPGG SB RAS, 625670, Russia, Tyumen, Volodarsky st., 56, Ph. D. in Geology, corresponding member of RAS, tel. (3452)46-39-49, e-mail: valentina\_bitehtina@mail.ru

### ***Vasily N. Melenevsky***

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptyug av., 3, Ph. D. in Mathematics and Physics, senior research scientist of Laboratory of petroleum geochemistry, tel. (383)335-64-25, e-mail: MelenevskyVN@ipgg.sbras.ru

### ***Anatoly K. Golovko***

Tomsk Division of IPGG SB RAS, 634021, Russia, Tomsk, Akademicheskoy av., Ph. D. in Chemistry, director of Division, tel. (3822)49-18-51, e-mail: golovko@ipc.tsc.ru

### ***Galina S. Pevneva***

Institute of Petroleum Chemistry, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, 634021, Russia, Tomsk, Akademicheskoy av., 4, Ph. D. in Chemistry, senior research scientist of Laboratory of hydrocarbons and high-molecular petroleum compounds, tel. (3822)49-20-71, e-mail: pevneva@ipc.tsc.ru

### ***Olga N. Chalaya***

Oil and Gas Research Institute, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 677891, Russia, Yakutsk, Oktyabrskaya st., 1, Ph. D. in Geology, Head of laboratory of caustobioliths, tel. 8-914-222-67-61, e-mail: o.n.chalaya@ipng.ysn.ru

### ***Vladimir A. Kashircev***

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Ph. D. in Geology, corresponding member of RAS, vice-director, tel. (383)335-64-23, e-mail: kashircevva@ipgg.sbras.ru

### ***Natalia P. Shevchenko***

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, researcher of Laboratory of petroleum geochemistry, tel. (383)330-26-76, e-mail: shevchenkonp@ipgg.sbras.ru

The paper investigates physico-chemical properties, hydrocarbon composition and product quality of a number of naphthenic oils of Siberia. It is shown that kerosene-gas-oil distillates of the West Siberian oils have low freezing temperature and can be used for winter diesel fuels base and arctic fuels as well. High concentrations of the adamantanoids in the heavily biodegraded oils allow us to consider them as components for production of high density jet fuels.

**Key words:** naphthenic oils, distillates, adamantanes.

Среди промышленных скоплений углеводородов особое место занимают нефтеносные нефти и природные битумы (мальты, асфальты и асфальтиты), ресурсы которых в Канаде, Венесуэле, России и ряде других стран сопоставимы с ресурсами «традиционных» нефтей. Особенности их физических свойств и состава (высокая плотность, малое количество или отсутствие н-алканов, высокие концентрации циклических углеводородов: моно-, би-, три- и полициклических) отличают эти скопления от других классов углеводородных систем [3; 4].

На севере Западной Сибири известны крупные месторождения нефтеносных нефтей и конденсатов (Русское, Барсуковское, Северо-Комсомольское, Ван-Еганское, Пангодинское и др.). В Восточной Сибири нефтеносные нефти менее распространены и встречаются главным образом в виде оторочек юрских газоконденсатных залежей Вилюйской синеклизы. Месторождения природных битумов с ресурсами около 20 млрд. т. локализованы главным образом по северному обрамлению Сибирской платформы [7].

Освоение тяжелых нефтеносных нефтей сопряжено с комплексом проблем. Во-первых, их высокая вязкость в пластовых условиях, которая в сотни раз выше вязкости пластовых вод, затрудняет процесс вытеснения нефти водой. Во-вторых, все известные сеноманские нефтяные залежи Западной Сибири, за редким исключением, содержат массивные газовые шапки. Так на Русском месторождении высота нефтяной части залежи составляет 15-25 м, а газовой шапки - 60-70 м. На этом месторождении предполагается наличие нескольких самостоятельных залежей нефти и газа в песчаных пластах, выклинивающихся к поверхности размыва и залегающих под единой глинистой крышкой - кузнецовской свитой [9].

Русское нефтегазовое месторождение, открытое в 1968 г. поисковой скважиной № 11 на северо-востоке Тазовского нефтегазоносного района Пур-Тазовской нефтегазоносной области, имеет сложное геологическое строение [1, 6, 12]. В пределах месторождения в пластах МХ<sub>1</sub>, ПК<sup>1</sup><sub>22</sub>, ПК<sup>1</sup><sub>21</sub> открыто несколько газовых залежей с нефтяными оторочками, а по результатам геофизических исследований к перспективным на обнаружение газа отнесены пласты ПК<sub>16</sub>, ПК<sub>17</sub> и ПК<sub>20</sub>. Наиболее исследована пластово-массивная гигантская газонефтяная залежь, из которой отобраны исследованные нефти, приуроченная к кровле сеномана (пласты ПК<sub>1</sub>-ПК<sub>8</sub>, глубины 0,8-0,9 км). Месторождение выделяется в пределах одноименного антиклинального поднятия субмеридионального простирания с более крутым западным крылом. Разрывными нарушениями структура разделяется на несколько блоков. Коллекторами являются песчаники и алевролиты, а флюидоупорами служат глинистые прослои, которые не выдержаны по разрезу, часто опесчаниваются. Разные уровни ВНК продуктивных пачек соседних блоков позволяют предполагать гидродинамическую разобщенность залежей. Пластовое давление в залежи, из которой отобрана исследованная нефть, близко к гидростатическому, а пластовая температура составляет +16... +18 °С.

Примером месторождения Восточной Сибири, в котором обнаружены нефтеносные нефти, является Толон-Мастахское газоконденсатное месторождение (Вилюйская синеклиза), которое приурочено к одноименным брахиантик-

линалям, осложняющим центральную часть Хапчагайского мегавала [13]. В пределах месторождения выявлено девять промышленных залежей, а по материалам промысловой геофизики предполагается наличие еще нескольких. Газоконденсатная сводовая водоплавающая залежь высотой 56 м с небольшой нефтяной оторочкой в нижнеюрских отложениях, из которой отобрана исследованная нефть, располагается на востоке Мастахской структуры, имеет наклонный газоводяной контакт. Коллектором служат переслаивающиеся песчаники и алевролиты, а флюидоупором - глины и глинистые аргиллиты. Начальное пластовое давление в залежи составляет 17,7 Мпа, пластовая температура - +38°C.

Пластовые условия для залежей исследованных нефтей (низкие пластовые температуры, водонасыщенность) благоприятны для биodeградации, поэтому эти нефти являются весьма интересными объектами для установления взаимосвязей между составом нефтей и стадиями микробиального окисления. Так, например, в соответствии интерпретацией результатов газохроматографического анализа (ГЖХ), нефть Русского месторождения характеризуется отсутствием нормальных и изопреноидных алканов, но высокомолекулярные углеводороды (УВ)-биомаркеры (стераны, терпаны) в ней присутствуют [8]. В нафтеновой нефти Барсуковского месторождения алканы представлены, главным образом, изопреноидными структурами, а н-алканов практически нет.

Информация о составе нефти Русского месторождения, в первую очередь УВ-биомаркеров и уникальных каркасных УВ – адамантоидов, подробно обсуждается в работах [8, 9]. По физико-химическим характеристикам нефти Русского и Барсуковского месторождений являются тяжелыми (плотность 936 и 886 кг/м<sup>3</sup>, соответственно), малопарафинистыми (1,7 и 2,4 %), малосернистыми (0,4 и 0,5 %), смолистыми (8,1 и 7,1 %) с низким содержанием асфальтенов (0,3 и 0,4 %). Русская нефть очень вязкая (вязкость кинематическая – 433 мм<sup>2</sup>/с), а вязкость барсуковской нефти значительно ниже (25,6 мм<sup>2</sup>/с), что согласуется со значительно меньшим содержанием дистиллятных фракций в русской нефти (нк-200°C – 8,1 об.%, нк-350°C – 33,3 об.%), по сравнению с барсуковской (нк-200°C – 19,5 об.%, нк-350°C – 52 об.%). ГЖХ-анализ бензиновых фракций (нк-180°C и нк-200°C) показал, что УВ состав бензинов русской нефти отличается от состава ее отбензиненной фракции. В них преобладают алканы (сумма – до 49 %, н-алканы до 21 %, изоалканы – до 27 %), чуть меньше цикланов (нафтен) (до 33 %) и аренов (до 22 %). А вот бензины барсуковской нефти характеризуются очень низким содержанием н-алканов (не более 3,3 %), в них на порядок больше изоалканов (до 33 %), значительно выше чем в бензинах русской нефти концентрация нафтен (до 52 %) и чуть меньше аренов (до 15 %). Измеренное по стандартным методикам октановое число бензинов (нк-200°C) этих нефтей составляет до 78 ед. (исследовательский метод) и 71 ед. (моторный метод), что гораздо выше детонационной стойкости прямогонных бензинов сборной западно-сибирской нефти (50-55 ед.). Такие товарные характеристики прямогонных бензинов русской и барсуковской нефтей обусловлены высокими концентрациями в них разветвленных алканов, нафтен и аренов.

Сопоставление физико-химических и товарно-технических свойств температурных фракций русской и барсуковской нефтей (фракции, выкипающие

в пределах: 130-280, 140-280 и 150-280°C - реактивные топлива; 140-300, 140-380 и 180-360°C - дизельные топлива) с показателями для наиболее распространенных марок реактивных (ГОСТ 10227-86) и дизельных топлив (ГОСТ 305-82) позволило установить следующие их характеристики. Керосино-газойлевые дистилляты русской нефти (выход 12-31 %) обладают низкими температурами застывания ( $< -70^{\circ}\text{C}$ ) и могут являться основой для получения дизельных топлив зимней марки, а фракции с температурой начала кипения  $140^{\circ}\text{C}$  и ниже – для арктических топлив. Уникальные низкотемпературные характеристики данных дистиллятов обусловлены высоким содержанием нафтеновых УВ и изоалканов и малой парафинистостью. Однако дистиллятные фракции русской нефти содержат недостаточно низкокипящих компонентов: температуры выкипания 10 (227-269°C) и 50 % (251-359°C) их объема высоки по сравнению с требуемыми по ГОСТ и имеют низкие цетановые числа (32-38 ед.). Кроме того, значения плотности ( $> 880 \text{ кг/м}^3$ ) и вязкости (9,0 – 15 сСт) дизельных фракций превышает требуемые по ГОСТу. В барсуковской нефти в отличие от русской содержание керосино-газойлевых дистиллятов выше (выход 24 - 34%, при температурах выкипания 10 % их объема – 183 - 252°C, а 50 % - 226-291°C) и они также обладают очень хорошими низкотемпературными свойствами [10] (температуры застывания не выше  $-54 - -70^{\circ}\text{C}$ ). Плотность ( $828 - 864 \text{ кг/м}^3$ ) и вязкость (2,3 – 6,8 сСт) дистиллятов барсуковской нефти значительно ниже, по сравнению с русской, а цетановый индекс дизельных фракций существенно выше – 46-48 ед. Для обеспечения рационального использования уникальных низкотемпературных свойств русской нефти для получения дистиллятных моторных топлив необходимо перерабатывать ее в смеси с легкой нефтью или газовым конденсатом, содержащими достаточное количество фракций, выкипающих до  $360^{\circ}\text{C}$ .

Как уже отмечалось в работах [8, 9] нефть Русского месторождения является уникальной по содержанию в ее состава каркасных УВ – адамантоидов. Эти УВ уверенно фиксируются при анализе масс-хроматограмм по общему ионному току (ПИС) дистиллятных фракций. В русской нефти адамантоиды сконцентрированы во фракциях, выкипающих до  $290^{\circ}\text{C}$  (19 %) и в интервале температур кипения  $180-260^{\circ}\text{C}$  (21 %). При этом среди адамантоидных структур концентрации моно- и дизамещенных гомологов выше (например, во фракции, выкипающей в интервале  $180-260^{\circ}\text{C}$  - 7,5 и 6,7 % на фракцию, соответственно) по сравнению с тризамещенными (4,3 %), содержание тетразамещенных гомологов (0,7 %) и диамантана еще меньше (следы). Метилзамещенные адамантоиды значительно преобладают над этилзамещенными. Среди монозамещенных гомологов преобладает 2-метиладамантан, в составе дизамещенных максимум концентрации характеризуется 1,3-диметиладамантане, а цис-изомеры преобладают над транс-изомерами. Цис- и транс-триметиладамантаны находятся примерно в равных концентрациях.

Физико-химические свойства нижнеюрской нефти Мастахского месторождения (скв.77, интервал отбора 1712-1713,6 м) и нефтей Русского и Барсуковского месторождений довольно близки. Мастахская нефть тяжелая (плотность  $920,9 \text{ кг/м}^3$ ), вязкая (кинематическая вязкость -  $33,3 \text{ мм}^2/\text{с}$ ), малосернистая

(0,10 %), в ней чуть меньше смол (5,9 %), и также низки содержания асфальтенов (0,47 %). Также как русская нефть, она характеризуется высокой температурой начала кипения и низким выходом бензиновой фракции. В бензиновой фракции мастахской нефти мало *n*-алканов (15,21%) и высоки концентрации нафтеновых УВ (68,32%) с преобладанием циклогексанов. Арены составляют 4,70 % бензиновой фракции. Среди алифатических УВ отбензиненной нефти преобладают изоалканы (76,52 %), больше чем наполовину представленные ациклическими изопренанами (39,20 %), а *n*-алканов значительно меньше - 23,48 %. Отношение изопреноиды/ алканы равно 1,7. В составе изопреноидов доминирует пристан (23,7%). Преобладание пристана и фитана над рядом элюирующимися *n*-алканами (*n*-C<sub>17</sub> и *n*-C<sub>18</sub>, соответственно) и высокое значение коэффициента *K*<sub>i</sub> (23,95) свидетельствует о воздействии биodeградации. В мастахской нефти, как и в русской, в довольно высоких концентрациях обнаружены адамантановые УВ (до 0,28 % на нефть). Анализ распределения адамантоидов в составе узких дистилятных фракций (пределы выкипания: 150-170 °С, 170-190 °С, 190-210 °С, 210-230 °С, 230-250 °С и 150-250 °С) показал, что наиболее обогащена адамантановыми УВ фракция с интервалом кипения 150-250 °С (4 % на фракцию, адамантан – 0,30 %, моно- – 1,20 %, ди- - 1,62 %, три- – 0,66 %, тетра – 0,22 %). Следует отметить, что распределение групп адамантанов и индивидуальных структур примерно такое же, что и в русской нефти. Так среди дизамещенных структур максимум распределения приходится на 1,3-диметиладамантан, а среди монозамещенных - на 1-метиладамантан. В составе диметиладамантанов *цис*-изомеры преобладают над *транс*-изомерами, а *цис*- и *транс*-триметиладамантаны находятся примерно в равных концентрациях.

Адамантановые УВ обычно не рассматривают в качестве УВ-биомаркеров, так как не синтезируются живыми организмами [Петров, 1984]. В органической геохимии адамантан и его гомологи применяются для генетической типизации высокосозревших нафтидов [5]. Кроме того, эти УВ устойчивы к микробиальному окислению и могут селективно накапливаться при биodeградации нефтей [8]. В настоящее время большой интерес к адамантану и его производным, которые получают в основном синтетическим путем, возрастает из-за их востребованности в фармакологии и различных отраслях нанотехнологий, включая получение прочных алмазоподобных пленок, сверхплотных реактивных топлив. Для синтеза адамантана широко используют метод Шлейера [2, 14]: димер циклопентадиена подвергают каталитическому гидрированию, после чего изомеризуют до адамантана в присутствии катализатора - кислоты Льюиса. Выход адамантана при таком синтезе обычно составляет 13-15 %. Единственным природным источником адамантана и его гомологов являются нефти и конденсаты, но при весьма низких содержаниях адамантаноидов в «ординарных» нефтях и конденсатах (тысячные и десятитысячные доли процента), экономическая эффективность получения их из природных объектов значительно уступает синтетическому производству. Как было показано выше и в уже опубликованных исследованиях, в нефти Русского месторождения содержание адамантаноидов может достигать 6 % и более 20 % на керосино-газойлевую фракцию, что делает ее

весьма привлекательным сырьем для производства сверхплотных реактивных топлив. Производные адамантанов и нафтен с короткой боковой цепью составляют основу фармацевтических препаратов и биологически активных веществ – стероидов, витамина Д, прогестерона и др. В нафтовых нефтях выявлено наличие физиологически активных микроэлементов, которые существенно влияют на механизм лечебного воздействия этих нефтей. Примером тому может служить известная нафтанская нефть. Кроме того, дистиллятные фракции таких нефтей, как русская и барсуковская, являются привлекательным сырьем для производства низкотемпературных дизельных топлив.

Работа выполнена при реализации программ фундаментальных исследований СО РАН и поддержке фонда Сибирского отделения РАН в рамках интеграционного проекта № 18.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Альперович Л.В., Курилов Я.П., Подшибякин В.Т., Токарев В.Д. Об особенностях геологического строения Русского месторождения // Нефть и газ Тюмени. Научно-тематический сборник. – 1970. – Вып. 7. – С. 4-7.
2. Багрий Е.И. Адамantanы: Получение, свойства, применение. – М.: Наука, 1989. 264 с.
3. Геология нефти и газа Западной Сибири / Под ред. А.Э. Конторовича, И.И. Нестерова, Ф.К. Салманова, В.С. Суркова, А.А. Трофимука, Ю.Г. Эрве. – М.: Наука, 1975. – 680 с.
4. Гончаров И.В. Геохимия нефтей Западной Сибири. – М.: Недра, 1987. – 181 с.
5. Гордадзе Г.Н. Геохимия углеводородов каркасного строения // Нефтехимия, 2008, т. 48, № 4, с. 243—255.
6. Иванова М.М., Гутман И.С., Титунин Е.П. Промыслово-геологические особенности Русского газонефтяного месторождения // Геология нефти и газа. – 1989. – № 8. – С. 15-19.
7. Каширцев В.А., Конторович А.Э., Сафронов А.Ф., Иванов В.Л. Природные битумы северо-востока Сибирской платформы (Российский сектор Арктики) // Геология и геофизика. – 2010. – Т. 51, № 1. – С. 93-105.
8. Каширцев В.А., Нестеров И.И., Меленевский В.Н., Фурсенко Е.А., Казаков М.О., Лавренов А.В. Биомаркеры и адамантан в нефтях из сеноманских отложений Западной Сибири // Геология и геофизика. – 2013. – Т. 54, № 8. – С. 1227-1235.
9. Нестеров И.И., Каширцев В.А., Меленевский В.Н. Адамantanы в нефтях сеноманских отложений Западной Сибири // Горные ведомости. – 2011. – № 5. – С. 82–88.
10. Певнева Г.С., Воронцовская Н.Г., Можайская М.В., Головкин А.К., Каширцев В.А. Особенности состава и свойств нафтовых нефтей Западной Сибири // Материалы 6-й Всероссийской научно-практической конференции "Добыча, подготовка, транспорт нефти и газа" 24-26 сентября 2013. – Томск, 2013. – П-1.
11. Петров Ал.А. Углеводороды нефти. – М.: Наука, 1984. – 263 с.
12. Русское газонефтяное месторождение // Горные ведомости. – 2005. – № 8. – С. 82-87.
13. Сафронов А.Ф., Сафронов Т.А. Геолого-экономические аспекты развития нефтегазового комплекса республики Саха (Якутия). – Якутск: Изд-во ЯНЦ СО РАН, 2008. 184 с.
14. Schleyer P. von R. A simple preparation of adamantane // J. Amer. Chem. Soc. – 1957. – V. 79, № 12. – P. 3292

© Е. А. Фурсенко, И. И. Нестеров, В. И. Меленевский А. К. Головкин,  
Г. С. Певнева, О. Н. Чалая, В. А. Каширцев, Н. П. Шевченко, 2014

## **СЕДИМЕНТОГЕНЕЗ И КОЛЛЕКТОРСКИЕ СВОЙСТВА ПАРФЕНОВСКОГО ПРОДУКТИВНОГО ГОРИЗОНТА ВЕНДА АНГАРО-ЛЕНСКОЙ СТУПЕНИ**

### ***Евгений Максимович Хабаров***

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, заведующий лабораторией седиментологии, тел. (383)333-37-14, e-mail: khabarovem@ipgg.sbras.ru

### ***Мария Михайловна Пушкарева***

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, младший научный сотрудник лаборатории седиментологии, тел. (383)333-23-03, e-mail: pushkarevamm@gmail.com

### ***Ирина Валерьевна Вараксина***

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории седиментологии, тел. (383)333-23-03, e-mail: varaksinaiv@ipgg.sbras.ru

На основе данных, полученных в результате глубокого бурения в центральной части Ангаро-Ленской ступени, проведено детальное седиментологическое изучение отложений парфеновского горизонта. Показано, что седиментация происходила в обстановках шельфа и проградирующей прибрежной аллювиальной системы. Выяснено, что коллекторские свойства контролировались как гранулометрией, так и первичным вещественным составом пород, а также постседиментационными процессами.

**Ключевые слова:** Сибирская платформа, венд, парфёновский горизонт.

## **THE SEDIMENTOGENESIS AND RESERVOIR PROPERTIES OF THE VENDIAN PRODUCTIVE PARFENOVSKY HORIZON OF THE ANGARA-LENA STAGE**

### ***Evgeniy M. Khabarov***

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, Ph. D. in Geology., associate professor, head of the Laboratory of sedimentology, tel. (383)333-37-14, e-mail: khabarovem@ipgg.sbras.ru

### ***Maria M. Pushkareva***

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, junior researcher, Laboratory of sedimentology, tel. (383)333-23-03, e-mail: pushkarevamm@gmail.com

### ***Irina V. Varaksina***

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, Ph. D. in Geology, senior researcher, Laboratory of sedimentology, tel. (383)333-23-03, e-mail: varaksinaiv@ipgg.sbras.ru

A detailed sedimentological study of Parfenovsky Horizon deposits performed on the basis of data obtained during deep drilling in the central part of the Angara-Lena stage. It is shown that sedimentation occurred in conditions of the shelf and advancing coastal alluvial system. The reservoir properties were controlled both with the particle size and primary material composition of rocks, and also with the postsedimentary processes.

**Key words:** Siberian Platform, Vendian, Parfenovsky Horizon.

В разрезе осадочного чехла Ангаро-Ленской ступени выделены три нефтегазоносных комплекса (НГК): вендский терригенный, вендско-нижнекембрийский карбонатный и нижнекембрийский галогенно-карбонатный [1-3]. Парфеновский продуктивный горизонт, который занимает самую верхнюю часть разреза терригенного венда, представляет особый интерес, поскольку с ним связаны промышленные притоки газа на ряде месторождений. Реконструкция обстановок седиментации базировалась на анализе типов отложений со своими специфическими вещественно-структурно-морфологическими характеристиками, определяющими параметры и механизм седиментации, и их разноранговых последовательностей. Детальное седиментологическое изучение керна сопровождалось анализом данных ГИС, в первую очередь кривых ГК.

Парфеновский горизонт, мощностью около 60 м, сложен в основном песчаниками с прослоями гравелитов, алевролитов и аргиллитов. На западе породы в целом более крупнозернистые. В юго-восточном направлении наблюдается общее уменьшение размерности зерен, которая далее на восток в разрезах Ковыктинского месторождения вновь возрастает [4]. По литологическим данным и результатам ГИС в большинстве разрезов горизонт имеет двучленное строение [5].

Для нижней части характерно разнопорядковое переслаивание в разной степени алевроитистых аргиллитов, алевролитов, а также более редких алевропесчаников и песчаников, роль которых возрастает вверх по разрезу. Верхняя часть горизонта на западе сложена, главным образом, песчаниками разнотернистыми, прослоями гравелитистыми, плохо и средне сортированными. В восточных разрезах преобладают средне-мелкозернистые песчаные фракции. Отмечаются прослои алевро-аргиллитов. В большинстве скважин доминируют песчаники полевошпат-литито-кварцевые, количество кварца в которых колеблется от 40 до 80%, а соотношения двух других компонентов (обломков полевых шпатов и литокластов) сильно варьирует (полевые шпаты от 5% до 10%, литокласты от 10% до 40%). На северо-востоке развиты в основном кварцевые песчаники. Для всех песчаников характерны различные по составу цементы: поро-во-пленочный хлорит-гидрослюдистый, кварцевый регенерационный и пойкилитовый доломитовый.

Основные источники осадочного материала находились на западе, северо-западе, юго-западе и юго-востоке. Определенную роль в поставке материала играли и локальные внутрибассейновые поднятия. В целом в бассейн поступал очень разнородный материал, поскольку размыву подвергались как осадочные, вулканогенно-осадочные и интрузивные рифейские комплексы, так и архей-

нижнепротерозойские существенно метаморфизованные образования интракратонного и окраинно-кратонного генезиса. Эта разнородность осадочного материала хорошо фиксируется геохимическими параметрами.

В развитии бассейна в парфеновское время устанавливаются 4 этапа: раннепарфеновский 1, раннепарфеновский 2, позднепарфеновский 1 и позднепарфеновский 2.

В предпарфеновское время в центральной части Ангара-Ленской ступени преобладали обстановки среднего шельфа с илистой седиментацией. Мелководные морские и континентальные обстановки фиксируются по периферии кратона, а местами русловые обстановки преобладали и в более удаленных от источника сноса зонах. В это время хорошо проявила себя система русел с переносом материала с северо-запада (Седановские, Кутурминские, Братские скважины).

В раннепарфеновское время проградация прибрежных баровых и прибрежных аллювиальных систем резко ускорилась, причем она фиксируется как с запада-северо-запада, так и с востока. В центральной части Ангара-Ленской ступени в направлении с запада на восток наблюдается смена отложений приливно-отливной равнины с многочисленными мелкими приливно-отливными каналами отложениями мелкого-среднего шельфа (залива) с доминированием глинистой седиментации. Далее фиксируется постепенное выдвижение баровых систем, которые выше по разрезу сменяются приливно-отливными илистыми равнинами (или мелководным заливом) и русловыми обстановками с влиянием приливно-отливных течений. Юго-восточнее в это время седиментация происходила, по-видимому, в пределах среднего (частично изолированного?) шельфа с преимущественно глинистой седиментацией с периодическими взбросами алевро-песчаного материала во время штормов и лишь несколько позднее выдвинулся бар, переработанный приливно-отливными руслами. Восточнее, на территории Ковыктинского месторождения, по данным [6], отложения накапливались в речных и дельтовых условиях, которые периодически сменялись прибрежными и приливно-отливными обстановками.

Верхняя часть парфеновского горизонта фиксирует кульминацию проградации аллювиальных и аллювиально-дельтовых (дельты морфологически слабо выражены) комплексов в центральную часть бассейна. На левобережье р. Ангары реконструируется прибрежная аллювиальная равнина с преобладанием русловых комплексов. В верхней части разреза отмечается влияние приливно-отливных течений на седиментацию в руслах. Восточнее осадконакопление происходило, по-видимому, в русловых обстановках с влиянием приливно-отливных течений или формировались системы бар-русло, поскольку в некоторых разрезах на этом уровне отмечаются отложения устьевых баров, переработанных приливно-отливными протоками, а также аллювиальные русловые образования, подверженные влиянию приливно-отливных течений. Стоит отметить, что юго-восточнее в это время осадки формировали баровые системы, переработанные приливно-отливными протоками глубиной до 1,8 м. Реже реконструируются дельтовые русла с влиянием приливно-отливных течений. Перио-

дически происходило отмирание питающих каналов и преимущественно глинистые осадки накапливались в мелководных заливах и/или на приливно-отливных равнинах с мелкими приливно-отливными промоинами.

В позднепарфеновское время хорошо проявила себя аллювиальная система (скв. Усть-Кадинская 162, Добчурская 159), которая поставляла осадочный материал с запада в центральную часть бассейна, где происходило его перераспределение при активном влиянии бассейновых процессов. Сохранила свою активность Седановско-Братская аллювиальная система, однако в ней, наряду с крупными руслами, были широко развиты пойменные обстановки или территории с многочисленными мелкими руслами.

