

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 550.8

Б.М. Величко¹

РЕЗУЛЬТАТЫ КОМПЛЕКСНЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БАРЕНЦЕВОМОРСКОГО ШЕЛЬФА (ЗОНА СОЧЛЕНЕНИЯ ШПИЦБЕРГЕНСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ И ВОСТОЧНО-БАРЕНЦЕВСКОГО МЕГАПРОГИБА)

Выполнено тектоническое районирование территории с выделением структурных элементов различного ранга. В пределах площади исследований выделены такие крупные положительные структуры первого порядка, как гемивалы Ширшова и Дежнева, поднятие Воронина и структурная терраса Нобиле. Кроме того, качество сейсмических материалов позволило уверенно выделить и закартировать системы разрывных нарушений, установить механизмы их формирования.

Ключевые слова: Баренцевоморский шельф, Восточно-Баренцевский мегапрогиб, Шпицбергенская антеклиза, зона прогибов Франц-Виктория, сводовое поднятие Северо-Восточной Земли, региональная ступень Виктория, Персеевская зона поднятий.

The explorations have to execute a tectonic zoning of the area, with picking of the structural elements of different rank. Within the area of reporting explorations are mark such large positive first-order structures, as Shirshov and Dezhnev hemibars, Voronin high and Nobile structural terrace. Also, the quality of seismic materials has allowed to confidently allocate and to map the system of faulting, to understand the mechanisms of their formation.

Key words: Barents Sea shelf, East-Barents mega depression, Spitsbergen anticlise, Frants-Viktorya depressions zone, swell of the North-East Land, Viktorya region step, Persey high zone.

Введение. Практически до настоящего времени северные районы Баренцевоморского шельфа были слабо изучены сейсмическими методами. Новые работы, выполненные ОАО МАГЭ в 2007–2010 гг., позволили пересмотреть прежние представления о геологическом строении региона, в первую очередь это касается тектонического районирования территории.

В результате комплексных геофизических исследований, выполненных ОАО МАГЭ в 2010 г., изучено геологическое строение северо-западной части Баренцевоморского шельфа (рис. 1). В тектоническом отношении этому региону соответствует сложнопостроенная тектоническая зона перехода от преимущественно эпикаледонской Свальбардской (Шпицбергенской) антеклизы к структурам Восточно-Баренцевского мегапрогиба, сформированного на гетерогенном докембрийском основании [Баренцевская..., 1988].

Ранее считалось, что практически весь район сейсморазведочных работ, по результатам которых написана статья, тектонически принадлежит зоне прогибов Франц-Виктория. В этой части акватории в рельефе морского дна выделяется желоб Франц-Виктория, который, как предполагалось, выражен

и в осадочном чехле [Геология..., 2004]. Сейчас очевидно, что структурный план осадочного чехла представляет собой пологую моноклиналию, которая служит переходной структурой от сводового поднятия Северо-Восточной Земли к Восточно-Баренцевскому мегапрогибу. Таким образом, желоб Франц-Виктория — новейшая наложенная эрозионная структура.

Площадь исследований характеризуется длительной и сложной историей геологического развития. Тектоническое районирование выполнено по результатам интерпретации сейсморазведочных материалов МОВ ОГТ по поверхности отражающего горизонта Ia (верхний карбон—нижняя пермь), который распространен на всей площади работ, и с учетом результатов интерпретации магнитометрических и гравиметрических данных.

Тектоническое строение. В тектоническом отношении в пределах площади работ на востоке выделяется зона прогибов Франц-Виктория, на северо-западе — сводовое поднятие Северо-Восточной Земли (выступ о. Белый). На западе частично закартирован прогиб Ольги (его северо-восточное замыкание), который входит в состав Нагурской зоны депрессий. В центральной части и на юго-западе площади в качестве

¹ ОАО «Морская арктическая геологоразведочная экспедиция» (МАГЭ), ведущий геолог партии геофизической интерпретации, e-mail: grigorieva@mage.ru

