

УДК 551.733.3 (234.83)

НИЖНЕДЕВОНСКАЯ КАРБОНАТНАЯ КЛИНОФОРМА ХОРЕЙВЕРСКОЙ ВПАДИНЫ ТИМАНО-СЕВЕРОУРАЛЬСКОГО РЕГИОНА (СТРАТИГРАФИЯ, КОРРЕЛЯЦИЯ)

© 2014 г. З. П. Юрьева*, Йю. Валинкевичус**

**Институт геологии Коми НЦ УрО РАН
167982, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, 54
E-mail: yurzp@atknet.ru*

***Литовский институт геологии и географии
г. Вильнюс, Литва*

Поступила в редакцию 05. 08. 2013 г.

На основе детальной корреляции с использованием данных о площадном и вертикальном распространении акантодовой фауны уточнена литолого-стратиграфическая модель строения нижнедевонских карбонатных отложений, залегающих в виде клиноформы в восточной части Хорейверской впадины Тимано-Североуральского региона. Анализ акантодовых сообществ показал, что нижний девон на рассматриваемой территории представлен только в объеме лохковского яруса. В видовом составе акантодовых ассоциаций найдено отчетливое отражение изменения условий осадконакопления.

Ключевые слова: *фауны, акантоды, стратиграфия, нижний девон, Хорейверская впадина, Тимано-Североуральский регион.*

ВВЕДЕНИЕ

На северо-востоке Тимано-Североуральского региона, в восточной части Хорейверской впадины (рис. 1), нижнедевонские отложения стали объектом детального изучения в связи с открытием в 1986 г. Колвинского месторождения нефти. Результатом дальнейших исследований в новом нефтеносном районе впадины стало открытие нефтяных месторождений на Оленьем участке (имени Анатолия Титова) и Варкнавтском участке (имени Романа Требса) в клиноформно залегающих нижнедевонских отложениях. В современном структурном плане Хорейверская впадина “по подошве доминика представлена пологой синформной структурой... По поверхности фундамента и силурийско-нижнедевонских отложений Хорейверской впадине отвечает Большеземельский свод, ограниченный на западе Восточно-Колвинской, а на востоке Варандейской зонами разломов. Юго-восточная граница свода контролируется системой левозешелонированных разрывных нарушений взбросового и взбросо-надвигового типов поднятия Чернышева” [8, с. 114]. Влияние этого погребенного палеосвода, длительное время развивавшегося как конседиментационная положительная структура, во многом определило особенности строения и осадочного выполнения впадины [15]. Северная часть Хорейверской впадины располагается в акватории Баренцева моря. На основе интерпретации сейсмических горизонтов на Баренцево-Карском шельфе бы-

ло установлено, что для большинства окраинно-шельфовых поднятий и наземной части Хорейверской впадины устанавливается значительное сходство в геологическом строении осадочного чехла и синхронное проявление главных тектонических событий [7, 13]. Сейсмопрофили, проведенные и интерпретированные в 80–90-е гг., дают общее представление о строении и изменении отдельных интервалов осадочного чехла в пределах Баренцево-морского шельфа. “Нефтегазоносные комплексы в пределах шельфа могут быть выделены только путем интерполяции между хорошо изученными разрезами палеозоя в Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции..., разрезами скважин в акватории Баренцева моря и разрезами... на островах” [14, с. 141]. В пределах акватории нефтяные залежи ожидаются в ордовикско-нижнедевонском интервале, где ловушки связаны с региональными зонами эрозионного срезания [4]. Изучение нижнедевонских отложений в Тимано-Североуральском регионе проводили разные исследователи, которые, используя геофизические и литолого-фациальные критерии, по-разному расчленили их разрезы [6, 9, 10, 16, 21 и др.]. Возросший в настоящее время интерес к арктическому шельфу [22] вызвал необходимость в детализации литолого-стратиграфической модели нижнедевонских отложений в восточной части Хорейверской впадины. В настоящей работе рассмотрены детальная биостратиграфия и корреляция этих отложений, на основе новых данных по изучению раннедевонских акантод.

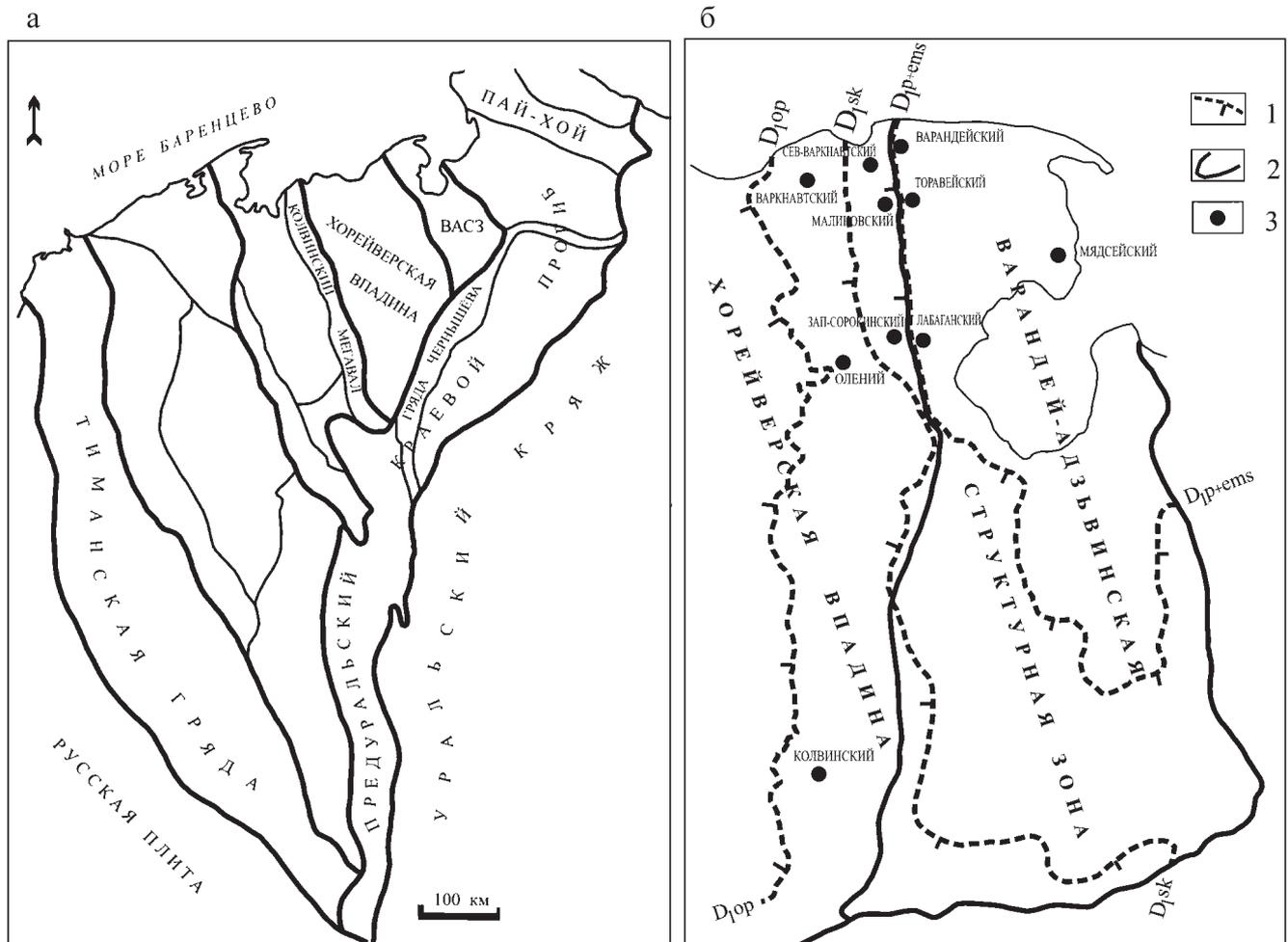


Рис. 1. Район исследований.

а – тектоническая схема Тимано-Североуральского региона по [8], б – схема развития нижнедевонских отложений в северо-восточной части региона. 1 – линии выклинивания отложений (бергштрихи в сторону выклинивания пластов); 2 – тектонические нарушения, границы тектонических структур; 3 – поисково-разведочные участки.