В самом конце парфеновского времени наблюдается существенное снижение активности источников сноса и уменьшения объема материала поступавшего в бассейн. Это событие привело к восстановлению морского и прибрежно-морского режима в его пределах и более интенсивной переработке кластического материала, а также способствовало началу карбонатной и глинисто-карбонатной седиментации в мелководных заливах с бескислородными условиями, а затем — в пределах приливно-отливных и надприливных равнин.

Таким образом, накопление парфеновского горизонта происходило в разнообразных обстановках от среднеглубокого шельфа с преимущественно глинистой седиментацией до аллювиальных равнин. В раннепарфеновское время наблюдаются латеральные переходы от преимущественно песчаных отложений аллювиальных комплексов на Братском и Ковыктинском выступах к морским алевроито-глинистым образованиям прибрежной мелководно-морской зоны центральной части Ангара-Ленской ступени. Позднее фиксируется общая проградация аллювиальных систем в центральную часть бассейна. Затем интенсивность привноса материала снизилась и силикокластическая седиментация постепенно сменилась глинисто-карбонатно-эвапоритовой.

На основе имеющихся данных был проведен анализ вариаций значений пористости в разрезах парфеновского горизонта. Интервалы, где породы имеют значения пористости свыше 15 %, отмечаются только на западе территории и приурочены к наиболее крупнозернистым полевошпат-литито-кварцевым русловым песчаникам с обильным хлорит-гидрослюдистым цементом. Интервалы, в которых пористость пород изменяется в пределах 10 – 15% встречаются в русловых отложениях восточных и западных разрезов, где связаны со среднекрупнозернистыми полевошпат-литито-кварцевыми песчаниками, отличающихся от аналогичных высокопористых пород меньшим количеством лититовых обломков и цемента. Наиболее широко распространены песчаники с пористостью от 5 до 10%, накопление которых проходило преимущественно в русловых обстановках. Породы, как правило, плохо сортированные. Интервалы с пористостью пород менее 5% приурочены к глинисто-песчаным отложениям приливно-отливных равнин и баров, переработанных приливно-отливными течениями. В целом, наблюдается снижение пористости пород с запада на юго-восток.

Сходные тенденции отмечаются и при распределении проницаемости в разрезах [7]. Если суммировать результаты связей между петрографическими типами пород и их пористостью и проницаемостью, то выясняется следующее. Пористость и проницаемость пород контролировались не только размерностью и степенью сортировки песчаников, но и их составом. Наиболее высокими значениями пористости и проницаемости обладают русловые песчаники с высоким содержанием лититовой компоненты и хлоритовым цементом. Морские баровые песчаники с потенциально высокой седиментационной пористостью в связи с массовым развитием кварцевого регенерационного и карбонатного пойкилитового цементов имеют низкие фильтрационно-емкостные характеристики.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Конторович А.Э., Мельников Н.В., Старосельцев В.С. Нефтегазоносные провинции и области Сибирской платформы // Геология и нефтегазоносность Сибирской платформы. – Новосибирск. – 1975. – С. 4-21.
2. Мельников Н.В. Венд-кембрийский соленосный бассейн Сибирской платформы – Новосибирск: Изд. СО РАН. – 2009. – 146 с.
3. Нефтегазоносные бассейны и регионы Сибири (Иркутский бассейн) / Под редакцией А.Э. Конторовича – Новосибирск. – 1995. – 59 с.
4. Рыбьяков Б.Л., Сепаненко Г.Ф., Топешко В.А., Чернова Л.С. Перспективы нефтегазоносности венд-кембрийских отложений южной части Сибирской платформы // Методика разведки и условия формирования нефтегазоносных отложений Сибирской платформы: сб. научн. Тр. СНИИГГиМС. – Новосибирск. – 1991. – С. 3-10.
5. Вараксина И.В., Хабаров Е.М., Пушкарева М.М. Седиментогенез и постседиментационные изменения пород парфеновского горизонта венда центральной части Ангара-Ленской ступени // VI Всероссийское литологическое совещание «Концептуальные проблемы литологических исследований в России»: сб. материалов. - Казань. – 2011. – Том I. – С. 167-169.
6. Чернова Л.С., Фомин А.М., Потлова М.М. и др. Литология и условия формирования парфеновского горизонта Ковыктинского газоносного месторождения // Методика разведки и условия формирования нефтегазоносных отложений Сибирской платформы – Новосибирск: СНИИГГиМС. – 1991. – С. 49-55.
7. Хабаров Е.М., Вараксина И.В., Кротова М.М. и др. Литолого-петрофизическая характеристика парфеновского горизонта венда центральной части Ангара-Ленской ступени // ГЕО-Сибирь-2009. V Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 20–24 апреля 2009 г.). – Новосибирск: СГГА, 2009. Т. 2, ч. – С. 103-107.

© Е. М. Хабаров, М. М. Пушкарёва, И. В. Вараксина, 2014

## **ОСОБЕННОСТИ ФАЦИАЛЬНОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ СООБЩЕСТВ ФОРАМИНИФЕР РАННЕГО МЕЛА (БЕРРИАС – ГОТЕРИВ) ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ УСТЬ-ЕНИСЕЙСКОГО БАСЕЙНА (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)**

*Светлана Николаевна Хафаева*

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, младший научный сотрудник лаборатории микропалеонтологии, тел. (383)335-64-28, e-mail: khafaevasn@ipgg.sbras.ru

В итоге микропалеонтологического анализа нижнемеловых отложений юго-восточной части Усть-Енисейского района уточнен таксономический состав фораминифер изученного интервала. Реконструированы сообщества микробентоса верхов берриаса, валанжина и низов готерива, выявлена последовательность биономических зон.

**Ключевые слова:** фораминиферы, сообщества, ассоциации, берриас, валанжин, готерив, Усть-Енисейский район.

## **PECULIARITIES OF FORAMINIFERAL COMMUNITIES OF THE EARLY CRETACEOUS (BERRIASIAN – HAUTERIVIAN) OF SOUTH-EAST PART OF UST-YENISEI BASIN (WEST SIBERIA)**

*Svetlana N. Khafaeva*

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, junior research scientist, Laboratory of the Micropaleontology, tel. (383)335-64-22, e-mail: khafaevasn@ipgg.sbras.ru

Micropaleontologic analysis of Early Cretaceous deposits of South-east part of Ust'-Yenisei region results in the revision of foraminifer taxonomical composition. Microbenthos communities of the Upper Berriasian, Valanginian and Lower Hauterivian are reconstructed, and the succession bionomical zones are revealed.

**Key words:** foraminifers, communities, Berriasian, Valanginian, Hauterivian, Ust'-Yenisei region.

В последнее время фораминиферы с успехом применяются при биофациальных, палеоэкологических исследованиях и палеогеографических реконструкциях нефтегазоносных бассейнов мезозоя [1]. Распределение фораминифер, их таксономический состав и структура ассоциаций существенно зависят от многих абиотических факторов, колебание каждого из них вызывает ответные изменения в составе сообществ [2, 3, 4]. Изучение закономерностей биономической дифференциации ассоциаций микробентоса является важным аспектом при решении задач межрегиональной корреляции разнофациальных отложений, а также для корректных палеогеографических построений.

В настоящей работе выполнены палеогеографические построения на основе катенного анализа сообществ фораминифер. Для восстановления катен микробентоса раннемелового бассейна юго-восточной части Усть-Енисейского

района Западной Сибири изучались последовательности сообществ в разрезах нижнего мела Северо-Вологочанской и Вологочанской площадей (рис. 1).

Материалом для исследований послужила коллекция нижнемеловых фораминифер, полученная автором в результате обработки образцов из нижнемеловых отложений, вскрытых скважинами северо-восточной части Западной Сибири: Северо-Вологачанская-18, Северо-Вологачанская-16, Северо-Вологочанская-23 и Вологочанская-23 (сборы Б.Л. Никитенко, Л.А. Глинских, 2001) (рис. 1).

При изучении комплексов раннемеловых фораминифер особое внимание уделялось количественной оценке частоты встречаемости каждого рода, при этом использовалась семибальная шкала [5], с последующим пересчетом их процентного соотношения. Устанавливались доминирующие роды и анализировались гистограммы таксономического разнообразия для отдельных временных срезов. Изучались рекуррентные смены ассоциаций по ориктоценозам в конкретных разрезах и сравнивались синхронные территориально разобщенные ориктоценозы из разнофациальных разрезов. Это позволило выявить определенные типы ископаемых сообществ.

Северо-Вологочанская, Вологочанская площади, согласно районированию нижнемеловых отложений Западной Сибири [6], расположены в юго-восточной части Малохетского подрайона (Усть-Енисейский район). На изученной территории морские нижнемеловые толщи представлены нижнехетской и суходудинской свитами. Нижнехетская свита сложена глинистыми алевроитами с маломощным прослоем песчаных алевроитов в средней части. Суходудинская свита представлена алевроито-песчаными, алеритово-глинистыми, песчаными отложениями, чередующимися между собой в сложном сочетании (рис. 1).

В берриасский век морской бассейн занимал большую часть Западной Сибири [7, 8, 9].

На момент формирования позднеберриасских глинисто-алевритистых отложений в районе расположения скв. Северо-Вологочанская-18 была распространена ассоциация фораминифер *Ammodiscus*-*Ammobaculites*-*Trochammina*. В сообществах многочисленны *Ammodiscus*, *Ammobaculites*, *Bulbobaculites*, *Trochammina*. Таксономическое разнообразие в ассоциациях менялось от 6 до 9 родов. Известковистые фораминиферы малочисленны, характеризовались разнообразием форм: *Lenticulina*, *Marginulina*, *Astacolus*, *Marginulinopsis*, *Globulina*, в некоторых случаях *Dentalina*. Такие ассоциации характерны для зон умеренных глубин, относительно приближенных к берегу (биономическая зона IIб) (рис. 1).

В раннем валанжине на фоне продолжающейся регрессии Западно-Сибирского бассейна [7, 8, 9] Усть-Енисейский район характеризуется периодом относительно частой сменой профиля дна, что ведет к чередованию нескольких типов сообществ микробентоса с разными доминантами и субдоминантами.

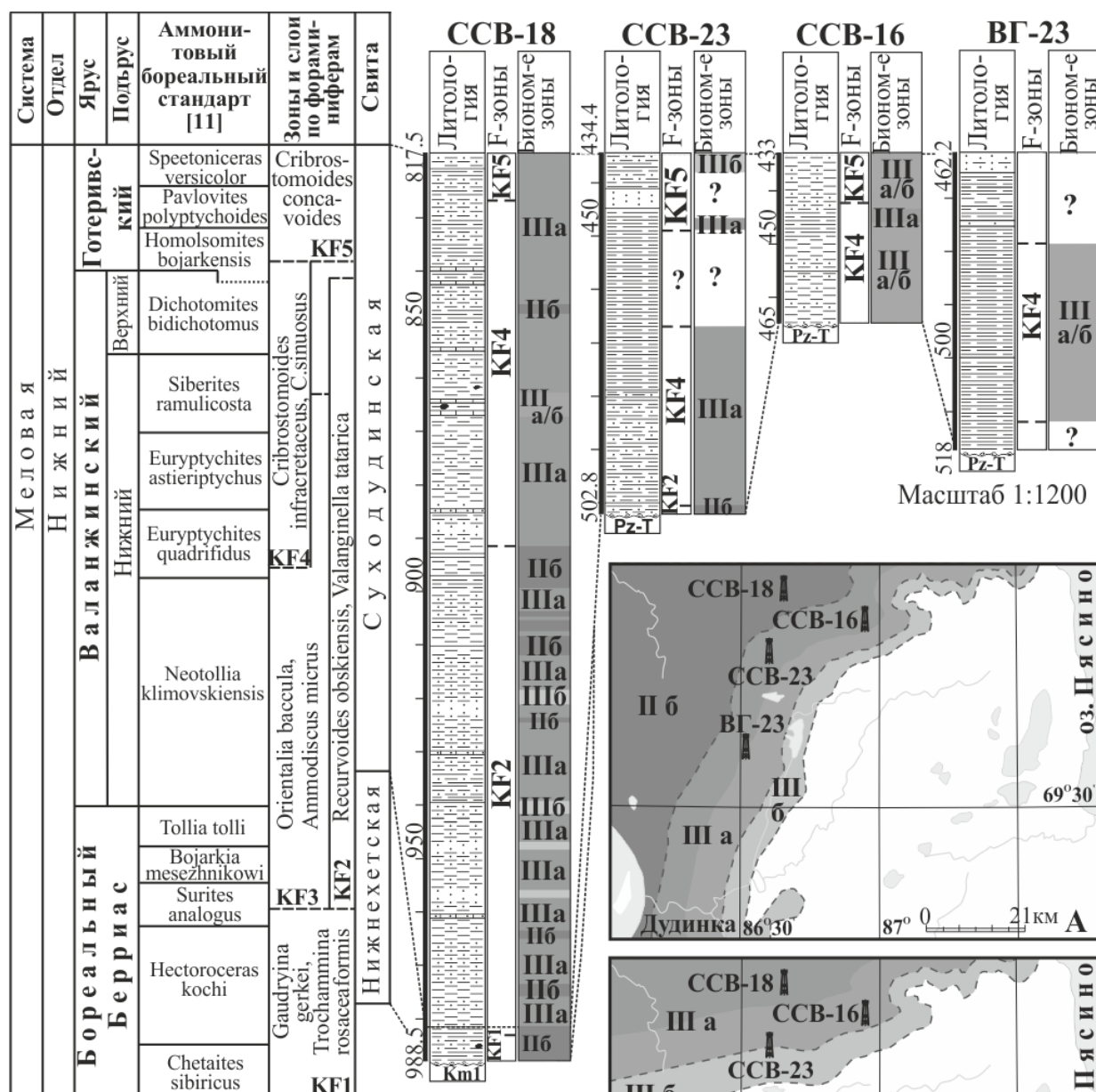


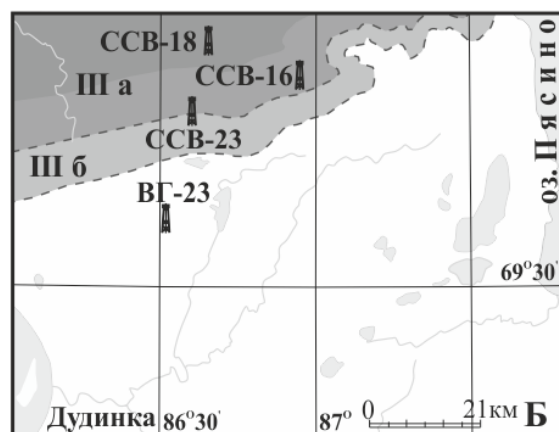
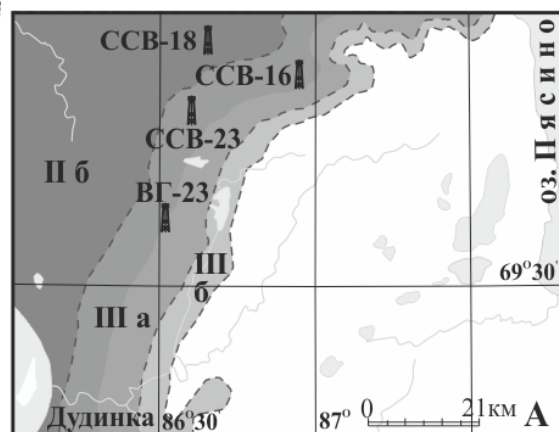
**Рис. 1. Литологическая, биостратиграфическая и биофациальная характеристика бореального берриаса - низов готерива скважин Северо-Вологодчанской и Вологодчанской площадей:**  
**ССВ-18 - Северо-Вологодчанская-18**  
**ССВ-23 - Северо-Вологодчанская-23**  
**ССВ-16 - Северо-Вологодчанская-16**  
**ВГ-23 - Вологодчанская-23.**

Биономические зоны сублиторали [Шурыгин, 2005; Никитенко, 2009]:  
 верхняя сублитораль:

- IIIб** мелководье, относительно приближенное к берегу
- IIIa/б** средняя часть зоны мелководья
- IIIa** мелководье, относительно удаленное от берега

средняя сублитораль:

- IIб** умеренно глубоководные районы, относительно приближенные к берегу



Северо-Вологодчанская и Вологодчанская площади:

- А конец бореального берриаса - первая половина валанжина
- Б вторая половина валанжина - начало готерива

В прибрежно-мелководной зоне моря на песчаных грунтах, вероятно, с нестабильным солевым режимом изобильны практически моновидовые ассоциации эврибионтных агглютинирующих фораминифер рода *Ammodiscus* (биономическая зона IIIб) (скв. Северо-Вологодчанская-18) (рис. 1).

В более удаленной от берега прибрежно-мелководной зоне моря с алевритистыми, песчано-алевритистыми грунтами сообщества фораминифер *Ammodiscus-Cribr stomoides* (биономическая зона IIIа) (рис. 1) были разнообразнее, состоящими из 3-5 родов. Здесь преобладали агглютинирующие фораминиферы *Ammodiscus*, относительно многочисленными были представители рода *Cribr stomoides*, известковистых форм *Lenticulina*, *Marginulina*, в небольших количествах встречались *Recurvoides*, *Bulbobaculites* (скв. Северово-Вологодчанская-18, 23, 16, Вологодчанская-23).

Наиболее разнообразные сообщества фораминифер (8-13) выявлены в умеренно-глубоководной, приближенной к берегу зоне моря. Сообщества, обитавшие на алевритистых, алевритисто-глинистых грунтах представлены ассоциацией *Cribr stomoides-Valanginella-Lenticulina* (биономическая зона IIб) (рис. 1). Доминантами являлись *Valanginella*, *Lenticulina*, *Cribr stomoides*. Значительную долю в сообществах играли *Dentalina*, *Pseudonodosaria*, *Marginulina*, *Astacolus*, *Saracenaria*, *Planularia*, *Epistomina*, *Ammodiscus*. Остальные формы *Ammobaculites*, *Globulina* присутствовали спорадически (скв. Северово-Вологодчанская-18, 23).

Во второй половине валанжина – начале готерива на фоне продолжающейся регрессии морского бассейна [7, 9] в Усть-Енисейском районе были развиты наиболее мелководные обстановки.

В прибрежных зонах с нестабильным солевым режимом и активной гидродинамикой изобильны практически моновидовые сообщества представителей эврибионтных *Glomospirella* (биономическая зона IIIб) (скв. Северо-Вологодчанская-23) (рис. 1).

В мелководной, удаленной от берега зоне моря на алевритистых, алевритисто-песчанистых грунтах на более мелководных участках обитали моновидовые ассоциации агглютинирующих фораминифер *Cribr stomoides* (биономическая зона IIIб/а) (рис. 1). С увеличением глубины и удалением от палеоберега таксономическое разнообразие микробентоса постепенно возрастало. Здесь было распространено сообщество *Cribr stomoides-Recurvoides* (биономическая зона IIIа), в котором роль *Cribr stomoides* снижалась и нарастало представительство родов *Recurvoides* и известковистых *Lenticulina* (скв. Северо-Вологодчанская-18, 23, 16, Вологодчанская-23).

В умеренно-глубоководной, относительно приближенной к берегу зоне моря в алевритово-глинистой толще обитали довольно разнообразные сообщества микробентоса *Cribr stomoides-Ammodiscus-Hyperammia* (биономическая зона IIб) (рис. 1), состоящие из представителей 5-6 родов. Здесь доминировали представители агглютинирующих фораминифер *Cribr stomoides*, субдоминантами являлись *Ammodiscus*, *Hyperammia*, *Lenticulina*. В небольшом количестве присутствовали *Recurvoides*, *Ammobaculites*, *Globulina*, *Marginulina* и др.

Общий систематический состав фораминифер свидетельствует, что в течение берриаса, валанжина и нижней части готерива на территории юго-восточной части Усть-Енисейского района существовал относительно мелководный морской бассейн. В берриасе – первой половине валанжина на изученной территории отмечается относительно частое чередование сообществ микробентоса разных биономических зон, что, вероятно, связано с периодически меняющимся рельефом дна бассейна. К началу готерива, по мере развития регрессии, ассоциации фораминифер становятся относительно стабильными, что, вероятно обусловлено развитием относительно широкой зоны мелководья.

Работа выполнена по программам Президиума РАН № 23 и № 28 и при финансовой поддержке РФФИ (проект № 12-05-00453).

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Никитенко Б.Л. Стратиграфия, палеобиогеография и биофации юры Сибири по микрофауне (фораминиферы и остракоды). - Новосибирск: Параллель. - 2009. - 680 с.
2. К вопросу экологии мезозойских фораминифер Западно-Сибирской равнины / Киприянова Ф.В., Белоусова Н.А., Богомякова Е.Д., Тылкина К.Ф., Комисаренко В.К., Киселева О.Т., Рылькова Г.Е., Таначева М.И. // Образ жизни и закономерности расселения современной и ископаемой микрофауны. – М.: Наука. - 1975. - С. 157-165.
3. Киприянова Ф.В., Лебедев А.И. Влияние абиотических факторов на организм и состав бентосных биоценозов (по литературным данным) // Экология юрской и меловой фауны Западно-Сибирской равнины. - Тюмень, 1981 (Труды ЗапСибНИГНИ, вып. 163). - С. 14-23.
4. Саидова Х.М. Бентосные фораминиферы Мирового океана (зональность и количественное распределение). – М.: Наука. - 1976. - 160 с.
5. Опорный разрез верхнеюрских отложений бассейна р. Хеты (Хатангская впадина). – Л.: Наука. - 1969. - 207 с.
6. Решение 5-го Межведомственного регионального стратиграфического совещания по мезозойским отложениям Западно-Сибирской равнины. Тюмень, 1990. - Тюмень: ЗапСибНИГНИ. - 1991. - 54 с.
7. Булынникова С.П. Фораминиферы нефтегазоносных отложений неокома Западно-Сибирской равнины. - Москва: Недра. - 1973 (Труды СНИИГГИМС, вып. 153). - 129 с.
8. Граница юры и мела и берриасский ярус в бореальном поясе. - Новосибирск: Наука. - 1972. - 372 с.
9. Палеобиофации нефтегазоносных волжских и неомских отложений Западно-Сибирской плиты. – М.: Недра. - 1978. (Труды СНИИГГИМС, вып. 248). - 87 с.
10. Стратиграфия юры и мела Анабарского района (арктическая Сибирь, побережье моря Лаптевых) и Бореальный зональный стандарт / Никитенко Б.Л., Шурыгин Б.Н., Князев В.Г., Меледина С.В., Дзюба О.С., Пещевицкая Е.Б., Лебедева Н.К., Глинских Л.А., Хафаева С.Н., Горячева А.А. // Геология и геофизика. - 2013. - Т. 54, № 8. - С. 1047-1082.

© С. Н. Хафаева, 2014

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОМПЛЕКСОВ ФОРАМИНИФЕР ВЕРХНЕГО БАТА – ВАЛАНЖИНА ЮГА УСТЬ-ЕНИСЕЙСКОГО И ЯМАЛЬСКОГО РАЙОНОВ**

***Светлана Николаевна Хафаева***

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, младший научный сотрудник лаборатории микропалеонтологии, тел. (383)335-64-28, e-mail: khafaevasn@ipgg.sbras.ru

***Лариса Александровна Глинских***

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории микропалеонтологии, тел. (383)335-64-28, e-mail: GlinskihLA@ipgg.sbras.ru

***Борис Леонидович Никитенко***

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, доктор геолого-минералогических наук, заведующей лабораторией микропалеонтологии, тел. (383)335-64-28, e-mail: NikitenkoBL@ipgg.sbras.ru

Микропалеонтологический анализ верхнебатских – нижневаланжинских отложений Ямальского и Усть-Енисейского районов Западной Сибири позволил провести детальное биостратиграфическое расчленение и корреляцию изученных разрезов, уточнить характерные зональные комплексы.

**Ключевые слова:** фораминиферы, бат, келловей, оксфорд, кимеридж, бореальный берриас, валанжин, Ямальский и Усть-Енисейский районы.

## **THE COMPARATIVE ANALYSIS OF THE UPPER BATHONIAN – VALANGINIAN FORAMINIFERAL ASSEMBLAGES OF THE SOUTH UST-YENISEI AND YAMAL REGIONS**

***Svetlana N. Khafaeva***

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptyug av., 3, junior research scientist, Laboratory of the Micropaleontology, tel. (383)335-64-22, e-mail: khafaevasn@ipgg.sbras.ru

***Larisa A. Glinskih***

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptyug av., 3, Ph. D. in Geology, senior research scientist, Laboratory of the Micropaleontology, tel. (383)335-64-28, e-mail: GlinskihLA@ipgg.sbras.ru

***Boris L. Nikitenko***

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptyug av., 3, Ph. D. in Geology, Dr. Sci., Head of Laboratory of the Micropaleontology, tel. (383)335-64-28, e-mail: NikitenkoBL@ipgg.sbras.ru

The micropaleontological analysis of Upper Bathonian – Valanginian deposits of the Ust-Yenisei and Yamal regions of West Siberia allowed a detailed biostratigraphic subdivision and correlation of the studied sections, a revision of specific zone assemblages.

**Key words:** foraminifers, Bathonian, Callovian, Oxfordian, Kimmeridgian, boreal Berriasian, Valanginian, Ust-Yenisei and Yamalregions.

Арктические и субарктические территории Западной Сибири всегда представляли интерес для разработки детальной стратиграфии. На этих территориях в юрское и меловое время практически постоянно существовал морской режим, и здесь широко распространены терригенные отложения, охарактеризованные макро- и микрофауной, палиноморфами.

Материалом для исследований послужили коллекции фораминифер, полученные в результате обработки образцов из верхнего бата – валанжина эталонных разрезов Усть-Енисейского (скважины Медвежья-316, Северо-Вологодчанская-18) и Ямальского (скважины Новопортовская-137, Арктическая-16) районов. Микропалеонтологический анализ выявил богатые комплексы фораминифер верхов бата – валанжина в Усть-Енисейском районе, верхов бата – нижнего оксфорда, средней волги – нижней части берриаса в Ямальском районе, что в итоге позволило обеспечить дробное биостратиграфическое расчленение изученных разрезов, уточнить характерные зональные комплексы, провести корреляцию удаленных разрезов, относящихся к разным структурно-фациальным районам.

В Ямальском районе отложения верхнего бата – валанжина представлены глинами аргиллитоподобными с прослоями битуминозных аргиллитов в верхней части нижневолжского подъяруса – низах берриаса, редкими прослоями глинистых алевролитов, алевролитов в меловой части разреза. В Усть-Енисейском районе разрез верхнего бата – валанжина характеризуется сложным чередованием глин, аргиллитов с алевролитами глинистыми, алевролитами, песчаниками, с увеличением доли песчанистого материала вверх по разрезу [1, 2].

В Усть-Енисейском районе из аргиллитов точинской свиты (скв. Медвежья-316, интервал 2057.2-2079.2 м) выявлены многочисленные *Trochamminarostovzevi*, *Recurvoidesscherkalyensis*, более редки *Dorothiainsperata*, *Haplophragmoidesmagnus*, *Kutsevellamemorabilis*, *Lenticulina subinvolvens*, *Astacolus* sp., *Globulina* ex gr. *oolithica*, *Pseudonodosariabrandi*, *Geinitzinitapraenodulosa*, *Ichtyolariaantiqua*, позволяющие обособить зону *Dorothiainsperata*, *Trochamminarostovzevi* JF25 (верхи верхнего бата – келловей) (рис. 1).

Комплекс фораминифер зоны *Dorothia insperata*, *Trochammina rostovzevi* JF25 также прослежен в Ямальском районе, в аргиллитах даниловской свиты (скв. Новопортовская-137, интервал 2033-2035 м) (рис. 1). В ассоциациях определены *Saccamminacompacta*, *Ammodiscus* ex gr. *arangastachiensis*, *Glomospira* ex gr. *gordialis*, *Reophax* sp., *Haplophragmoidesmagnus*, *Recurvoidesscherkalyensis*, *R. singularis*, *Ammobaculites* ex gr. *subgracilis*, *Kutsevel-la memorabilis*, *Trochamminarostovzevi*, *Dorothiainsperata*, *Lenticulina* ex gr. *narykaryensis*, *Saracenellajuganica*, *Dentalina* sp., *Eoguttulina* sp.



