

хода летучих веществ и других параметров, характеризующих угольные пласты для определения характера их распределений на площади участка;

— оперативное ориентировочное определение количества ресурсов угля и горной массы по угольным пластам и участку в целом для определения перспективности объекта.

3. Для выполнения геологоразведочных работ на высоком уровне необходимо дальнейшее развитие технологии трехмерного моделирования угольных объектов и внедрение ее в практику ведения ГРП в качестве вспомогательного инструмента при камеральных работах.

4. Трехмерные модели угольных объектов открыты для пополнения и изменения, что позволяет применять их на последующих стадиях работ, вплоть до эксплуатации объекта, создавая действующие модели угольных объектов и месторождения в целом.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. ArcGis 9 Geostatistical Analyst. Руководство пользователя. — ESRI, 2001 — 278 с.
2. Журбицкий, Б.И. Информационная технология геологического моделирования угольных месторождений на основе баз данных по скважинам для подсчета запасов и оценки ресурсов / Б.И. Журбицкий, В.Н. Микерова, Т.В. Бударина, В.Н. Фролов. / Проблемы геологии, планетологии, геоэкологии и рационального природопользования // Сб. Междунар. науч.-практ. конф. — ЮРГТУ, Новочеркасск, 2011. — С. 140–146.
3. Изаксон, С.С. Методика подсчета запасов угольных месторождений / С.С. Изаксон. — М.: Госгортехиздат, 1960. — 373 с.
4. Погребнов, Н.Н. Система оперативного моделирования в среде АРМ-геолог / Н.Н. Погребнов, В.В. Трощенко, Т.В. Бударина // Сб.: Геология угольных месторождений. — Екатеринбург, 1996. — С. 117–123.
5. Регламент по созданию постоянно действующих геолого-технологических моделей нефтяных и газонефтяных месторождений. РД 153–39.0-047-00 (утв. Приказом Минтопэнерго РФ от 10.03.2000 N 67).

© Коллектив авторов, 2018

Бударина Татьяна Валентиновна // budarina.tv@mail.ru  
Антипова Анна Павловна // antipova\_a.p@mail.ru  
Миронова Евгения Витальевна // mironovarovostov@mail.ru  
Леонов Сергей Семенович // leo\_ss55@mail.ru

УДК 551.35:550.834.8(261)

Верба М.Л., Иванов Г.И. (ОАО «МАГЭ»)

#### ПРОГНОЗЫ И ОТКРЫТИЕ НЕФТИ НА ШПИЦ-БЕРГЕНЕ

*В начале 1990-х годов в скважинах на берегу бухты Петунья в гипсово-карбонатных отложениях каменноугольного возраста был обнаружен ряд нефтяных и газовых залежей. Эти открытия привели к пересмотру имеющейся геологической информации и переоценке перспектив архипелага в нефтегазоносном отношении. Возможность новых открытий залежей углеводородов на российских участках обосновывается имеющимися данными о строении разреза, наличии в нем коллекторов и флюидоупоров, распространении проявлений нефти и газа и подтверждается региональными предпосылками и*

*сопоставлениями. Показана несостоятельность традиционного скептического отношения к вероятности обнаружения здесь скоплений углеводородного сырья, что определяется в значительной мере конъюнктурными соображениями. **Ключевые слова:** Шпицберген, нефть и газ, ПМГРЭ, Севморгео, НИИГА.*

Verba M.L., Ivanov G.I. (MAGE)

#### FORECASTS AND OPENING OF OIL ON SPITSBERGEN

*In the early 1990 years, a number of oil and gas deposits were discovered in the wells on the bank of the Petunia bay in gypsum-carbonate deposits of Carboniferous age. These findings led to a review of the available geological information and a reassessment of the archipelago's prospects in the oil and gas bearing respect. The possibility of new discoveries of hydrocarbon deposits on Russian sites is justified on it by available data on the structure of the section, the presence of reservoirs and fluids in it, the spread of oil and gas manifestations, and is confirmed by regional prerequisites and comparisons. The inconsistency of the traditional skeptic attitude to the probability of finding clusters of hydrocarbon raw materials here is shown, which is determined to a large extent by opportunistic considerations. **Keywords:** Spitsbergen, oil and gas, PMGRE, Sevmorgeo, NIIGA.*

#### Краткий обзор истории геологического изучения

Исторически сложилось так, что россияне были впереди других стран в изучении северо-западного уголка Баренц-региона. В письме немецкого ученого Иеронима Мюнцера от 14 июня 1493 г. португальскому королю Жуану II впервые встречается упоминание полярного о-ва Грумланд, находящегося под властью Великого Князя Московского. Материальным доказательством факта обитания русских поморов на Шпицбергене в это время служат находки шахматных досок и фигурок, аналогичных тем, что найдены на развалинах Мангазеи, причем самая древняя из «шахматниц», обнаруженная в доме на Стаббэльве, датируется серединой XVI в. Принадлежность архипелага к России в те времена закреплено на карте Герарда Меркатора, составленной в 1569 г., на которой к северу от Скандинавии показаны в море 7 крупных островов, объединяемых общим названием «Святые Русские». Эта традиция прослеживается в работе архангелогородского промысловика Ивана Старостина, основавшего на Шпицбергене первое поселение поморов и похороненного на самом крупном из его островов. Несмотря на все экономические трудности последних лет, эта традиция сохраняется и в наши дни.

Геологическое изучение региона было начато шведской экспедицией, приступившей к систематическому изучению островов в 1860 г. В составе экспедиции в разное время работали такие видные исследователи как А.Э. Норденшельд, А.Г. Натхорст и Г. Де-Геер, концептуальные представления которых, развитые позднее О. Хольтедалем, А. Орвиным и В. Харландом, сохранились без принципиальных изменений до наших дней. В качестве ответа на активность шведов при

Российской Академии Наук была создана специальная комиссия по изучению Шпицбергена, в которую входили академики: астрономы О.А. Баклунд и Ф.А. Бредихин, геолог А.П. Карпинский, а также Ф.Б. Шмидт, М.А. Рыкачев. Член этой комиссии Ф.Н. Чернышов вместе с Д.Д. Сергиевским в конце XIX в. проводят на архипелаге первые российские геологические исследования, которые должны были создать научную базу для освоения минеральных ресурсов этой земли в интересах России. Последующие политические события однако не способствовали проведению геологических исследований.