НИЖНЯЯ ГРАНИЦА КЛИНОФОРМЫ

Завершающая фаза позднесилурийского осадконакопления в Тимано-Североуральском осадочном бассейне характеризуется падением уровня моря в конце пржеидольского века, что привело к существенной регрессии морского бассейна и вызвало образование областей денудации в пределах карбонатной платформы. В раннелохковское время трансгрессия привела к широкому распространению глинистых отложений в седиментационном бассейне, что четко отражается в геофизических параметрах при сопоставлении разрезов (рис. 2). По вещественному составу и типу разрезов отложения нижнего девона в целом относятся к глинисто-карбонатной и сульфатно-карбонатной субформациям верхнеордовикско-нижнедевонской калейдовой формации Тимано-Североуральского региона [2]. Пржеидольские отложения, подстилающие нижнедевонскую клино-

форму на востоке Хорейверской впадины, представлены неравномерным чередованием известняков, вторичных доломитов, мергелей. Характерными литотипами пржеидольской части формации являются комковатые известняки с текстурами биотурбации, содержащие разнообразные и обильные органические остатки: брахиоподы, кораллы, иглокожие, остракоды, позвоночные, мшанки, тентакулиты. Фаунистические определения выполнены специалистами-палеонтологами: брахиоподы (Ю.А. Юдина, Т.М. Безносова), остракоды (А.Ф. Абушик, Л.Л. Шамсутдинова), споры (М.А. Лытасова). Как показало изучение фаунистических комплексов пржеидольских отложений, важными их представителями являются акантоды. Акантоды – древняя группа рыб, существовавших с позднего силура до ранней перми. Микроостатки акантодов чаще всего представлены разрозненными чешуями, редко плавниковыми шипами, зу-

бами или рассеянными экзоскелетными костными обломками. В пржидольских отложениях восточного борта Хорейверской впадины акантоды довольно разнообразны (табл. 1, рис. 3). Наиболее представительны в этом отношении разрезы Оленьей площади, где акантоды наиболее многочисленны. В нижнюю часть лохковского яруса переходит большое число пржидольских представителей акантод, но виды *Paracanthodes cf. porosus*, *Gomphonchus hoppei*, *Pechoralepis adzvavensisan cestor*, *Monospina erecta* и *Nostovicina peravolborthi* характерны именно для пржидольской части разреза и хорошо про-

слеживаются в пределах Тимано-Североуральского региона. Их присутствие служит указанием на пограничный силурийско-девонский интервал разреза (рис. 4).

О резкой смене фаунистических комплексов и фациальных обстановок на рубеже силура и девона имеются свидетельства в разных районах Тимано-Североуральского региона [11, 20, 28 и др.]. Резким положительным смещением величин изотопного состава углерода от -3.36‰ (в верхних слоях пржидольских отложений) до -1‰ (в основании нижнего лохкова) этот событийный уровень выражен на

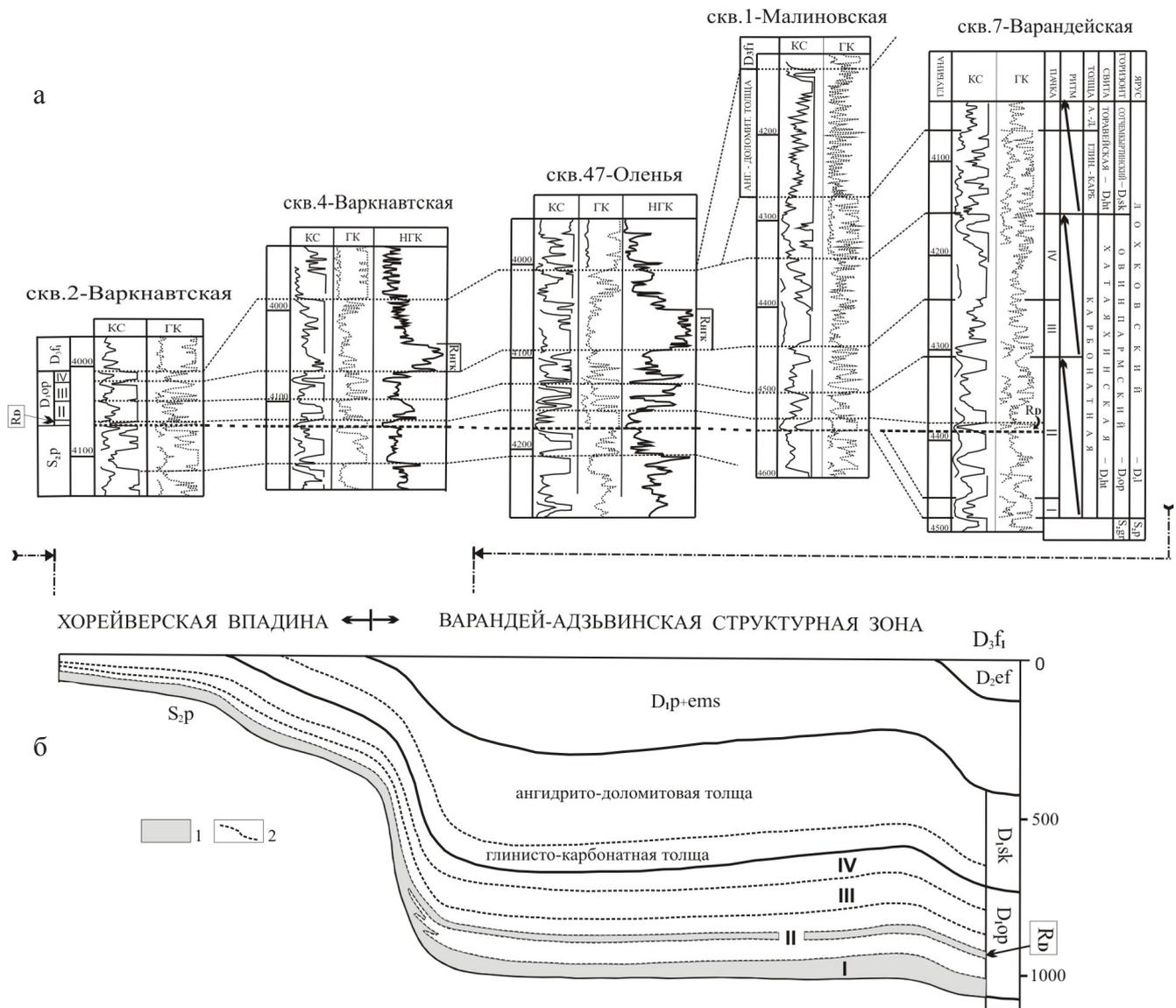


Рис. 2. Сопоставление типовых разрезов нижнедевонских отложений восточного борта Хорейверской впадины. а – схема сопоставления геофизических характеристик нижнедевонских отложений. R_D, R_{НГК} – реперные пласты овинпармского горизонта. Каротажные диаграммы: КС – кажущееся сопротивление пород, ГК – гамма-каротаж, НГК – нейтрон-гамма-каротаж. б – схема палеотектонического профиля: 1 – преимущественно глинистые отложения (реперные пласты, пакки), используемые при построении разрезов, 2 – границы толщ, пакчек лохковского яруса.

Таблица 1. Распределение акантод в верхнесилурийско-верхнедевонских отложениях клиноформы восточного бор-та Хорейверской впадины.