Установленные комплексы имеют сходный состав и представлены как агглютинирующими, так и известковистыми формами. Доминантами являются *Trochammina rostovzevi*, *Recurvoides scherkalyensis*.

Комплексы фораминифер, типичные для слоев с *Dorothia insperata*, *Eomarssonella paraconica* JF33 (верхняя часть верхнего келловоя - ? основание нижнего оксфорда), в Усть-Енисейском районе выявлены в верхней части разреза точинской свиты (скв. Медвежья-316, верхи интервала 2069.5-2079.2 м - низы 2057.2-2069.5 м) (рис. 1). В сообществах найдены *Trochamminarostovzevi*, *Recurvoides scherkalyensis*, *Lenticulina subinvolveris*, *L. subpolonica*, *Planulariasp.*, *Saracenariacarzevae*, *Astacolusnobilissima*, *Marginulinopsissuprajurensis*, *Pseudonodosaria brandi*, *Geinitzinitapraenodulosa*, *Anmarginulinasuprajurensis*, *Globulina ex gr. oolithica*, *Pseudolamarckinarjasanensis* и др.

В Ямальском районе, комплекс фораминифер, характерный для слоев с *Dorothia insperata*, *Eomarssonella paraconica* JF33, установлен в аргиллитах даниловской свиты (в скв. Новопортовская-137, интервал 2027-2027.5 м) (рис. 1). Встречены *Recurvoidesscherkalyensis*, *R. singularis*, *Trochamminarostovzevi*, *Dorothiainsperata*, *Eomarssonella paraconica*, *Saracenellajuganica*. В выявленном комплексе преобладают агглютинированные формы, тогда как, в одновозрастном комплексе Усть-Енисейского района, многочисленны и разнообразны известковистые.

В аргиллитах и алевролитах верхней части сиговской и яновстанской свит Усть-Енисейского района (скв. Медвежья-316) определены комплексы фораминифер зон *Harporhagmoides?* *Canuiformis* JF40 (верхи верхнего оксфорда – низы нижнего кимериджа), *Pseudolamarckinalopsiensis* JF41 (верхи нижнего – верхний кимеридж) и слоев с *Dorothiatortuosa* JF51 (верхняя часть средневожского подъяруса) (рис. 1) [4].

В Ямальском районе в аргиллитах ахской свиты (скв. Арктическая-16, интервал 3030 – 3032.2 м) найдены многочисленные *Glomospirella exgr. gaultina*, *Evolutinellaemeljanzevi*, редкие *Trochamminamisinovi*, *Ammodiscusveteranus*, характерные для зоны *Ammodiscusveteranus*, *Evolutinellaemeljanzevi* JF52 (верхи средневожского подъяруса – низы бореального берриаса) (рис. 1).

В Усть-Енисейском районе в нижней части нижнехетской свиты (скв. Северо-Вологочанская-18, интервал 988.5–983.6 м) найдены *Saccaminacallosa*, *Ammodiscusmicrus*, *A.veteranus*, *Recurvoidesobskiensis*, *Ammobaculitesgerkei*, *Bulbobaculitesscabrum*, *Kutsevellapraegoodlandensis*, *Trochamminarosaceaformis*, *Marginulinaglabroides*, *Marginulinopsisrobusta*, характерные для зоны *Gaudryinagerkei*, *Trochamminarosaceaformis* KF1 (средняя часть бореального берриаса) (рис. 1).

Комплекс фораминифер, характерный для зоны *Gaudryinagerkei*, *Trochamminarosaceaformis* KF1, также выявлен в Ямальском районе в нижней части ахской свиты (скв. Арктическая-16, интервал 3028-3030 м) (рис. 1). Установленный комплекс более бедный в таксономическом отношении, по сравнению с одновозрастным из Усть-Енисейского района, и представлен только агглютинирующими фораминиферами. В ассоциации встречены немногочисленные

*Hyperamminaaptica*, *Ammodiscusmicrus*, *Glomospirellaexgr. gaultina*, *Evolutinellaemeljanzevi*, *Trochamminaanabarensis*, *Gaudryinagerkei*.

В кровле нижнехетской и нижней половине суходудинской свит в Усть-Енисейском районе (скв. Северо-Вологодчанская-18, интервал 983.6 – 890 м) встречены таксономически более разнообразные комплексы фораминифер. В ассоциациях преобладают известковистый микробентос: *Lenticulinapseudoarctica*, *L. novella*, *L. gigantella*, *Marginulinastriatocostata*, *M. zaspelovae*, *Marginulinopsisparallelaeformis*, *Citharinellafolioformis*, *Saracenaria* sp., *Epistominanordvica*, *Valanginellatatarica* и другие. Из агглютинирующих форм встречены *Ammodiscusmicrus*, *A. sp.*, *Glomospirellaexgr. gaultina*, *Recurvoidesobskensis*, *Bulbobaculitesscabrum*, *Cribrostomoidesvolubilis*, *C. infracretaceous*, *Trochamminaanabarensis* и др. Данный комплекс характерен для верхней части бореального берриаса – нижней части валанжина, зона *Valanginellatatarica*, *Recurvoidesobskensis* KF2 (рис. 1).

Синхронные комплексы фораминифер, встреченные в скв. Медвежья-316 (интервал 1830-1758.5 м) относительно немногочисленные и обедненные *Ammodiscusmicrus*, *Trochamminaexgr. anabarensis*, *Trochammina* sp., *Cribrostomoidesinfracretaceous*, *Recurvoidesobskensis*, *Lenticulinapseudoarctica*, *L. gigantella*, *Marginulinazaspelovae*, *Globulinapraelacrima* и др. Характерны для слоев с *Orientaliabaccula*, *Ammodiscusmicrus* KF3 (верхи бореального берриаса – нижняя половина нижнего валанжина) (рис. 1).

Установленные комплексы показывают, что в целом для Усть-Енисейского района характерны более богатые и разнообразные сообщества фораминифер. Последовательности ассоциаций фораминифер хорошо выдержаны на данной территории и могут быть использованы для корреляции разнофациальных зон.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант №13-05-00423) и Программы РАН № 23.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Решение 5-го Межведомственного регионального стратиграфического совещания по мезозойским отложениям Западно-Сибирской равнины. – Тюмень, 1990. - Тюмень: ЗапСибНИГНИ. - 1991. - 54 с.
2. Решение 6-го Межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири (Новосибирск, 2003 г.). - Новосибирск: СНИИГГиМС. - 2004. - 114 с.
3. Стратиграфия юры и мела Анабарского района (арктическая Сибирь, побережье моря Лаптевых) и Бореальный зональный стандарт / Никитенко Б.Л., Шурыгин Б.Н., Князев В.Г., Меледина С.В., Дзюба О.С., Пещевицкая Е.Б., Лебедева Н.К., Глинских Л.А., Хафаева С.Н., Горячева А.А. // Геология и геофизика. - 2013. - Т. 54, № 8. - С. 1047-1082.
4. Никитенко Б.Л., Глинских Л.А., Хафаева С.Н. Фораминиферы и биостратиграфия келловей-нижнего валанжина эталонного разреза скв. Медвежья-316 (Усть-Енисейский район, Западная Сибирь) // Новости палеонтологии и стратиграфии (Приложение к журналу «Геология и геофизика», Т. 49). - 2008. - Вып. 10-11. - С. 262-273.

© С. Н. Хафаева, Л. А. Глинских, Б. Л. Никитенко, 2014

## **ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗАЛЕЖЕЙ УВ В ОТЛОЖЕНИЯХ АПТ-АЛЬБ-СЕНОМАНА ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ НАДЫМ-ПУРСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ**

**Мария Николаевна Шапорина**

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, научный сотрудник лаборатории геологии нефти и газа Западной Сибири, тел. (383)306-63-71, e-mail: ShaporinaMN@ipgg.sbras.ru

**Валерий Александрович Казаненков**

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3; кандидат геолого-минералогических наук, доцент, зав. лабораторией геологии нефти и газа Западной Сибири, тел. (383)363-91-92, e-mail: KazanenkovVA@ipgg.sbras.ru

На основе материалов ГИС по скважинам западной части Надым-Пурского междуречья изучено геологическое строение апт-альб-сеноманского мегакомплекса и предложено его разделение на два региональных газоносных комплекса. Выявлены особенности распространения залежей газа в разрезе апт-альб-сеномана.

**Ключевые слова:** Надым-Пурское междуречье, апт-альб-сеноманский мегарезервуар, нефтегазоносность.

## **GEOLOGICAL STRUCTURE AND SPECIFICITY OF HYDROCARBON PULL DISTRIBUTION IN APTIAN-ALBIAN-CENOMANIAN DEPOSITS OF THE WESTERN PART OF NADYM-PUR INTERFLUVE**

**Maria N. Shaporina**

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, Ph. D. in Geology, research scientist of Laboratory of Petroleum Geology of West Siberia, tel. (383)306-63-63; e-mail: ShaporinaMN@ipgg.sbras.ru

**Valery A. Kazanenkov**

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, 630108, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, Ph. D. in Geology, assistant professor, Head of Laboratory of Petroleum Geology of West Siberia, tel. (383)363-91-92, e-mail: KazanenkovVA@ipgg.sbras.ru

The geological structure of the Aptian-Albian-Cenomanian megareservoir was studied on the basis of well-log data from the western part of Nadym-Pur interfluvium and its division into two regional gas-bearing complexes is offered. The features of gas pulls distribution in Aptian-Albian-Cenomanian section are revealed.

**Key words:** Nadym-Pur interfluvium, Aptian-Albian-Cenomanian megareservoir, hydrocarbon potential.

В западной части Надым-Пурского междуречья главными объектами добычи газа являются уникальные по запасам залежи в пласте ПК<sub>1</sub>, которые расположены в кровле апт-альб-сеноманского комплекса на Медвежьем, Ямсовейском и Юбилейном месторождениях. Ниже по разрезу в этом комплексе открыты значительно меньшие по запасам (средние и мелкие) залежи газа и газоконденсата. В отличие от этой территории севернее, на полуостровах Ямал и Гыданский к настоящему времени наиболее крупные, в том числе и уникальные по запасам залежи преимущественно газоконденсата приурочены к нижней части апт-альб-сеноманского комплекса [1]. Предполагается, что такое различие в концентрации запасов на разных уровнях отложений апт-альб-сеномана обусловлено геологическим строением разреза.

Отложения апт-альб-сеномана на севере Западно-Сибирского нефтегазового бассейна составляют одноименный мегарезервуар, в кровле которого залегает сложно-построенный верхний мел-палеогеновый мегарегиональный флюидоупор, представленный сформировавшимися в морских обстановках глинистыми отложениями турон-маастрихта и палеоцена общей мощностью от 500 до 1500 метров [2; 3].

Традиционно, на территории Надым-Пур-Тазовского междуречья апт-альб-сеноманский мегакомплекс рассматривают как единый мегарезервуар, проницаемый комплекс которого сложен покурской свитой с продуктивными пластами ПК<sub>1-24</sub>. Согласно схеме структурно-фациального районирования западная часть территории Надым-Пурского междуречья входит в состав Тазовско-Уренгойского подрайона Омско-Уренгойского района, а северо-западная часть относится к Полуйско-Ямало-Гыданскому структурно-фациальному району [4].

Проведенные исследования позволили выделить на территории исследования в составе вышеописанного мегарезервуара два региональных газоносных резервуара: аптский и альб-сеноманский (названия даны по проницаемому комплексу).

Аптский региональный резервуар.

На территории западной части Надым-Пурского междуречья кровля резервуара залегает на абсолютных отметках глубин от -1000 до -2200 м.

Проницаемый комплекс резервуара в северо-западной части исследуемой территории представлен верхней частью танопчинской свиты (песчаные пласты ТП<sub>1</sub>-ТП<sub>6</sub>), а в западной части Надым-Пурского междуречья – нижней подсвитой покурской свиты (песчаные пласты ПК<sub>17</sub>-ПК<sub>22</sub>). Комплекс повсеместно распространен на всей территории исследования и его толщина не превышает 370 м. Абсолютные отметки глубин кровли комплекса изменяются от -1140 на положительных структурах до -2400 м в депрессиях. В кровле комплекса по кривой ПС выделяется достаточно однородный по строению массивный песчаный пласт ТП<sub>1</sub> (ПК<sub>17</sub>). Его толщина с северо-запада на юг, юго-восток постепенно увеличивается от 10-15 м до 20-25 м. В этом же направлении увеличивается общая песчанистость разреза всего проницаемого комплекса. При этом наиболее мощные и выдержанные по составу песчаные пласты выделяются в основа-

нии комплекса. Открытая пористость коллекторов аптского резервуара изменяется в среднем от 19 до 27%.

Подстилают аптский комплекс глинистые отложения кошайской (нейтинской) пачки, которая на всей территории исследования неравномерно выдержанна по толщине.

В западной части Надым-Пурского междуречья в пластах аптского регионального резервуара в период 1988–1995 гг. открыто пять средних по запасам залежей газа и одна мелкая. Все залежи с низким содержанием конденсата (от 0,8 до 4 г/м<sup>3</sup>). Три из них находятся на Ныдинском участке Медвежьего месторождения (пласты ТП<sub>1</sub>, ТП<sub>2</sub> и ТП<sub>3</sub>), а три – на Юбилейном (пласты ПК<sub>18</sub>, ПК<sub>20</sub> и ПК<sub>21</sub>). Запасы в залежах закономерно уменьшаются от верхнего пласта к нижнему. Кроме этого, при испытании пластов (ПК<sub>17</sub>, ПК<sub>19</sub> и ПК<sub>20</sub>) в двух скважинах, пробуренных в южной части Ямсовейского месторождения, были получены непромышленные притоки газа. Согласно результатам интерпретации материалов ГИС коллектора аптского регионального резервуара, как правило, водонасыщены.

Флюидоупор аптского регионального резервуара, также как и проницаемый комплекс, в региональном плане представлен двумя типами разреза. На северо-западе исследуемой территории он сложен толщей переслаивания глин с мало-мощными пластами песчано-алевролитового состава (ХМ<sub>6</sub>-ХМ<sub>9</sub>) яронгской свиты общей мощностью 100-250 м. Глинистые пачки в разрезе свиты не выдержанны по толщине и имеют локальное распространение по площади. Этим обусловлено формирование средних и мелких по запасам залежей газоконденсата в пластах ХМ, выявленных на Ныдинском участке Медвежьего месторождения в 1989-1990 гг. Всего открыто 4 залежи, при этом, как и в пластах ТП их размер закономерно уменьшается вниз по разрезу. Открытая пористость коллекторов в пластах ХМ изменяется в среднем от 24 до 26 %.

По каротажным диаграммам только в кровле и подошве яронгской свиты прослеживаются глинистые пачки, толщина которых изменяется от 5 до 35 м. Отметим, что именно под этими пачками сформировались наиболее крупные залежи, расположенные в аптском региональном резервуаре. В целом, яронгская свита в западной части Надым-Пурского междуречья обладает плохими экранирующими свойствами.

Восточнее стратиграфическим аналогом яронгской свиты является нижняя половина среднепокурской подсвиты. Разрез подсвиты в отличие от подстилающих и перекрывающих ее отложений отличается повышенным содержанием глинистого материала в виде пропластков толщиной до 5-7 м. В единичных скважин толщина отдельных пропластков, выделяемых в разных частях разреза подсвиты, увеличивается до 10 м. Эти пропластки разделяют песчаные пласты, которые индексируются как ПК<sub>13</sub>-ПК<sub>16</sub>. Таким образом, внутри среднепокурской подсвиты распространены только локальные флюидоупоры. Свидетельством этому служат единичные притоки газа и газоконденсата, полученные из пласта ПК<sub>16</sub> при испытании скважин на Юбилейном месторождении. На ос-

тальной территории западной части Надым-Пурского междуречья песчаные пласты, выделяемые в разрезе флюидоупора – водонасыщенны.

Из-за отсутствия мощных, выдержанных по площади пачек глин на территории, где развита покурская свита, разрез апт-альб-сеномана, как упоминалось выше, большинством исследователей рассматривается, как единый проницаемый комплекс одноименного мегарезервуара. При этом гидродинамическая связь коллекторов обусловлена не только отсутствием надежных флюидоупоров в разрезе, что отмечается при детальной корреляции разрезов скважин, но и является следствием дизъюнктивных тектонических процессов, которые наиболее интенсивно проявились на этой территории в позднем мелу – кайнозое [5].

Альб-сеноманский региональный резервуар.

Альб-сеноманский региональный резервуар распространен на всей территории исследования. Его кровля залегает на абсолютных отметках глубин от -620 до -1700 м. Толщина отложений составляет 370-590 м.

Проницаемый комплекс резервуара в северо-западной части исследуемой территории представлен марресалинской свитой. Разрез марресалинской свиты по данным ГИС отличается более однородными песчаниками с маломощными прослоями глинистых аргиллитов и глин. К югу и юго-востоку от области распространения марресалинской свиты развита верхняя подсвита покурской свиты. Верхняя подсвита покурской свиты характеризуются более частым переслаиванием песчаников, глинистых аргиллитов и глин, что существенно затрудняет детальное расчленение комплекса. Отложения сеноманского комплекса характеризуются так же многочисленными углистыми и углисто-глинистыми прослоями, количество и толщина которых неравномерны по всей территории исследований.

В составе проницаемого комплекса на всей территории исследования выделяются песчаные пласты ПК<sub>1</sub>-ПК<sub>12</sub>. Открытая пористость коллекторов изменяется от 23 до 33 %.

Основной продуктивный пласт альб-сеноманский региональный резервуар – песчаный пласт ПК<sub>1</sub>. На территории района работ уникальные по запасам газа залежи в отложениях пласта ПК<sub>1</sub> открыты в период 1967-1970 гг. на Медвежье-м, Юбилейном и Ямсовейском месторождениях. Кроме этого на Ныдинском участке Медвежьего месторождения в процессе геологоразведочных работ в 1989-1990 гг. в пластах ПК<sub>8</sub>-ПК<sub>9</sub> выявлено еще три залежи газа. Две из них средние по запасам, а одна мелкая. Позднее, в 2007 г на этой же площади была открыта еще одна, мелкая по запасам, залежь газа в пласте ПК<sub>6</sub>. Отличительной особенностью всех залежей в этом резервуаре является отсутствие конденсата.

Флюидоупором сеноманского комплекса служат глинистые отложения кузнецовской свиты в составе мел-палеогенового мегарегионального флюидоупора.

По данным Л.В. Строганова с соавторами [6] основным источником газа апт-сеноманских залежей на севере Западной Сибири является углефицированное органическое вещество, насыщающее баррем-сеноманские отложения как в виде угольных пропластков, так и в рассеянной форме. Авторы отмечают за-

висимость между масштабами газоносности этих толщ и их угленосностью. Кроме того, по мере уменьшения угленосности уменьшаются размеры газовых залежей и коэффициенты заполнения ловушек.

Строение разрезов скважин, пробуренных в западной части Надым-Пурского междуречья, позволяет отметить, что в скважинах, в которых при испытаниях был получен приток газа (газоконденсата), в разрезе апт-альб-сеноманского комплекса количество и толщина угольных пластов значительно выше, чем в скважинах, в которых при испытаниях была получена вода или коллекторы по результатам интерпретации ГИС водонасыщенны. Кроме того, отмечено, что наличие газовых залежей в сеноманском комплексе напрямую зависит от толщины глинистой пачки, подстилающий сеноманский комплекс.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Казаненков В.А., Ершов С.В., Рыжкова С.В., Борисов Е.В., Пономарева Е.В., Попова Н.И., Шапорина М.Н. Геологическое строение и нефтегазоносность региональных резервуаров юры и мела в Карско-Ямальском регионе и прогноз распределения в них углеводородов // Геология нефти и газа. – 2014. - № 1. – С. 27-49.
2. Конторович А.Э., Нестеров И.И., Салманов Ф.К., Сурков В.С., Трофимук А.А., Эрвье Ю.Г. Геология нефти и газа Западной Сибири. - М.: Недра. – 1975. - 680 с.
3. Нефтегазоносные бассейны и регионы Сибири. Вып. 2. Западно-Сибирский бассейн / А.Э. Конторович, В.С. Сурков, А. А. Трофимук и др. – Новосибирск: ОИГГиМ СО РАН. - 1994. – 201 с.
4. Решения 6-го межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири, Новосибирск, 2003 г. (объяснительная записка) – Новосибирск: СНИИГГиМС. - 2004. - 114 с.
5. Конторович В.А., Беляев С.Ю., Конторович А.Э. и др. Тектоническое строение и история развития Западно-Сибирской геосинеклизы в мезозое и кайнозое // Геология и геофизика. – 2001. – № 11–12. – Т. 42. – С. 1832–1845.
6. Строганов Л.В. Генетические критерии и прогноз зон нефтенакпления на Ямале // Геология нефти и газа. – 1990. - № 10. – С. 2-5.

© М. Н. Шапорина, В. А. Казаненков, 2014

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ПАЛЕОТЕКТОНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПО ИЗУЧЕНИЮ ИСТОРИИ ФОРМИРОВАНИЯ ПЛИКАТИВНЫХ СТРУКТУР И ЛОВУШЕК НЕФТИ И ГАЗА СЛОЖНОПОСТРОЕННЫХ РАЙОНОВ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ И ИХ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ**

*Георгий Георгиевич Шемин*

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник лаборатории геологии нефти и газа арктических регионов Сибири, тел. (383)335-64-20, e-mail: Shemin GG@ipgg.sbras.ru

В статье рассмотрены факторы, ограничивающие применение метода мощностей и приемы их учета, результаты палеотектонических реконструкций ловушек нефти и газа и крупных пликативных структур и их научно-практическая значимость.

**Ключевые слова:** залежь, ловушка, структуры, метод мощностей, палеотектонический анализ, генезис.

## **RESULTS OF PALEOTECTONIC ANALYSIS ON INVESTIGATION OF FORMATION HISTORY OF FOLD STRUCTURES AND OIL AND GAS TRAPS IN STRUCTURALLY COMPLEX REGIONS OF THE SIBERIAN PLATFORM AND THEIR RESEARCH AND PRACTICAL IMPLICATION**

*Georgiy G. Shemin*

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, Dr. Sci., chief researcher, tel. (383)335-64-20, e-mail: Shemin GG@ipgg.sbras.ru

The article discusses the factors restricting the use of the method of thicknesses and techniques of their accounting, the results of paleotectonic reconstructions of oil and gas traps and large fold structures, and their theoretical and practical implication.

**Key words:** accumulation, trap, structures, method of thicknesses, paleotectonic analysis, genesis.

### **Введение**

Существует общепринятое мнение, что современные пликативные структуры осадочного чехла древних платформ имеют древний (конседиментационный) генезис и унаследованное развитие. Это представление, применительно к Сибирской платформе, констатировалось в литературных источниках на протяжении длительного периода. Оно отражено и в последней крупной монографии, в которой приведены результаты исследований по изучению геологического строения и нефтегазоносности Сибирской платформы [1].

Выполненные автором палеотектонические исследования, на базе результатов детальной корреляции отложений осадочного чехла Сибирской платформы, с учетом факторов, ограничивающих применение метода мощностей, позволили сформулировать иной вывод, чем выше отмеченный. Пликативные структуры осадочного чехла Сибирской платформы имеют постседиментаци-

онный, а не древний генезис, ловушки нефти и газа не древнего заложения, а относительно молодые. Ниже приведены методические аспекты и результаты исследований по обоснованию этого вывода.

#### Методические аспекты палеотектонических реконструкций

Тектоническое обоснование и примеры практического использования метода мощностей палеотектонических исследований изложены в работах Н.С. Шатского, В.В. Белоусова, Н.Н. Форша, В.Е. Хаина, Р.Г. Гарецкого, А.Л. Яншина, В.Б. Неимана и др. исследователей. В настоящее время метод мощностей является основным инструментом при выполнении палеотектонических реконструкций. Однако, имеются исследователи, которые до сих пор не разделяют некоторые теоретические положения этого метода, оспаривают широкое его применение (Б.М. Келлер, А.В. Пейве, В.Н. Бобров). Несостоятельность многих из этих возражений обстоятельно показана В.Е. Хаиным, В.Б. Неиманом, К.А. Машковичем и другими.

Основоположники метода мощностей предупреждали исследователей, что использовать метод мощностей необходимо весьма осторожно, поскольку не всегда мощность отложений является мерилем тектонического прогибания. Есть факторы, ограничивающие применение метода мощностей, которые рассмотрены ими. Они специфичны для каждого конкретного региона.

В процессе проведения исследований, автором, применительно к осадочному чехлу Сибирской платформы, выявлены факторы, ограничивающие применение метода мощностей и разработаны приемы их учета. В основе их выделения положены результаты детальной корреляции отложений [4]. Они подразделяются на седиментационные и постседиментационные. К первому типу относятся перерывы и некомпенсированное прогибание осадочного бассейна, ко второму – проявления разрывной тектоники, начальной стадии соляного тектогенеза, траппового магматизма и растворение солей инфильтрационными водами.

Наличие перерывов характерно для седиментационных бассейнов, в том числе и для рассматриваемого. Они, чаще всего, связаны с наиболее ранними этапами развития платформ, с образованием базальных горизонтов осадочного чехла. Отмеченная закономерность характерна и для рассматриваемого региона, в пределах которого в нижней части осадочного чехла выявлено четыре перерыва [5]. Толщина базальных отложений отражает не только тектоническое прогибание, но и, как свидетельствуют результаты исследований, выравнивание осадками палеорельефа «срезанных» перерывом образований. Поэтому при разработке палеотектонических реконструкций локальных участков (месторождений, площадей бурения) автором не использовались базальные отложения терригенного венда.

Некомпенсированное прогибание является одним из признаков развития седиментационных бассейнов. Оно существовало в венский и кембрийский периоды на территории Сибирской платформы. Подобные обстановки осадконакопления существовали в отмеченном бассейне в осинское и олекминское время [2]. Поэтому кровли современных отложений осинского горизонта и олекминской свиты являются диахронными и не могут использоваться при разработке палеотектонических реконструкций.

Разрывные нарушения интенсивно проявились в осадочном чехле Сибирской платформы, особенно в разрезах солевого и надсолевого кембрийских комплексов. В этих образованиях отмечается многократное (до четырех) повторение свит и подсвит, а иногда их опрокинутое залегание. Отмеченные постседиментационные деформации отложений образованы в основном за счет проявления надвиговых движений. Эти дислоцированные разрезы не использовались автором при выполнении палеотектонических реконструкций.

В кембрийских галогенно-карбонатных отложениях Сибирской платформы проявилась начальная стадия соляного тектогенеза, за счет которого происходили постседиментационные изменения толщин галогенных тел (слоев пачек), вздутие или утонение. Для выяснения этого вопроса производился анализ толщин галогенных и карбонатных пород в пачках галогенно-карбонатного комплекса. Если таковые изменения толщин солей по сравнению с карбонатными породами были отмечены, то эти разрезы не использовались при выполнении палеотектонических исследований.

Отложения подсолевого карбонатного и галогенно-карбонатного венд-кембрийских комплексов Сибирской платформы осложнены пластовыми трапповыми образованиями – силлами. Результаты выполненных исследований свидетельствуют, что они не изменили стратиграфические объемы вмещающих пород, а лишь уплотнили их [5]. Это уплотнение примерно соответствует 20% толщины трапповых тел. Более точное его значение определялось по специально построенному автором графику оценки влияния траппового магматизма на толщину вмещающих галогенно-карбонатных пород (рис.).