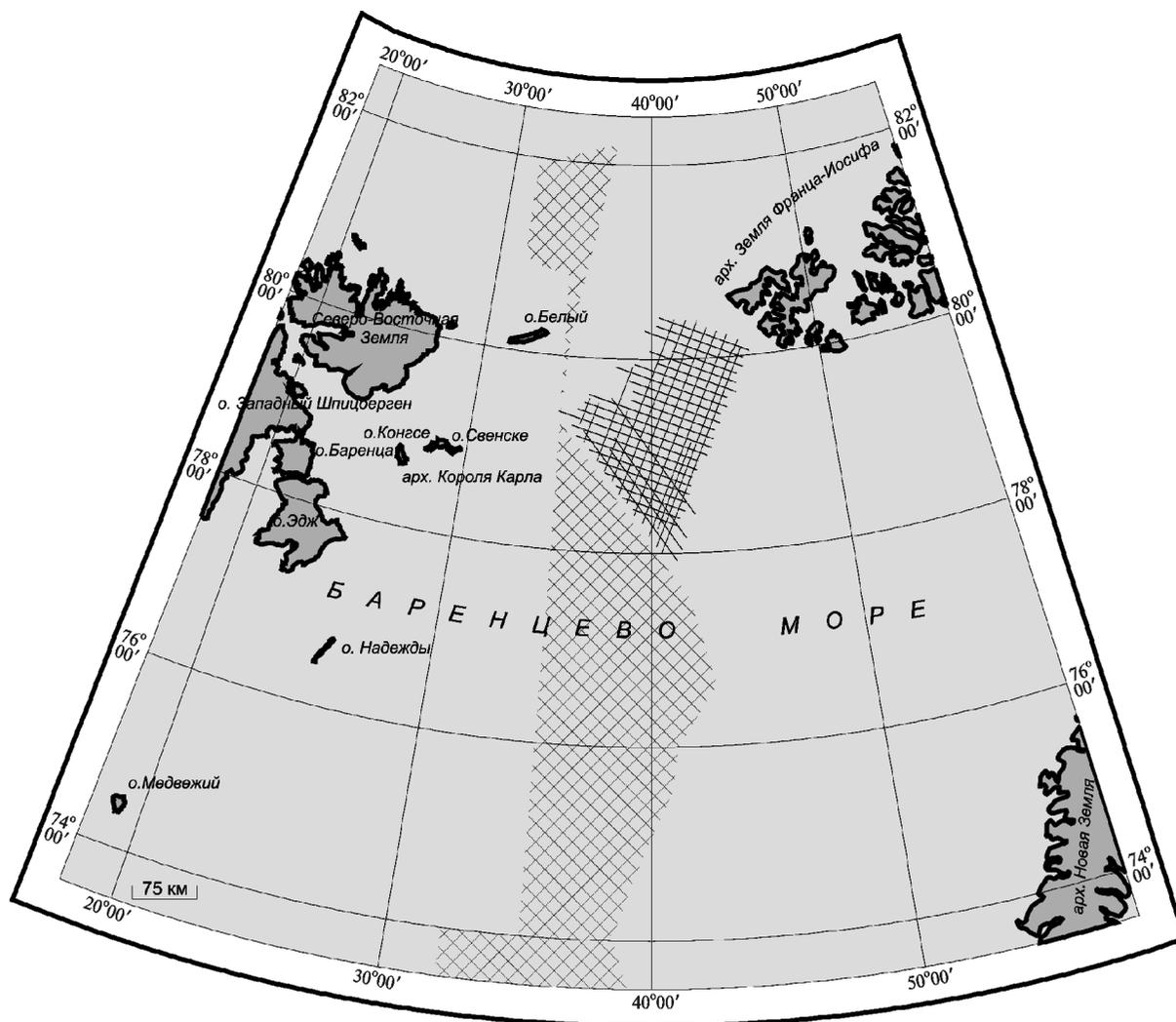


Рис. 1. Обзорная схема площади исследований

надпорядковой впервые выделена региональная ступень Виктория как пограничная структура, отделяющая поднятие Северо-Восточной Земли на севере от Персеевской зоны поднятий на юге (за пределами района работ). Кроме того, эта ступень разделяет в плане Нагурскую зону депрессий на западе и зону прогибов Франц-Виктория на востоке. В структуре региональной ступени Виктория выделяются крупные тектонические элементы подчиненного порядка: поднятие Воронина, структурная терраса Нобиле и два гемивала — Ширшова и Дежнева (рис. 2), названные в честь знаменитых исследователей Арктики. В пределах зоны прогибов Франц-Виктория в качестве элементов первого порядка выделяются прогиб Книповича, Кембриджская перемычка и прогиб Франц-Виктория.