S ₂	НИЖНИЙ ДЕВОН						D ₃	ОТДЕЛ
S _{2p}	ЛОХКОВСКИЙ						D _{3f1-2}	ЯРУС, ПОДЪЯРУС
S _{2gr}	ОВИНПАРМСКИЙ			СОТЧЕМКЫРТ.				ГОРИЗОНТ
	I	II	III	IV	гл-карб.т	анг-дол.т		ПАЧКА
5								<i>Poracanthodes</i> sp. cf. <i>P. porosus</i> <i>Gomphonchus hoppei</i> <i>Pechoralepis adzvensis</i> ancestor <i>Monospina erecta</i> <i>Nostovicina paravolborthi</i> <i>Gomphonchus minicostatus</i> <i>Cheiracanthoides</i> sp. cf. <i>Ch. planus</i> <i>Nostolepis</i> sp. cf. <i>N. tcherkesovae</i> <i>Gomphonchus mediocostatus</i>
10								<i>Nostolepis consueta</i> <i>Pechoralepis zinaidae</i> <i>Cheiracanthoides</i> sp. cf. <i>Ch. borealis</i> <i>Poracanthodes punctatus</i> <i>Nostolepis kozhymica</i> <i>N. robusta</i> <i>Nostovicina athleta</i> <i>Nostolepis</i> ex gr. <i>N. striata</i> <i>Gomphonchus sandelensis</i>
15								<i>G. sp.</i> cf. <i>G. hoppei</i> <i>Nostolepis parathleta</i> <i>Acanthoides?</i> sp.
20								<i>Poracanthodes</i> sp. cf. <i>P. subporosus</i> <i>Nostolepidida</i> indet. 1 cf. <i>Acritolepis</i> <i>Nostolepis</i> sp. cf. <i>N. arctica</i> <i>Pechoralepis adzvensis</i> <i>Nostolepis minima</i> <i>N. terraborea</i>
25								<i>Pruemolepis wellsii</i> <i>Canadalepis linguiformis</i> <i>Nostovicina</i> sp. cf. <i>N. multicostata</i> <i>Acanthoides?</i> sp. C <i>Nobilesquama longipostera</i> <i>N. minilonga</i>
30								<i>Poracanthodes ?</i> sp. <i>Nostovicina timanica</i> <i>Gomphonchus</i> -type spines <i>Cheiracanthoides</i> sp. indet.
35								<i>Climatiida</i> jaw bones <i>Pechoralepis valentinae</i> <i>Nostolepidida</i> indet. 2 <i>Devononchus concinnus</i> <i>D. laevis</i> <i>Cheiracanthida</i> indet.
40								
	<i>Pechoralepis adzvensis</i>							
	<i>Nostolepis minima</i>							
	<i>Monospina erecta</i>							
	<i>Nostolepis</i> sp. cf. <i>N. tcherkesovae</i>							
		<i>Nobilesquama longipostera</i>						
				<i>Nostovicina timanica</i>				
						<i>Devononchus concinnus</i>		
								ЗОНЫ АКАНТОД

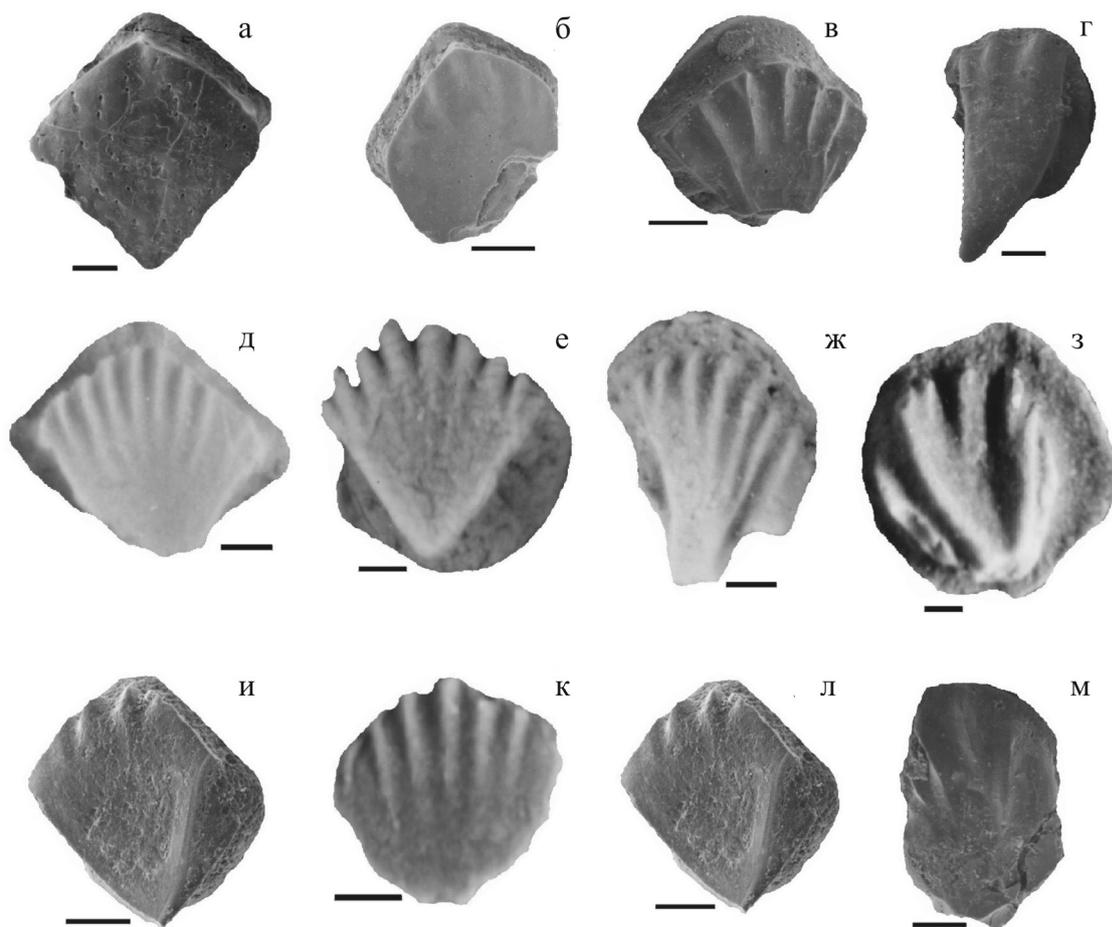


Рис. 3. Раннедевонские и позднесилурийские акантоды Хорейверской впадины и северо-западной части Варандей-Адзъвинской структурной зоны.

Чешуи, корона передним краем вверх. Масштабная линия 0.1 мм. Верхний силур, пржидольский ярус (а–д): а – *Poracanthodes punctatus* Brotzen, 1934. Скв. 2 Оленья, инт. 4071–4078 м; б – *Gomphonchus minicostatus* Valiukevičius, 2003. Скв. 3 Оленья, инт. 4119–4133 м; в – *Nostovicina paravolborthi* Valiukevičius et Burrow, 2005. Скв. 3 Оленья, инт. 4158–4166 м; г – *Monospina erecta* Valiukevičius, 2003. Скв. 3 Оленья, инт. 4158–4166 м; д – *Nostolepis* sp. or *Cheiracanthoides* sp. Скв. 4 Оленья, инт. 3958–3971 м. Нижний девон, лохковский ярус (е–м): е – *Nostolepis* cf. *tcherkesovae* Valiukevičius, 1994. скв. 76 Лабаганская, инт. 4117–4123 м; ж – *Nobilesquama minilonga* Valiukevičius et Burrow, 2005, скв. 76 Лабаганская, инт. 4117–4123 м; з – *Canadalepis linguiformis* Vieth, 1980; скв. 76 Лабаганская, инт. 4117–4123 м – овинпармский горизонт, хатаяхинская свита, базальная пачка в разрезе лабаганского типа, репер R_D; и – *Nostolepis parathleta* Valiukevičius, 2003. Скв. 7 Варандейская, инт. 4126–4143 м – нижняя часть хатаяхинской свиты; к – *Cheiracanthoides* cf. *borealis* Valiukevičius, 1994. Скв. 2 Оленья, инт. 4000–4011 м – хатаяхинская свита, пачка II; л – *Pechoralepis adzvensis* Valiukevičius et Burrow, 2005. Скв. 7 Варандейская, инт. 4200–4212 м – хатаяхинская свита, пачка IV; м – *Nostovicina* cf. *multicostata* (Vieth, 1980). Скв. 7 Варандейская, инт. 4092–4099 м – сотчемкыртинский горизонт, торавейская свита.