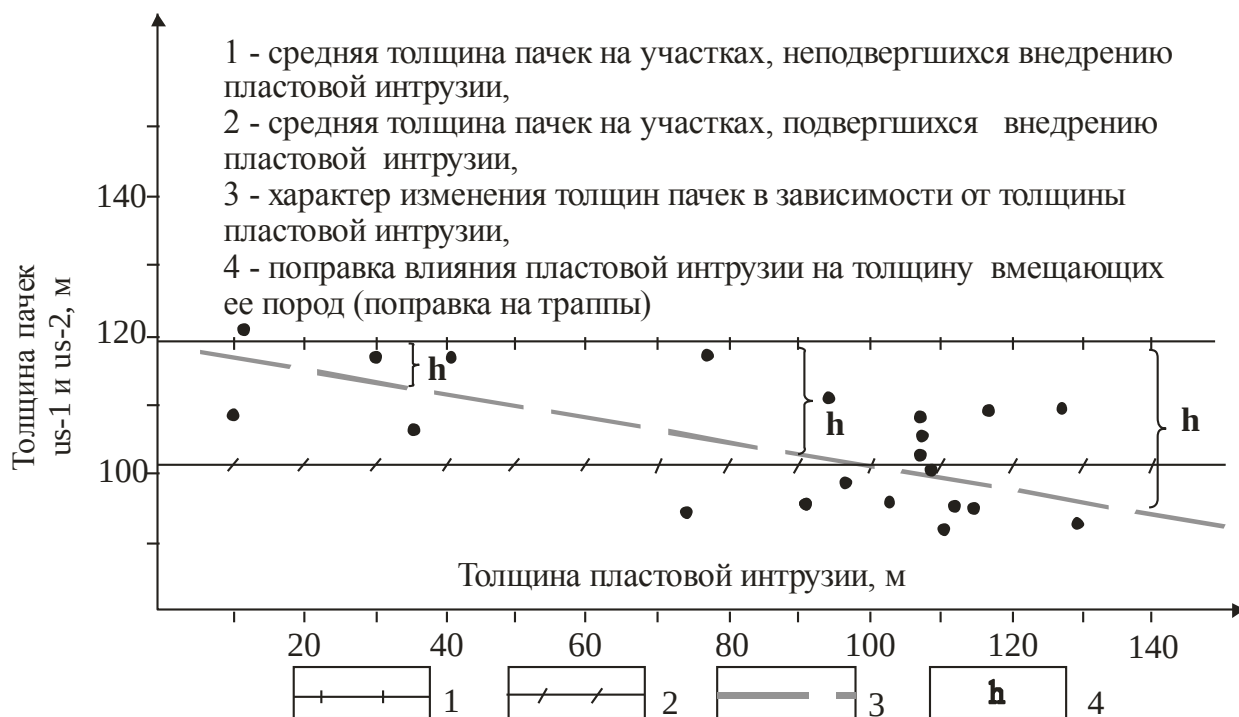


Рис. Оценка влияния траппового магматизма на толщину вмещающих галогенно-карбонатных пород усольской свиты в пределах Ярактинского и Аянского месторождений

В нижнекембрийских отложениях рассматриваемого региона отсутствуют пласты каменной соли на глубинах до 500-800 м несмотря на то, что типичные галогенно-карбонатные разрезы свит в некоторых участках залегают на поверхности. Это явление обусловлено процессами вымывания солей инфильтрационными водами [2]. Отложения, подверженные процессам растворения солей, не использовались при выполнении палеотектонических реконструкций.

Учет отмеченных факторов при проведении палеотектонических реконструкций осадочного чехла Сибирской платформы позволил получить более достоверные результаты по истории формирования осложняющих его пликативных структур.

При выполнении палеотектонических исследований региона использовался метод изопахических схем (схем равных мощностей): простых изопахит – для региональных палеотектонических реконструкций и изопахического треугольника – для локальных участков (месторождений нефти и газа и площадей бурения).

#### Результаты палеотектонических исследований

Выполненные палеотектонические реконструкции для Атовского, Куюмбинского, Братского, Ярактинского, Аянского, Верхнечонского, Собинского, Верхневилучанского, Среднеботуобинского, Марковского месторождений и Усть-Кутского поднятия свидетельствуют, что структурные планы перспективных на нефть и газ горизонтов в вендский и кембрийский периоды значительно отличались от современных. Братскому, Усть-Кутскому, Среднеботуобинскому, Верхневилучанскому поднятиям соответствовали моноклинали. В пределах Марковского месторождения развивалась моноклираль, осложненная двумя относительно приподнятыми участками. Она имела юго-западный наклон (в отличие от юго-восточного в настоящее время). На территории Ярактинского и Аянского месторождений существовали моноклинали, наклоненные в юго-западном направлении (теперь в южном). Структурный план Куюмбинской площади в вендский и кембрийский периоды отражают моноклираль, имеющую юго-западный наклон (в отличие от северо-восточного в настоящее время). В пределах Верхнечонского месторождения в вендско-кембрийский период существовал структурный нос, приподнятая часть которого находилась в его северо-западной части в отличие от современного структурного носа, наиболее приподнятая часть которого расположена в юго-восточной части. Проведенные исследования в пределах Атовского месторождения свидетельствуют о том, что оно приурочено к складке облекания контрастного выступа фундамента.

Результаты палеотектонических исследований Непско-Ботуобинской и Байкитской антеклиз свидетельствуют о том, что эти структуры имеют постседиментационный генезис. В вендский, кембрийский и последующие периоды они представляли собой южные склоны Катангской палеоантеклизы, выделенные еще в пятидесятые годы прошлого столетия Д.А. Туголесовым [3]. Как автономные структуры они были образованы лишь в позднепалеозойско-триасовый период.

## Научно-практическое значение выполненных исследований

1. В изученной бурением и сейсморазведкой южной половине Сибирской платформы структурные (антиклинальные) объекты имеют весьма ограниченное распространение. Это связано с тем, что на большей части территории отмеченного региона мелкоблоковые подвижки, за счет которых обычно формируются локальные поднятия, на протяжении всей истории формирования осадочного чехла практически не проявились. Исключения составляют лишь некоторые районы юга Сибирской платформы, в которых проявились пострanneпалеозойские тектонические движения, существенно осложнившие предшествующий структурный план. В результате их проявления сформировались антиклинальные ловушки. К таким районам относятся: северо-восточная периклиналильная часть Непско-Ботуобинской антеклизы, северо-западный и северо-восточный склон соответственно Непско-Ботуобинской и Байкитской антеклиз и юго-западное окончание Байкитской антеклизы.

2. Уточнено время формирования ловушек нефти и газа южной половины Сибирской платформы. Показано, что они имеют не конседиментационный, а постседиментационный генезис, т.е являются более молодыми, чем представлялось ранее. Время формирования ловушек нефти и газа в отмеченном регионе постсреднепалеозойское.

3. Результаты региональных палеотектонических исследований позволили автору обосновать отсутствие перспективных на нефть и газ терригенных отложений на северо-западном и северо-восточном склонах соответственно Непско-Ботуобинской и Байкитской антеклиз. Они обеспечили достоверный прогноз нефтегазосборных площадей и путей миграции углеводородов в южной половине Сибирской платформы.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Геология нефти и газа Сибирской платформы / Под ред. А.Э. Конторовича, В.С. Суркова, А.А. Трофимука. – М.: Недра, 1981. 552 с.
2. Некомпенсированные прогибы и зоны вымывания солей в разрезе кембрия юга Сибирской платформы / Н.В. Мельников, А.О. Ефимов, И.Г. Сафронова и др. // Новые данные по геологии и нефтегазоносности Сибирской платформы / СНИИГГиМС. Новосибирск, 1980. – С. 36-50.
3. Туголесов Д.А. К тектонике юго-восточной части Сибирской платформы // Из-во АН СССР. Сер. геол. 1952. – С. 12-16.
4. Шемин Г.Г. Циклостратиграфия венда и нижнего кембрия центральных районов Ленно-Тунгусской провинции // Строение и нефтегазоносность карбонатных резервуаров Сибирской платформы /СНИИГГиМС. Новосибирск. 1991. - С. 10-22.
5. Шемин Г.Г. Геология и перспективы нефтегазоносности венда и нижнего кембрия центральных районов Сибирской платформы (Непско-Ботуобинская, Байкитская антеклизы и Катангская седловина). – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. – 467 с.

© Г. Г. Шемин, 2014

## **ЛИТОЛОГО-ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ КЕЛЛОВЕЯ И ПОЗДНЕЙ ЮРЫ СЕВЕРА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ И АКВАТОРИИ КАРСКОГО МОРЯ**

### ***Георгий Георгиевич Шемин***

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Коптюга, 3, доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник лаборатории геологии нефти и газа арктических регионов Сибири, тел. (383)335-64-20, e-mail: SheminGG@ipgg.sbras.ru

### ***Александр Леович Бейзель***

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории стратиграфии мезозоя и кайнозоя, тел. (383)333-23-06, e-mail: beiselal@ipgg.sbras.ru

### ***Людмила Галерьевна Вакуленко***

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории седиментологии, тел. (383)333-23-03, e-mail: vakylenkolg@ipgg.sbras.ru

### ***Валерий Иванович Москвин***

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Коптюга, 3, доктор кандидат геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории геохимии нефти и газа, тел. (383)330-93-26, e-mail: moskvinvi@ipgg.sbras.ru

### ***Антон Александрович Сюрин***

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Коптюга, 3, младший научный сотрудник лаборатории геологии нефти и газа арктических регионов Сибири, тел. (383)335-64-20, e-mail: surinaa@ipgg.sbras.ru

На базе результатов геологических, литолого-фациальных, геохимических и палеонтологических исследований составлен набор литолого-палеогеографических карт ранневасюганского, позднеvasюганского, георгиевского и баженовского времени арктических районов Западно-Сибирской НПП. На них выделены области размыва и области осадконакопления: континентального, переходного и морского; показаны территории некомпенсированного прогибания и бокового заполнения бассейна.

**Ключевые слова:** палеогеографическая область, литологическая область, суша, мелководье, шельф, глубоководная область, вещественный состав, геохимические показатели.

## **LITHOLOGIC-PALEOGEOGRAPHIC RECONSTRUCTIONS OF THE CALLOVIAN AND THE LATE JURASSIC IN NORTHERN WEST SIBERIA AND THE KARA SEA WATER AREA**

### ***Georgiy G. Shemin***

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, Dr. Sci., Chief Researcher of the

Laboratory of petroleum geology of the Arctic regions of Siberia, tel. (383)335-64-20, e-mail: SheminGG@ipgg.sbras.ru

**Alexander L. Beisel**

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, Ph. D. in Geology, Senior researcher of the Laboratory of Mesozoic and Cenozoic stratigraphy, tel. (383)333-23-06, e-mail: BeiselAL@ipgg.sbras.ru

**Lyudmila G. Vakulenko**

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, Ph. D. in Geology, Leading researcher of the Laboratory of sedimentology, tel. (383)333-23-03, e-mail: VakylenkoLG@ipgg.sbras.ru

**Valery I. Moskvina**

IPGG SB RAS, Dr.Sci., Leading Researcher of the Laboratory of geochemistry of oil and gas, tel. (383) 330-93-26, e-mail: moskvini@ipgg.sbras.ru

**Anton A. Syurin**

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, Junior researcher of the Laboratory of petroleum geology of the Arctic regions of Siberia, tel. (383)335-64-20, e-mail: surinaa@ipgg.sbras.ru

On the basis of the results of geological, lithofacies, geochemical and paleontological studies, a set of lithologic-paleogeographic maps of the Early Vasyugan, Late Vasyugan, Georgiev and Bazhenov times has been constructed for the Arctic regions of the West Siberian petroleum province. The areas of continental, transitional and marine erosion and sedimentation have been distinguished, and the territories of uncompensated downwarping and lateral filling of the basin were shown in the maps.

**Key words:** paleogeographic area, lithologic area, land, shallow water, shelf, deep-sea area, material composition, geochemical parameters.

В последние десятилетия в Институте нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН проводятся исследования по составлению литолого-палеогеографических карт юрского периода севера Западной Сибири и акватории Карского моря масштаба 1:2 000 000. На них кроме традиционных палеогеографических областей впервые выделены литологические области и показано распределение современных толщин отложений. В настоящей работе в сжатой форме приведены литолого-палеогеографические реконструкции ранневасюганского, поздневасюганского, георгиевского и баженовского времени отмеченного региона. В качестве фактического материала использовались данные бурения, региональной сейсморазведки и итоги палеонтологических, литологических и геохимических исследований. В основу легенды карт положены «Условные обозначения и методические указания по составлению атласа литолого-палеогеографических карт СССР» (1952 г.).

В ранневасюганское время (конец позднего бата – начало раннего оксфорда) крупные морские бассейны охватывали север европейской части России и почти всю северную часть Западно-Сибирского бассейна.

На литолого-палеографической карте этого времени выделены: суша; прибрежная аллювиальная равнина; прибрежная равнина, временами заливавшаяся морем; мелководье; мелководная часть шельфа и глубоководная часть шельфа.

Суша с высоким расчлененным рельефом существовала на Сибирской платформе и Енисейском кряже, которые являлись основными источниками поступления алевроитово-песчаного материала в исследуемую часть бассейна.

Суша с низким выровненным рельефом располагалась на Полярном Урале, Новой Земле и Таймыре. С них сносился в смежные области бассейна седиментации алевроитово-глинистый материал.

Прибрежные аллювиальные равнины на территории бассейна имели весьма ограниченное распространение. Они простирались в виде отдельных участков по его окраинам, вдоль источников сноса. Прибрежные равнины, временами заливавшиеся морем, имели большее распространение. Они наиболее широко были развиты в восточной и юго-восточной его частях, где примыкали к прибрежным аллювиальным равнинам.

Мелководные области моря окаймляли прибрежные аллювиальные равнины, временами заливавшиеся морем. Кроме того, одна из областей мелководья в виде полосы простиралась в юго-восточной части бассейна более чем на 500 км от Игарского до Ноябрьского районов.

Мелководная часть шельфа в ранневасюганское время имела наиболее широкое распространение в Пур-Енисейском междуречье, и существенно меньше – вблизи Полярного Урала, Новой Земли и Таймыра.

Глубоководная часть шельфа была наиболее широко распространена на исследуемой территории. В ее состав входили акватория Карского моря, Ямальский и Гыданский полуострова и Надым-Пурское междуречье. Для этой области характерны преимущественно глинистый состав сформировавшихся отложений.

В позднеvasюганское время (конец раннего – начало позднего оксфорда) на севере Западной Сибири и прилегающей акватории Карского моря наметилась регрессия морского бассейна, в результате которой произошло его обмеление и как следствие этого – изменение контуров палеогеографических областей. В юго-западной и северной частях бассейна сократилась территория глубоководного шельфа, за счет который возросла область мелководного шельфа. В свою очередь, область мелководного шельфа на юго-востоке бассейна сменилась на мелководье. В то время изменились контуры прибрежных равнин, временами заливавшихся морем, и прибрежных аллювиальных равнин (рис.).

Суша с высоким расчлененным рельефом, как и ранее, существовала на Сибирской платформе, Енисейском кряже. Она была основным поставщиком песчаного и алевроитового материала в бассейн седиментации.

Суша с низким выровненным рельефом находилась в прежних контурах. С нее в бассейн седиментации по-прежнему поступал в основном глинистый материал.

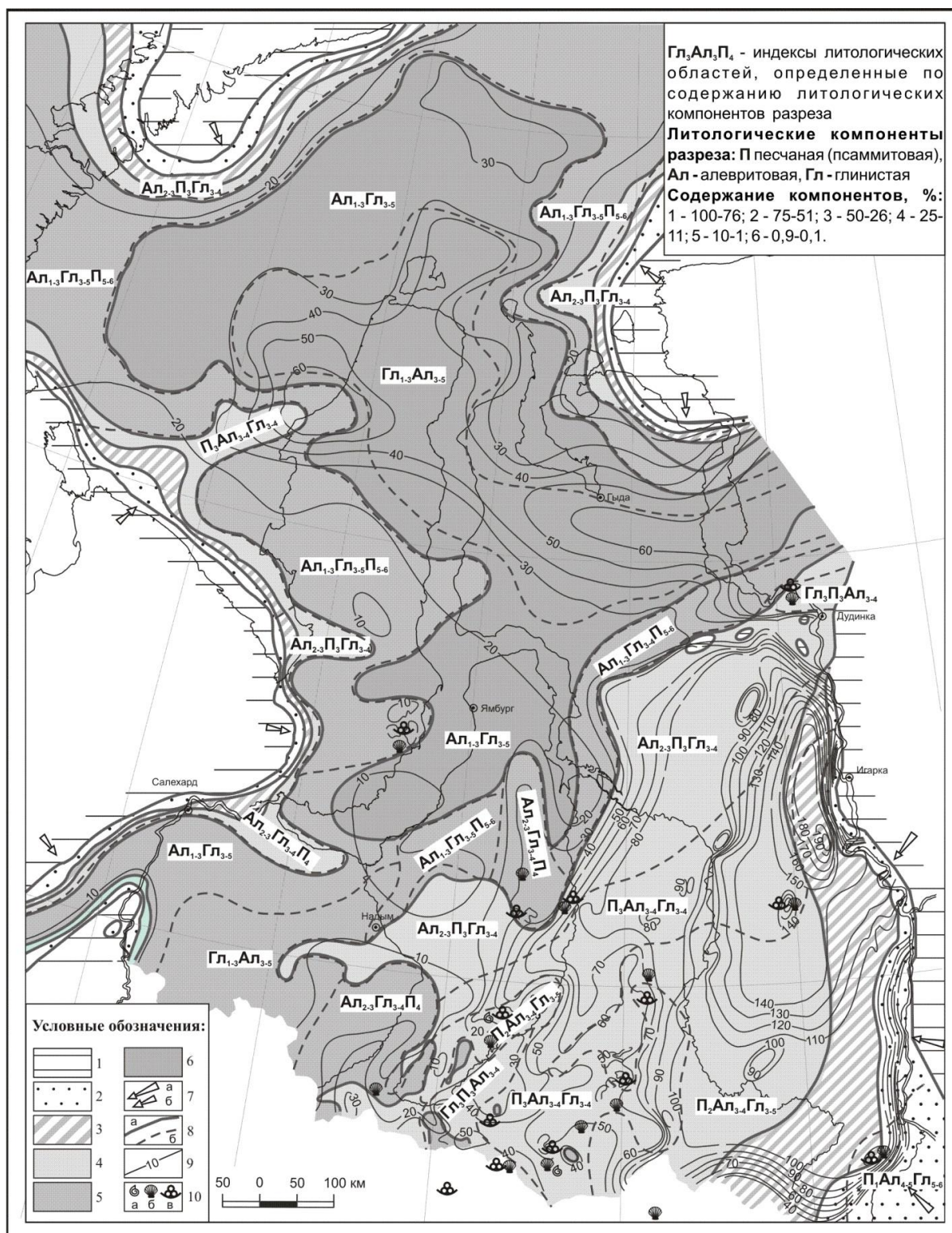


Рис. Литолого-палеогеографическая карта позднеवासюганского (конец раннего - начало позднего оксфорда) времени севера Западной Сибири и акватории Карского моря

1-6 - палеогеографические области: 1 - суша денудационная, 2 - прибрежная аллювиальная равнина, 3 - прибрежная равнина, временами заливавшаяся морем; 4-6 - области морского осадконакопления: 4 - мелководье (глубина до 25 м), 5 - мелководный шельф (глубина до 100 м), 6 - глубоководный шельф (глубина до 200 м); 7 - направление сноса осадков: а - основные, б - менее значимые; 8 - границы: а - палеогеографических областей, б - литологических областей; 9 - изопакиты; 10 - фауна: а - аммониты, б - морские двустворки, в - фораминиферы.

Прибрежные аллювиальные равнины существовали, как и прежде, вдоль источников сноса, как правило, в тех же контурах. Прибрежные равнины, временами заливавшиеся морем, также унаследовано развивались. Только в юго-восточной части бассейна эта область была несколько расширена.

Область мелководья изменила свои контуры лишь в юго-восточной части бассейна, примыкающей к Сибирской платформе и Енисейскому кряжу. В юго-восточной части в течение позднеवासюганского времени были образованы песчаники горизонта Ю<sub>1</sub>.

Мелководный шельф расширился и изменил свои очертания в бассейне седиментации. В северной и юго-западной его частях он значительно увеличил свои контуры, а на юго-востоке площадь распространения мелководного шельфа сменилась на мелководье.

Глубоководная часть шельфа сохранилась только в северной и западной частях соответственно Ямальского и Гыданского полуостровов и смежной с ними акватории Карского моря.

В георгиевское время (конец позднего оксфорда – начало ранней волги) начался новый более значительный, чем ранее, этап трансгрессии моря в северные районы Западной Сибири. В этот отрезок времени произошло значительное углубление и некоторое расширение морского бассейна. Впервые появилась глубокая (псевдоабиссальная) область бассейна с отметками глубин 200-400 м. В контурах этой области существовал некомпенсированный прогиб, юго-восточнее от которого, в Енисей-Тазовском междуречье, располагалась обширная зона, в которой осуществлялось боковое заполнение бассейна.

Области суши с высоким и низким рельефом, как и прежде, располагались на Полярном Урале, Новой Земле, Таймыре, Сибирской платформе, Енисейском кряже. С них сносился более тонкий обломочный материал.

Прибрежные аллювиальные равнины и прибрежные равнины, временами заливавшиеся морем, имели примерно такие же контуры, как и в раннеवासюганское время.

Мелководные области пользовались весьма ограниченным распространением в бассейне седиментации. Они располагались в виде узких полос вдоль прибрежных равнин, временами заливавшихся морем.

Мелководная часть шельфа имела большую площадь развития. Она получила наибольшее распространение в восточной половине бассейна, где в виде полосы субмеридиональной ориентировки простиралась от Таймыра до южной границы бассейна.

Глубокая часть шельфа занимала еще большую площадь седиментационного бассейна. Она в виде непрерывной полосы шириной 150-200 км огибала мелководные области моря.

Глубоководная часть бассейна простиралась в виде полосы шириной 250-350 км от его северо-восточной до почти южной границы. В ее пределах формирование осадков шло в условиях некомпенсированного прогибания.

В баженовское время (конец ранней – поздняя волга) продолжилась трансгрессия арктических морей и углубление бассейна седиментации. Его глубоководная область расширилась в западном, восточном и особенно в южном на-

правлении. Области сноса по-прежнему включали Сибирскую платформу, Енисейский кряж, Полярный Урал, Новую Землю и Таймыр.

Прибрежные аллювиальные равнины несколько уменьшили площади распространения в восточной части бассейна, в левобережье р. Енисей.

Прибрежные равнины, временами заливавшиеся морем, как и аллювиальные равнины, тоже уменьшили свои площади в восточной части бассейна.

Мелководные области моря в виде узких полос окаймляли прибрежные равнины, временами заливавшиеся морем.

Мелководная часть шельфа в целом сохранила свои контуры. На площади ее распространения накапливались преимущественно глинисто-алевритовые осадки, часто обогащенные органическим веществом.

В баженовское время произошло существенное углубление бассейна седиментации, в результате чего возникла область больших глубин (200-600 м). Наибольшая ее часть сохранилась в восточной части бассейна, в виде субмеридионально ориентированной полосы шириной 30-120 км, простирающейся с севера на юг вдоль западной границы распространения мелководной части шельфа.

Глубокая (псевдоабиссальная) область охватывала большую часть бассейна седиментации. В ее состав входили вся территория Ямальского, большая часть Гыданского полуостровов и примыкающая к ним акватория Карского моря, а также огромная территория Обь-Тазовского междуречья.

Выводы. Выполненные литолого-палеогеографические реконструкции ранневасюганского, позднеvasюганского, георгиевского и баженовского времени северной части Западно-Сибирской НГП представлены на литолого-палеогеографических картах масштаба 1:2 000 000, на которых впервые выделены литологические области и спрогнозированы современные толщины. На них впервые показаны территории некомпенсированного прогибания и клиноформного строения за счет бокового заполнения бассейна осадками.

В рассматриваемой интервал времени на большей части бассейна существовали области морского осадконакопления, которые значительно изменяли свои контуры. В ранневасюганском бассейне наиболее широко была распространена глубокая часть шельфа меньше – мелководная его часть и еще меньше – мелководье. В позднеvasюганское время, в связи с регрессией морского бассейна, соотношение между отмеченными областями морского осадконакопления было примерно равное. В георгиевское и баженовское время отмечается постепенное углубление бассейна и увеличение областей глубоководного шельфа и псевдоабиссальной его части, а в конце этого периода глубоководная область (200-600 м) занимала большую часть бассейна.

Полученные результаты являются основой для оценки качества георгиевского-баженовского и нижневасюганского флюидоупоров, продуктивного горизонта Ю<sub>1</sub>, а также оценки перспектив нефтегазоносности келловей-верхнеюрских отложений исследуемой территории.

© Г. Г. Шемин, А. Л. Бейзель, Л. Г. Вакуленко, В. И. Москвин, А. А. Сюрин, 2014

**БИОСТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ЛЕНТИКУЛИН  
(FORAMINIFERA) ДЛЯ ВЕРХНЕГО ТРИАСА О. КОТЕЛЬНЫЙ  
(АРХИПЕЛАГ НОВОСИБИРСКИЕ ОСТРОВА)**

**Андрей Витальевич Ядренкин**

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории микропалеонтологии, тел. (383)333-29-01, e-mail: YadrenkinAV@ipgg.sbras.ru

**Людмила Константиновна Левчук**

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории микропалеонтологии, тел. (383)333-29-01, e-mail: LevchukLK@ipgg.sbras.ru

Микрофауна (фораминиферы) является приоритетной группой при расчленении и корреляции терригенных отложений закрытых территорий, и в частности шельфа арктических морей. Изучено распределение лентикулин в морских отложениях верхнего триаса о. Котельный. Установлена последовательная смена характерных видов лентикулин (*Lenticulina kotelnensis*, *Lenticulina triassica*, *Lenticulina septentrionalis*, *Lenticulina sakhaensis*) в разрезах карнийского и норийского ярусов.

**Ключевые слова:** лентикулины, фораминиферы, биостратиграфия, верхний триас, о. Котельный.

**BIOSTRATIGRAPHY SIGNIFICANS OF LENTICULINS (FORAMINIFERA)  
FOR SUBDIVISION OF THE UPPER TRIASSIC OF KOTELNYI ISLAND  
(NEW SIBERIAN ISLANDS)**

**Andrey V.Yadrenkin**

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Pr. Koptuyuga, 3, Ph. D., tel. (383)333-29-01, e-mail: YadrenkinAV@ipgg.sbras.ru.

**Ljudmila K.Levchuk**

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Pr. Koptuyuga, 3, Ph. D., tel. (383)333-29-01, e-mail: LevchukLK@ipgg.sbras.ru

Microfauna (Foraminifers) is important group, which are used for biostratigraphy and correlation deposits, and that is urgent for study Arctic Shelf. Distribution of the lenticulins in marina deposits of the Upper Triassic of Kotelnnyi Island was under investigation. The successive change of the species of lenticulins (*Lenticulina kotelnensis*, *Lenticulina triassica*, *Lenticulina septentrionalis*, *Lenticulina sakhaensis*) in the Carnian and Norian sections was determined.

**Key words:** lenticulins, foraminifers, biostratigraphy, Upper Triassic, Island Kotelnnyi.

Триасовые отложения Новосибирских островов, имеющие мощность более тысячи метров, представлены породами исключительно морского генезиса. Эти толщи «обладающие наиболее благоприятными нефтегазоматеринскими свойствами» [3] в настоящее время активно изучаются. Грядущее освоение шельфов арктических морей России предполагает создание современной модели его геологического строения, что в свою очередь требует разработки новых и детализации уже имеющихся биостратиграфических схем. В этом свете наибольшую актуальность приобретает микрофауна (фораминиферы) как приоритетная группа при расчленении и корреляции отложений «закрытых» территорий шельфа.

В ходе изучения фораминифер из триасовых отложений о. Котельный (каменный материал для обработки был собран А.В.Ядренкиным и частично получен от А.Ю.Егорова, «Аэрогеология», г. Москва) были обнаружены богатые и таксономически разнообразные комплексы, постоянным элементом которых являются представители семейства *Vaginulinidae* Reuss, 1860. Особенно многочисленны среди них лентиккулины, присутствующие в комплексах с заметным постоянством. Это позволило рассматривать лентиккулин с целью оценки их биостратиграфического потенциала для верхнетриасовых отложений.