Норвегия, обретя независимость, озаботилась политическим статусом архипелага и инициировала переговоры с рядом стран о его статусе. Переговоры начались в 1910 г. в Осло. Реакцией российского правительства явилась организация экспедиций В.Ф. Држевецкого на судне «Жак Картье» в 1911 г., а затем В.А. Русанова на судне «Геркулес» с целью демонстрации флага и проведения исследований, но обе экспедиции по разным причинам не решили поставленных задач, и в 1912 г. Россия дала предварительное согласие на предложенный Норвегией проект конвенции, определявшей статус Шпицбергена как «ничьей земли», открытой всем странам для экономической деятельности и научных исследований. Заключение договора состоялось только 9 февраля 1920 г. и прошло без участия России. Составленный представителями Великобритании, Франции, США, Италии и Норвегии договор, получивший название Парижского, подписали также Швеция, Дания, Нидерланды и Япония.

Правительство В.И. Ульянова-Ленина поначалу объявило, что не признает себя связанным этим актом, но, получив от Норвегии безвозмездный кредит в размере 4,5 млн крон и практическую помощь в проведении «карских» операций, изменило позицию и сообщило, что «признает суверенитет Норвегии над Шпицбергом, включая о. Медвежий», фактически продав свою долю прав на эти земли. Официально СССР присоединился к Парижскому договору 7 мая 1935 г., но к хозяйственной деятельности приступило раньше. Была организована угледобыча силами треста «Арктиуголь» и начаты обзорные геологические исследования. В итоге на российских участках разведано три крупных месторождения каменных углей разных по составу и возрасту, одно из которых (Пирамидское) содержит редкие и ценные разновидности коксующихся углей, нигде больше на архипелаге не встреченных (рис. 1).

В послевоенное время исследования на суше проводила Полярная экспедиция НИИГА (ВНИИОкеангеология), а на шельфе — МАГЭ. На руч. Васдален в двух глубоких скважинах, пробуренных трестом «Волгокамсгеология», были получены фонтаны горячего метанового газа дебитом до 30 тыс. м<sup>3</sup>/сут из триасового комплекса отложений, того самого, из которого добывают нефть на другой стороне Баренцева моря — на о. Колгуев. На мысе Лайла получена первая на Шпицбергене нефть из палеогенового осадочного комплекса. Эта залежь, как можно предположить,



Рис. 1. Проявления горючих полезных ископаемых на территории о. Б. Шпицберген

экранирована толстым слоем мерзлоты. И наконец, в неглубоких скважинах на берегу бухты Петунья получены фонтаны газа, газового конденсата и легкой нефти из более древних кавернозных отложений каменноугольного возраста. Показательно, что из этих же отложений в Печорской провинции тоже получают богатые притоки, но на значительно больших глубинах — до 2–3 км, а на Шпицбергене эти отложения продуктивны уже на глубинах, начиная с 600 м, что значительно снижает затраты на разработку залежей.

Вместе с тем, в теоретическом плане предпосылки обнаружения на архипелаге сколько-нибудь значительных скоплений УВ ведущими геологами как в стране, так и за рубежом, фактически в то время даже не обсуждались, поскольку весь регион априори считался бесперспективным. Геологическая парадигма, на которой базировались эти взгляды, была создана Г. Тиррелом, А. Гулем, О. Хольтедалем, Е.С. Сэндфордом, О. Куллингом, Г. Фребольдом, Ф. Вогтом и особенно А. Орвином. Она оказала сильное влияние на взгляды целого поколения геологов, включая и советских. Воспитанные на европейских разрезах, эти исследователи пытались перенести на Шпицберген свое видение геологии Шотландии и Скандинавии.

Наиболее полно этот подход был реализован профессором Кембриджского университета В.Б. Харландом, который отразил его в капитальном труде [13]. В соответствии с изложенной им концепцией, Шпицберген представляет собой каледонскую складчатую область, частично погребенную под девонской орогенной фор-

мацией типа *old red*, которая, в свою очередь, дислоцирована в «свальбардскую» фазу диасторфизма и перекрыта вместе с нижележащими толщами недеформированным платформенным чехлом, начинающимся с каменноугольных отложений. Дополнительную сложность геологической структуре региона придает альпийская складчатость, которая повторно смяла весь комплекс геологических образований, слагающих западную окраину архипелага. Исходя из этих взглядов, все докаменноугольные отложения, составляющие складчатое основание региона, рассматриваются как бесперспективные для поисков углеводородных скоплений, а более молодые ввиду их малой мощности, ограниченности распространения и интенсивного проявления складчатости считаются малоперспективными.

Обнаружение в низах осадочного разреза, испытавших по мнению этих исследователей «свальбардский» диастрофизм, многочисленные проявления битумов и скопления нефтяных углеводородов, полученных по инициативе технического директора треста «Арктикуголь» В.Д. Трифоненкова на берегу бухты Петунья, потребовало пересмотра этой устоявшейся концепции.