Приполярном Урале и имеет аналогичный характер на среднем Урале, в Австралии и Канадской Арктике [27]. Граница силура и девона характеризовалась существенным обмелением морского бассейна в конце пржидолия. На Приполярном Урале (рр. Кожым, Щугор) обмеление привело к образованию 10–12-см слоя плоскогалечникового конгломерата с пустотами выщелачивания красно-бурой окраски. В основании лохковского яруса залегают прослой (8–9 см) зеленовато-серой вязкой глины, включающей комплекс раннедевонских спор. В разрезах гряды Чернышева на р. Шарью отложения овинпармского горизонта подстилаются разновозрастными породами верхнего силура. В разрезе на р. Изъяю в них присутствуют прослой с известняковыми гравелито-песчаниками, брекчиями оолитовых известняков. На юге Новой Земли граница силура и девона проводится в основании пестроцветного известнякового конгломерата (до 2–3 м) с обохренными с поверхности гальками того же состава, что и подстилающие конгломераты зеленоватые известняки [12]. Анализ событий на рубеже силура и девона в Вайгачско-Южноновоземельском регионе, проведенный на основании комплексных исследований опорных разрезов юга Новой Земли и о-вов Вайгач и Долгий, подтвердил значительное

возрастными породами верхнего силура. В разрезе на р. Изъяю в них присутствуют прослой с известняковыми гравелито-песчаниками, брекчиями оолитовых известняков. На юге Новой Земли граница силура и девона проводится в основании пестроцветного известнякового конгломерата (до 2–3 м) с обохренными с поверхности гальками того же состава, что и подстилающие конгломераты зеленоватые известняки [12]. Анализ событий на рубеже силура и девона в Вайгачско-Южноновоземельском регионе, проведенный на основании комплексных исследований опорных разрезов юга Новой Земли и о-вов Вайгач и Долгий, подтвердил значительное

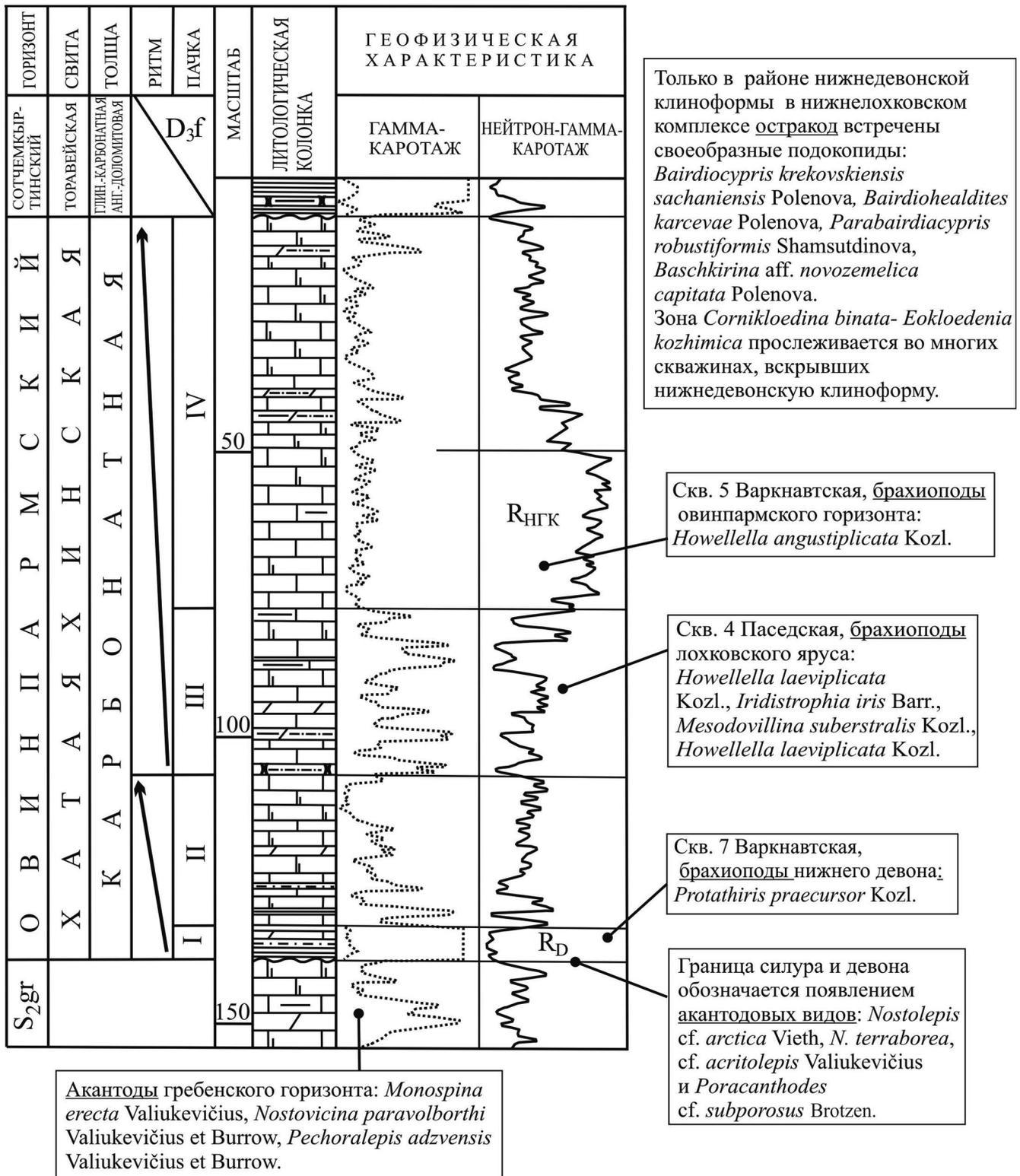


Рис. 4. Стратиграфический разрез овинпармского горизонта восточно-хорейверской клиноформы.

1 – аргиллиты, 2 – глинистость пород, 3 – алевролиты, 4 – песчаники, 5 – известняки, 6 – доломиты вторичные, 7 – мергели, 8 – стратиграфическое несогласие.

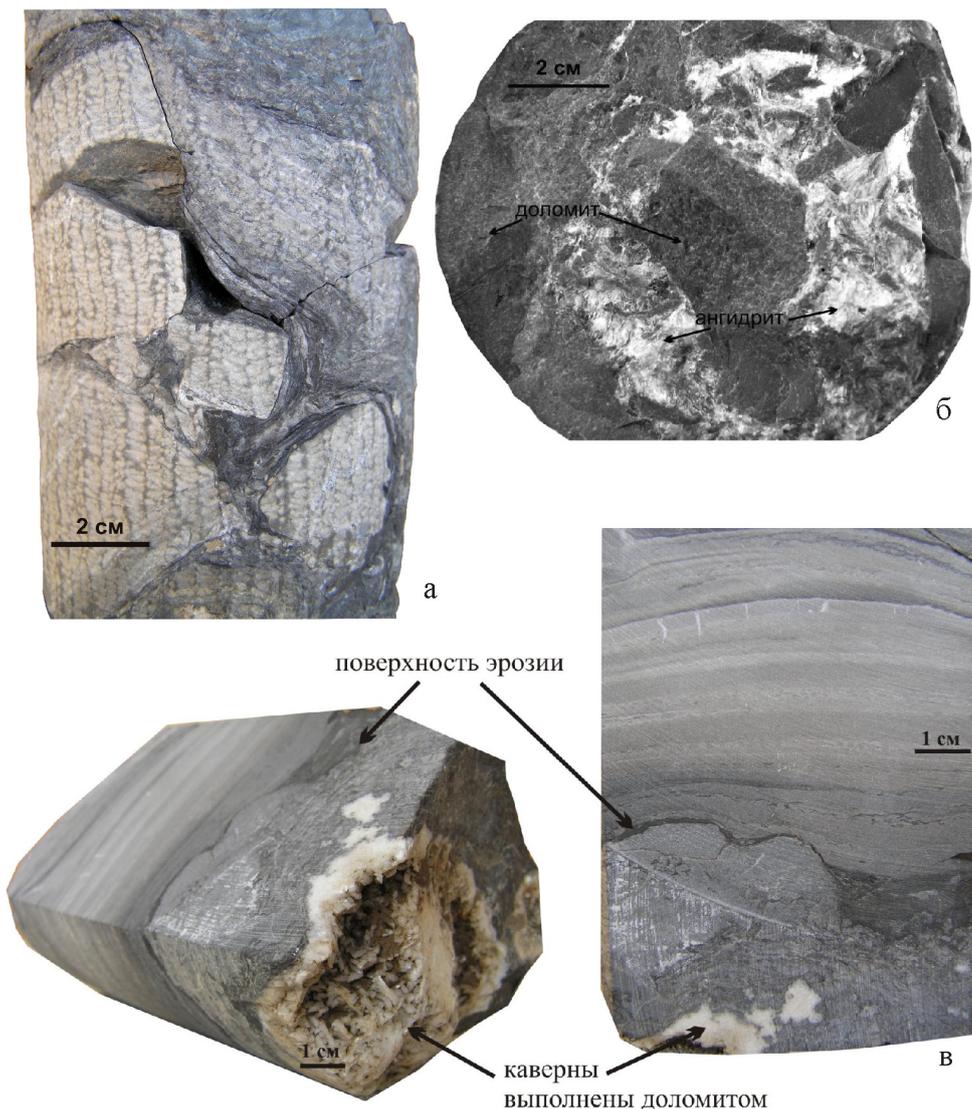


Рис. 5. Литологическая характеристика пограничных отложений лохковского яруса в хорейверской клиноформе.