Представители рода *Lenticulina* Lamark, 1804, получившие свое дальнейшее широкое развитие и распространение в мезозое, впервые появляются в триасе. В связи с этим изучение триасовых лентиккулин представляет особый интерес для понимания эволюции и филогении данного таксона. Находки лентиккулин обычно приурочены к морским отложениям, формирование которых происходило в условиях с преобладанием терригенной седиментации. Наиболее древние лентиккулины упоминаются для анизия западной Австралии [6], однако, эти формы морфологически практически не отличаются от астаколлюсов и отнесение их к лентиккулинам неоднозначно. Корректные определения первых лентиккулин, форм с плотно свернутой хорошо развитой спиралью, типичных инволютных, относятся к верхнему ладину из северных частей тетических палеоакваторий [1].

Лентиккулины из триасовых отложений до сих пор остаются слабоизученной группой, и, как правило, в микропалеонтологических работах данные по ним ограничиваются списочным составом, в котором зачастую определения приводятся в открытой номенклатуре. Монографическому же изучению и описанию посвящены лишь единичные исследования исключительно из тетических палеобассейнов [7]. Что касается бореальной области, то до настоящего времени лентиккулины оставались не изученными. В результате авторских исследований лентиккулин из верхнетриасовых отложений о. Котельного, впервые для данного региона на массовом материале были монографически описаны четыре новых вида (*Lenticulina kotelnensis* Levtchuk et Yadrenkin, *Lenticulina triassica* Levtchuk et Yadrenkin, *Lenticulina septentrionalis* Levtchuk et Yadrenkin, *Lenticulina sakhaensis* Levtchuk et Yadrenkin) [5]. Находки описанных видов в бореальных регионах приурочены к фациям открытого моря с обстановками

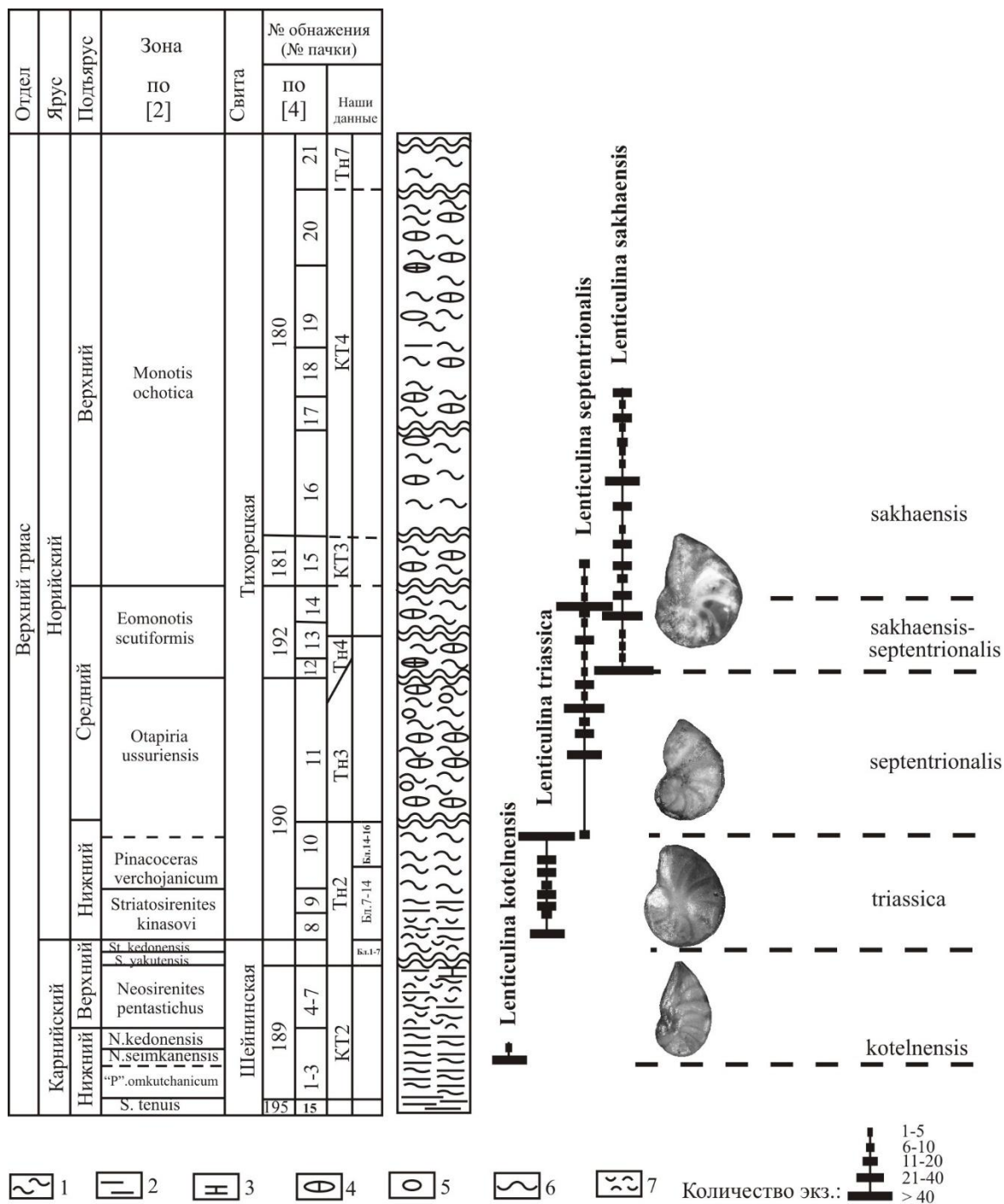
сублиторали относительно удаленными от палеоберега, где они населяли биотопы с илистыми грунтами с незначительной примесью алевроитового материала.

Удалось наметить две линии развития представителей рода: *Lenticulina triassica* - *Lenticulina sakhaensis* (классические плотносвернутые инволютные лентикулины) и *Lenticulina kotelnensis* - *Lenticulina septentrionalis* (эволютные и полуинволютные). Первые имеют плотно свернутую спирально-плоскостную раковину почти ромбовидной формы со стороны периферического края и шишковидный натек в пупочной области. У других же наблюдается тенденция к разворачиванию спирали и переход к полуэволютной раковине, которая имеет сжато линзовидную форму со стороны периферического края и уплощенную пупочную область без шишки. Таким образом, появление основных морфотипов строения раковины у представителей лентикулин наблюдается на самых ранних этапах эволюции рода, уже в триасе.

В поздне триасовых, особенно в норийских, комплексах фораминифер лентикулины весьма представительны, что позволило установить закономерности их распределения в разрезах (рис. 1). Так, первое появление отмечается в нижнем карнии - *Lenticulina kotelnensis* Levtschuk et Yadrenkin, где вид достаточно обилен, хотя относительно редок. В нории лентикулины в составе фораминиферовых ассоциаций присутствуют постоянно и в значительном количестве. Так, нижний норий характеризует вид *Lenticulina triassica* Levtschuk et Yadrenkin, это вид-индекс слоев с фораминиферами, который ранее в схеме приводился в открытой номенклатуре как *L. ex gr. göttingensis* [2] Кроме того, было установлена тождественность *Lenticulina triassica* Levtschuk et Yadrenkin с формами из отамитанского яруса (нижний-средний норий) Новой Зеландии, описанными как *Lenticulina göttingensis* (Bornemann) [8]. В дальнейшем это можно будет использовать для удаленных корреляций верхнетриасовых отложений.

В самых верхах нижнего нория появляется *Lenticulina septentrionalis* Levtschuk et Yadrenkin, которая становится наиболее многочисленной в среднем подъярусе. В верхней части среднего нория (в зоне *E. scutiformis*) отмечается массовое появление *Lenticulina sakhaensis* Levtschuk et Yadrenkin, которая достаточно многочисленна и в верхнем подъярусе. Следует отметить, что верхняя часть среднего подъяруса (зона *E. scutiformis*) характеризуется наиболее высокой численностью двух последних видов лентикулин, является интервалом совпадения эпибол их совместного распространения, что позволяет использовать этот фактор для увеличения детальности биостратиграфического расчленения верхнетриасовых толщ.

В результате, для норийского яруса можно выделить четыре уровня охарактеризованных лентикулинами: 1) нижний норий – *L. triassica*; 2) нижняя часть среднего нория – *L. septentrionalis*; 3) верхняя часть среднего нория – совместное распространения *L. septentrionalis* – *L. sakhaensis*; и 4) условно весь верхний норий – *L. sakhaensis*.



их массовость и широкое латеральное распространение (как, например – *Lenticulina triassica*) вполне вероятно, что дальнейшее накопление материала позволит выделить биостратоны зонального уровня. Выявление закономерностей стратиграфического распределения отдельных таксонов, как дополнительного инструмента к уже имеющимся шкалам, необходимо для увеличения детальности расчленения и корреляции.

Геологическое изучение Арктического шельфа сегодня невозможно без набора современных биостратиграфических шкал по микрофауне как основы возрастного обоснования отложений, их расчленения, корреляции, а также интерпретации данных полученных параметрическим бурением и геофизическими методами.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ефимова Н.А. Триасовые фораминиферы Северо-Западного Кавказа и Предкавказья // Вопросы микропалеонтологии. - 1974 - Вып. 17. - С. 54-83.
2. Константинов А.Г., Соболев Е.С., Ядренкин А.В. Стратиграфия триаса побережья моря Лаптевых и Новосибирских островов // Геология и геофизика. – 2013. – Т. 54, № 8. - С. 1028-1046.
3. Новосибирские острова. Геологическое строение и минералогия: монография / Дорофеев В.К., Благовещенский М.Г., Смирнов А.Н., Ушаков В.И. - СПб.: ВНИИОкеангеология, 1999. - 130 с.
4. Стратиграфия триасовых отложений острова Котельный (Новосибирские острова) / Егоров А.Ю., Богомолов Ю.А., Константинов А.Г., Курушин Н.И. // Бореальный триас. – Новосибирск: Наука, 1987. Вып. 689. - С. 66-81.
5. Ядренкин А.В., Левчук Л.К. Новые виды лентиккулин (Foraminifera) из верхнетриасовых отложений о. Котельного (Новосибирские острова) // Палеонтологический журнал. – 2014 - № 2. - С. 11-19.
6. Heath R.S., Apthorpe M.C. Middle and Early (?) Triassic foraminifera from the Northwest Shelf, Western Australia // Journal of Foraminiferal Research. - 1986. - Vol. 16. - № 4. - P. 313-333.
7. Kristan-Tollmann E. Die Foraminiferen aus den rätischen Zlambachmergeln der Fischerwiese bei Aussee im Salzkammergut // Jahrb. der Geol. Bundesanst. Sonderband. – 1964. - № 10. - P. 1-189.
8. Strong C.P. Triassic Foraminifera from Southland Syncline, New Zealand // Bull. New Zealand Geol. Surv. – 1984.-V. 52. - P. 1-62.

© А. В. Ядренкин, Л. К. Левчук, 2014

## **ФИЛОГЕНИЯ СИБИРСКИХ ВИДОВ РОДА *PROTODOUVILLINA* (БРАХИОПОДЫ, ДЕВОН)**

*Александр Юрьевич Язиков*

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, научный сотрудник лаборатории палеонтологии и стратиграфии палеозоя, тел. (383)333-11-26, e-mail: YazikovAY@ipgg.sbras.ru

На новой биостратиграфической основе проведена ревизия местонахождений девяти сибирских видов рода *Protodouvillina*, реконструирован их филогенез и модернизирована региональная зональная шкала по этой группе брахиопод.

**Ключевые слова:** биостратиграфия, брахиоподы, филозоны, девон, Западная Сибирь.

## **PHYLOGENY OF THE SIBERIAN SPECIES OF THE GENUS *PROTODOUVILLINA* (BRACHIOPODS, DEVONIAN)**

*Aleksandr Yu. Yazikov*

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, research scientist, Laboratory of the Paleozoic paleontology and stratigraphy, tel. (383)333-11-26, e-mail: YazikovAY@ipgg.sbras.ru

Localities of the 9 Siberian species of the genus *Protodouvillina* have been analyzed using new biostratigraphic basis. Reconstruction of their phylogeny was done. Regional brachiopod zonation (based on this genus) was modernized.

**Key words:** biostratigraphy, brachiopods, phylo-zones, Devonian, West Siberia.

Среди таксономически разнообразных брахиоподовых ассоциаций девона западной части Алтае-Саянской складчатой области в последние десятилетия особый интерес и важность приобрело изучение представителей отряда *Strophomenida* [1, 2, 3, 4 и др.]. Наиболее благоприятными условиями местообитания для этой группы брахиопод являлись биотопы мягкого грунта и низкой гидродинамики. Седиментологически этим обстановкам отвечают тонко-терригенные и известковисто-терригенные породные литотипы, широко представленные в разрезах Салаира, а в Горном Алтае – доминирующие. Как следствие, по строфоменидам непрерывно охарактеризован практически весь девонский разрез западной части Алтае-Саянской складчатой области [4].

Проводя в 90-е годы прошлого столетия биостратиграфический анализ сибирских представителей этого отряда, автором совместно с Р. Т. Грациановой, была отмечена важная роль видов рода *Protodouvillina* в брахиоподовых сообществах от раннего эмса по поздний живет включительно. Таксономическую ревизию, описания и анализ распространения сибирских протодувиллин авторы отразили в серии работ [4, 5, 6]. В результате этих многолетних исследований по протодувиллинам была разработана региональная зональная шкала и реконструирована филогения рода.

Для чисто палеонтологических исследований наиболее благоприятным оказался материал, отобранный в непрерывном, с моноклиналим залеганием, считавшимся в то время полным разрезе эмса в мелководной фации переслаивания терригенных и глинисто-известняковых пород (разрез 9 [7]). Отсюда были собраны многочисленные строфомениды хорошей сохранности и среди них представители рода *Protodouvillina* Harper et Boucot, 1978, по существу характеризующие весь разрез.

В разрезе 9 и расположенных рядом менее полных разрезах эмса окрестностей г. Гурьевска были обнаружены виды *Protodouvillina magna* Yazikov, 1997 [5], *P. acorrugata* Gratsianova, 1997 [5], *P. moderatiflexa* Gratsianova, 1998 [6], *P. praedistans* (Gratsianova, 1975), *P. grandicula* (Gratsianova, 1975). Из них первые два были описаны впервые, а третий, ранее описанный как *Douvillina inlerstitialis* (Phillips, 1841) [3], после ревизии получил новое родовое и видовое название. Остальные два вида, относимые ранее к роду *Douvillina*, были ревизованы и по новым диагнозам перемещены в состав рода *Protodouvillina*. Также в этот род был включен вид *Stropheodonta reticularis* Khalfin, 1937 и форма М. А. Ржонсницкой, названная ею в коллекции как «*Cymostrophial nobilis pestereviensis* subsp. n.» [8, с. 88, 185]. Внешние признаки позволили авторам считать эту форму самостоятельным видом *P. pestereviensis* Rzonitskaya, 1998 [6].

Кроме перечисленных видов из эмса Салаира и Горного Алтая, был также ревизован и описан под новым названием вид *Protodouvillina alchedatica* Gratsianova et Yazikov, 1998 [6] из живета северо-западной окраины Кузбасса, ранее известный в литературе как «*Stropheodonta asella* (Verneuil)» [9].

Анализ вертикального распространения протодувиллин выявил развитие морфологических признаков их раковин во времени, а также предполагаемые филогенетические связи. Наличие в районе г. Гурьевска разновозрастных, но разнофациальных разрезов, детально сопоставленных по нескольким группам фауны, позволило провести критическую оценку у изученных видов тех признаков, которые зависимы от условий обитания, а латеральные ряды морф из соседствующих фаций позволили оценить пределы внутривидовой изменчивости.

Разработанная по протодувиллинам зональная шкала была интегрирована в схему расчленения девонских отложений западной части Алтае-Саянской области и некоторые виды (в частности *Protodouvillina praedistans*) стали видами-индексами самостоятельных региональных биостратиграфических подразделений, получивших широкое признание [10, 11, 12]. Результаты этих исследований актуальны и востребованы до настоящего времени.

Тем не менее, по ряду причин автор вынужден снова вернуться к анализу сибирских видов рода *Protodouvillina* (рис. 1). Это обусловлено с одной стороны тем, что ряд видов протодувиллин был обнаружен в серии новых разрезов, а с другой - значительной трансформацией взглядов на биостратиграфию всего девонского разреза восточного Салаира. В последние годы автором совместно с Н. К. Бахаревым и Н. Г. Изох была проведена большая работа по ревизии всех палеонтологических материалов, собранных более чем за вековую историю изучения разрезов окраин Кузнецкого бассейна.

| Global Stratigraphic Scale<br>[Gradstein et al., Eds, 2012] |                                             |                                   |                                            | Салаир<br>[Язиков, ИЗОХ, 2014]                 |                           |                    |                          |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------|--------------------|--------------------------|
| Система                                                     | Отдел                                       | Ярус                              | Биостратиграфические<br>зоны по конодонтам | Горизонт, слои                                 | Зоны по<br>протодувилинам |                    |                          |
| Девонская                                                   | Верхний                                     | Франский                          | <i>Palmatolepis linguiformis</i>           | Шубкинские                                     | <i>alchedatica</i>        |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   | <i>Palmatolepis rhenana</i>                | ?                                              |                           | Вассинские         |                          |
|                                                             |                                             |                                   | <i>Palmatolepis hassi</i>                  |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   | <i>Palmatolepis punctata</i>               | Изылинские                                     |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   | <i>Palmatolepis transitans</i>             | Буготакский<br>магм. / Алчедатские<br>комплекс |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   | <i>Mesotaxis<br/>quanwushanensis</i>       |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             | Средний                                     | Живетский                         | <i>Klapperina disparilis</i>               | Заречный                                       | Керлегешские              | <i>reticularis</i> |                          |
|                                                             |                                             |                                   | <i>Schmidtognathus hermanni</i>            |                                                | Сафоновские               |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   | <i>Polygnathus varcus</i>                  |                                                | Акарачкинские             |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   | <i>Polygnathus hemiansatus</i>             |                                                | Мамонтовский              |                    | Пестеревские             |
|                                                             |                                             | <i>Polygnathus ensensis</i>       | <i>pesterev-<br/>ensis</i>                 |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             | <i>Tortodus kock. kockelianus</i> |                                            | Малосалаир-<br>кинские                         |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             | Эйфельский                        | <i>Polygnathus c. costatus</i>             | Шандинский (s.l.)                              | Верхне-<br>шандинские     | <i>acorrugata</i>  |                          |
|                                                             |                                             |                                   | <i>Polygnathus c. partitus</i>             |                                                | Средне-<br>шандинские     |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   | <i>Polygnathus c. patulus</i>              |                                                | Нижне-<br>шандинские      |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   | <i>Linguipolygnathus<br/>serotinus</i>     |                                                | Салаиркинск.              |                    | Верхне-<br>салаиркинские |
|                                                             | <i>Polygnathus inversus</i>                 |                                   | Средне-<br>салаиркинские                   |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             | <i>Eocostapolygnathus<br/>nothoperbonus</i> |                                   |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             | <i>Eocostapol. gronbergi</i>                | Малобачатские                     |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             | <i>Eocostapol. excavatus</i>                |                                   |                                            | Крековские                                     |                           |                    |                          |
|                                                             | <i>Eocostapol. kitabicus</i>                |                                   | Петцевские                                 |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             | <i>Eocostapol. pireneae</i>                 |                                   |                                            |                                                | Томско-<br>заводские      |                    |                          |
|                                                             | <i>Gondwania kindlei</i>                    | Сухие                             |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             | <i>Gondwania irregularis</i>                |                                   |                                            | Кайбальский                                    |                           |                    |                          |
|                                                             | <i>Pedavis gilberti</i>                     |                                   | Белтирск.                                  |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             | <i>Masaraella pandora m. β</i>              |                                   |                                            |                                                | Кайбальский               |                    |                          |
|                                                             | <i>Ancyrodelloides trigonicus</i>           | Белтирск.                         |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             | <i>Lanea transitans</i>                     |                                   |                                            | Кайбальский                                    |                           |                    |                          |
|                                                             | <i>Lanea eleanorae</i>                      |                                   | Белтирск.                                  |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             | <i>Lanea omoalpha</i>                       |                                   |                                            |                                                | Кайбальский               |                    |                          |
|                                                             | <i>Caudicr. postwoschmidt</i>               | Белтирск.                         |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             | <i>Caudicriodus hesperius</i>               |                                   |                                            | Белтирск.                                      |                           |                    |                          |
|                                                             | <i>Delotaxis detorta</i>                    |                                   | Белтирск.                                  |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   |                                            |                                                | Белтирск.                 |                    |                          |
|                                                             |                                             | Белтирск.                         |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   |                                            | Белтирск.                                      |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   | Белтирск.                                  |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   |                                            |                                                | Белтирск.                 |                    |                          |
|                                                             |                                             | Белтирск.                         |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   |                                            | Белтирск.                                      |                           |                    |                          |
|                                                             | Белтирск.                                   |                                   |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   | Белтирск.                                  |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             | Белтирск.                         |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   |                                            | Белтирск.                                      |                           |                    |                          |
|                                                             | Белтирск.                                   |                                   |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   | Белтирск.                                  |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             | Белтирск.                         |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   |                                            | Белтирск.                                      |                           |                    |                          |
|                                                             | Белтирск.                                   |                                   |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   | Белтирск.                                  |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             | Белтирск.                         |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   |                                            | Белтирск.                                      |                           |                    |                          |
|                                                             | Белтирск.                                   |                                   |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   | Белтирск.                                  |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             | Белтирск.                         |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   |                                            | Белтирск.                                      |                           |                    |                          |
|                                                             | Белтирск.                                   |                                   |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   | Белтирск.                                  |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             | Белтирск.                         |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   |                                            | Белтирск.                                      |                           |                    |                          |
|                                                             | Белтирск.                                   |                                   |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   | Белтирск.                                  |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             | Белтирск.                         |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   |                                            | Белтирск.                                      |                           |                    |                          |
|                                                             | Белтирск.                                   |                                   |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   | Белтирск.                                  |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             | Белтирск.                         |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   |                                            | Белтирск.                                      |                           |                    |                          |
|                                                             | Белтирск.                                   |                                   |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   | Белтирск.                                  |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             | Белтирск.                         |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   |                                            | Белтирск.                                      |                           |                    |                          |
|                                                             | Белтирск.                                   |                                   |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   | Белтирск.                                  |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             | Белтирск.                         |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   |                                            | Белтирск.                                      |                           |                    |                          |
|                                                             | Белтирск.                                   |                                   |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   | Белтирск.                                  |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             | Белтирск.                         |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   |                                            | Белтирск.                                      |                           |                    |                          |
|                                                             | Белтирск.                                   |                                   |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   | Белтирск.                                  |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             | Белтирск.                         |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   |                                            | Белтирск.                                      |                           |                    |                          |
|                                                             | Белтирск.                                   |                                   |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   | Белтирск.                                  |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             | Белтирск.                         |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   |                                            | Белтирск.                                      |                           |                    |                          |
|                                                             | Белтирск.                                   |                                   |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   | Белтирск.                                  |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             | Белтирск.                         |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   |                                            | Белтирск.                                      |                           |                    |                          |
|                                                             | Белтирск.                                   |                                   |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   | Белтирск.                                  |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             | Белтирск.                         |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   |                                            | Белтирск.                                      |                           |                    |                          |
|                                                             | Белтирск.                                   |                                   |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   | Белтирск.                                  |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             | Белтирск.                         |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   |                                            | Белтирск.                                      |                           |                    |                          |
|                                                             | Белтирск.                                   |                                   |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   | Белтирск.                                  |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             | Белтирск.                         |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   |                                            | Белтирск.                                      |                           |                    |                          |
|                                                             | Белтирск.                                   |                                   |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   | Белтирск.                                  |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             | Белтирск.                         |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   |                                            | Белтирск.                                      |                           |                    |                          |
|                                                             | Белтирск.                                   |                                   |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   | Белтирск.                                  |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             | Белтирск.                         |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   |                                            | Белтирск.                                      |                           |                    |                          |
|                                                             | Белтирск.                                   |                                   |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   | Белтирск.                                  |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             | Белтирск.                         |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   |                                            | Белтирск.                                      |                           |                    |                          |
|                                                             | Белтирск.                                   |                                   |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   | Белтирск.                                  |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             | Белтирск.                         |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   |                                            | Белтирск.                                      |                           |                    |                          |
|                                                             | Белтирск.                                   |                                   |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   | Белтирск.                                  |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             | Белтирск.                         |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   |                                            | Белтирск.                                      |                           |                    |                          |
|                                                             | Белтирск.                                   |                                   |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   | Белтирск.                                  |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             | Белтирск.                         |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   |                                            | Белтирск.                                      |                           |                    |                          |
|                                                             | Белтирск.                                   |                                   |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   | Белтирск.                                  |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             | Белтирск.                         |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   |                                            | Белтирск.                                      |                           |                    |                          |
|                                                             | Белтирск.                                   |                                   |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   | Белтирск.                                  |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             | Белтирск.                         |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   |                                            | Белтирск.                                      |                           |                    |                          |
|                                                             | Белтирск.                                   |                                   |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   | Белтирск.                                  |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             | Белтирск.                         |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   |                                            | Белтирск.                                      |                           |                    |                          |
|                                                             | Белтирск.                                   |                                   |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   | Белтирск.                                  |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             | Белтирск.                         |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   |                                            | Белтирск.                                      |                           |                    |                          |
|                                                             | Белтирск.                                   |                                   |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   | Белтирск.                                  |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             | Белтирск.                         |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   |                                            | Белтирск.                                      |                           |                    |                          |
|                                                             | Белтирск.                                   |                                   |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   | Белтирск.                                  |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             | Белтирск.                         |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   |                                            | Белтирск.                                      |                           |                    |                          |
|                                                             | Белтирск.                                   |                                   |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   | Белтирск.                                  |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             | Белтирск.                         |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   |                                            | Белтирск.                                      |                           |                    |                          |
|                                                             | Белтирск.                                   |                                   |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   | Белтирск.                                  |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             | Белтирск.                         |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   |                                            | Белтирск.                                      |                           |                    |                          |
|                                                             | Белтирск.                                   |                                   |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   | Белтирск.                                  |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             | Белтирск.                         |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   |                                            | Белтирск.                                      |                           |                    |                          |
|                                                             | Белтирск.                                   |                                   |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   | Белтирск.                                  |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             | Белтирск.                         |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   |                                            | Белтирск.                                      |                           |                    |                          |
|                                                             | Белтирск.                                   |                                   |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   | Белтирск.                                  |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             | Белтирск.                         |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   |                                            | Белтирск.                                      |                           |                    |                          |
|                                                             | Белтирск.                                   |                                   |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   | Белтирск.                                  |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             | Белтирск.                         |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   |                                            | Белтирск.                                      |                           |                    |                          |
|                                                             | Белтирск.                                   |                                   |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   | Белтирск.                                  |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             | Белтирск.                         |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   |                                            | Белтирск.                                      |                           |                    |                          |
|                                                             | Белтирск.                                   |                                   |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   | Белтирск.                                  |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             | Белтирск.                         |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   |                                            | Белтирск.                                      |                           |                    |                          |
|                                                             | Белтирск.                                   |                                   |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   | Белтирск.                                  |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             | Белтирск.                         |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   |                                            | Белтирск.                                      |                           |                    |                          |
|                                                             | Белтирск.                                   |                                   |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   | Белтирск.                                  |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             | Белтирск.                         |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   |                                            | Белтирск.                                      |                           |                    |                          |
|                                                             | Белтирск.                                   |                                   |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   | Белтирск.                                  |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             | Белтирск.                         |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   |                                            | Белтирск.                                      |                           |                    |                          |
|                                                             | Белтирск.                                   |                                   |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   | Белтирск.                                  |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             | Белтирск.                         |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   |                                            | Белтирск.                                      |                           |                    |                          |
|                                                             | Белтирск.                                   |                                   |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   | Белтирск.                                  |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             | Белтирск.                         |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   |                                            | Белтирск.                                      |                           |                    |                          |
|                                                             | Белтирск.                                   |                                   |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   | Белтирск.                                  |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             | Белтирск.                         |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   |                                            | Белтирск.                                      |                           |                    |                          |
|                                                             | Белтирск.                                   |                                   |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   | Белтирск.                                  |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             | Белтирск.                         |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   |                                            | Белтирск.                                      |                           |                    |                          |
|                                                             | Белтирск.                                   |                                   |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   | Белтирск.                                  |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             | Белтирск.                         |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   |                                            | Белтирск.                                      |                           |                    |                          |
|                                                             | Белтирск.                                   |                                   |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   | Белтирск.                                  |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             | Белтирск.                         |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   |                                            | Белтирск.                                      |                           |                    |                          |
|                                                             | Белтирск.                                   |                                   |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   | Белтирск.                                  |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             | Белтирск.                         |                                            |                                                |                           |                    |                          |
|                                                             |                                             |                                   |                                            | Белтирск.                                      |                           |                    |                          |
|                                                             | Бел                                         |                                   |                                            |                                                |                           |                    |                          |

Рис. 1. Схема филогении сибирских видов рода *Protodouvillina*.