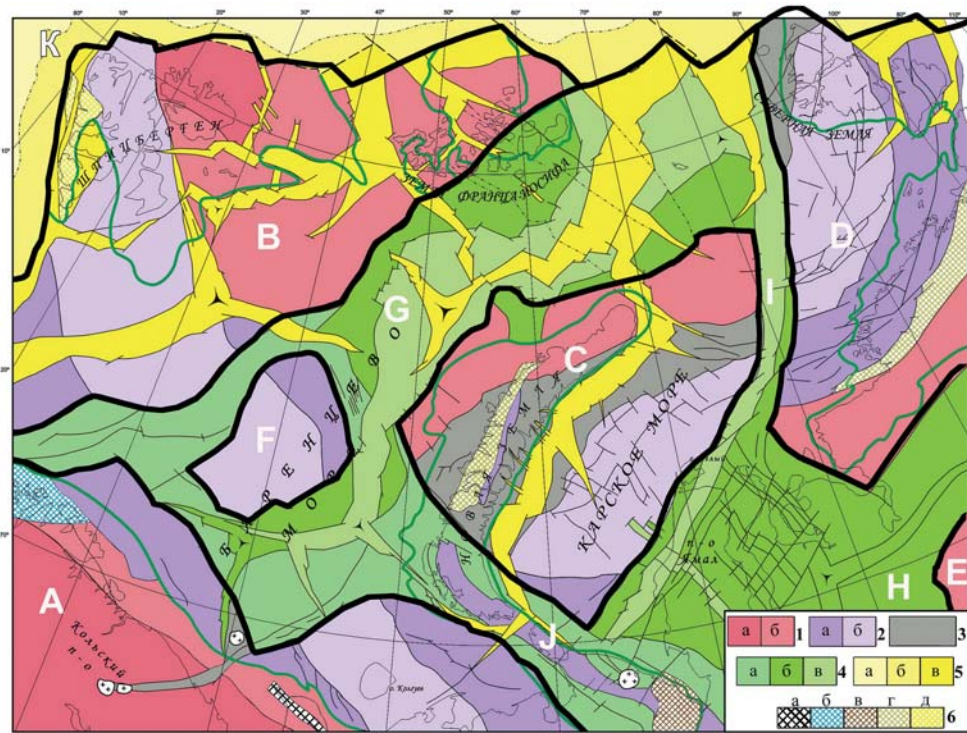
#### Обоснование благоприятного нефтегеологического прогноза

Решающий удар по негативным взглядам на нефтегазовые перспективы архипелага нанесли морские исследования МАГЭ, показавшие отсутствие шельфового продолжения каледонских структур Скандинавии, и следовательно, отсутствие этих структур на суше Свальбарда [3, 4], (рис. 2). Эти сомнения существовали и ранее, они базировались на данных о Медвежий, где

каледонская складчатость не проявилась, но с появлением морских данных эти сомнения рассеялись. Эта информация сразу вовлекла ниже-среднепалеозойские отложения в число потенциально перспективных.

Вторым важным опровержением «каледонской» концепции В. Харланда явились наземные геологические данные, показавшие, что описанный им на берегу Билле-фьорда выступ докембрийского фундамента представляет собой мощную дайку габбро среднекаменноугольного возраста, развитую по крутопадающему взбросовому нарушению (рис. 3). На одном из участков (на руч. Биргер-Джонсон) было обнаружено, что эта дайка служит подводным каналом для серии силлов, послонно насыщающих каменноугольные карбонаты, вызывая в них приконтактные изменения [8, 10]. На другом участке (рудник Пирамида) был описан горячий контакт интрузивного тела с вмещающими среднекаменноугольными отложениями [11]. Эти наблюдения привели к выводу, что метаморфизм осадочных и изверженных пород в зоне развития дайкового комплекса носит приконтактный характер, а не региональный как предполагалось ранее [12]. Практическим следствием этого факта явились не только коренная переоценка ресурсов антрацита на Пирамиде, но и существенное повышение оценки нефтегенерационного потенциала разреза.

Еще одним важным источником новой информации послужили сейсмические исследования норвежских геофизиков в восточной части Ис-фьорда, показавшие присутствие в разрезе недислоцированных девонских терригенных пород мощностью до 4 км. Местами в них



**Рис. 2. Тектоническая карта Баренцево-Карского региона:** 1 — раннедокембрийские метаморфические СВК; а — на поверхности, б — под чехлом недислоцированных позднерифейских и палеозойских отложений; 2 — позднерифейские и венд-кембрийские СВК; а — склоновые формации, б — формации абиссалий; 3 — среднепалеозойские СВК рифтогенных прогибов; 4 — позднепалеозойские—раннемезозойские СВК рифтогенных прогибов; а — позднепалеозойские, б — позднепермские—триасовые, в — триасовые—юрские; 5 — позднемеловые—кайнозойские СВК; а — формации абиссалий, б — склоновые формации, в — формации развивающихся неотектонических эпиконтинентальных рифтов; 6 — зоны коллизии и ширинга: а — байкальской, б — каледонской, в — герцинской, г — киммерийской, д — альпийской тектонических эпох. Литерами обозначены: А — Восточно-Европейский кратон (Балтия); В — Свальбардский терреин; С — Новоземельский терреин; D — Таймыро-Североземельский терреин; Е — Сибирский кратон; F — Центрально-Баренцевский терреин; G — Баренцево-Северокарский мегапрогиб; H — Западно-Сибирская койлогенная плита; I — Ушаковско-Урванцевский грабен-рифт, J — Коротанхо-Байдарачий мегапрогиб

терреин; D — Таймыро-Североземельский терреин; E — Сибирский кратон; F — Центрально-Баренцевский терреин; G — Баренцево-Северокарский мегапрогиб; H — Западно-Сибирская койлогенная плита; I — Ушаковско-Урванцевский грабен-рифт, J — Коротанхо-Байдарачий мегапрогиб

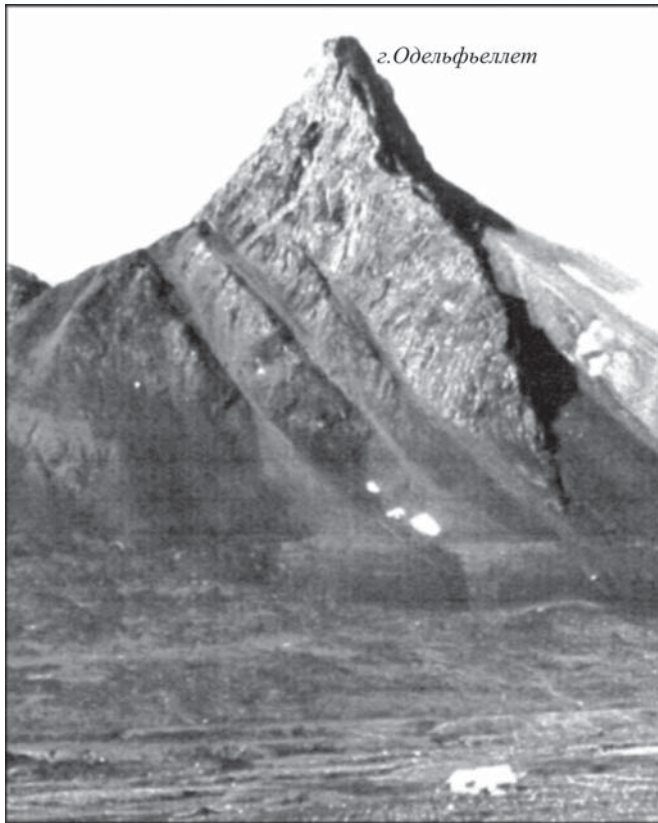


Рис. 3. Дайка габбро среднекаменноугольного возраста на горе Сенинелл, прослеживаемая в меридиональном направлении до рудника Пирамида, принимавшаяся В. Хорландом за горст, сложенный архейской толщей гекала-хук