а – доломитовая карстовая брекчия обрушения, кровля ангидрито-доломитовой толщи, сотчемкыртинский горизонт, скв. 1 Северо-Варкнавтская, гл. 4096 м; б – карбонатная брекчия, кровля пачки IV овинпармского горизонта, скв. 47 Оленья, гл. 4103 м; в – эрозионная поверхность с кавернами в кровле карбонатов на границе силура и девона, скв. 23 Варкнавтская, гл. 4280 м.

изменение характера осадконакопления в пограничное силурийско-девонское время как следствие резкого падения уровня моря и обмелением бассейна [10]. О резких изменениях условий осадконакопления пограничных отложений силура и девона на площади Хорейверской впадины свидетельствует наличие поверхностей эрозии, присутствие каверн в эродированном доломите (рис. 5в). Граница силура и девона хорошо фиксируется на диаграммах геофизических исследований скважин (ГИС). Ей соответствуют низкие значения кажущегося сопротивления пород (КС), высокие значения на диаграммах гаммакаротажа (ГК). Иногда на этом уровне наблюдаются терригенные пестроцветные отложения, неравномерно обогащенные известковым и глинистым

материалом. В скв. 34 Оленья основание овинпармского горизонта (инт. 3960–3975 м) представлено серо-зелеными и коричнево-красными алевролитами, переслаивающимися с аргиллитами и известняками. В известняках скв. 3 Оленья (инт. 4048–4060 м) и скв. 1 Варкнавская (инт. 4051–4057 м) встречены раннедевонские остракоды [1].

ЛИТОЛОГО-СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НИЖНЕДЕВОНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ

Нижний девон в Тимано-Североуральском регионе представлен лохковским, пражским и эмским ярусами [16], однако в конкретных разрезах север-

ной части этого региона объем и распространение нижнедевонских отложений существенно различаются [18, 28]. По результатам литологических и палеонтологических исследований установлена стратиграфическая неполнота нижнедевонских отложений хорейверской клиноформы, где они представлены только в объеме лохковского яруса. Лохковский ярус подразделяется на овинпармский и сотчемкыртинский горизонты. Наиболее полные разрезы яруса известны в северо-восточной части Варандей-Адзвинской структурной зоны (ВАСЗ) (скв. 46 Мядсейская, инт. 3020–4110 м). Сопоставление разрезов скважин с мядсейским опорным разрезом, а также прибрежными баренцевоморскими разрезами скважин 2 и 7 Варандейских показывает, что стратиграфический объем и мощность нижнего девона изменяются в юго-западном и южном направлениях (рис. 2). Так, в направлении к разрезу скв. 76 Лабаганской (инт. 3502–4128 м) отчетливо прослеживается сокращение стратиграфического объема подвергшихся эрозии эмских, пражских, верхней части лохковских отложений, а также и базальной части лохковского яруса [17, 18]. На территории Хорейверской клиноформы в разрезе скв. 1 Машиновской, близко расположенной к Варандейскому глубинному разлому, мощность яруса составляет 470 м. По литолого-фациальной характеристике и мощности (до 200 м) разрез овинпармского горизонта близок к разрезам лабаганского типа (скв. 76 Лабаганская, инт. 3930–4128 м). Овинпармские отложения здесь представлены хатаяхинской свитой, стратотип которой установлен в южной части Колвинского мегавала, а сотчемкыртинский горизонт – торавейской свитой, стратотипический разрез которой расположен в северной части ВАСЗ.

Овинпармский горизонт

В овинпармское время на территории восточного склона Большеземельского свода существовали мелководные сублитеральные условия осадконакопления, прерывавшиеся регрессивными фазами, что нашло отражение в ритмичном строении отложений. Регрессия морского бассейна отразилась в уменьшении мощности слоев, содержания глинистого материала и увеличении количества терригенного алеврито-песчаного компонента в породах. В ритмах нижняя часть представлена трансгрессивными глинистыми отложениями (пачки I, III), а регрессивную часть (пачки II, IV) составляют преимущественно карбонатные породы (рис. 4).

Пачка I (мощность 4–20 м) включает серого цвета аргиллиты, известковые мергели, известняки тонко- и среднезернистые глинистые. Терригенно-глинистые породы доломитизированы и содержат в основном кварцевую алевритовую, редко псаммитовую составляющую (30–40%). Текстуры особенностей пород – тонкая слоистость, комки, взму-

чивания, срезания, следы илоядных и роющих организмов отражают неоднородность гидродинамических условий среды осадконакопления. Пачка I является аналогом глинистого пласта R_D, выделяемого в средней части пачки II овинпармского горизонта в мядсейском разрезе, и подошвенным уровнем в большинстве нижнедевонских разрезов восточной части Хорейверской впадины (рис. 2). Но граница верхнего силура и нижнего девона не всегда однозначно определяется по литологическим критериям. Мощность пачки I иногда увеличивается до 25–40 м. Возможно, карбонатно-глинистые породы наращивают нижнюю часть девона и являются аналогами пластов пачки II овинпармского горизонта в разрезах северо-восточной части ВАСЗ. Карбонатные пласты, расположенные ниже глинистых отложений, вероятно, являются кровельными силурийскими. Они содержат нефтяные залежи месторождений им. Р. Требса (Варкнавтский участок, скв. 5 и 10) и им. А. Титова (Олений участок, скв. 10). Биостратиграфическим маркером нижней части овинпармских отложений является номинальный вид акантод *Nostolepis* cf. *tcherkesovae* Valiukevičius. Нижняя граница овинпармского горизонта обозначается первым появлением видов-индексов и сопутствующих видов *Nostolepis* cf. *arctica* Vieth, *N. terraborea*, cf. *acritolepis* Valiukevičius и *Poracanthodes* cf. *subporosus* Brotzen. Опорные разрезы, где установлены акантоды, вскрыты скв. 9 Варкнавтская (инт. 4250–4264 м) и 15 Оленья (инт. 3905–3920 м). В породах пачки I определены также раннедевонские остракоды: *Eokloedenia* cf. *kozimica* Abush., *Tollitia* cf. *minima* Abush., *Tollitina* cf. *simplex* Abush. *Invisibila* cf. *porecta* Pol. (скв. 2 Оленья, инт. 4011–4022 м; скв. 47 Оленья, инт. 4150–4160 м); брахиоподы: *Protathiris praecursor* Kozl. (скв. 7 Варкнавтская, инт. 4126–4143 м). В скв. 34 Оленья (инт. 3960–3973 м) алевриты содержат раннедевонские споры *Acanthotriletes parvispinosus* Naum., *Leiotriletes laevis* Naum., *L. microrugosus* Naum., *Hymenozonotriletes krestovnikovii* Naum., *Emphanisporites microratus* Rich. et Lister, *E. rotatus* McGregor.

Пачка II (0–40 м) сложена в основном карбонатными породами с прослоями глинистых разностей, что отражается на записи повышенных значений сопротивления и низких значений гамма-активности (рис. 4). Среди карбонатов преимущество имеют светло-серые и белые вторичные разнокристаллические доломиты с теневой органической структурой, редки известняки серые доломитизированные тонко-мелкозернистые. Реликты органических остатков трудноопределимы. В верхней половине пачки глинистость пород уменьшается, в аргиллитах и мергелях характерна алевритовая примесь. Встреченные в них остатки брахиопод, остракод, позвоночных, трилобитов, гастропод, пелеципод хорошей и удовлетворительной сохранности. Определены остракоды *Eokloedenia ko-*

zhimica Abush., *Cornikloedenia* ex gr. *compta* Zenk, *Eoivlanella* cf. *singularis* Zenk, *Microcheilinella regularis* Pol., *Samarella vetusta* Zenk (скв. 70 Оленья, инт. 4098–4106 м). Интересен факт присутствия в кровельной части копролитовых доломитов с незначительной терригенной примесью и мощностью 0.6–3.6 м. В них развиты разнообразной формы поры выщелачивания. Копролитовые доломиты завершают осадочный ритм, трансгрессивную часть которого представляет глинистая пачка I, регрессивную часть – карбонатная пачка II. На месторождении им. Р. Требса пласты вторичных доломитов верхней части пачки содержат залежь нефти.