Кроме того, результаты новейших исследований, полученные в последние три года, позволили провести коренную пере интерпретацию не только ранее сделанных корреляционных построений, но и иначе трактовать стратиграфическую последовательность и характер седиментации в Салаиро-Алтайском палеобассейне [13].

Как следствие, произошли существенные изменения и в понимании диапазонов существования практически всех видов сибирских протодувиллин. Кроме того, ряд видов был обнаружен в серии разрезов и точек сбора, где ранее эти виды не фиксировались или были обнаружены впервые. Результаты этих работ отражены на рис. 1.

Проведенная ревизия местонахождений сибирских видов рода *Protodouvillina*, новые биостратиграфические данные, преимущественно по конodontам и аммоноидеям, существенно уточнили понимание филогенеза протодувиллин Салаира и окраин Кузбасса, что позволило автору в значительной мере модернизировать разработанную ранее [6] региональную зональную шкалу. Помимо описанных ранее видов в ней фигурирует таксон, определенный в открытой номенклатуре как *Protodouvillina (U.) aff. reticularis*. Раковины этих протодувиллин обнаружены в стратотипе сафоновских слоев у д. Заречная и в разрезах окрестностей г. Прокопьевска (БС091, БС093) [14] совместно с типичными *P. (U.) reticularis* (Khalfin, 1937). Обладая признаками внутреннего строения протодувиллин и парвикостеллятной радиальной скульптурой, аналогичной *P. (U.) reticularis*, раковины *P. (U.) aff. reticularis* обладают иной концентрической скульптурой. Морщинки у них не образуют концентрические ряды, а разбросаны хаотически по поверхности раковины. К сожалению, имеющийся в распоряжении автора фактический материал не позволяет оценить стабильность данного признака и взаимоотношения выделенных форм с типичными *P. (U.) reticularis*, поэтому они условно обособлены в *P. (U.) aff. reticularis*.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Грацианова Р. Т. Лептениды (Brachiopoda) девона Алтае-Саянской области: Состав, фациальная приуроченность, стратиграфическое значение // Среда и жизнь в геологическом прошлом: (поздний докембрий и палеозой Сибири). – Новосибирск: Наука, 1973. – С. 95–118.
2. Грацианова Р. Т. О составе и распространении семейства Leptodontellidae (Brachiopoda) // Стратиграфия нижнего и среднего девона. Труды III Международного симпозиума по границе силура и девона и стратиграфии нижнего и среднего девона (Ленинград, 1968). Т. 2. – Л.: Наука, 1973. – С. 93–98.
3. Грацианова Р. Т. Брахиоподы раннего и среднего девона Алтае-Саянской области. Строфоменидины. – М.: Наука, 1975. – 106 с.
4. Грацианова Р. Т., Язиков А. Ю., Елкин Е. А., Изох Н. Г. История развития строфеодонтацей (брахиоподы) в девонском бассейне западной части Алтае-Саянской области // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 1993. Т. 1, №4. – С. 33–40.
5. Грацианова Р. Т., Язиков А. Ю. Материалы к стратиграфии и палеогеографии девона Западной Сибири (по брахиоподам Stropheodontacea) // Геология и геофизика. 1997. № 8. – С. 1359–1369.
6. Грацианова Р. Т., Язиков А. Ю. Род *Protodouvillina* (брахиоподы; девон): ревизия состава, новые таксоны, филогения и филозоны // Новости палеонтологии и стратиграфии.

Приложение к журналу "Геология и геофизика", т. 39. вып. 1. / Отв. ред. Е. А. Елкин и А. В. Каныгин. – Новосибирск: НИЦ ОИГГиМ. 1998. – С. 57–79.

7. Стратотипические разрезы нижнего и среднего девона Салаира. Теленгитский надгоризонт: терригенно-карбонатные фации [отв. ред. Елкин Е. А., Каныгин А. В.]. – Новосибирск: ИГиГ, 1986. – 142 с.

8. Ржонсницкая М. А. Биостратиграфия девона окраин Кузнецкого бассейна. Стратиграфия // Тр. ВСЕГЕИ. Нов. серия – Л.: Недра, 1968. – Т. 1. – 287 с.

9. Халфин Л. Л. Среднедевонские брахиоподы с. Лебедянское Анжеро-Судженского района // Изв. Томского индустр. ин-та. – 1937. – Т. 57, вып. 1. – С. 85–148.

10. Yolkin E. A., Gratsianova R. T., Izokh N. G., Yazikov A. Yu., Bakharev N. K., Alekseeva R. E., Erina M. V., Kim A. I., Shishkina R. G. Devonian standard boundaries within the shelf belt of the Siberian Old Continent (South of the Western Siberia, Mongolia, Russian Far East) and in the South Tien Shan // Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, Frankfurt-am-Maine, 2000. V. 225. – P. 303–318.

11. Talent J. A., Gratsianova R. T., Yolkin E. A. Latest Silurian (Pridoli) to Middle Devonian of the Asia-Australia hemisphere: rationalization of brachiopod taxa and faunal lists; correlation charts // Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, Frankfurt-am-Maine, 2001. Bd. 236. – 221 p.

12. Зональная стратиграфия фанерозоя России / Науч. ред. Т. Н. Корень. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2006. – 256 с.

13. Язиков А. Ю., Изох Н. Г. Биостратиграфия девона Салаира. – Новосибирск: Изд-во СНИИГГиМС, 2014. [в печати].

14. Middle-Upper Devonian and Lower Carboniferous Biostratigraphy of Kuznetsk Basin. Field Excursion Guidebook. International Conference "Biostratigraphy, paleogeography and events in Devonian and Lower Carboniferous" (SDS / IGCP 596 joint field meeting) / Eds. N. K. Bakharev, N. G. Izokh, O. T. Obut, J. A. Talent. (Authors: N. K. Bakharev, N. G. Izokh, A. Yu. Yazikov, T. A. Shcherbanenko, S. A. Anastasieva, O. T. Obut, S. V. Saraev, L. G. Peregoedov, V. G. Khromykh, O. A. Rodina, I. G. Timokhina, T. P. Kipriyanova). Novosibirsk, July 20 – August 10, 2011. Novosibirsk: Publishing House of SB RAS, 2011. – 98 p.

© А. Ю. Язиков, 2014

## **ХАРАКТЕРИСТИКА БРАХИОПОДОВЫХ АССОЦИАЦИЙ СРЕДНЕГО ДЕВОНА САЛАИРА**

*Александр Юрьевич Язиков*

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, научный сотрудник лаборатории палеонтологии и стратиграфии палеозоя, тел. (383)333-11-26, e-mail: YazikovAY@ipgg.sbras.ru

Приводится фациальный и биостратиграфический анализ таксономически разнообразной ассоциации среднедевонских брахиопод из разрезов восточного склона Салаира.

**Ключевые слова:** биостратиграфия, брахиоподы, средний девон, Западная Сибирь, Салаир.

## **MIDDLE DEVONIAN BRACHIOPOD ASSOCIATIONS OF SALAIR**

*Aleksandr Yu. Yazikov*

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, Research Scientist, Laboratory of the Paleozoic paleontology and stratigraphy, tel. (383)333-11-26, e-mail: YazikovAY@ipgg.sbras.ru

Data on facial and biostratigraphic analysis of the taxonomically diverse association of brachiopods from Middle Devonian sections of east slope of Salair are presented.

**Key words:** biostratigraphy, brachiopods, Middle Devonian, Western Siberia, Salair.

Пик изучения среднедевонских брахиопод Салаира приходится на 30-е – 60-е годы прошлого столетия [1, 2, 3, 4, 5, и др.], на время широкомасштабных геолого-съёмочных и геолого-поисковых работ. В качестве опорных участков для разработки региональных схем расчленения по брахиоподам были выбраны выходы среднего девона вблизи г. Гурьевска, в окрестностях с. Заречное и ст. Баскусан, а также береговые обнажения р. Егоз у западных окраин г. Прокопьевска. В 70-е годы прошлого столетия на территории Гурьевского опорного участка в эксплуатацию были введены два крупных карьера по добыче флюсовых известняков: Акарачкинский и Малосалаиркинский, а также проведены значительные вскрышные работы при обустройстве железнодорожных подъездов. В результате появилась уникальная возможность детально переизучить значительный интервал девонского разреза (от лохкова до живета). Близкая ситуация возникла и на западных окраинах г. Прокопьевска, где при расширении городской застройки был вскрыт ряд новых среднедевонских разрезов. Литолого-биостратиграфическое изучение этих участков обеспечила группа под руководством Е.А. Елкина, в составе которой принимал участие и автор настоящего сообщения.

В процессе этих многолетних исследований удалось собрать обширную коллекцию брахиопод, среднедевонская часть которой насчитывает более 10 000 экз. раковин различной сохранности. Коллекция собрана из 19-ти разре-

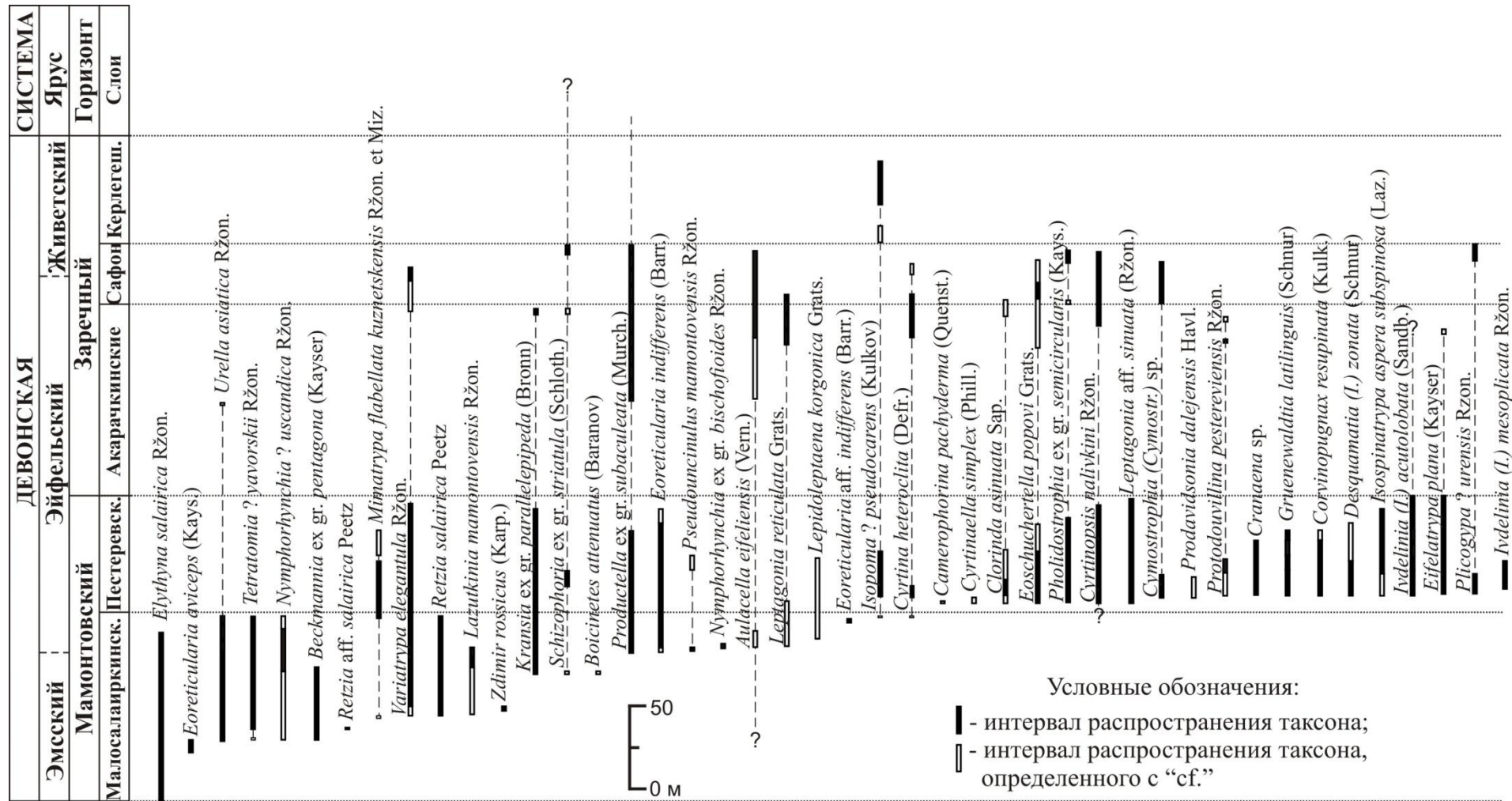
зов и 8 палеонтологических точек выше обозначенных опорных участков. Комплекс брахиопод чрезвычайно разнообразен таксономически и включает более 100 видов, часть из которых удалось диагностировать лишь в открытой номенклатуре (рис. 1).

Не смотря на присутствие большого числа транзитных видов, создающих единый облик всей мега-ассоциации среднедевонских брахиопод, достаточно четко выделяется две дискретные ассоциации, характеризующие соответственно мамонтовский и заречный горизонты. Их общей чертой является низкое таксономическое разнообразие на базальных стратиграфических уровнях: в нижней части малосалаиркинских слоев обнаружены лишь *Elythyna salairica* Ržon. и *Eoreticularia aviceps* (Kays.), а акарачкинские слои палеонтологически «стерильны» до верхней половины. Это обусловлено специфичными субконтинентальными обстановками на этих интервалах разреза, а также присутствием в осадках значительного количества туфогенного материала. По мере углубления палеобассейна в поздне-малосалаиркинское и поздне-акарачкинское времена видоразнообразие резко возрастает.

Локализация границы малосалаиркинских и пестеревских слоев по брахиоподам неоднозначна, в основе выделения пестеревских слоев традиционно использовались седиментологические критерии – появление в разрезе серых тонкокристаллических известняков массивного облика. Учитывая эту особенность, характерными видами малосалаиркинских слоев являются: *Lazutkinia mamontovensis* Ržon., *Retzia salairica* Peetz, *Beckmannia* ex gr. *pentagona* (Kayser), *Tetratomia* ? *yavorskii* Ržon., *Urella asiatica* Ržon. и *Eoreticularia aviceps* (Kays.). В верхней части малосалаиркинских слоев присутствует также уровень, на котором происходит коренная перестройка брахиоподовых комплексов – исчезают элитины и представители рода *Zdimir*, доминирующие в нижележащих отложениях верхнего эмса (верхнешандинских слоях). Условно этот рубеж сопоставляется с границей эмского и эйфельского ярусов, поскольку зональные конодонты в этих отложениях отсутствуют.

Безусловными доминантами ассоциации пестеревских известняков являются *Ivdelinia acutolobata* (Sandb.), *Variatrypa elegantula* Ržon. и *Gruenewaldtia latilinguis* (Schnur). На отдельных стратиграфических уровнях многочисленны находки *Isopoma* ? *pseudocarens* (Kulkov), *Clorinda asinuata* Sap., *Corvinopugnax resupinata* (Kulkov), *Eifelatrypa plana* (Kayser), *Peratos pella* L. Mizens, *Camarotoechioides lazutkini* (Ržon.), образующие «гнездовидные» скопления целых раковин в более глинистых и слоистых разностях известняков пестеревских слоев. Там же встречена и большая часть остальных видов (рис. 1), представленных меньшим количеством экземпляров.

Акарачкинские слои брахиоподами охарактеризованы лишь в верхней части. Характерные только для этих слоев виды отсутствуют – все обнаруженные брахиоподы либо встречены в нижележащих, либо обнаружены в более молодых отложениях.



Сокращения: Малосалаиркинск. - Малосалаиркинские, Пестеревск. - Пестеревские, Сафон. - Сафоновские, Керлегеш. - Керлегешские.

Рис. 1. Схема распространения брахиопод в отложениях среднего девона восточного склона Салаира.

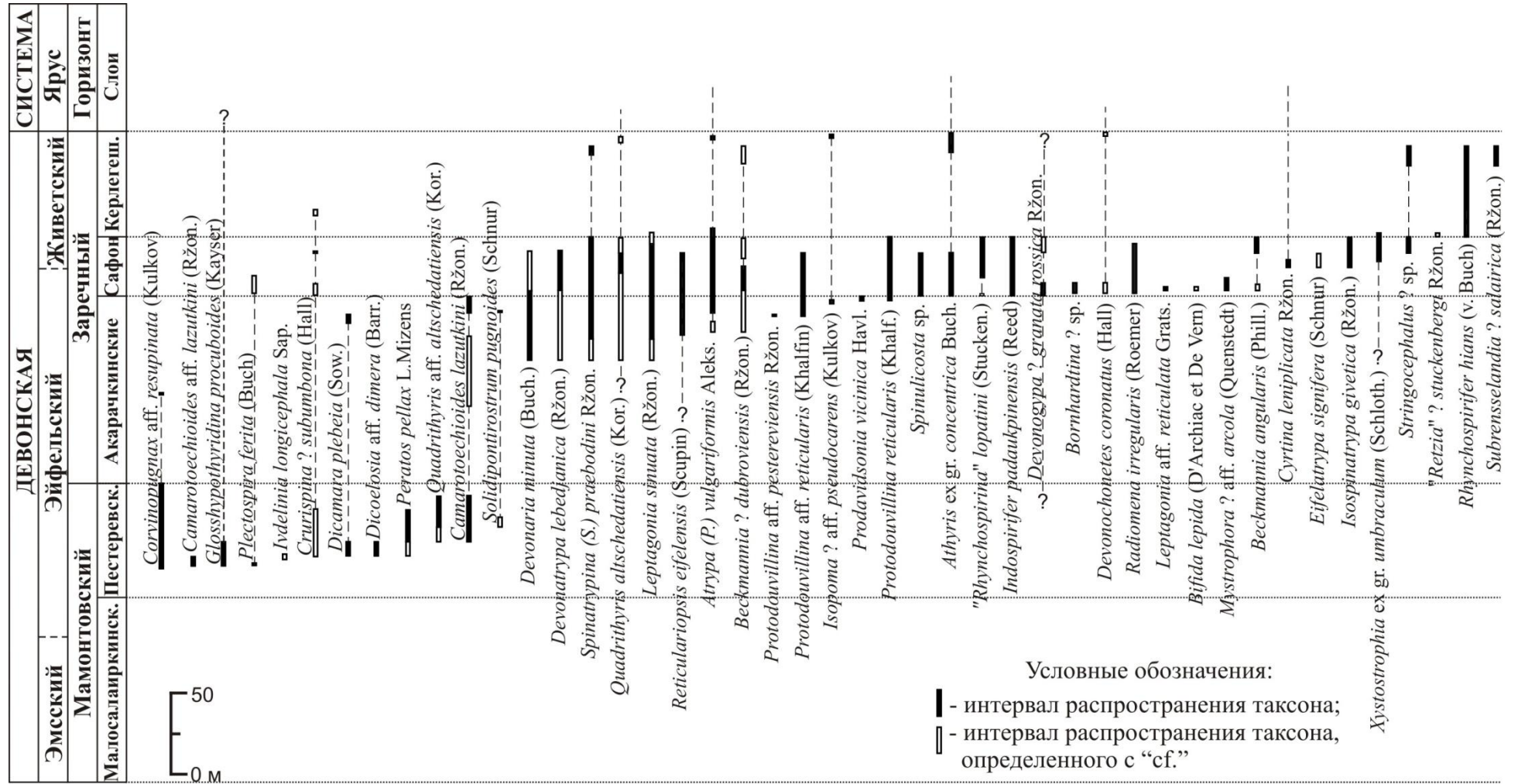


Рис. 1. Продолжение.

Основным критерием проведения границы между акарачкинскими и сафоновскими слоями является появление многочисленных *Indospirifer padaukpinensis* (Reed) (= *Indospirifer pseudowilliamsi* Rzon.), благодаря которым сафоновские слои получили название «индоспириферовых» [1]. Этот вид действительно доминирует на данном стратиграфическом уровне. Кроме *Indospirifer padaukpinensis* (Reed) в разряд характерных для сафоновских слоев входят: "*Rhynchospirina*" *lopatini* (Stucken.), *Radiomena irregularis* (Roemer), *Beckmannia angularis* (Phill.) и *Isospinatrypa givetica* (Ržon.). Ранее сафоновские слои рассматривались как перекрывающие керлегешские [2, 5, 6], но новейшие данные [7] показали ошибочность таких представлений.

Керлегешские слои венчают палеонтологически охарактеризованный разрез среднего девона Салаира. Резкая нижняя литологическая граница слоев (появление кораллово-строматопороидеивых известняков) обеспечивает и резкую смену ассоциации брахиопод. Доминантом в известняках и аргиллитовых прослоях керлегешских слоев является *Rhynchospirifer hians* (v. Buch) (= *Ilmenia subhians* Rzon.). Характерным видом следует считать и *Subrensselandia* ? *salairica* (Ržon.) (= *Chascothyris salairica* Ržon.), но он обнаружен стратиграфически гораздо выше ринхоспириферов. Обедненная ассоциация керлегешских слоев обусловлена чисто фациальными причинами – в ней присутствуют лишь виды-рифолубы. Учитывая рифогенную природу керлегешских слоев, не исключено, что по простиранию они могут фиксироваться на различных биостратиграфических уровнях или исчезать в «матриксе» сафоновских слоев.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ржонсницкая М. А. Брахиоподы индоспириферового горизонта (живетский ярус) юго-западной окраины Кузнецкого бассейна // Палеонтология и стратиграфия Кузбасса. – Л.; М.: ОНТИ, 1937. (Тр. ЦНИГРИ. Вып. 97). – С. 97-138.
2. Ржонсницкая М. А. Спирифериды девонских отложений окраин Кузнецкого бассейна. – М: Госгеолиздат, 1952. – 232 с.
3. Кульков Н.П. О фауне брахиопод пестеревских известняков и их фациальных аналогов // Вопросы стратиграфии и палеонтологии Западной Сибири. Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1960. Тр. ИГиГ СО АН СССР. Вып. 1. С. 153-193.
4. Грацианова Р. Т. Тип Brachiopoda. Плеченогие / Р. Т. Грацианова, В. Г. Зинченко, Н. П. Кульков // Биостратиграфия палеозоя Алтае-Саянской горной области. – Новосибирск, 1960. – С. 422–480.
5. Ржонсницкая М. А. Биостратиграфия девона окраин Кузнецкого бассейна. Стратиграфия // Тр. ВСЕГЕИ. Нов. сер. – Л.: Недра, 1968. – Т. 1. – 287 с.
6. Yolkin E.A., Gratsianova R.T., Izokh N.G., Yazikov A.Yu., Bakharev N.K., Alekseeva R.E., Erina M.V., Kim A.I., Shishkina R.G. Devonian standard boundaries within the shelf belt of the Siberian Old Continent (South of the Western Siberia, Mongolia, Russian Far East) and in the South Tien Shan // Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, Frankfurt-am-Maine, 2000, v. 225. – 303-318.
7. Язиков А. Ю., Изох Н. Г. Биостратиграфия девона Салаира. – Новосибирск: Изд-во СНИИГГиМС, 2014. – в печати.

© А. Ю. Язиков, 2014

## КРИЗИСЫ ЭКОСИСТЕМ В НИЖНЕМ И СРЕДНЕМ ДЕВОНЕ САЛАИРА

*Александр Юрьевич Язиков*

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, научный сотрудник лаборатории палеонтологии и стратиграфии палеозоя, тел. (383)333-11-26, e-mail: YazikovAY@ipgg.sbras.ru

*Надежда Георгиевна Изох*

ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории палеонтологии и стратиграфии палеозоя, тел. (383)333-24-31, e-mail: IzokhNG@ipgg.sbras.ru

В ниже- и среднедевонском разрезе восточного склона Салаира выделяется шесть стратиграфических уровней, на которых происходит коренная перестройка фаунистических ассоциаций. Обоснована их взаимосвязь с циклами осадконакопления и фазами активизации вулканизма.

**Ключевые слова:** биостратиграфия, палеоэкосистемы, циклы осадконакопления, нижний и средний девон, Западная Сибирь, Салаир.

## CRISES OF ECOSYSTEMS IN THE LOWER AND MIDDLE DEVONIAN OF SALAIR

*Aleksandr Yu. Yazikov*

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, research scientist, Laboratory of the Paleozoic paleontology and stratigraphy, tel. (383)333-11-26, e-mail: YazikovAY@ipgg.sbras.ru

*Nadezhda G. Izokh*

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, 630090, Russia, Novosibirsk, Acad. Koptug av., 3, Ph. D. in Geology, senior research scientist, Laboratory of the Paleozoic paleontology and stratigraphy, tel. (383)333-24-31, e-mail: IzokhNG@ipgg.sbras.ru

Six stratigraphic levels characterized by the radical restructure of faunal associations are allocated in the Lower and Middle Devonian section at the east slope of Salair. Their relationship with the sedimentary cycles and phases of volcanism activation was proved.

**Key words:** biostratigraphy, paleoecosystems, cycles of sedimentation, Lower and Middle Devonian, Western Siberia, Salair.

Базовым аспектом при анализе изменения палеосреды обитания организмов и фаунистических ассоциаций во времени является реконструкция хода седиментации в конкретном палеобассейне, основу которой составляет детальное литолого-биостратиграфическое картирование.

Не смотря на более чем вековую историю изучения девонских отложений Салаира, этап интенсивных детальных биостратиграфических исследований

берет начало лишь в конце 70-х годов прошлого столетия. Самостоятельный раздел этих работ проводила большая межинститутская группа биостратиграфов и литологов сначала под руководством Е.А. Елкина, а в новейший период – во главе с Н.К. Бахаревым. За этот, более чем 30-летний период, были комплексно переизучены практически все ранее известные девонские разрезы Салаира (преимущественно в его стратотипической - восточной части) и описаны десятки новых, ранее неизвестных обнажений. Результатом этих исследований стал цикл монографий [1, 2, 3] и сотни специализированных статей. Но лишь сейчас, после многолетнего анализа всех собранных материалов, уже на новой биостратиграфической основе авторы смогли реконструировать сводный разрез нижнего и среднего девона Салаира, прийти к пониманию сложнейших фациальных взаимоотношений внутри и между выделяемыми биостратиграфическими подразделениями, систематизировать и разработать иерархию этих стратонов (рис. 1).

Нижне- и среднедевонские отложения Салаира формировались в шельфовой зоне окраинного моря Сибирского палеоконтинента, в чрезвычайно изменчивой и нестабильной во времени среде. В сводном разрезе легко выделяется шесть мегациклов, которые отвечают соответственно: лохковскому, позднелохковско - раннепражскому, позднепражско - раннеэмскому, позднеэмскому, эйфельскому и позднейфельско - живетскому временам. Выделяемые мегациклы поразительно схожи литологически. В основании обычно присутствует пестроцветная терригенная (песчанно-гравелитовая, реже песчано-галечная) пачка, с редкими карбонатными прослоями (либо они отсутствуют). Выше по разрезу возрастает доля карбонатов, а песчаники постепенно сменяют алевролиты и аргиллиты. Верхняя часть мегацикла, как правило, карбонатная и тонко-терригенная. Эти три фазы ритма характеризуют постепенный трансгрессивный тренд. Иная общая черта всех ритмов седиментации – присутствие резко асимметричной регрессивной фазы. Терригенные уровни последующего мегацикла по резкой границе перекрывают карбонаты предыдущего, обычно с одновременной пенепленизацией сформировавшегося палеорельефа. Подобную асимметричность циклов седиментации можно было бы «списать» на большую амплитуду размыва, но биостратиграфические данные подобную трактовку отвергают. Существенного выпадения фрагментов разреза по конодонтам, брахиоподам, остракодам, трилобитам и другим группам фауны не фиксируется. Резкое обмеление бассейна в масштабах геологического времени наступало молниеносно.