На временных разрезах однозначно зафиксировать кровлю кристаллического основания не представляется возможным. Ниже поверхности отражающего горизонта фундамента (ОГФ) (PZ₁), связанной с подошвой палеозоско-кайнозойского осадочного чехла, на отдельных временных разрезах зафиксированы фрагменты отражающих границ,

которые предположительно являются аналогами складчатых раннепалеозойских комплексов (серия Биллефиорд (девон—нижний карбон) на о-вах Эдж и Баренца; серия Ослобреен (кембрий—средний ордовик), возможно, и серия Поларисбреен (венд) на о-вах Северо-Восточная Земля, Земля Короля Карла и о. Вильгельма), а также, возможно, и более древними образованиями, имеющими широкое распространение на востоке о. арх. Шпицберген. По материалам комплексной интерпретации гравиметрических и магнитометрических данных, на глубине от 10 до 14 км залегает плотный, хорошо консолидированный, предположительно высокометаморфизованный комплекс отложений, который предварительно сопоставлен с раннепротерозойскими метаморфическими образованиями — комплексами Дувефиорд и Атомфьелла, которые распространены в восточных районах арх. Шпицберген (гнейсы, амфиболиты, мраморы, мигматиты).

Для осадочного чехла в целом характерны тектонические нарушения. При этом палеозойская и нижне-среднетриасовая части разреза нарушены в меньшей степени. Здесь выделены отдельные не-

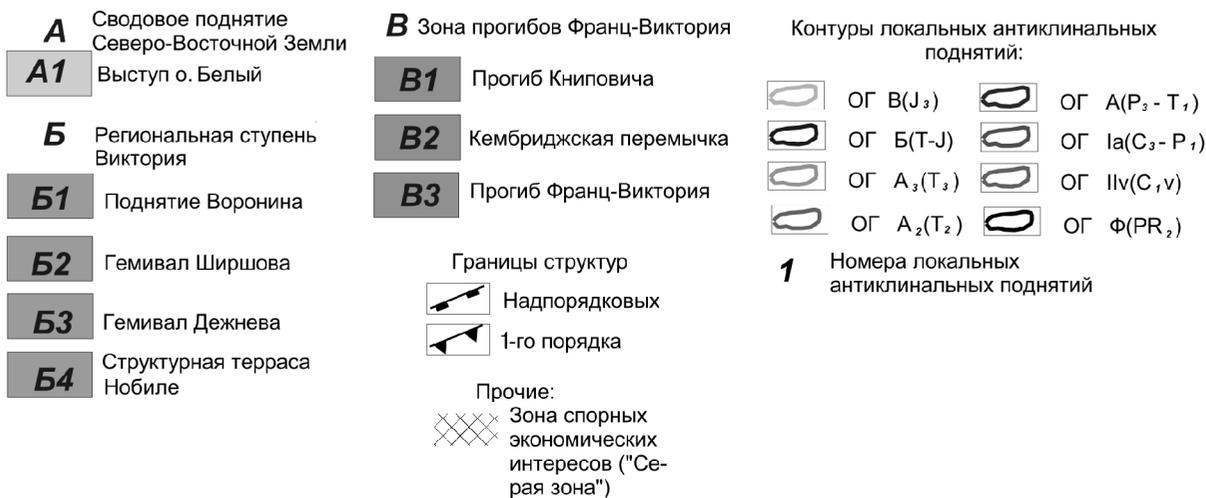
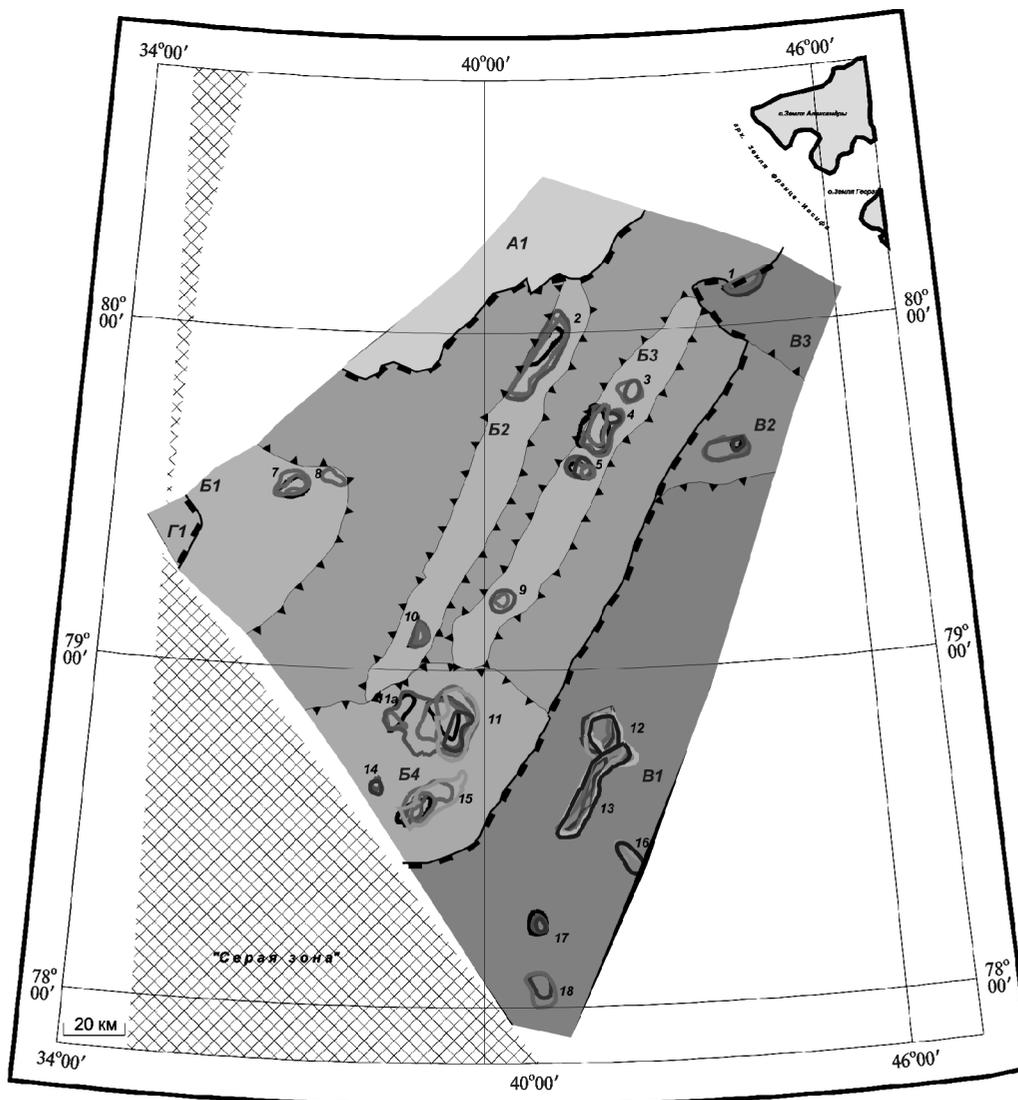