замечены пластовые интрузии, что делало эти районы аналогичными территории к западу от Биллефьордского разлома. Такие же выводы вытекают из анализа отечественных сейсмических работ [8], (рис. 4).

С геофизическими данными хорошо согласуются результаты наземных геологических наблюдений И.А. Андреевой совместно с А.А. Красильщиковым, детально изучившими разрезы нижнего палеозоя на западном берегу пролива Хинлопен [14]. Они установили, что эти отложения также не подвержены складчатости, и вместе с нашими наблюдениями в долине руч. Эбба и данными бурения в долине р. Рогнар указывают на то, что они местами контактово метаморфизованные, слагают весь п-ов Нью-Фрисланд, который ранее рассматривался В. Харландом с соавторами, а вслед за ним и С.И. Абакумовым [1], как выступ докембрийских метаморфитов. Таким образом, что эта территория также представляет интерес в отношении поисков залежей УВ.

И.А. Андреева и А.А. Красильщиков установили также, что и на южном берегу Сент-Джонс-фьорда нижнепалеозойский комплекс отложений сформировался в условиях мелководного шельфа и за пределами зоны кайнозойских надвигов залегает недеформированно. К такому же заключению приводят наблюдения В.Е. Мильштейн и Н.П. Голованова, которые в венд-кембрийских отложениях на северном берегу Сент-Джонс-фьорда выявили фации карбонатного шельфа и показали, что отложения смяты в весьма пологие складки. А.А. Красильщиков и А.М. Тебенков

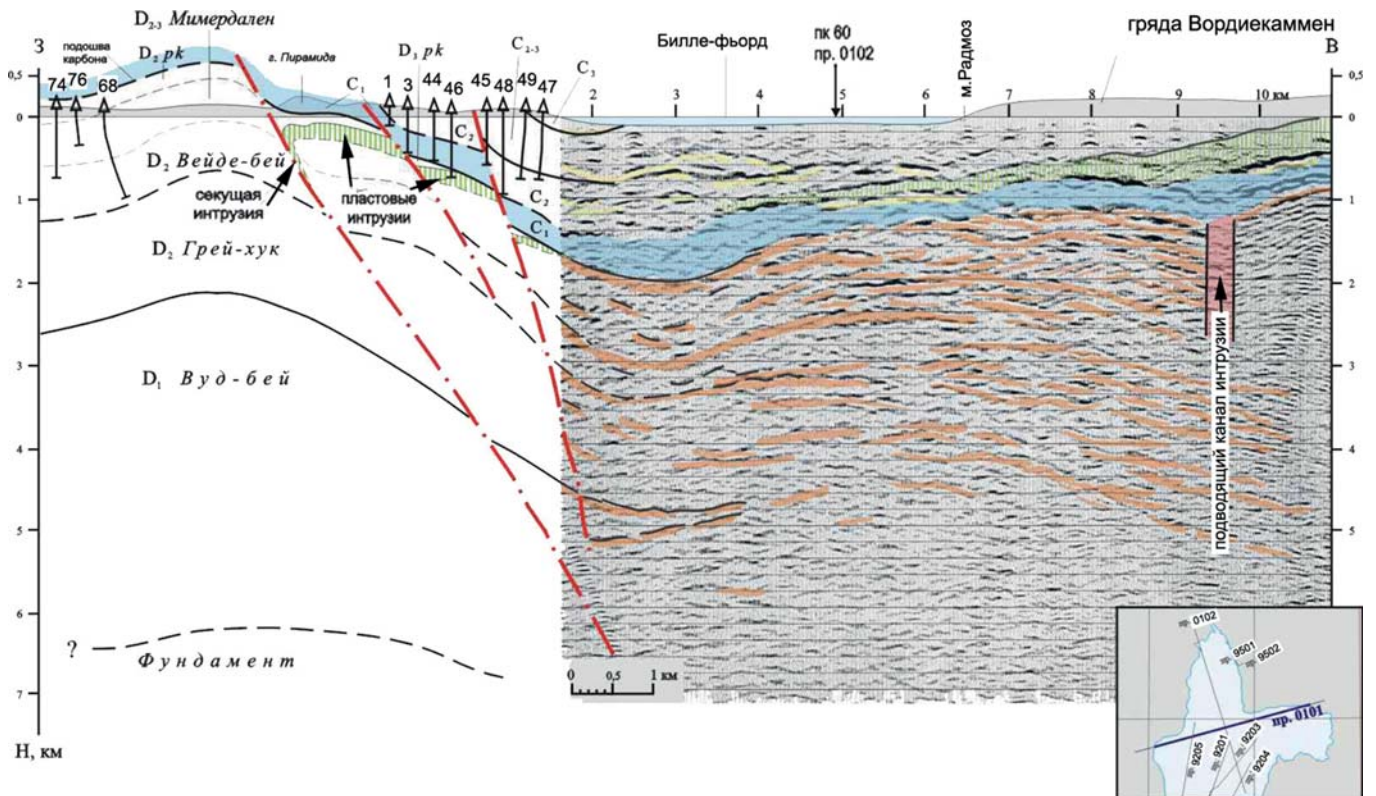


Рис. 4. Сейсмологический разрез по линии от долины Мимер до ледника Норденшельда, составленный по данным колонкового бурения и сейсморазведки (профиль 0101)

выяснили, что нижнепалеозойские толщи, входящие, как полагали, в каледонский фундамент (верхний комплекс серии *гекла-хук*), представлены не геосинклинальными, а субплатформенными фациями [14]. Эти данные свидетельствуют о том, что основные тектонические события на Шпицбергене имели место не в каледонское время, а на предвендском этапе.