Выделяемые мегациклы имеют поразительное сходство друг с другом и при оценке биоразнообразия внутри каждого ритма. Их базальные части практически «стерильны», либо содержат моно- или битаксонные ассоциации (численно представленные огромным количеством экземпляров). В средней части ритма таксономическая характеристика резко возрастает – появляются рекуррентные виды и ряд новых видов, создающих неповторимый облик всего цикла. Максимальное таксономическое разнообразие фиксируется в верхней (обычно карбонатной) части циклов. Именно на этих уровнях наблюдается развитие биогермов и формирование более сложных рифогенных образований.

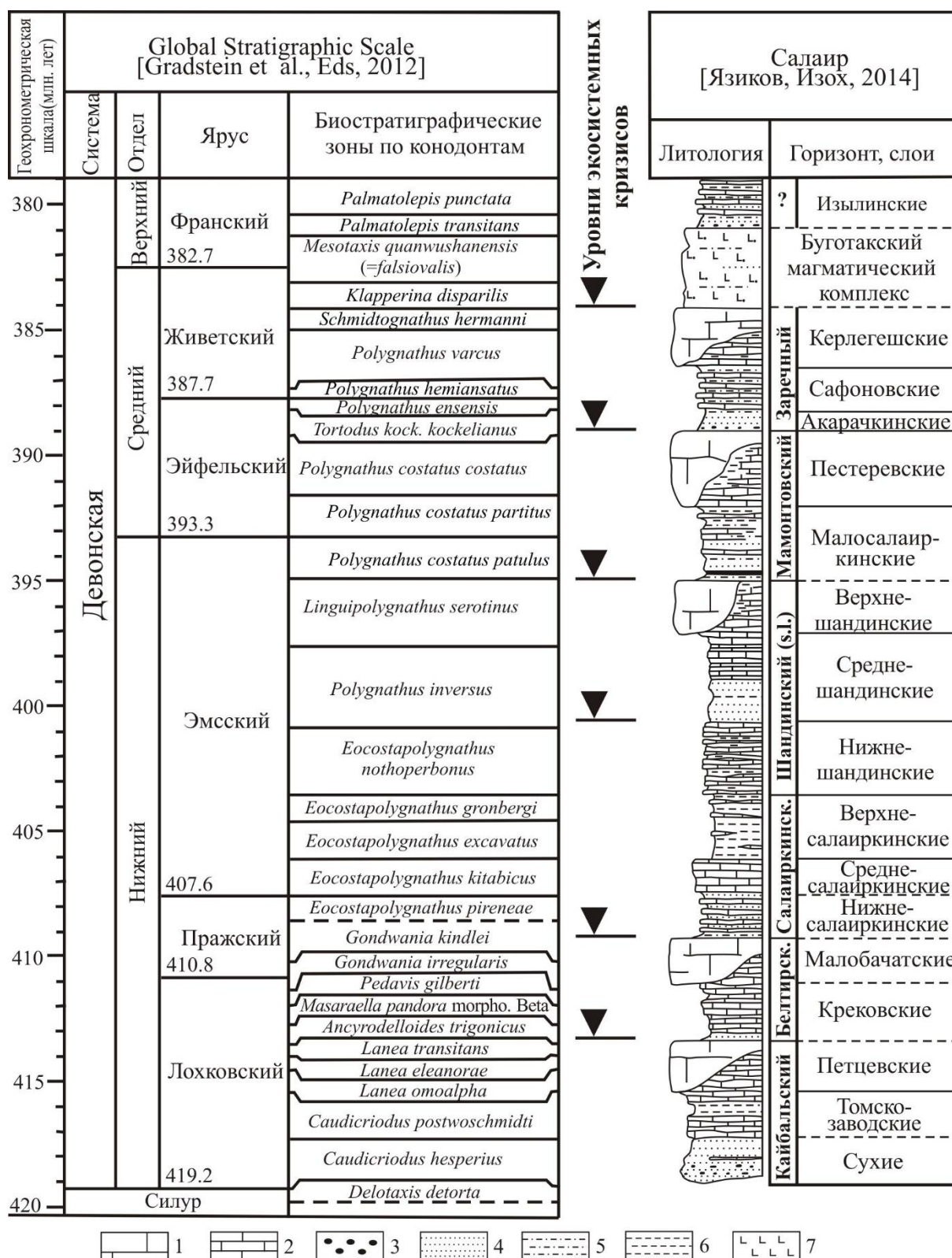


Рис. 1. Схема расчленения ниже- среднедевонских отложений восточного склона Салаира и уровни экосистемных кризисов.

В нижнем и среднем девоне Салаирского палеобассейна им отвечают рифовые комплексы петцевских, малобачатских, верхнешандинских, пестеревских и керлегешских слоев, характеризующиеся крайне сложным и разнообразным набором микрофаций. Именно в этих, фациально «пестрых» отложениях обычно обнаруживаются космополитные виды, являющиеся биомаркерами для межрегиональных и планетарных корреляций.

Анализ цикличности процессов седиментации и, соответственно, ход эволюционного преобразования морских биот, приводит к выводу о существовании глобальных факторов, влиявших и периодически воздействовавших как на ход седиментации, так и на эволюцию палеоэкосистем. Е.А. Елкин [5] периодичность и цикличность этих процессов связывал с факторами космогенного характера. Авторы же настоящего сообщения считают, что более очевидна связь с активизацией вулканизма. В базальных частях всех мегаритмов отмечается присутствие туфогенного материала. Тектоно-магматическая активизация могла провоцировать «мгновенные» и значительные изменения уровня океана, резкое изменение физико-химических параметров окружающей среды, что дестабилизировало и разрушало сложившиеся экосистемы. С затуханием вулканической активности в палеобассейне начинался очередной этап реанимации жизни. Факторы же, контролирующие тектонические и магматические процессы, возможно являются космогенными.

С такой гипотезой хорошо согласуется обоснование ярусных границ девонской системы. Несложно заметить (рис.1), что эти границы сдвинуты к средней части ритмов седиментации, к после кризисной фазе становления новых экосистем. Эту закономерность вряд ли можно считать случайной – она обусловлена факторами планетарного масштаба.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Стратотипические разрезы нижнего и среднего девона Салаира. Теленгитский надгоризонт: терригенно-карбонатные фации [отв. ред. Елкин Е.А., Каныгин А.В.]. - Новосибирск: ИГиГ, 1986. - 142 с.
2. Стратотипические разрезы нижнего и среднего девона Салаира. Теленгитский надгоризонт: карбонатные фации [отв. ред. Елкин Е.А., Каныгин А.В.]. - Новосибирск: ИГиГ, 1987. - 194 с.
3. Ключевые разрезы девона Рудного Алтая, Салаира и Кузбасса / Бахарев Н.К., Сенников Н.В., Елкин Е.А., Изох Н.Г., Алексеенко А.А., Обут О.Т., Родина О.А., Сараев С.В., Батурина Т.П., Киприянова Т.П., Тимохина И.Г., Язиков А.Ю. [отв. ред. Е.А. Елкин]. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004. - 104 с.
4. Язиков А.Ю., Изох Н.Г. Биостратиграфия девона Салаира. - Новосибирск: Изд-во СНИИГГиМС, 2014. – в печати.
5. Елкин Е.А. Закономерности эволюции дехенеллид и биохронология силура и девона. – М.: Наука, 1983. – 118 с.

© А. Ю. Язиков, Н. Г. Изох, 2014

## **АЛГОРИТМ ЗАПОЛНЕНИЯ ПРОБЕЛОВ И ОБНАРУЖЕНИЯ ОШИБОК В ГЕОЛОГО-ПРОМЫСЛОВЫХ ДАННЫХ**

***Вадим Владимирович Татарников***

Новосибирский государственный университет, 630090, Россия, г. Новосибирск, ул. Пирогова 2, студент, e-mail: vadim.tatarnikov@gmail.com

***Николай Григорьевич Загоруйко***

Институт математики им. С. Л. Соболева СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 4, доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией, e-mail: zag@math.nsc.ru

Разработан алгоритм заполнения пробелов в таблицах геолого-промысловых данных на основе понятия компактности данных и функции конкурентного сходства. Алгоритм применён к реальной задаче, что позволило на его основе предложить критерий для обнаружения ошибок.

**Ключевые слова:** заполнение пробелов, функция конкурентного сходства.

## **GAP COMPLETION AND ERROR DETECTION ALGORITHM IN FIELD-GEOLOGICAL DATA**

***Vadim V. Tatarnikov***

Novosibirsk State University, 630090, Russia, Novosibirsk, 2 Pirogova, master's program student, e-mail: vadim.tatarnikov@gmail.com

***Nikolay G. Zagoruiko***

Sobolev Institute of Mathematics, 630090, Russia, Novosibirsk, 4 Koptuga, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Laboratory, e-mail: zag@math.nsc.ru

The article deals with development of an algorithm for gap completion in field-geological data on the basis of the notions of data compactness and function of rival similarity (FRiS). The algorithm is applied to a real task which allows posing a criterion for detecting errors.

**Key word:** gap completion, function of rival similarity.

Одной из характерных проблем современной нефтяной индустрии является высокая степень неопределённости данных, собираемых автоматическими системами мониторинга геолого-промысловых объектов. Как правило, эти данные представляют собой таблицы, где с фиксированным интервалом представлены показатели давления в системе, время работы скважины, а также показания расходомеров (дебиты) каждой скважины. Таким образом, эти данные представимы в виде трёхмерной таблицы «объект-свойство-время» или «куба данных». Проблема неопределённости заключается в том, что из-за технических неисправностей и человеческого фактора некоторые клетки этих таблиц могут быть существенно искажены или отсутствовать. Для дальнейшей обработки таких данных ошибки в них необходимо обнаруживать, а пробелы заполнять.

Для решения обозначенной проблемы были проанализированы данные 11 параметров 13 скважин за 4 месяца, а также проведён обзор алгоритмов заполнения пробелов в таблицах данных. Помимо простых локальных методов вроде скользящего среднего или  $k$  ближайших соседей ( $kNN$ ), в настоящее время широко используются алгоритмы, основанные на методе наименьших квадратов: регрессия[1] и метод главных компонент[2], применяются алгоритмы на основе оценки максимального правдоподобия[3], позволяющие подбирать распределение величин в таблице. Однако методы, упомянутые выше, действуют глобально: в них предполагается, что зависимость заданного типа реализована на всех объектах, поэтому и в оценивании зависимостей участвуют все строки и столбцы. Применение указанных методов потребует предобработки данных: выделения трендов для применения регрессии или кластеризации для выделения групп объектов и признаков, подчиняющихся распределению определённого вида.

Алгоритм, действующий локально, т.е. оценивающий зависимости в некоторой окрестности предсказываемого объекта, был впервые предложен в работе[4], описывающей алгоритм ZET для таблицы вида «объект-свойство». Его основная идея заключается в том, чтобы для восстановления значения одного элемента исходной таблицы найти некоторую подтаблицу, с помощью которой, используя регрессию по строкам и столбцам, восстановить значение целевого элемента. Используются предположения об избыточности данных – наличии похожих столбцов и строк, а также о локальной компактности в данных – сходства объектов по описывающим признакам следует сходство в целевом. Обозначим объекты (скважины) множеством  $A$ , признаки (параметры) множеством  $X$  и моменты времени множеством  $T$ , тройкой  $\langle A, X, T \rangle$  куб данных, а тройкой  $\langle a, x, t \rangle$  элемент куба лежащий на пересечении  $a \in A$ ,  $x \in X$ ,  $t \in T$ . Пусть необходимо восстановить значение элемента  $\langle a_0, x_0, t_0 \rangle$ ; для применения ZET потребовалось бы составить таблицу путём вертикального соединения двумерных таблиц  $\langle a_i, X, T \rangle$ ,  $a_i \in A$ . Однако, в этом случае алгоритмом никак не учитывается принадлежность отдельно взятого элемента конкретному объекту, тогда как эта информация в исходных данных имеется и может оказаться полезной. В данной работе предложена модификация ZET для работы с кубами данных, использующая те же предположения об избыточности и локальной компактности.

В отличие от ZET, алгоритм оперирует не отдельными строками и столбцами, а сечениями  $a \in A$ ,  $x \in X$ ,  $t \in T$  и оценивает компактность получившегося подкуба при помощи меры компактности на основе функции конкурентного сходства(FRiS). Функция FRiS используется для вычисления меры сходства сечений и определяется как

$$F(a, a_0 | a^*) = \frac{r(a, a^*) - r(a, a_0)}{r(a, a^*) + r(a, a_0)},$$

где  $r(a_i, a_j) = \sum_x \sum_t (\langle a_i, x, t \rangle - \langle a_j, x, t \rangle)^2$  – Евклидово расстояние между сечениями.

Значение функции  $F$  меняется в пределах интервала  $[-1; +1]$  и характеризует, насколько сечение  $a$  похоже на сечение  $a_0$  в конкуренции с  $a^*$ , а среднее значение  $F(a, a_0 | a^*)$  по выборке сечений  $a \in A' \subset A$  можно рассматривать в качестве меры компактности. Аналогичным образом вычисляются компактности сечений  $X' \subset X$  и  $T' \subset T$ .

Алгоритм 1. Вычисление компактности подкуба  $\langle A', X', T' \rangle$ .

0. Пусть целевой элемент лежит на пересечении  $a_0, x_0, t_0$ .

1. По каждому из направлений  $A, X, T$  найдём наиболее удалённые от целевого сечения:

$$\begin{aligned} a^* &= \arg \max_{a \in A} r(a, a_0), \\ x^* &= \arg \max_{x \in X} r(x, x_0), \\ t^* &= \arg \max_{t \in T} r(t, t_0). \end{aligned}$$

2. Вычислим средние значения конкурентного сходства по направлениям:

$$\begin{aligned} C_{A'} &= F_S^{A'}(a, a_0) = \frac{1}{|A'|} \sum_i^{|A'|} F(a_i, a_0 | a^*), \\ C_{X'} &= F_S^{X'}(x, x_0) = \frac{1}{|X'|} \sum_i^{|X'|} F(x_i, x_0 | x^*), \\ C_{T'} &= F_S^{T'}(t, t_0) = \frac{1}{|T'|} \sum_i^{|T'|} F(t_i, t_0 | t^*). \end{aligned}$$

3. Положим  $C\langle A', X', T' \rangle$  равным среднему значению компактностей:

$$C\langle A', X', T' \rangle = \frac{1}{3} (C_{A'} + C_{X'} + C_{T'}).$$

Таким образом, задачей алгоритма является формирование подкуба  $\langle A', X', T' \rangle$  с максимальной компактностью  $C$ , т.е. являющимся решением задачи:

$$C\langle A', X', T' \rangle \xrightarrow[\substack{A' \subset A \\ X' \subset X \\ T' \subset T}]{\text{max}}$$

Её решение путём перебора всех возможных конфигураций сечений требует порядка  $|A'|! \times |X'|! \times |T'|!$  вычислений компактности, поэтому опираясь на гипотезу избыточности данных, целесообразно применять приближённый алгоритм. Поскольку необходимо максимизировать сумму слагаемых из интервала  $[-1; +1]$ , то для увеличения этой суммы требуется выбирать только положительные, т.е. исключать сечения, имеющие отрицательное сходство с целевыми. В то же время этот процесс необходимо ограничивать, чтобы подкуб не уменьшался слишком быстро и не уменьшился в конечном итоге до размера  $2 \times 2 \times 2$ . Заметим также и такое свойство  $F_S^{A'}(a, a_0)$ : при равномерном распределении  $a_i$  между  $a_0$  и  $a^*$  данная величина равна 0. Приведённые соображения позволяют составить следующий алгоритм:

Алгоритм 2. Приближённый алгоритм формирования подкуба  $\langle A', X', T' \rangle$ .

1. Положим искомый подкуб равным исходному кубу

$$A' = A, T' = X, T' = T.$$

2. Повторять:

2.1. Пополним подкуб небольшим числом  $k$  случайно выбранных сечений отброшенных на предыдущих шагах:

$$\begin{aligned}A' &= A' \cup rand_n^k(A \setminus A'), \\X' &= X' \cup rand_n^k(X \setminus X'), \\T' &= T' \cup rand_n^k(T \setminus T').\end{aligned}$$

2.2. Найдём наиболее удалённые от целевых сечения  $a^*, x^*, t^*$ .

2.3. Вычислим компактность  $C = C(A', X', T')$ .

2.4. Если не выполнен критерий останова:

2.4.1. Исключаем сечения с отрицательным сходством

$$\begin{aligned}A' &= \{a \in A' : F(a, a_0 | a^*) \geq 0\}, \\X' &= \{x \in X' : F(x, x_0 | x^*) \geq 0\}, \\T &= \{t \in T' : F(t, t_0 | t^*) \geq 0\}.\end{aligned}$$

3. Иначе: конец.

Процедура 1.1 здесь аналогична процедурам релаксации в приближённых алгоритмах и используется для контроля над скоростью уменьшения размеров подкуба. Величина  $k$  – количество возвращаемых сечений – может быть как константой, так и зависеть от числа сечений, исключённых на предыдущей итерации. Благодаря процедуре 1.1, сечения, исключённые ранее, могут быть возвращены в подкуб и улучшить его компактность. Особого внимания заслуживает критерий останова, являющийся индикатором выполнения одного или нескольких условий:

1. Компактность  $C$  подкуба достигла локального экстремума или превысила заранее заданное значение  $C_{stop}$ .

2. Размер подкуба достиг минимально допустимого значения  $n_{min} \times m_{min} \times t_{min}$ .

3. Если по одному из направлений количество сечений с отрицательным сходством слишком велико, т.е.  $|\{a \in A' : F(a, a_0 | a^*) < 0\}| > \alpha |A'|$  и их исключение приведёт к значительному уменьшению размеров подкуба целесообразно не исключать сечения на этом шаге, а подождать следующего. Таким образом, выполнение этого условия по каждому из направлений  $A, X, T$  останавливает работу алгоритма. Опытным путём установлена величина коэффициента, при  $\alpha = 0.6$  обеспечивается баланс между скоростью уменьшения размеров подкуба и его результирующей компактностью.

Получив компактный подкуб  $\langle A', X', T' \rangle$  и опираясь на гипотезу локальной компактности, можно перейти к восстановлению значения пропущенного элемента  $\langle a_0, x_0, t_0 \rangle$ . Для этого предложим несколько методов. Усреднение целевой характеристики  $x_0$  по времени. В случае если сечения  $t \in T'$  представляют собой некоторую окрестность  $t_0$ , результат будет эквивалентен применению алгоритма скользящего среднего, в противном случае – алгоритма  $k$  ближайших соседей. Усреднение целевой характеристики  $x_0$  по объектам в момент времени  $t_0$  позволит найти среднее значение этой характеристики у «похожих» объектов. Более полно раскрыть информацию о сходстве объектов и признаков позволит многомерная регрессия в сечении целевого объекта  $a_0$ . При этом вид её

членов (линейные, полиномиальные и др.) выбирается на основании предположений о возможном характере зависимостей в данных.

Разработанный алгоритм построения компактного подкуба и восстановления пропущенного значения был применён для оценки согласованности данных дебита с историей изменений параметров скважин. Для оценки точности работы алгоритма использовался метод перекрёстной проверки. Обозначим параметр «дебит»  $x_{yield}$ . Далее каждый элемент  $\langle a, x_{yield}, t \rangle, a \in A, t \in T$  исходного куба положим неизвестным при известных остальных, построим компактный подкуб, восстановим значение с помощью линейной регрессии по столбцам сечения целевой скважины и сравним с известным значением. Среднее значение относительной ошибки в данном эксперименте составило 2%, гистограмма ошибки приведена на рис. 1.

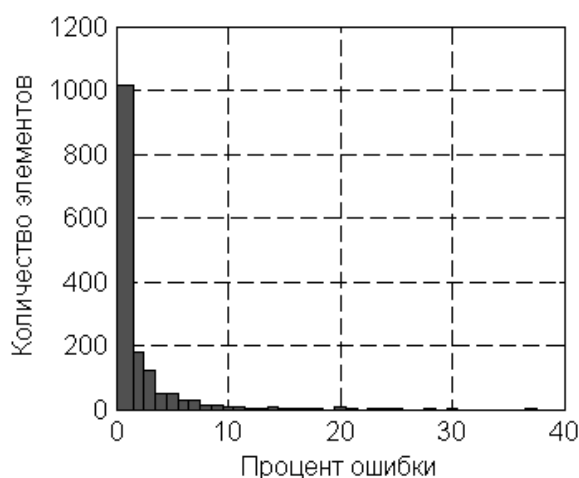


Рис. 1. Гистограмма относительной ошибки при перекрёстной проверке

В частности, восстановленные значения 96% исследуемых ячеек отклонены от реальных значений не более чем на 10%. Эта статистическая информация может использоваться в качестве критерия оценки ошибок поступающих данных в будущем. Периодический пересчёт статистики позволяет сделать этот критерий адаптивным во времени. Разработанный алгоритм может применяться самостоятельно, либо в составе каскада фильтров для повышения точности обнаружения ошибок.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бак С. (Buck S. F.) A method of estimation of missing values in multivariate data // J. Roy. Statist. Soc. Ser. B. 1960. V. 22. P. 202-206.
2. Глисон Т., Стелин Р. (Gleason T. C., Staelin R.) A proposal for handling missing data // Psychometrika. 1975. 40. P 229-252.
3. Демпетер А., Лерд Н., Рабин Д. (Dempster A.P., Laird N.M., Rubin D.B.) Maximum likelihood from incomplete data via the EM-algorithm // J. Roy. Statist. Soc. Ser. B. 1977. V. 39. P. 1-38.
4. Загоруйко Н. Г., Елкина В. Н., Темиркаев В. С. Алгоритм заполнения пропусков в эмпирических таблицах (алгоритм ZET) // Эмпирическое предсказание и распознавание образов. Новосибирск, 1975, Вып. 61, Вычислительные системы. С. 3-27.

© В. В. Татарников, Н. Г. Загоруйко, 2014

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РУД С ДИСПЕРСНЫМИ ОРГАНО-МЕТАЛЛИЧЕСКИМИ ФОРМАМИ ЗОЛОТА

*Елена Евгеньевна Барабашева*

Забайкальский государственный университет, 672039, Россия, г. Чита, ул. Александровская, 30, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры гидрогеологии и инженерной геологии, тел. 8-914-458-54-20, e-mail: barabasheva@mail.ru

В статье представлены критерии прогнозов участков концентрирования видимого (жильного) золота и дисперсного органо-металлического золота на основе оценки зон с повышенным содержанием биофильных элементов-спутников золота и содержанию в пробах  $C_{орг}$ .

**Ключевые слова:** биогеохимический рециклинг, органо-металлические формы золота, биогеохимическая ассоциируемость рудообразующих элементов.

## PREDICTION OF ORE DEPOSITS-DISPERSED ORGANO-METALLIC FORM OF GOLD

*Elena E. Barabasheva*

Trans-Baikal State University, 672030, Russia, Chita, 30 Alexander-Factory St., Assistant Professor of Department Hydrogeology and Engineering Geology, tel. 8-914-458-54-20, e-mail: barabasheva@mail.ru.

The paper presents the criteria of weather stations visible concentration (core) of gold and particulate organo-metallic gold on the basis of the assessment of a high content of elements biophylic satellites and gold content in the samples Sorgue.

**Key words:** biogeochemical recycling, organometallic form of gold, biogeochemical associated ore-forming elements.

В последние годы особенно подчеркивается роль дисперсного и металло-органического золота при формировании не только золотоносных, но практически всех рудных месторождений и проявлений.

Для протекания любых рудогенетических процессов необходим баланс космических, тектоно-магматических, биотических и твердофазных процессов. При этом органический комплекс работает в верхней части земной коры, неорганический – в нижней. В зоне их пересечений наблюдаются конкурирующие циклические процессы в виде осаждения и новой мобилизации рудного вещества, так называемый биогеохимический рециклинг. Этот направленный процесс приводит к этапному образованию рудных компонентов в составе будущих месторождений [1].

В частности, для золоторудных месторождений предлагается наличие трех основных генетических этапов. Первый этап перераспределения рудного вещества и создания зон с повышенным содержанием элементов, включает: 1) аккумуляционное накопление и сорбирование биотой рудных компонентов, привносимых магматическими флюидами в мелководные бассейны седиментации; 2) образование сульфатредуцирующих цианобактериальных комплексов, моби-

лизирующих и фиксирующих окислительные и восстановительные (редуцирующие) процессы, а также способствующих разделению рудных компонентов на различные составляющие; 3) перевод биотой золота в мобильные формы, его транспортировка при помощи фульвио- и гуминовых кислот в составе металлоорганических комплексов, сорбция последних на геохимических барьерах. Роль биоты на первом этапе определяющая. Второй этап – разрушение металлоорганических комплексов при воздействии повышенных температур, давления, тектонических напряжений, действий растворов и радиогенных эманаций. Углерод терял свою форму, связи в металлоорганических комплексах разрушались, и при наличии вулканической деятельности золото образовывало соединения с серой и мышьяком в виде сульфидов и арсенидов. Освободившийся углерод образовывал молекулярные связи в виде CO, CO<sub>2</sub> и ионные связи в виде CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, а водород входил в состав гидроксильных групп, повышая, тем самым, щелочность среды. Третий этап – экранирование сульфидного и укрупнение самородного золота прослоями углистого растительного вещества. Фиксированное золото далее связывалось с другими элементами в неорганической фазе.

Хемотропная связь золота на третьем этапе происходила в основном с биофильными элементами. В основу биофильности положена прямая и косвенная связь (ассоциируемость) рудообразующих элементов непосредственно с палеобиотой или продуктами ее метаболизма [2].

Таблица 1

Биофильность рудообразующих элементов

| Типы взаимосвязи рудообразующих элементов с органическим веществом                                             | S<br>P<br>Ca<br>Mg<br>Fe | Si<br>Cu<br>Ni<br>Co<br>Mn | U<br>Th | Au<br>Ag<br>Pt | Mo,<br>Se | Pb,<br>Zn | W<br>Sn? | As<br>Tl<br>Cd<br>Sb? | Редкие,<br>редко-земельные | Hg   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------------------|---------|----------------|-----------|-----------|----------|-----------------------|----------------------------|------|
| 1. Непосредственная концентрация рудообразующих элементов в живых клетках и макробиоте                         | +++                      | +                          | -       | +-             | -         | -         | -        | -                     | -                          | -    |
| 2. Рудообразующие элементы, переводимые в растворимые формы микроорганизмами или бактериями                    | +++                      | ++                         | ++      | ++             | +         | ++        | +        | +                     | +                          | +(?) |
| 3. Рудообразующие элементы, накапливающиеся в результате процессов сорбции и биосорбции органическим веществом | ++                       | +                          | ++      | +++            | ++        | +         | +        | +                     | ++                         | -    |
| 4. Рудообразующие вещества, мигрирующие в форме органических комплексов                                        | +                        | +                          | ++      | +++            | +         | +         | +        | +                     | +                          | -    |

К первому биофильному типу относятся рудообразующие элементы, напрямую накапливающиеся в тканях живых организмов, а после их отмирания переходящие в осадочные породы. Второй бактериофильный тип включает элементы, имеющие опосредованную или остаточную связь с органическим веществом и переходящие из минеральной среды в растворимые формы в результате окислительно-восстановительной деятельности бактерий, микроорганизмов и цианобактериальных матов. В третьем сорбционном типе объединены элементы, которые накапливались в результате процессов биосорбции органическими тканями и продуктами метаболизма при осадконакоплении. Четвертый миграционный тип включает элементы, для которых связь с органическим веществом распавшихся организмов происходила только в виде переноса в форме металлоорганических комплексов в составе органических кислот, аминокислот, липидов, белков и прочих органогенных ферментов [3, 4, 5].