Рис. 2. Тектоническое районирование площади исследований

протяженные разломы северо-восточного, северо-западного и субширотного простирания. Отметим, что разрывные нарушения субширотного простирания тяготеют к северо-восточной части площади, северо-

западного простирания — к южной, в центре выделены нарушения преимущественно северо-восточного простирания. Амплитуда смещений по ним в среднем составляет 50–100 м.

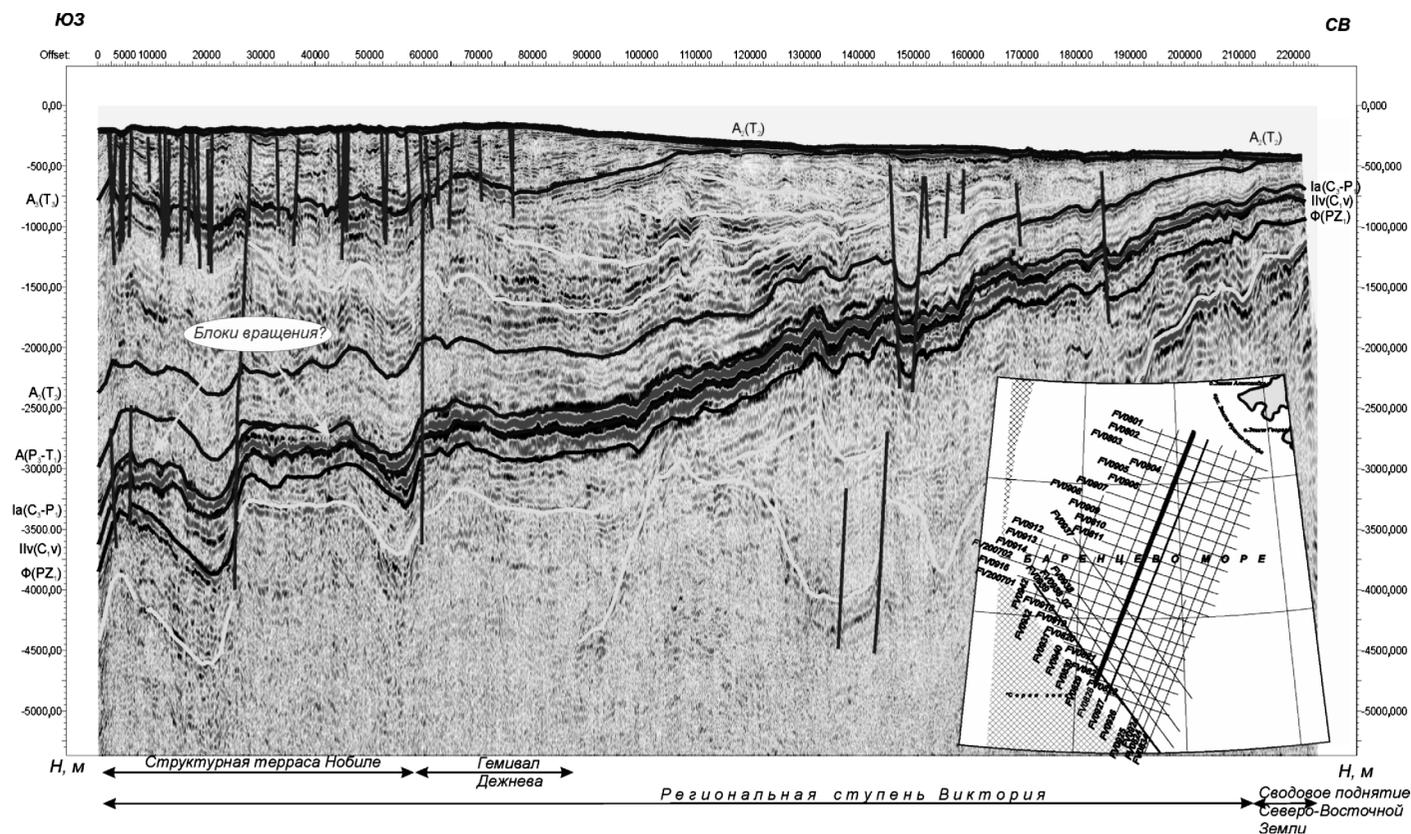


Рис. 3. Фрагмент глубинного разреза по профилю FV0828 (вдоль простирания структур)