Исследования, выполненные российскими геологами по всему разрезу осадочного чехла, значительно расширили диапазон отложений, обладающих нефтегазогенерационным потенциалом. Т.М. Пчелина, а также А.И. Данюшевская, Б.А. Клубов, Н.К. Евдокимов, М.Л. Верба показали присутствие миграционных углеводородов не только в мезозойских породах, но и в более древних толщах, включая верхний рифей, при этом значительную часть углеводородов в мезозой-кайнозойских отложениях Б.А. Клубов и Ю.Я. Лившиц связывали с миграцией из нижележащих толщ и рассматривали как косвенное свидетельство перспективности последних. Пробуренные углепоисковые скважины числом более сотни наряду с решением прямых задач принесли много сведений о нефтегазоносности вскрытого разреза. Глубина этих скважин в районе Баренцбурга была небольшой — 300–400 м, на участке Колсбей — в среднем 600 м, в окрестностях г. Пирамида — до 1 км, а на берегах бухты Петунья достигала 1,9 км. Это позволило осветить строение не только верхней, мезозойско-кайнозойской части разреза, но и нижележащей, палеозойской. Геофизические данные также способствовали повышению интереса к палеозойским толщам. Первые сейсмические профили на архипелаге были отработаны ПМГРЭ на южном берегу Ис-фьорда и северном берегу Ван-Мейен-фьорда методом преломленных волн. Они решили задачу освещения разреза мезозойских отложений и необходимость применения более совершенных систем наблюдения для изучения палеозойских отложений. Потом МАГЭ отработала несколько профилей МОВ с таким же результатом. И только позднее наземные сейсмические работы МОВ-ОГТ, предпринятые в 1985–1986 гг. компанией British Petroleum в районе Агард-бухты, а в 1987–1988 гг. Бергенским Университетом совместно с компанией Norsk Hydro на профиле к востоку от Лонгиер-бюена, а также морские работы по аналогичной методике в Стур-фьорде, выполненные в 1987 г. в рамках Университетской программы, впервые позволили получить относительно разрешенную картину строения всего осадочного разреза. Они выявили принципиально важную черту строения Западно-Шпицбергенского прогиба, установив присутствие девонских отложений на восточном блоке Билле-фьордского разлома, который ранее рассматривался как граница их распространения. Сейсмические профили МОВ-ОГТ, отработанные позднее ПМГРЭ на акватории Билле-фьорда, и профили МПВ, отработанные ГНПП «Севморгео» на той же акватории, подтвердили эти построения.

Перечисленные источники новой информации, имеющей важное нефтегеологическое значение, привели к

эрозии традиционной тектонической концепции Орвина — Харланда. Сомнения в ее справедливости высказал В.П. Бархатов [2], а позднее С.И. Турченко, М.Л. Верба, Ю.И. Дараган-Сушов с А.Н. Евдокимовым, но их аргументы приобрели особое значение в свете результатов бурения глубоких колонковых скважин, полученных В.Г. Трифоненковым в конце 1980-х годов. В свете новых данных по другому стала восприниматься и формационная принадлежность девонских красноцветов, которые ранее рассматривались как продукты разрушения каледонского орогена. Ю.П. Буров предположил, Ю.И. Мокин, и Л.Г. Мурашов подтвердили, а позднее М.Л. Верба, Ю.И. Дараган-Сушов и А.Н. Евдокимов аргументировали тезис о том, что эта мощная толща пород типа *Old Red* представляет собой не орогенную молассу, как полагали последователи В. Харланда, а дельтовый комплекс, накопившийся в условиях опресненного водоема, обладающий резко выраженным клиноформным строением и не претерпевший складчатости. Б.Н. Климов, Б.П. Гаврилов и В.И. Устрицкий, которым принадлежат подробные описания верхнепалеозойской части разреза, подтвердили, что в региональном плане пермо-карбонный комплекс является продолжением предшествующего девонского цикла осадконакопления, а не началом нового. Это хорошо совпадало с выводом, что платформенный режим в регионе установился не позднее венда. К близким заключениям пришел А. Елли, а на основании анализа геофизических данных этот вывод повторил в докторской диссертации Я. Скилбрей.

Полученный коллективный вывод позволил согласовать имеющиеся противоречивые данные о мощности девонского комплекса: по геологическим наблюдениям он оценивался в 8–9 км, а по геофизическим данным его подошва прослеживалась на вдвое меньшей глубине. Таким образом стала понятной причина слабого диагенеза девонских пород и низкая стадия катагенетической зрелости рассеянного органического вещества. Получило удовлетворительное объяснение отсутствие структурных несогласий в подошве карбона и наличие между верхнедевонскими и нижнекаменноугольными толщами в районе Пирамиды переходной свиты плантаклефта. И, наконец, самое главное, появилась возможность вовлечь в нефтегеологические, прогнозные построения весь объем захороненного органического вещества, содержащегося в мощном комплексе эпиплатформенных нижнепалеозойских осадочных отложений.

#### **Свидетельства газоносности недр архипелага**

Первое газопоявление было отмечено в неглубокой углепоисковой скважине на Баренцбургском участке еще в 1918 г., но до начала 1960-х годов проблема поисков газа на Шпицбергене не возникала. Она привлекла внимание после бурения первой на архипелаге глубокой скважины, заложенной норвежцами в 1963 г. на берегу Грэнфьорда. Скважина была закончена бурением через три года и оказалась практически «сухой». Результаты последующего бурения скважин в центре Западно-Шпицбергенского прогиба на участке

Исхёгда, на западном борту прогиба у ледника Фритёфа, на севере о. Зап. Шпицберген (скважины *Kvadenhukun-1* и *Kvadenhukun-2*), а также на островах Надежда (скважины *Hopen-1* и *Hopen-2*) и Эдж (скважины *Plurdalen* и *Raddendalen*) тоже не дали ожидаемых притоков. Это объяснялось норвежскими специалистами непростыми тектоническими условиями и отсутствием хороших коллекторов.