Накопление золота и сопутствующих металлов происходило в результате образования биогеохимических аномальных зон в условиях регенерационного рудообразования, основанного на постадийных и циклических процессах накопления, растворения, трансформации и переотложения золотоносных комплексов.

На основе предлагаемой модели рудообразования разработана методика прогнозирования эндогенных месторождений, в которой основными критериями потенциальной рудоносности оцениваемых участков земной коры являются не только признаки их тектономагматической активизации (наличие интрузивных тел соответствующего вещественного состава, разломов, зон складчатости, будинажа и метасоматических изменений пород), но и его ядерно-геохимические и биогеохимические (а точнее палеобиогеохимические) особенности.

В зависимости от соотношения процессов концентрирования и рассеяния рудообразующих элементов в каждом из этих биогеохимических циклов, при «подключении» гидротермальных и метасоматических процессов, могла иметь место их направленная локальная аккумуляция, вплоть до образования собственных рудных минералов. Индикаторами такого направления развития рудогенетических событий, с нашей точки зрения, могут быть проявление вариаций содержания углерода и его изотопного состава в метаморфических и осадочных горных породах потенциально продуктивного возраста, в сочетании с изменчивыми соотношениями концентраций ассоциирующих и не ассоциирующих с золотом рудообразующих элементов с определенной общностью структуры атомных ядер.

Золото ассоциирует с широким спектром элементов, различающихся как атомной массой, так и структурой атомного ядра и электронных оболочек. Вместе с тем можно отметить существенную закономерность: золото в значительно большей степени ассоциирует с теми элементами периодической системы, которые относительно своих соседей в ней проявляют биогеохимическую связь с органическим веществом и углеродом, а именно [10]: 1) группа ультра легких элементов -  $B_5$  /  $Li_3$ - $Be_4$ ; 2) группа легких элементов -  $S_{16}$ - $P_{15}$ - $Si_{14}$  /  $Al_{13}$ ; 3) группа средних элементов -  $As_{33}$ - $Se_{34}$  /  $Ge_{32}$ ;  $Cu_{29}$  /  $Ni_{28}$ - $Co_{27}$ - $Fe_{26}$ ; 4) группа тяжелых элементов -  $Mo_{42}$  /  $Nb_{41}$  ;  $Ag_{47}$ - $Pd_{46}$ - $Rh_{45}$  /  $Cd_{48}$ -  $In_{49}$  ;  $Sb_{51}$ - $Te_{52}$  /  $Sn_{50}$ ;

$W_{74}/Ta_{75}$ . При этом интересно отметить, что среди группы ультра тяжелых элементов -  $Hg_{80}$  -  $Tl_{81}$  /  $Pb_{82}$  -  $Bi_{83}$ , ассоциирующих с золотом, не все из них имеют непосредственную связь с биотической средой. Внутри четырех выделенных биогеохимических групп элементов прямые и альтернативные ассоциаты золота выделены по относительному сродству к нему [6,7].

Из рассмотренных «геохимически альтернативных» элементов определенным геохимическим «антиподом» прямых спутников золота является только олово, которое может образовывать с золотом преимущественно области сопряжения металлогенических провинций.

В целом, для золота объективно можно выделить систему прогнозных ассоциирующих и геохимически альтернативных групп элементов, по изменению соотношения концентраций которых можно количественно оценивать перспективы рудоносности массивов. Относительное локальное повышение концентраций элементов-спутников золота (по отношению к геохимически альтернативным элементам) и абсолютное повышение содержаний группы «сверхтяжелых» элементов-спутников золота на фоне соответствующих рудоконтролирующих тектоно-магматических структур (разломов и трещин, даек, участков с интенсивной изменчивостью состава пород внутри генетических групп), очевидно, означает наличие потенциально благоприятной обстановки для формирования золоторудных месторождений. При этом углерод, в силу как рассеивающей роли по отношению к золоту, так и концентрирующей (сорбционной) может быть индикатором интенсивности процессов его перераспределения и накопления. Относительная изменчивость как концентраций углерода, так и его изотопного состава в метаморфических породах и метасоматитах может служить наряду с соотношением изменчивости концентраций выделенных выше групп элементов, критерием оценки рудоносности и наличия дисперсных форм нахождения золота.

Для золота присущи, в основном, жилы и штокверки, но они локализируются не в интрузиях, а в метаморфизованных породах при интенсивном метасоматозе. Интрузия находится, как правило, рядом под рудным телом, инициируя тектономагматические процессы (нарушение сплошности массивов), термоградиенты и источники воды в постепенном, а не динамичном режиме. Гидротермальное золото косвенно (не напрямую) связано с оруденением. Накопление как золота, так и сопутствующих металлов происходило в результате образования биогеохимических аномальных зон.

Первоначально устанавливают зоны с повышенным содержанием элементов-спутников золота, с которым оно образует природные сплавы или минералы. При этом возможен выборочный изотопный анализ элементов, мигрирующих совместно с золотом ( $Ag$ ,  $S$ ,  $Pb$ ,  $Hg$ ). Кроме того, по содержанию в пробах  $C_{орг}$  отбиваются предполагаемые участки концентрирования видимого (жильного) золота и участки с дисперсной формой золота. По полученным результатам осуществляется выделение перспективных площадей для проведения геологоразведочных работ на стадии предварительной разведки.

Типы золото-углеродистых формаций в настоящее время дают значительную часть добытого золота на крупнейших месторождениях Олимпиада и Мурун-Тау, в перспективе золотодобыча на месторождениях Сухой Лог и в Ленском золотоносном районе. Для Забайкальского края месторождения этих формаций изучены очень слабо. При прогнозе подобных месторождений необходимо учитывать не только литологический фактор и связь оруденения с зонами линейных дислокаций, но и наличие источника органического углистого вещества, способствующего многократному перераспределению и концентрированию золота. Поэтому необходимо обследование находящихся в непосредственной близости от зоны оруденения осадочных и метаморфических пород на предмет нахождения в них органических остатков.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Барабашева Е.Е. О роли биогеохимического рециклинга в образовании рудных месторождений / Вестник ЗабГК №4, 2011. Чита: ЗабГК, 2011. – С.59-61.
2. Барабашева Е.Е., Секисов А.Г., Манзырев Д.В. Ядерногеохимические и палеобиогеохимические предпосылки поисков оруденения с дисперсным золотом на территории Забайкальского края / Руды и металлы №2, 2011. – С.32-36.
3. Куимова Н.Г. Биогенная минерализация золота в природе и эксперименте. / Н.Г. Куимова, В.Г. Моисеенко. // Литосфера. - 2006. - № 3. - С. 83-95.
4. Маракушев А.А. Природа золотоносности углеродистых толщ / А.А. Маракушев, В.Л. Русинов. // Доклады академии наук. - 2005. - № 6. - С. 515-520.
5. Моисеенко В.Г. Бактериальное концентрирование, укрупнение и «облагораживание» золота в зоне окисления золоторудных месторождений, корях выветривания и россыпях. / В.Г. Моисеенко, С.А. Маракушев. - Благовещенск: АКННИИ ДВО АН СССР, 1987. - 44 с.
6. Секисов А.Г. Геолого-технологическая оценка и новые геотехнологии освоения природного и техногенного золотосодержащего сырья Восточного Забайкалья / А.Г. Секисов [и др.]. - Чита: ЗабГУ, 2011. – 312 с.
7. Секисов А.Г. Дисперсное золото. Геологический и технологический аспекты / А.Г. Секисов, Н.В. Зыков, В.С. Королев. – Чита: ЧитГУ, 2007. – 269 с.

© Е. Е. Барабашева, 2014

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                                                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. <i>А. Л. Бейзель.</i> Циклическое строение опорного разреза нижнего мела на р. Боярка (север Сибири) и его значение для познания клиноформного комплекса неокома.....                                    | 3  |
| 2. <i>Е. В. Борисов, С. В. Рыжкова.</i> Геологическое строение и нефтегазоносность продуктивного горизонта Ю <sub>2</sub> в Гыдано-Хатангском районе .....                                                  | 7  |
| 3. <i>В. Н. Бородин, А. Р. Курчиков.</i> Предложения по уточнению схемы литолого-фациального районирования нижнемеловых отложений в пределах Гыданской нефтегазоносной области Западной Сибири .....        | 12 |
| 4. <i>Н. П. Запивалов.</i> Оптимизация инновационных технологий в разведке и разработке нефтегазовых месторождений.....                                                                                     | 17 |
| 5. <i>М. О. Захрямина.</i> 3D моделирование формирования залежей углеводородов в зоне сочленения Каймысовского свода и Нюрольской мегавпадины.....                                                          | 25 |
| 6. <i>О. Н. Злобина.</i> Палеогеоморфологические реконструкции мезозойских отложений западной части акватории моря Лаптевых .....                                                                           | 30 |
| 7. <i>Н. Г. Изох.</i> Фаменские конодонты арктических районов Сибири.....                                                                                                                                   | 35 |
| 8. <i>Н. Г. Изох, Е. С. Андреева.</i> Биостратиграфические реперы по конодонтам для верхнего девона и нижнего карбона юга Западной Сибири.....                                                              | 37 |
| 9. <i>В. А. Казаненков.</i> Ресурсы и запасы нефти в горизонте Ю <sub>2</sub> (бат). История и итоги их поисков в Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции .....                                         | 41 |
| 10. <i>А. Ю. Калинин, М. В. Соловьев.</i> Тектоника и нефтегазоносность северной части Александровского свода .....                                                                                         | 46 |
| 11. <i>Л. Н. Константинова, А. О. Гордеева, И. А. Губин, Е. Н. Кузнецова.</i> Типизация залежей углеводородов Южно-Тунгусской НГО .....                                                                     | 51 |
| 12. <i>А. А. Кох.</i> Гидрогеологические предпосылки нефтегазоносности западной части Енисей-Хатангского регионального прогиба.....                                                                         | 57 |
| 13. <i>Б. Б. Кочнев, Б. Г. Покровский, Н. В. Новожилова, Г. А. Карлова.</i> Нижняя граница кембрия в центральных районах Сибирской платформы: новые изотопно-геохимические и палеонтологические данные..... | 62 |
| 14. <i>Е. Н. Кузнецова, А. О. Гордеева, И. А. Губин, Л. Н. Константинова.</i> Влияние траппового магматизма на структуры осадочного чехла на примере западной части Южно-Тунгусской НГО.....                | 67 |
| 15. <i>О. Б. Кузьмина.</i> Новые находки динофлагеллат в континентальных кайнозойских отложениях Западно-Сибирской равнины.....                                                                             | 72 |

|                                                                                                                                                                                                                           |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 16. <i>П. С. Лапин</i> . Экзогенно-активный слой как составная часть морфогенеза земной коры .....                                                                                                                        | 77  |
| 17. <i>Л. К. Левчук, Б. Л. Никитенко</i> . Таксономические и структурные изменения ассоциаций фораминифер келловей и поздней юры юго-запада Западно-Сибирского бассейна .....                                             | 82  |
| 18. <i>М. А. Фомин</i> . Перспективы нефте- и газоносности юрско-меловых отложений западной части Енисей-Хатангского регионального прогиба.....                                                                           | 88  |
| 19. <i>С. А. Мусеев, М. В. Лебедев, А. М. Фомин, В. А. Топешко</i> . Структурно-фациальное районирование терригенных отложений венда северо-востока Непско-Ботуобинской антеклизы .....                                   | 93  |
| 20. <i>А. Ю. Нехаев</i> . Тоарский региональный резервуар, условия осадконакопления (север Западной Сибири) .....                                                                                                         | 99  |
| 21. <i>Б. Л. Никитенко, Е. Б. Пещевицкая, В. Г. Князев</i> . Стратиграфия Волжско-Валанжинского интервала в районе р. Оленек (север Сибири).....                                                                          | 104 |
| 22. <i>Д. А. Новиков</i> . Гидрогеохимия и механизмы формирования состава подземных вод арктических районов Сибири.....                                                                                                   | 109 |
| 23. <i>Е. В. Пономарева</i> . Распределение органического углерода в разрезе волжско-раннеберриасских отложений юго-восточных районов Западной Сибири по данным радиоактивного и электрического каротажа .....            | 115 |
| 24. <i>А. Ю. Попов, Л. Г. Вакуленко</i> . Связь минералого-петрографических характеристик алевроито-песчаных отложений горизонта Ю <sub>2</sub> широтного Приобья с их фильтрационно-емкостными свойствами .....          | 120 |
| 25. <i>Я. В. Садыкова, М. Г. Вагина</i> . Гидрогеохимия меловых отложений северо-восточной части Большехетской мегасинеклизы.....                                                                                         | 125 |
| 26. <i>Н. В. Сенников, О. Т. Обут, Н. Г. Изох, О. А. Родина, Р. А. Хабидулина</i> . Новые данные и проблемные вопросы стратиграфии силура западной части Алтае-Саянской складчатой области .....                          | 130 |
| 27. <i>М. Ю. Скузоватов</i> . Оценка перспектив газоносности парфеновского горизонта центральных районов Ангара-Ленской ступени на основе комплексирования данных сейсморазведки, ГИС и петрофизических исследований..... | 137 |
| 28. <i>М. В. Соловьев, А. Ю. Калинин</i> . Геологическое строение и тектоническое развитие юго-восточной части Нижневартовского свода .....                                                                               | 142 |
| 29. <i>Е. С. Сурикова, Д. В. Конторович</i> . Тектонические критерии газоносности Надым-Пурского междуречья .....                                                                                                         | 147 |
| 30. <i>А. Ф. Сухорукова</i> . Гидрогеологические аспекты изучения криогенной толщи арктических районов Сибири.....                                                                                                        | 152 |
| 31. <i>А. В. Тимохин</i> . Биостратиграфия чертовского горизонта верхнего ордовика Сибирской платформы .....                                                                                                              | 157 |

|                                                                                                                                                                                                                                   |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 32. <i>И. Г. Тимохина, О. А. Родина.</i> Биостратиграфия верхнедевонских отложений Кузнецкого бассейна по фораминиферам и элазмобранхиям .....                                                                                    | 162 |
| 33. <i>Р. И. Тимшанов.</i> Особенности миграции ароматических углеводородов из залежи к дневной поверхности и уточнение геохимических критериев нефтеносности .....                                                               | 166 |
| 34. <i>О. С. Урман, Б. Н. Шурыгин.</i> Нижнебатские двустворчатые моллюски юго-востока Русской платформы: биостратиграфический и биогеографический аспекты .....                                                                  | 171 |
| 35. <i>Ю. Ф. Филиппов.</i> Сейсмогеологическая модель верхнепротерозойско-палеозойских комплексов Предъенисейского осадочного бассейна на востоке Западной Сибири .....                                                           | 176 |
| 36. <i>А. М. Фомин, С. А. Моисеев, В. А. Топешко.</i> Продуктивные горизонты в терригенном комплексе венда центральных районов Непско-Ботубинской антеклизы .....                                                                 | 182 |
| 37. <i>Е. А. Фурсенко, И. И. Нестеров, В. Н. Меленевский, А. К. Головкин, Г. С. Певнева, О. Н. Чалай, В. А. Каширцев, Н. П. Шевченко.</i> Нафтеносные нефти Сибири .....                                                          | 188 |
| 38. <i>Е. М. Хабаров, М. М. Пушкарева, И. В. Вараксина.</i> Седиментогенез и коллекторские свойства парфеновского продуктивного горизонта венда Ангара-Ленской ступени .....                                                      | 195 |
| 39. <i>С. Н. Хафаева.</i> Особенности фациальной дифференциации сообществ фораминифер раннего мела (берриас – готерив) юго-восточной части Усть-Енисейского бассейна (Западная Сибирь).....                                       | 200 |
| 40. <i>С. Н. Хафаева, Л. А. Глинских, Б. Л. Никитенко.</i> Сравнительный анализ комплексов фораминифер верхнего бата – валанжина юга Усть-Енисейского и Ямальского районов.....                                                   | 205 |
| 41. <i>М. Н. Шапорина, В. А. Казаненков.</i> Геологическое строение и особенности распространения залежей УВ в отложениях апт-альбсеномана западной части Надым-Пурского междуречья.....                                          | 210 |
| 42. <i>Г. Г. Шемин.</i> Результаты палеотектонического анализа по изучению истории формирования пликативных структур и ловушек нефти и газа сложнопостроенных районов Сибирской платформы и их научно-практическое значение ..... | 215 |
| 43. <i>Г. Г. Шемин, А. Л. Бейзель, Л. Г. Вакуленко, В. И. Москвин, А. А. Сюрин.</i> Литолого-палеогеографические реконструкции келловоя и поздней юры севера Западной Сибири и акватории Карского моря .....                      | 220 |
| 44. <i>А. В. Ядренкин, Л. К. Левчук.</i> Биостратиграфическое значение лентикулин (foraminifera) для верхнего триаса о. Котельный (архипелаг Новосибирские острова) .....                                                         | 226 |
| 45. <i>А. Ю. Языков.</i> Филогения сибирских видов рода <i>Protodouvillina</i> (брахиоподы, девон).....                                                                                                                           | 231 |

|                                                                                                                             |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 46. А. Ю. Язиков. Характеристика брахиоподовых ассоциаций среднего девона Салаира .....                                     | 236 |
| 47. А. Ю. Язиков, Н. Г. Изох. Кризисы экосистем в нижнем и среднем девоне Салаира .....                                     | 241 |
| 48. В. В. Татарников, Н. Г. Загоруйко. Алгоритм заполнения пробелов и обнаружения ошибок в геолого-промысловых данных ..... | 245 |
| 49. Е. Е. Барабашева. Прогнозирование месторождений руд с дисперсными органо-металлическими формами золота .....            | 250 |

## CONTENTS

|                                                                                                                                                                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. <i>A. L. Beisel</i> . Cyclothems in a key section of the lower cretaceous on the Boyarka river (northern Siberia) and their importance for clinoforms studies .....                                                    | 3  |
| 2. <i>E. V. Borisov, S. V. Ryzhkova</i> . Geological structure and resource potential of productive horizon J <sub>2</sub> in Gydan-Khatanga region.....                                                                  | 7  |
| 3. <i>V. N. Borodkin, A. R. Kurchikov</i> . Proposals for adjusting of lithofacies zoning of lower cretaceous deposits within the limits of Gydan petroleum area in West Siberia.....                                     | 12 |
| 4. <i>N. P. Zapivalov</i> . Optimization of innovative technologies for oil-fields' exploration and development .....                                                                                                     | 17 |
| 5. <i>M. O. Zakhryamina</i> . 3D modeling of generation of hydrocarbon accumulation in zone of connection of Kaymysovskiy arch and Nurol megadepression .....                                                             | 25 |
| 6. <i>O. N. Zlobina</i> . Paleogeomorphological reconstruction of mesozoic deposits in the western part of the coastal waters of the Laptev sea.....                                                                      | 30 |
| 7. <i>N. G. Izokh</i> . Upper devonian conodonts from the arctic Siberia .....                                                                                                                                            | 35 |
| 8. <i>N. G. Izokh, E. S. Andreeva</i> . Upper devonian and lower carboniferous conodont in the south West Siberia.....                                                                                                    | 37 |
| 9. <i>V. A. Kazanenkov</i> . Resources and reserves of oil in the J <sub>2</sub> horizon (bath). History and results of searches in the West Siberian petroleum province.....                                             | 41 |
| 10. <i>A. Yu. Kalinin, M. V. Solovev</i> . Tectonics and petroleum potential of the northern Alexandrov arch .....                                                                                                        | 46 |
| 11. <i>L. N. Konstantinova, A. O. Gordeeva, I. A. Gubin, E. N. Kuznetsova</i> . Typization of hydrocarbons accumulations the South-Tunguska oil-and-gas bearing region.....                                               | 51 |
| 12. <i>A. A. Kokh</i> . Hydrogeological prerequisites of petroleum potential western part of the Yenisei-Khatanga regional trough .....                                                                                   | 57 |
| 13. <i>B. B. Kochnev, B. G. Pokrovsky, N. V. Novozhilova, G. A. Karlova</i> . Lower boundary of cambrian system in the central areas of Siberian platform: new isotope-geochemical and palaeontological constraints ..... | 62 |
| 14. <i>E. N. Kuznetsova, A. O. Gordeeva, I. A. Gubin, L. N. Konstantinova</i> . The impact of the trap magmatism on the structures of the sedimentary cover in case western part of South Tunguskaya PGR.....             | 67 |
| 15. <i>O. B. Kuzmina</i> . Recent discovery of dinoflagellates from cenozoic terrestrial sediments in the West Siberian plain .....                                                                                       | 72 |

|                                                                                                                                                                                                                        |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 16. <i>P. S. Lapin</i> . Exogenous-active layer as part of the earth's crust morphogenesis.....                                                                                                                        | 77  |
| 17. <i>L. K. Levchuk, B. L. Nikitenko</i> . Changes in the taxonomical composition and structure of the foraminiferal associations in the collovian to late jurassic of the SW West Siberian basin.....                | 82  |
| 18. <i>M. A. Fomin</i> . The jurassic-cretaceous deposits oil-and-gas content perspectives of the western Yenisei-Khatanga region trough.....                                                                          | 88  |
| 19. <i>S. A. Moiseev, M. V. Lebedev, A. M. Fomin, V. A. Topeshko</i> . Structural-facies zonation of vendian terrigenous deposits in the northeastern Nepa-Botuoba anticline.....                                      | 93  |
| 20. <i>A. Y. Nekhaev</i> . Toarcian regional reservoir in the north of West Siberia, sedimentary environments.....                                                                                                     | 99  |
| 21. <i>B. L. Nikitenko, E. B. Pestchevitskaya, V. G. Knyazev</i> . Volgian-Valanginian stratigraphy of Olenek river region (north Siberia).....                                                                        | 104 |
| 22. <i>D. A. Novikov</i> . Hydrogeochemistry and mechanisms of groundwater formation in Siberian arctic.....                                                                                                           | 109 |
| 23. <i>E. V. Ponomareva</i> . Distribution of organic carbon in the volgian – early berriassian deposits in the southeast of Western Siberia according to radioactive logging and electrical resistivity surveys ..... | 115 |
| 24. <i>A. Yu. Popov, L. G. Vakulenko</i> . Relations of the composition and structure characteristics of silt-sand deposits of the J <sub>2</sub> horizon of the shirotnoe Priobie and reservoir quality.....          | 120 |
| 25. <i>Ya. V. Sadykova, M. G. Vagina</i> . Hydrogeochemistry of cretaceous sediments of Bol'shaya kheta megasyncline north-eastern part.....                                                                           | 125 |
| 26. <i>N. V. Sennikov, O. T. Obut, N. G. Izokh, O. A. Rodina, R. A. Khabibulina</i> . New data and silurian stratigraphy problems of the west part of the Altai-Sayan folded area .....                                | 130 |
| 27. <i>M. Yu. Skuzovatov</i> . Petroleum potential estimating of parphenovo horizon of Angara-Lena step central parts on the basis of seismic, well-log, and petrophysical data complex analysis .....                 | 137 |
| 28. <i>M. V. Solov'ev, A. Yu. Kalinin</i> . Geological structure and tectonic development of the southeastern part of the Nizhnevartovsk arch .....                                                                    | 142 |
| 29. <i>E. S. Surikova, D. V. Kontorovich</i> . Seismic and tectonic criteria of gas presence in the watershed Nadym and Pur .....                                                                                      | 147 |
| 30. <i>A. F. Sukhorukova</i> . Hydrogeological view on the cryogenetic strata study of Siberian arctic .....                                                                                                           | 152 |
| 31. <i>A. V. Timokhin</i> . Biostratigraphy of the upper ordovician chertovsky horizon of the Siberian platform.....                                                                                                   | 157 |
| 32. <i>I. G. Timokhina, O.A. Rodina</i> . Biostratigraphy upper devonian of Kuznetsk basin by foraminifers and elasmobranchs.....                                                                                      | 162 |
| 33. <i>R. I. Timshanov</i> . Features of migration of aromatic hydrocarbons from the deposit to the surface and geochemical criteria refinement of oil-bearing .....                                                   | 166 |

|                                                                                                                                                                                                                                               |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 34. O. S. Urman, B. N. Shurygin. Lower bathonian bivalves of the southeastern Russian platform: biostratigraphic and biogeographic aspects.....                                                                                               | 171 |
| 35. Yu.F. Filippov. Seismogeological modeling of the upper proterozoic and paleozoic complexes Pre-yenisey sedimentary basin on east West Siberia.....                                                                                        | 176 |
| 36. A. M. Fomin, S. A. Moiseev, V. A. Topeshko. The productive horizons in the vendian terrigenous complex of the central areas of the Nepa-Botuoba antecline.....                                                                            | 182 |
| 37. E. A. Fursenko, I. I. Nesterov, V. N. Melenevsky, A. K. Golovko, G. S. Pevneva, O. N. Chalaya, V A. Kashircev, N P. Shevchenko. Naphthenic oils of Siberia.....                                                                           | 188 |
| 38. E. M. Khabarov, M. M. Pushkareva, I. V. Varaksina. The sedimentogenesis and reservoir properties of the vendian productive parfenovsky horizon of the angara-Lena stage.....                                                              | 195 |
| 39. S. N. Khafaeva. Peculiarities of foraminiferal communities of the early cretaceous (berriasian – hauterivian) of south-east part of Ust-Yenisei basin (West Siberia) .....                                                                | 200 |
| 40. S. N. Khafaeva, L. A. Glinskih, B. L. Nikitenko. The comparative analysis of the upper bathonian – valanginian foraminiferal assemblages of the south Ust-Yenisei and Yamal regions.....                                                  | 205 |
| 41. M. N. Shaporina, V. A. Kazanenkova. Geological structure and specificity of hydrocarbon pool distribution in aptian-albian-cenomanian deposits of the western part of Nadym-Pur interfluvies .....                                        | 210 |
| 42. G. G. Shemin. Results of paleotectonic analysis on investigation of formation history of fold structures and oil and gas traps in structurally complex regions of the Siberian platform and their research and practical implication..... | 215 |
| 43. G. G. Shemin, A. L. Beisel, L. G. Vakulenko, V. I. Moskvina, A. A. Syurin. Lithologic-paleogeographic reconstructions of the callovian and the late jurassic in northern West Siberia and the Kara sea water area.....                    | 220 |
| 44. A. V. Yadrenkin, L. K. Levchuk. Biostratigraphy significance of lenticulins (foraminifera) for subdivision of the upper triassic of Kotelnii island (New Siberian islands).....                                                           | 226 |
| 45. A. Yu. Yazikov. Phylogeny of the siberian species of the genus <i>Protodouvillina</i> (brachiopods, devonian).....                                                                                                                        | 231 |
| 46. A. Yu. Yazikov. Middle devonian brachiopod associations of Salair.....                                                                                                                                                                    | 236 |
| 47. A. Yu. Yazikov, N. G. Izokh. Crises of ecosystems in the lower and middle devonian of Salair.....                                                                                                                                         | 241 |
| 48. V. V. Tatarnikov, N. G. Zagoruiko. Gap completion and error detection algorithm in field-geological data .....                                                                                                                            | 245 |
| 49. E. E. Barabasheva. Prediction of ore deposits-dispersed organometallic form of gold.....                                                                                                                                                  | 250 |

Научное издание

X Международные научный конгресс и выставка

# ИНТЕРЭКСПО ГЕО-СИБИРЬ-2014

Международная научная конференция

## **НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ. ГОРНОЕ ДЕЛО. НАПРАВЛЕНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ ПОИСКА, РАЗВЕДКИ И РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. ГЕОЭКОЛОГИЯ**

Т. 1

Сборник материалов

Материалы публикуются в авторской редакции

Компьютерная верстка *Л. Н. Шиловой*

Изд. лиц. ЛР № 020461 от 04.03.1997.

Подписано в печать 24.03.2014. Формат 60 × 84 1/16

Печать цифровая.

Усл. печ. л. 15,23. Тираж 100 экз. Заказ

Редакционно-издательский отдел СГГА  
630108, Новосибирск, 108, ул. Плеханова, 10.

Отпечатано в картопечатной лаборатории СГГА  
630108, Новосибирск, 108, ул. Плеханова, 8.