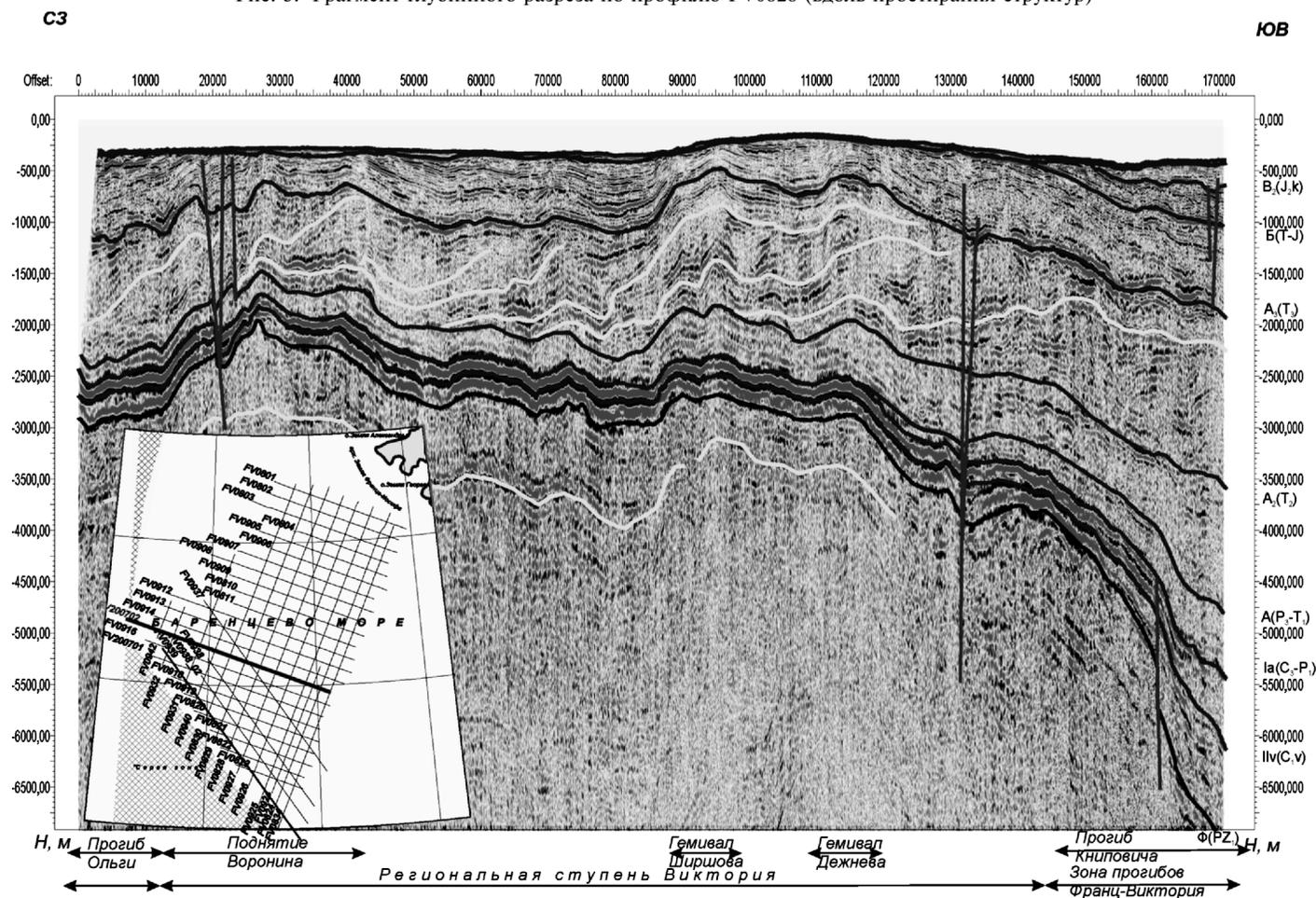


Рис. 4. Фрагмент глубинного разреза по профилю FV200702 (вкост простирания структур)

На северо-западе района работ выделен протяженный взброс амплитудой около 250 м, который ограничивает западную периклиналь гемивала Ширшова и проявляется в отложениях от палеозойских до мезозойских. Вышележащая верхнетриасово-юрская часть разреза характеризуется значительной тектонической раздробленностью. Простираение нарушений северо-западное, северо-восточное и субширотное. В среднем амплитуда смещения по разломам составляет 100 м, в районе структурной террасы Нобиле и в бортовой зоне прогиба Книповича выделены отдельные высокоамплитудные нарушения (амплитуда 450 и 200 м соответственно).

Региональная ступень Виктория фактически представляет собой широкую моноклираль, которая полого погружается как на восток, где переходит в зону прогибов Франц-Виктория, так и на юго-запад, вероятно в сторону Нагурской зоны депрессий, расположенной за пределами района работ. Ширина ступени колеблется от 45 до 120 км.

Структурный план ступени Виктория осложнен двумя параллельными гемивалами — Ширшова и Дежнева.

Гемивалы простираются в северо-восточном направлении, при этом гемивал Ширшова расположен гипсометрически выше, чем гемивал Дежнева, при общем для двух структур погружении на юго-запад. Именно в силу моноклиального погружения оконтурить гемивалы не удалось. В структурном плане всех отражающих горизонтов осадочного чехла они представляют собой два линейно вытянутых структурных носа. Амплитуда структур оценивается в 500–600 м и более. Гемивал Ширшова протягивается на 140 км при ширине 12–14 км, длина гемивала Дежнева 142 км, ширина от 12 до 16 км (рис. 3, 4).

В западной части ступени Виктория выделяется крупное сводовое поднятие Воронина с линейными размерами приблизительно 30×50 км (рис. 3, 4). В структурных планах ОГ осадочного чехла поднятие Воронина, как и гемивалы Ширшова и Дежнева, выражено структурным носом, что, по-видимому, также связано с погружением осевой части поднятия в юго-западном направлении. Амплитуда поднятия предварительно оценивается в 850 м. В свою очередь в структурном плане гемивалы Ширшова и Дежнева, а также поднятие Воронина осложнены локальными антиклинальными поднятиями, закартированными по разным отражающим горизонтам осадочного чехла.

Структурная терраса Нобиле представляет собой положительную структуру изометричной формы амплитудой около 100 м, осложненную сбросами северо-западного простираения. Сбросовые разломы формируют серию ступеней, последовательно погружающихся в юго-западном направлении. В пределах ступеней изометричные локальные антиформы сопряжены с синклиналиными формами субширотной ориентировки, формирование которых предположительно обусловлено сдвиговой компонентой.

Эти ступени напоминают блоки вращения или полуграбены (рис. 3), известные в норвежском секторе Баренцевоморского шельфа, в прогибе Хаммерфест. Возникновение таких структурных форм возможно в условиях растяжения в процессе рифтинга, время образования, по-видимому, относится к позднедевонской и раннекаменноугольной эпохам. Линейные размеры структурной террасы в пределах площади работ составляют 65×42÷56 км.