И только бурение первой российской глубокой скважины в Колсбее принесло положительный результат. Скважина 1-Грумантская была заложена в 1974 г. на южном берегу Ис-фьорда вблизи пос. Колсбей. В целях обеспечения всех проблем технического и социального характера Д.М. Губерман предложил использовать для строительства скважины легендарный ледокол «Красин», переоснащенный для этой цели. Скважина была пробурена до глубин 3173 м и остановлена в пермских отложениях. При испытании были получены притоки жирного метанового газа из пород анизийского яруса в интервале 2156–2200 м с дебитом до 10 тыс. м<sup>3</sup>/сут. и из оленекского яруса в интервале 2340–2375 м с дебитом 6 тыс. м<sup>3</sup>/сут. (при штуцере 1,6 мм). В меловых, юрских и триасовых отложениях были обнаружены горизонты с вполне удовлетворительными коллекторными свойствами. И.В. Школа, Т.М. Пчелина и Б.В. Мазур, выполнявшие геологическую интерпретацию результатов бурения, установили, что резервуарами могут служить терригенные породы, емкость которых (до первых процентов) и проницаемость (до сотых долей квадратного микрометра) обеспечивается главным образом микротрещиноватостью. Были выявлены также признаки гидрогеологической закрытости разреза и показано, что зрелость захороненного органического вещества вопреки прогнозам вполне соответствует стадии *oil window*. В том же 1974 г. компанией Norsk Polar Navigation был получен небольшой приток газа из палеогеновых отложений на м. Сарс. При оценке итогов бурения этих двух скважин и перспектив дальнейших поисков силами российских организаций возобладала негативная точка зрения В.Н. Соколова, И.С. Грамберга, Д.С. Сорокова и А.А. Красильщикова, согласно которой дальнейшие поиски углеводородов были отложены почти на десять лет.

В 1985 г. на северном берегу Ван-Майен-фьорда объединением Архангельскгеология была заложена скважина 1-Васдаленская, которая формально преследовала параметрические задачи. Место заложения скважины было выбрано с учетом единственного отработанного здесь В.С. Поздеевым сейсмического профиля, который естественно не содержал информации о площадном поведении горизонтов, прослеженных в юрско-меловом разрезе. Бурение сопровождалось рядом технических неполадок, и тем не менее при глубине 2481 м из трещиноватого резервуара в среднем триасе на устье был получен приток сухого газа с дебитом до 30 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Бурение второго ствола рядом с первым позволило повторно получить такой же приток. Почти одновременно буровые работы с аналогич-

ными поисковыми, а формально параметрическими целями осуществляла также норвежская компания A/S Tundra на площади Тромсёбреен на юге архипелага. В результате в тех же отложениях были получены скромные притоки газа в двух скважинах Хакетанген-1 и -2. Эти данные были важны в том отношении, что подтвердили региональную газоносность триасового комплекса и впервые показали возможность нахождения скоплений газа на относительно небольших глубинах — менее 1000 м.

#### Притоки нефти в скважинах

Многочисленные нефтепроявления в горных выработках на руднике Баренцберг, в колонковых скважинах на Колсбее и Пирамиде и в ряде естественных обнажений были известны давно. Их изучение проводили Т.М. Пчелина, Б.А. Клубов, Ю.Я. Лившиц, В.А. Басов, М.В. Корчинская, которые показали, что по составу рассеянных битумоидов и уровню катагенетической зрелости захороненного органического вещества вмещающие мезозойские и палеогеновые отложения мало отличаются от синхронных пород других нефтегазоносных регионов и только на западном побережье архипелага зависят от наложенной альпийской складчатости. История целенаправленного изучения перспектив нефтегазоносности Шпицбергена укладывается фактически в десятилетие. Она началась в сентябре 1988 г., когда на устье колонковой скважины 561 на Лайленской площади при проходке пачки песчаников в низах баренцбургской свиты палеогена с глубины 238 м произошел самоизлив густой тяжелой нефти, сопровождаемый кратковременными выбросами газа [7], (рис. 5).

Приток нефти в скважине, не оборудованной преентором, мог породить проблемы экологического плана, поэтому пласт был задавлен и через 3 часа в

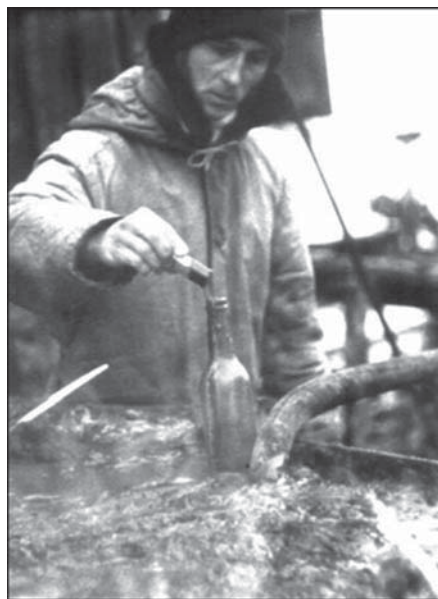


Рис. 5. Опробование первой на архипелаге нефти, полученной при самоизливе из скважины на Лайленской площади из палеогеновых песчаников. На снимке геолог А.В. Шлёнский (ПМГРЭ)