Пачка III (0–47 м) представлена доломитами и известняками в разной степени глинистыми, переслаивающимися с мергелями, аргиллитами, редко алевритами и выделяется повышенными значениями гамма-активности пород (рис. 4). Среди доломитов распространены вторичные тонко-мелкозернистые глинистые разности. Известняки тонкокристаллические доломитизированные. Биокластовые разности заключают несортированные фрагменты остракод, пелеципод, гастропод, позвоночных, брахиопод и членики криноидей. В глинистых известняках определены лохковские брахиоподы *Howellella laevipectata* Kozl., *Iridistrophia iris* Barr., *Mesodovillina suberstralis* Kozl. (скв. 6 Варкнавтская, инт. 4210–4225 м). Аргиллиты доломитизированные содержат терригенную примесь, прослоями переходят в смешанные карбонатно-глинисто-терригенные породы. Кварцевые алевролиты зеленовато-серые, коричневатого-серые с глинисто-доломитовым цементом. Трещины усыхания на плоскостях наслоения свидетельствуют о периодическом проявлении литорально-супралиторальных условий осадконакопления. Диаграмма гамма-каротажа имеет дифференцированный характер, обусловленный неравномерным обогащением пород глинистым материалом. Особо выделяется подошвенный маломощный слой, латерально выдержанный (скв. I Малиновская, инт. 3982–3986 м). Он сложен кварцевым алевролитом глинистым или песчаным. В южной части развития хорейверской нижнедевонской клиноформы отложения пачки III менее глинистые. На месторождениях им. А. Титова и Колвинском карбонатные пласты-коллекторы содержат залежи нефти.

О карбонатном составе пород пачки IV (0–90 м) свидетельствуют повышенные значения кажущегося сопротивления на диаграммах ГИС. На фоне пониженных значений гамма-активности диаграмма нейтрон-гамма-каротажа (НГК) отображает различие плотности карбонатов (рис. 4). Выделяется нижняя часть пачки, сложенная плотными породами (10–70 м), которая относится к числу маркирующих уровней (репер $R_{НГК}$). Он используется при сопоставлении овинпармских отложений нижнедевонской клиноформы Хорейверской впадины, а также южной части Варандей-Адзвинской

структурной зоны, гряды Чернышева. Реперный интервал представляют известняки темно-серые линзовидно-слоистые и комковатые, алевритовые, слабо доломитизированные с тонкозернистыми и биокластовыми структурами. Органогенный материал представлен остатками криноидей, брахиопод, гастропод, остракод и позвоночных. На плоскостях наслоения сохранились стебли углефицированной флоры. Овинпармский возраст отложений подтверждается остракодами *Leperditia dorsicornuta* Abush., *Rozhdestvenskajites messleriformis* Pol., *Clavofabellina* aff. *borealis* Pol., *Clav. abunda miscella* Abush., *Eivlanella* aff. *singularis* Zenk., *Orthocypris tschumyschensis* Pol., *Microcheilinella regularis* Pol., *Cytherellina clara* Pol., *Baschkirina arta* Abush., *B.* aff. *hexagonalis* Pol., *Acantoscapha* aff. *bohemia* Boutheek. (скв. 72 Оленья, инт. 4101–4112 м) и брахиоподами *Howellella angustiplicata* Kozl. (скв. 5 Варкнавтская, инт. 4029–4034 м). В полных разрезах овинпармского горизонта верхнюю часть пачки IV слагают в основном доломиты вторичные, известняки, реже мергели. Доломиты светло-серые и коричневатого-серые имеют средне- и мелкокристаллические структуры из кристаллов ромбоэдрической и эвгедральной форм. Известняки светло- и темно-серые, тонко-мелкозернистые и органогенные, доломитизированные. Неравномерное распределение глинистого материала обуславливает неравномерную слойчатость в известняках. В зоне отсутствия сотчемкыртинских отложений породы подвергались воздействию гипергенных процессов. Органогенные карбонаты сильно перекристаллизованы. Каверны (2–10 мм), трещины выполнены доломитом, ангидритом, пиритом (рис. 5б). Органические остатки распознаются не всегда, лучше всего сохранились костные фрагменты. В середине и кровельной частях пачки выделяются пласты (10–15 м) темно-серых глинистых карбонатов с узорчатыми текстурами и алевролитов кварцевых известковистых, которым соответствуют повышенные значения гамма-активности. В разрезах, вскрытых вблизи вала Сорокина (скв. I Малиновская, I Северо-Варкнавтская, I Западно-Сорокинская), пачка имеет наибольшую мощность, она выклинивается в направлении к своду Большеземельского поднятия. Проницаемые карбонаты верхней половины пачки содержат залежь нефти на месторождении им. Р. Требса.

Большинство акантодовых видов-индексов установлено в породах пачек I, II и III, за исключением *Nostolepis terraborea* Valiukevičius, переходящего в вышерасположенную пачку IV (табл. 1). Наиболее важными видами трех нижних пачек являются *Nostovicina athleta* Valiukevičius, *Nostolepis robusta* Brotzen и *N. kozhymica* Valiukevičius. Ранне-лохковский возраст этого уровня подтверждают конодонты зоны *remscheidensis* [5, 24, 26]. Вторая пачка содержит разнообразные виды акантод *Ca-*

nadalepis linguiformis Vieth, *Nostovicina* cf. *multicostata* Vieth, *Nobilesquama minilonga* Valiukevičius et Burrow, *N. longipostera* Valiukevičius. *Gomphochus mediocostatus* Vergossen, *Nostolepis consueta* Valiukevičius, *N. cf. arctica* Vieth, *Pechoralepis zinadae* Valiukevičius, *Cheiracanthoides* cf. *borealis* Valiukevičius [3, 25]. Таксоны *Nostolepis kozhymica* Valiukevičius, *N. robusta* Brotzen, *N. minima* Valiukevičius, *Nostovicina athleta* Valiukevičius, *Pechoralepis adzvensis* Valiukevičius не переходят границу третьей и четвертой пачек. Наиболее представительные комплексы установлены в скв. 2 Оленья (инт. 4000–4011 м) и 39 Оленья (инт. 4039–4050 м). Кроме того, отложения нижнедевонской клиноформы содержат своеобразные остракодовые комплексы. Базальная остракодовая зона узнается в разрезах скважин по присутствию вида *Eokloedenia kozhimica* и сопутствующих видов и зона *Cornikloedina binata*–*Eokloedenia kozhimica* прослеживается во многих скважинах, вскрывших нижнедевонскую клиноформу [1]. Важно отметить, что только в этом районе в раннедохковском комплексе встречены своеобразные подокопиды: *Bairdiocypris krekovskiensis sachaniensis* Polenova, *Bairdiohealdites karcevae* Polenova, *Parabairdiocypris robustiformis* Shamsutdinova, *Baschkirina* aff. *novozemelica capitata* Polenova.