Интерпретация комплекса геолого-геофизических материалов позволяет предположить, что начало формирования крупных структурных элементов (гемивалов Ширшова, Дежнева, поднятия Воронина, структурной террасы Нобиле) связано с ранними стадиями формирования осадочного чехла после завершения каледонского орогенеза в среднем девоне, который широко проявился на Шпицбергене. На протяжении всей последующей фанерозойской истории геологического развития этой части акватории указанные положительные структуры сохраняли приподнятое положение. Об этом говорит тот факт, что в районах этих структур наблюдается сокращение мощности как отдельных комплексов отложений, так и осадочного чехла в целом. Более поздние фазы тектонической активизации в рассматриваемой части акватории проявились в формировании многочисленных разрывных и складчатых дислокаций и интрузивном и эффузивном магматизме. Магматические тела (штоки, дайки, силлы) широко распространены на архипелагах Шпицберген, Земля Франца-Иосифа, где они экспонированы на дневную поверхность [Государственная геологическая..., 2004]. В волновом поле их присутствие выражается в наличии значительного числа так называемых экзотических отражающих горизонтов группы альфа (α -горизонты).

С целью проверки этой интерпретации выполнены палеопостроения по отдельным профилям МОВ ОГТ, ориентированным вкост простираения наиболее крупных положительных структурных элементов региона, для чего временные разрезы были пересчитаны в масштаб глубин. В качестве примера на рис. 5 представлен глубинный разрез по профилю МОВ ОГТ FV0913. Последовательные реконструкции событий выполнены на конец раннепермской, начало среднетриасовой, начало позднепермской эпохи и на конец неогенового периода.

С востока к региональной ступени Виктория примыкает зона прогибов Франц-Виктория, в составе которой выделены структуры первого порядка — прогиб Книповича и прогиб Франц-Виктория, разделенные в плане Кембриджской перемычкой.

В пределах площади исследований прогиб Книповича раскрывается на юг-юго-восток и характеризуется линейными размерами 190×55÷36 км. Бортовая зона прогиба осложнена локальными антиклинальными поднятиями, среди которых закартирована линейно вытянутая антиклиналь, сформированная протяженным (более 37 км) взбросо-сдвигом.

Амплитуда вертикального смещения по разлому составляет около 200 м. В мезозойской и кайнозойской частях разреза плоскость сместителя практически вертикальна. С глубиной угол наклона увеличивается, и в палеозойской части разреза смещение представляет собой пологий срыв, образование которого, возможно, связано с горизонтальным перемещением отдельного узкого блока пород по поверхности нижезалегающих пластичных (эвапоритовых?) отложений.

По результатам плотностного моделирования в автохтонной части (лежащем крыле) этой привзбросовой структуры установлена зона разуплотнения в отложениях осадочного чехла, предположительно связанная с соляными «подушками». Известно, что в составе верхнекаменноугольных—пермских отложений Свальбардской антеклизы присутствуют эвапоритовые образования. Они вскрыты при бурении Грумантской скважины на о. Западный Шпицберген в виде пластов ангидрита, в Нордкапском прогибе представлены галлитовыми штоками [Геология..., 2004]. Южнее площади исследования в прогибе Ольги (к югу от о-вов Земля Короля Карла) также предполагаются соляные купола.

В мезозойской части разреза прогиба Книповича широко проявился основной магматизм в виде даек, силлов, возможно, эффузивов. Простираение даек северо-западное и северо-восточное.

На северо-востоке площади исследований картируется прогиб Франц-Виктория, который раскрывается на восток. В палеозойской части разреза осадочного чехла отражающие горизонты погружаются в восточном направлении, а в мезозойской части имеют тенденцию к воздыманию на восток. Такая инверсия структурных планов обусловлена особенностями режима осадконакопления — проградацией — в средне-позднепермское и триасовое время, распространявшейся с юго-востока.