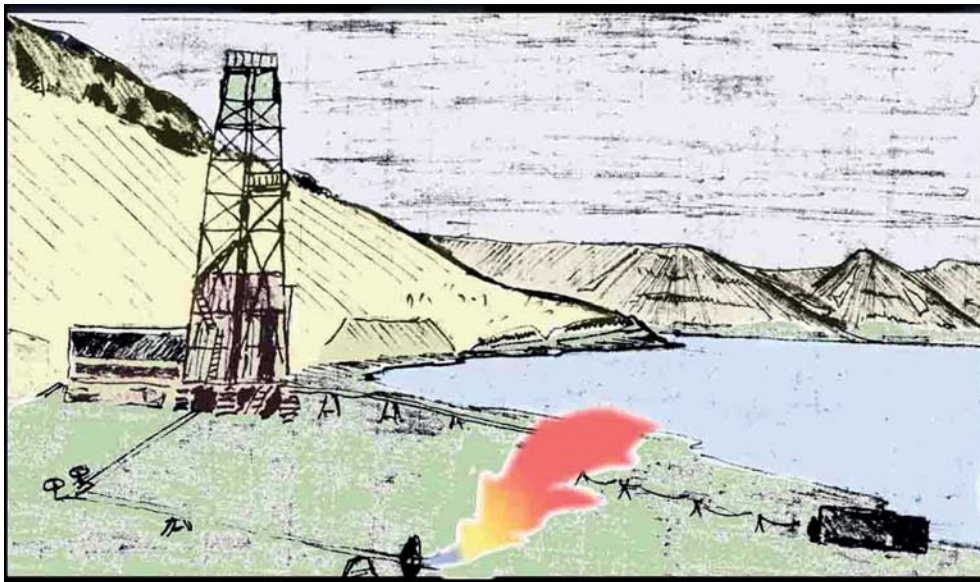


Рис. 6. Приток газоконденсатного флюида из карбонатных пород, полученный в скважине на восточном берегу бухты Петунья (рисунки М. Вербы)

промывочной жидкости наблюдалась лишь нефтяная пленка. За это время на поверхность поднялось около 0,5 т нефти, часть которой была собрана в бочки, а остатки сожжены. При всей незначительности объема полученной нефти, факт ее появления в скважине показал, что довольно многочисленные, но небольшие нефтепроявления, давно известные в горных выработках рудника Баренцбург, не были случайностью. Полученный с глубины всего 240 м, этот приток показал, что скопления нефти могут быть встречены совсем недалеко от дневной поверхности, так же, как на Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции. Кроме того, выяснилось, что экраном для залежи нефти может служить подошва слоя многолетней мерзлоты. По составу нефть тяжелая, парафинистая. Попытка исследовать этот участок не принесла желаемых результатов. Несмотря на проведение сейсмических работ, норвежской компании *Store Norske Spitsbergen Kulkompani* не удалось получить притоки УВ на выявленной Лайленской брахиантиклинали. Заложенная в 1994 г. колонковая скважина *Kapp Laila-1* была закончена, несмотря на положительные данные газокаротажа на глубине 503,5 м, задолго до достижения проектной отметки, показав тем самым, что норвежская компания не может служить партнером при решении нефтегазопроисковых задач.

Несмотря на этот отрицательный результат, В.Д. Трифоненков продолжил попытки обнаружить залежи нефти на российских участках. На берегу Билле-фьорда в 1990 г. был выявлен целый ряд нефтяных и газовых скоплений в карбонатных отложениях (рис. 6).

В пяти скважинах, вскрывших отложения башкирского яруса среднего карбона, были получены притоки горючего газа с дебитом ориентировочно до 200 тыс. м<sup>3</sup>/сут при открытой диафрагме, а в двух из них — и притоки легкой нефти. Газовые скопления

обнаружены на глубинах от 210 и глубже, а нефтяные — начиная с глубины 684 м. Суточный дебит нефти при открытом фонтанировании определен не был, а судя по его продолжительности он измеряется десятками тонн. По своим свойствам полученная нефть существенно отличается от палеогеновой — это светлая легкая жидкость, по составу УВ приближающаяся к газовому конденсату [7]. Наличие значительных вариаций состава нефти из различных горизонтов говорит об условиях их гидравлической изолированности, а продолжительность притоков указывает на высокую проницаемость пластов в призабойной зоне. Как показывают расчеты, выявленных ресурсов вполне хватило бы на снабжение рудника Пирамида, но на нем к тому времени уже начался процесс консервации.

#### Заключение

Итак, на протяжении полувека российские геологи проделали на архипелаге Шпицберген большую работу, которая завершилась открытием первых залежей нефти и газа. России на всей территории архипелага принадлежит лишь несколько относительно небольших по площади участков, в пределах которых главным образом и были сосредоточены детальные отечественные исследования. Кроме нашей страны и Норвегии регулярные исследования на Шпицбергене проводят геологи из Великобритании, Польши, Японии, США и некоторых других стран, но ни одна из них, включая саму Норвегию, не имеет пока такого

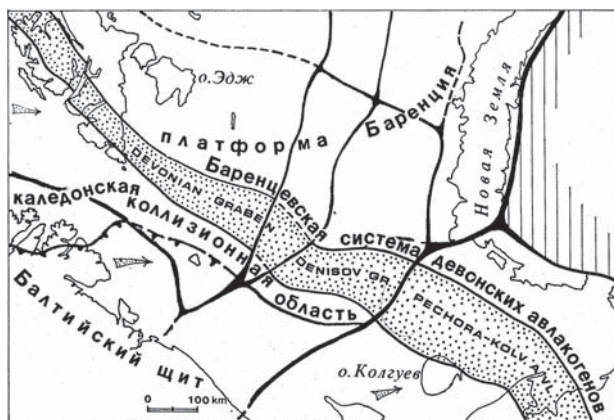


Рис. 7. Палинспастическая схема Баренцевоморского региона, показывающая единство девонских грабенов Шпицбергена, Центрально-Баренцевогорского поднятия и Печорской плиты, разобщенных в позднем палеозое при формировании рифтогенного Баренцево-Северокарского мегапрогиба

разностороннего объема фактических данных, непосредственно касающихся реально выявленных залежей нефти и критериев оценки ее потенциальных ресурсов. Региональные исследования, выполненные российскими организациями на прилегающих к архипелагу акваториях и на Баренцевоморском шельфе, позволили говорить о принципиальном сходстве геологического строения Шпицбергена и других геоструктур Баренцевской шельфовой плиты, в особенности Печорской синеклизы, что открывает возможность для сравнительной оценки их нефтегазоносных потенциалов (рис. 7).