Сотчемкыртинский горизонт

Сотчемкыртинский горизонт завершает разрез доломитового яруса. Горизонту соответствует торавейская свита, которая ритмично построена и имеет выдержанные по латерали фациальную и промыслово-геофизическую характеристики. Свита развита в северо-восточной приразломной зоне Хорейверской впадины и представлена в основном седиментационными доломитами и сульфатами с прослоями аргиллитов и вторичных доломитов. Она подразделяется на две толщи: глинисто-карбонатную (нижнюю) и ангидрито-доломитовую (верхнюю). Для глинисто-карбонатной толщи (до 73 м) характерен парагенез седиментационных доломитов, доломитовых мергелей, с подчиненными прослоями аргиллитов, ангидритов и вторичных микробиальных доломитов. Повышенные значения гамма-активности отличают толщу от ниже- и вышележащих доломитовых отложений. В условиях сублиторали формировались отложения глинисто-карбонатной толщи, представляющей нижнюю трансгрессивную часть горизонта. Седиментационные доломиты коричнево-серые, светло-серые микрозернистые, глинистые, слоистые и комковатые, узорчатые из-за неравномерного распределения пирита, включают гнезда эпигенетического доломита и ангидрита. Отмечаются прослои (до 10 см) разнозернистого и неравномерно доломитизированного ангидрита. Вторичные микробиальные доломиты имеют слойчатые и массивные текстуры. Мергель

доломитовый черный и серые доломитизированные слоистые аргиллиты заключают неравномерно распределенный (от 2 до 35%) алевритовый материал, в котором преобладают угловатые зерна кварца. В северной части клиноформы характерно присутствие хемогенных и биокластовых известняков. О крайне мелководных условиях свидетельствуют не только обогащение пород терригенным материалом, но и редкие прослои доломитовых конгломератов (до 15 см) и трещины усыхания на плоскостях наложения. Конгломераты состоят из обломков доломитов, сцементированных тонкокристаллическим доломитом. Из органических остатков отмечаются редкие раковины остракод плохой сохранности, но в основном костные остатки. В нижней части торавейской свиты появляется вид *Pechoralepis valentinae* Valiukevičius и представители рода *Cheiracanthoides*. При сравнении с полным стратиграфическим разрезом доломитового яруса ВАЭС следует отметить, что в глинисто-карбонатной толще Хорейверской впадины сообщество акантод значительно беднее, так как в нем отсутствуют некоторые ностолепиды и характерные диплакантиды. Среди остатков позвоночных присутствует большое количество остатков рода *Lepidaspis*, а также многочисленные кости палеакандаспид, которые свидетельствуют о позднедохковском возрасте пород глинисто-карбонатной толщи [23].

Ангидрито-доломитовая толща (мощность до 104 м) представляет собой верхнюю регрессивную часть сотчемкыртинского осадочного ритма. Уменьшение и полное выклинивание толщи, как и всех частей, составляющих нижнедевонскую клиноформу, происходит в направлении к Большеземельскому своду. Толща отличается повышенными значениями сопротивления пород (рис. 4), сложена преимущественно доломитами серыми, зеленовато-серыми, тонкозернистыми, часто брекчированными; участие сульфатов незначительно. Кристаллы ангидрита разного размера выполнены каверны и трещины в карбонатных породах. Наряду с доломитами в составе толщи присутствуют известняки тонкозернистые и биокластовые, а также алевролиты. Алевролиты полимиктовые и кварцевые, доломитизированные, глинистые, горизонтально-слоистые, с ходами роющих организмов. В керне слои терригенных пород достигают 1–1.6 м. В Варандей-Адзвинской структурной зоне верхнесотчемкыртинские отложения характеризуются присутствием сульфатов, что говорит об их формировании в крайне мелководном бассейне с повышенной соленостью, возможно, отделенном от основного бассейна. Напротив, преобладание карбонатных пород в верхней части торавейской свиты на площади развития нижнедевонских отложений хорейверской клиноформы, по-видимому, свидетельствует об их образовании в условиях меньшей изолированности морского бассейна.

ВЕРХНЯЯ ГРАНИЦА КЛИНОФОРМЫ

При регрессии морского бассейна и выходе сульфатно-карбонатных пород на поверхность эрозии характерно появление в разрезе карстовых брекчий. Верхняя граница отложений хорейверской нижнедевонской клиноформы является границей стратиграфического несогласия, которая в верхах сотчемкыртинского горизонта подчеркивается развитием карстовых брекчий. В разрезе скв. 1 Северо-Варкнавская вскрыт интервал брекчированных отложений мощностью более 70 м, в котором верхняя часть представляет собой брекчии обрушения кровли карстовой пещеры и состоит из свалов крупных обломков пород (рис. 5а). Ниже по разрезу размер обломков уменьшается. В обломочной части преобладают вторичные (развивающиеся по доломитам) разнородные, глинистые, неравномерно ожелезненные известняки и доломиты неравномерно сульфатизированные. В меньшем количестве отмечаются обломки глинистых, терригенно-карбонатных и глинисто-карбонатных пород [19]. Брекчию подстилают породы сотчемкыртинского горизонта. Связанные с карстом трещины создают условия для более поздней доломитизации, в результате чего нередко образуются пласты-коллекторы с высокой проницаемостью как в органогенных, так и в зернистых карбонатных отложениях. Пористые карбонатные пласты, связанные с карстовыми процессами, характеризуются невыдержанностью свойств по горизонтали и по вертикали. В скв. 71 Оленьей на уровне плотных известняков пачки IV (репер R_{НГК}) выделяется интервал (40 м) проницаемых вторичных доломитов нефтенасыщенных. На породах нижнедевонской клиноформы трансгрессивно залегают верхнедевонские (тиманские) глинисто-карбонатно-терригенные отложения, содержащие остатки акантод *Devononchus concinnus* Gross и *D. laevis* Gross и *Cheiracanthida* (скв. 3 Оленья – инт. 3867–3878 м и 43 Оленья – инт. 3986–3993 м).

Таким образом, устойчивое падение уровня моря, начавшееся в конце пржидольского века, вызвало регрессию морского бассейна и определило его региональное обмеление. Нижнедевонские отложения четко отражают трансгрессивно-регрессивную направленность развития бассейна седиментации. О постепенном обмелении морского бассейна свидетельствует смена нормально-морских отложений (овинпармское время) отложениями лагун с повышенной соленостью (сотчемкыртинское время). Овинпармские известняки и мергели содержат типичную морскую фауну (брахиоподы, криноидеи, кораллы и др.). Уточненные данные по стратиграфии, показали, что эрозия отложений в среднем и позднем девоне оказала большее влияние на стратиграфический объем и мощность подразделений нижнего девона хорейверской клиноформы, чем в ВАСЗ, где сохранились эмские и пражские отложения. Несмотря на различие фаций, стратиграфи-

ческого объема и мощности, установлено сходство строения нижнедевонских отложений по всей территории. На основе анализа положения реперных уровней, которыми являются характерные толщи, пачки и отдельные пласты пород, удалось проследить эволюцию ритмично построенных нижнедевонских отложений и определить положение продуктивных пластов-коллекторов в их разрезе.

ВЫВОДЫ

На основе детальной корреляции разрезов скважин и литологических данных, уточнена литолого-седиментационная модель нижнедевонской клиноформы в восточной части Хорейверской впадины и, на основании новых данных по акантодам, показано, что нижнедевонские отложения здесь представлены только в объеме лохковского яруса, что подтверждает предыдущие выводы, полученные при изучении бентосной фауны.

Разрез хорейверской клиноформы представляет собой циклическую последовательность, преимущественно карбонатную с изменяющимся литологическим составом. Ее формирование определялось эволюцией условий осадконакопления на площади Большеземельского палеоподнятия, включая осадконакопление в условиях сублиторали, литорали, супралиторали и в лагунах, а также перерывами осадконакопления, сопровождаемыми глубоким размывом и эрозией пород, наиболее значимые из которых проявились на рубеже силура-девона и в предраннефранское время.

Установлено сходство и различие в строении лохковских отложений хорейверской клиноформы и ВАСЗ. Овинпармский горизонт клиноформы полностью соответствует лишь верхней части стратиграфически полных разрезов овинпармского горизонта ВАСЗ, так как глинистые отложения базальной пачки I являются аналогом регионального глинистого пласта R_D, выделяемого в средней части разрезов горизонта ВАСЗ. Сотчемкыртинские и верхнеовинпармские отложения клиноформы в общем подобны синхронным отложениям ВАСЗ.

Сравнение разрезов арктической части региона позволяет проводить корреляцию отложений различных частей морского бассейна от довольно глубоководных к прибрежным [21]. Основываясь на общих закономерностях тектонической эволюции Печоро-Баренцевоморского седиментационного бассейна [7, 8, 13] и условий осадконакопления правомерно ожидать существование аналогичных нефтеносных клиноформ на склонах поднятий Баренцевоморского шельфа.