Полученная за 40 лет исследований сумма эмпирических данных говорит о том, что перспективы выявления на Шпицбергене крупных скоплений нефти могут оцениваться не ниже, чем на Печорской провинции. Помимо обнаружения нефтяных залежей на суше архипелага, проведенные исследования служат серьезным обоснованием перспективности прилегающего шельфа, в изучение которого МАГЭ вложила много усилий. Было бы целесообразно использовать имеющиеся возможности реализовать накопленный интеллектуальный потенциал и не предать забвению труды, затраченные на его приобретение.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Абакумов, С.А. Стратиграфический словарь Шпицбергена / С.А. Абакумов, Б.П. Гаврилов, М.В. Корчинская и др. / Под ред. И.С. Грамберга (гл. ред.). — Л.: Недра, ПМГРЭ ПГО «Севморгеология», 1990. — 203 с.
2. Бархатов, Б.П. Основные этапы тектонического развития архипелага Шпицберген / Б.П. Бархатов // Вестник ЛГУ. — 1969. — № 6. — Вып. 1.
3. Верба, В.В. Отражение структуры фундамента Шпицбергенского шельфа в магнитном поле / В.В. Верба, А.А. Красильщиков, Ю.Я. Лившиц / Аномалии геомагнитного поля и глубинное строение земной коры: Матер. междунар. рабочего совещания. — Киев: Наукова думка, 1982. — С. 93–95.

4. Верба, В.В. Основные черты тектонического строения северо-западной части шельфа Баренцева моря / В.В. Верба, А.А. Красильщиков, Ю.Я. Лившиц / Геолого-геофизические исследования в Баренцево-Карском регионе. — Л.: НИИГА, 1979. — С. 23–27.
5. Верба, М.Л. Коллекторные свойства пород осадочного чехла архипелага Шпицберген / М.Л. Верба // Нефтегазовая геология. Теория и практика. — 2013. — Т. 8. — № 1. — [http://www.ngtp.ru/rub/4/5\\_2013.pdf](http://www.ngtp.ru/rub/4/5_2013.pdf).
6. Верба, М.Л. Геологические и геохимические предпосылки перспектив нефтеносности среднепалеозойских отложений Андредиксонского авлакогена (Шпицберген) / М.Л. Верба // Нефтегазовая геология. Теория и практика. — 2011. — Т. 7. — № 1.
7. Верба, М.Л. Проявления природных углеводородов в осадочном чехле Шпицбергена / М.Л. Верба // Нефтегазовая геология. Теория и практика. — 2007. — Т. 2. — <http://www.ngtp.ru/rub/6/018.pdf>.
8. Верба, М.Л. Контактный метаморфизм каменноугольных отложений в зоне Биллефьордского разлома / М.Л. Верба // Разведка и охрана недр. — 2005. — № 1. — С. 26–5.
9. Верба, М.Л. Приток нефти из палеогеновых отложений Шпицбергена / М.Л. Верба / Геологическое строение перспективных акваторий Мирового океана. — Л.: Севморгео, 1989. — С. 55–65.
10. Верба, М.Л. Метаморфиты Биллефьордской зоны разломов на Шпицбергене — горст докембрийских пород, или палеозойская интрузия? / М.Л. Верба, Ю.Л. Верба / Геолого-геофизические характеристики литосферы Арктического региона. Вып. 4. — СПб.: ВНИИ-Океангеология, 2002. — С. 178–198.
11. Верба, М.Л. Интрузивные пирокластиты Шпицбергена / М.Л. Верба, Ю.Л. Верба // Гранитоидные вулканоплутонические ассоциации: Тез. докл. Всеросс. совещания, Сыктывкар, Республика Коми, 21–23 мая 1997 г. — Сыктывкар: Ин-т геологии Коми НЦ УрО РАН, 1997. — С. 25–26.
12. Красильщиков, А.А. Стратиграфия и палеотектоника докембрианского палеозоя Шпицбергена / А.А. Красильщиков / Под ред. В.Н. Соколова. — Л.: Недра. Тр. НИИГА. — Т. 172, 1973. — 120 с.
13. Harland, W.B. The Geology of Svalbard. / W.B. Harland // Geol. Soc. Memoir, 1997. — № 17, London. — 454 p.
14. Krasil'shikov, A.A. Soviet geological research in Svalbard 1962–1992 / A.A. Krasil'shikov (ed.). Extended abstracts of unpublished reports. Norsk Polarinst., Meddelelser NR 139, Oslo, 1996. — 103 p.
15. Ohta, Y. Recent understanding of the Svalbard basement in the light of new radiometric age determinations / Y. Ohta // Norsk Geologisk Tidsskrift. — 1992. — vol. 72. — Oslo. — pp. 1–5.

© Верба М.Л., Иванов Г.И., 2018

Верба Марк Леонидович // mark\_verba@mail.ru  
Иванов Геннадий Иванович // ivanov.gi@mage.ru

## ГЕОФИЗИКА

УДК 553.411.071, 550.83

Татьков И.Г., Дамдинов Б.Б. (Геологический институт СО РАН, г. Улан-Удэ)

### ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ХАРАНУРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗОЛОТА В КОРАХ ВЫВЕТРИВАНИЯ (ЮГО-ВОСТОЧНАЯ ЧАСТЬ ВОСТОЧНОГО САЯНА)

*В результате комплексных геолого-геофизических работ на территории Харанурского рудопроявления в 2013–2014 гг. по буровым профилям собран уникальный материал о геологическом строении и отражении известных структурных элементов в геофизических полях. По итогам обработки с привлечением данных детального бурения были определены основные достоинства и недостатки*

*применяемых геофизических методов и составлена комплексная геолого-геофизическая поисковая модель месторождений золота в корях выветривания, известных на территории Восточного Саяна. Ключевые слова: Восточный Саян, Харанур, золото, коры выветривания, геофизические методы, электроразведка, моделирование.*

Tatkov I.G., Damdinov B.B. (Geological Institute SB RAS, Ulan-Ude)

### GEOLOGICAL AND GEOPHYSICAL MODEL OF KHARANUR GOLD DEPOSIT IN WEATHERING CRUST (SOUTH-EASTERN PART OF EASTERN SAYAN)

*As a result of complex geological and geophysical work on the territory of the Kharanur gold ore formation in 2013–2014, a unique material on the geological structure and reflection of known structural elements in geophysical fields has been col-*