Авторы признательны А.И. Антошкиной и П.А. Безносову за рекомендации при написании статьи, а также рецензенту за конструктивные замечания и советы при подготовке статьи к печати.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Абушик А.Ф., Шамсутдинова Л.Л.* Остракоды раннего девона Тимано-Печорской провинции. СПб.: ВСЕГЕИ, 2000. С. 29–30.
2. *Антошкина А.И.* Пространственно-временные связи в структуре нижнепалеозойской калейдовой формации севера Урала // Проблемы геологии и минералогии. Сыктывкар: Геопринт, 2006. С. 351–364.
3. *Валюквичус Ю.Ю.* Акантоды и их стратиграфическое значение // Стратиграфия и фауна нижнедевонских отложений Тарейского опорного разреза (Таймыр). СПб.: Недра, 1994. С. 131–197; 236–243.
4. Геология и полезные ископаемые России. Т. 5. Арктические и дальневосточные моря. Кн. 1. Арктические моря / Редакторы: Н.С. Грамберг, В.Л. Иванов, Ю.Е. Погребницкий. СПб.: ВСЕГЕИ, 2004. С. 119–195.
5. *Деулин Ю. В.* Девонские отложения Варандей-Адзвинской структурной зоны // Геология девона Северо-Востока Европейской части СССР. Сыктывкар: Коми НЦ УрО АН СССР, 1991. С. 20–21.
6. *Жемчугова В.А.* Природные резервуары в карбонатных формациях Печорского нефтегазоносного бассейна. М.: Моск. гос. горный ун-т, 2002. С. 83–85.
7. *Иванов В.Л., Супруненко О.И., Сулова В.В.* Нефтегазоносность арктической континентальной окраины: краткая история и важнейшие результаты исследований НИИГА–ВНИИОкеангеологии // 60 лет в Арктике, Антарктике и мировом океане. СПб.: ВНИИОкеангеология, 2008. С. 129–138.
8. *Мальшев Н.А.* Тектоника, эволюция и нефтегазоносность осадочных бассейнов европейского Севера России. Екатеринбург: УрО РАН, 2002. 270 с.
9. *Мартынов А.В., Шамсутдинова Л.Л.* Расчленение и корреляция разнофациальных разрезов овинпармского горизонта нижнего девона Тимано-Печорской провинции в связи с его нефтегазоносностью // Нефтегазовая геология на рубеже веков. Прогноз, поиски, разведка и освоение месторождений. Т. 2. СПб.: ВНИГРИ, 1999. С. 137–143.
10. *Нехорошева Л.В., Патрунов Д.К.* Эвстатическое событие рубежа силура и девона в Вайгачско-Южновоземельском регионе: проявление фациальной зональности и биостратиграфическое значение // Эвстатические колебания уровня мирового океана в девоне: мат-лы симпозиума. М.: ПИН, 1994. С. 34.
11. Палеозойское осадконакопление на внешней зоне шельфа пассивной окраины северо-востока Европейской платформы / А.И. Антошкина, В.А. Салдин, А.Н. Сандула, Н.Ю. Никулова, Н.С. Пономаренко, А.Н. Шадрин, Д.Н. Шеболкин, Н.А. Канева. Сыктывкар: Геопринт, 2011. 200 с.
12. *Патрунов Д.К.* События резкого падения уровня моря в девоне на юге Новой Земли // Эвстатические колебания уровня мирового океана в девоне: мат-лы симпозиума. М.: ПИН, 1994. С. 36.
13. *Прищепина О.М., Богацкий В.И., Макаревич В.Н., Чумакова О.В.* Новые представления о тектоническом и нефтегазогеологическом районировании Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2011. Т. 6, № 4. С. 1–34.
14. *Супруненко О.И., Иванов В.Л., Вискунова К.Г., Сулова В.В., Устрицкий В.И.* Западно-Арктическая нефтегазоносная провинция: ресурсная база и перспективы освоения // 60 лет в Арктике, Антарктике и мировом океане. СПб.: ВНИИОкеангеология, 2008. С. 139–160.
15. *Тимонин Н.И.* Печорская плита: история геологического развития в фанерозое. Екатеринбург: УрО РАН, 1998. 240 с.
16. *Цыганко В.С.* Девон западного склона севера Урала и Пай-Хоя (стратиграфия, принципы расчленения, корреляция). Екатеринбург: УрО РАН, 2011. 356 с.
17. *Юрьева З.П.* Нижнедевонские карбонатные отложения восточного склона Большеземельского поднятия // Геология нефти и газа. 1995. № 6. С. 24–29.
18. *Юрьева З.П., Валиукевичус Йю.* Нижний девон Варандей-Адзвинской структурной зоны (стратиграфия, корреляция) // Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН. 2012. № 5. С. 6–10.
19. *Юрьева З.П., Лебединцева Е.Е.* Карстовые брекчии нижнего девона (Тимано-Печорский регион) // Рифы и карбонатные псефитолиты: мат-лы Всерос. литолог. совещ. Сыктывкар: Геопринт, 2010. С. 200–201.
20. *Antoshkina A., Yuryeva Z.* Sedimentological events on the Silurian-Devonian boundary in the Timan-northern Ural region, Russia // Abstracts of 15th International Senckenberg Conference, Joint meeting IGCP 421/SDS, Frankfurt am Main. 2001. P. 5.
21. *Cherkesova S.V.* Lower and Middle Devonian marine deposits of the Soviet Arctic and the correlation with Arctic Canada // Devonian of the World / Proceedings of the second international symposium on the Devonian system Canadian society of petroleum geologists, V. III. Calgary, Canada, 1988. P. 669–679.
22. *Spencer A.M., Embry A.F., Gautier D.L., Stupakova A.V., Sørensen K.* Arctic Petroleum Geology // Geological Society, London, Memoirs, 2011. V. 35. P. 1–15.
23. *Talimaa V.N.* Vertebrate complexes in the heterofacial Lower Devonian deposits of Timan-Pechora Province // Ichthyolith Issues, Special Publ.1, Socorro, New Mexico, 1995. ISSN 1302–1314. P. 39–42.
24. *Valiukevičius J.* New Late Silurian to Middle Devonian acanthodians of Timan-Pechora region // Acta Geologica Polonica. 2003. V. 53 (3). P. 209–245.
25. *Valiukevičius J., Burrow C.* Diversity of acanthodians with *Nostolepis*-type histological structure // Acta Palaeontologica Polonica. 2005. V. 50 (3). P. 635–649.
26. *Valiukevičius J., Kruchek S.* Acanthodian biostratigraphy and interregional correlations of the Devonian of the Baltic States, Belarus, Ukraine and Russia // Palaeozoic Vertebrate Biochronology and Global Marine/Non-marine Correlation (Final Report of IGCP 328, 1991–1996). Courier Forschungsinstitut Senckenberg, 223. Frankfurt am Main, 2000. P. 271–289.
27. *Yur'eva Z.P., Deulin Yu. V., Beznosova T.M., Tsyganko V.S., Mannik P., Martma T.* Calcareous sequences in the Silurian-Devonian boundary beds in the Timan-northern Ural region // Geology of the Devonian system: Proc. Intern. Sympos. Syktyvkar: Geoprint, 2002. P. 321–324.
28. *Yur'eva Z.P., Karatayute-Talimaa V.N., Valiukevičius J.* Lower Devonian facies and vertebrates in the Timan-Pechora region // Ichthyolith Issues, Special Publ. 6. Syktyvkar: Geoprint, 2000. P. 147–150.

Рецензент В.В. Черных

**The Lower Devonian carbonate clinoform
of the Khoreyver Depression in the Timan-northern Ural
(stratigraphy, correlation)**

Z. P. Yur'eva*, J. Valiukevičius**

**Institute of Geology Komi Science Centre, Urals Branch of RAS*

***Lithuanian Institute of Geology and Geography, Vilnius, Lithuania*

On the basis of detail correlation lateral and vertical distribution of acanthodian assemblages it is specified a lithological and stratigraphical model of the Lower Devonian carbonate deposits that formed a clinoform in the eastern part of the Khoreyver Depression in the Timan-northern Ural region. The acanthodian assemblages has shown that only the Lochkovian Stage of the Lower Devonian deposits have been located in the area. Distinct reflexion of the deposits environments changes have been found in the acanthodian species composition.

Key words: *facies, acanthodian, stratigraphy, Lower Devonian, Khoreyver Depression, Timan-northern Ural region.*