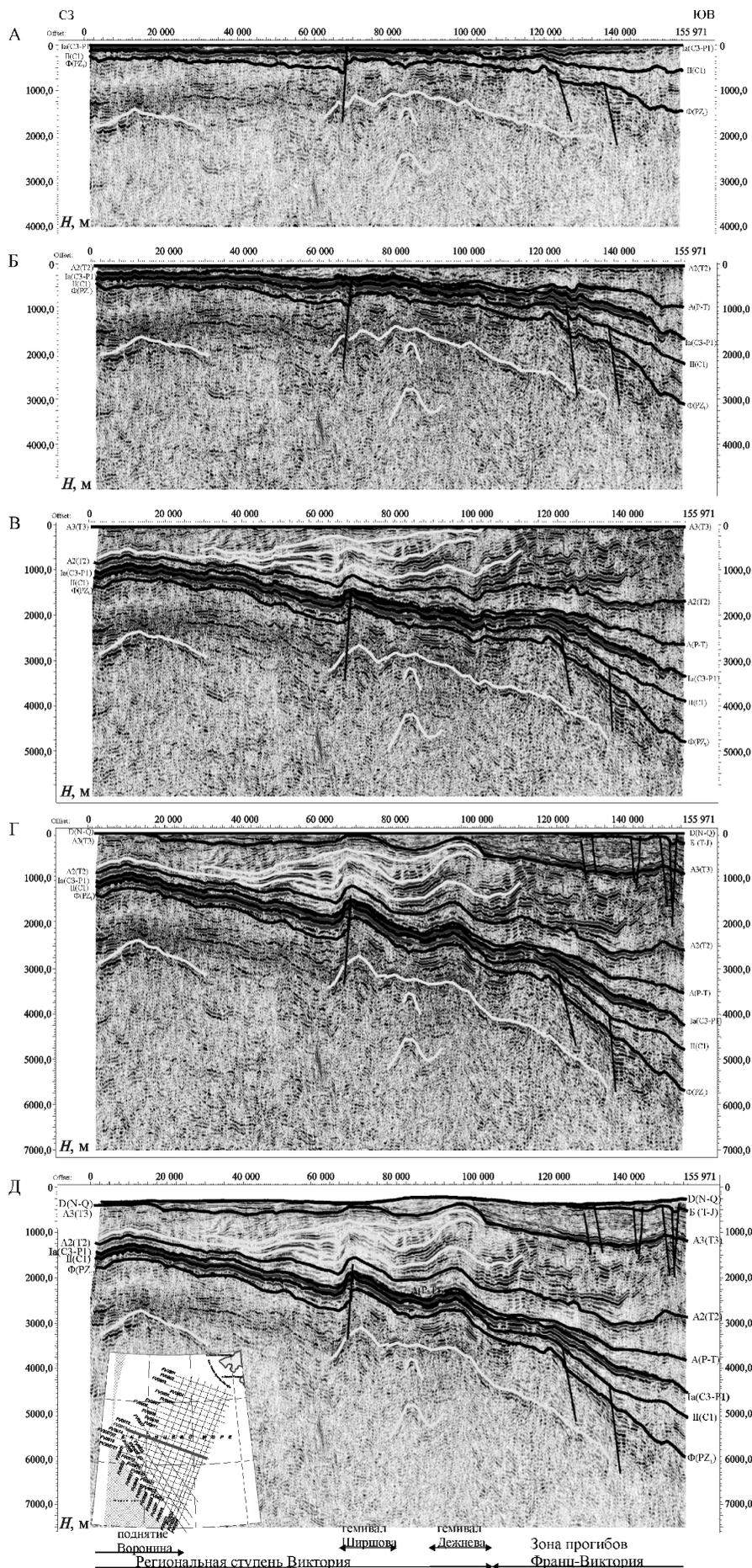


Рис. 5. Палеотектонические реконструкции по профилю FV0913: А — на конец ранней перми, Б — на начало среднего триаса, В — на начало позднего триаса, Г — на конец неогена, Д — современная структура

Кембриджская перемычка в плане разделяет прогибы Книповича и Франц-Виктория. В пределах района работ она представляет собой крупную положительную структуру, осложненную взбросовыми дислокациями. В структурных планах по отражающим горизонтам перемычка выражена моноклиально.

Таким образом, выполненные комплексные геофизические исследования позволили изучить геологическое строение и региональный структурно-тектонический план зоны сочленения Свальбардской антеклизы и Восточно-Баренцевского мегапрогиба. Получены первые представления об истории геологического развития района, который практически до настоящего времени оставался слабоизученным (отдельные региональные профили МОВ ОГТ). Это только начало большой работы по обобщению геолого-геофизических исследований, которые проводились ОАО МАГЭ за последние годы (2007–2010) в северной части акватории Баренцева моря.

История геологического развития региона. История формирования фундамента региона пока не установлена, и следовательно, историю геологического развития региона можно сформулировать только в общих чертах.

Отмечается вероятность проявлений орогенических деформаций в гренвильскую, байкальскую и каледонскую эпохи. В целом фундамент сформировался к середине девона, но пока нет ясности, сохранились ли локальные фрагменты чехлов рифейско-раннепалеозойского возраста.

Осадочный чехол, вероятно, начал формироваться с позднего девона. К позднему девону, по-видимому, приурочена основная фаза формирования сбросов и образование площадного терригенно-карбонатного осадочного чехла. В позднем карбоне—ранней перми, вероятно, накапливались эвапориты и карбонаты. В пермское время бассейн седиментации расширился,

состав осадочных отложений становился существенно более кластическим, мощность накапливавшихся толщ возрастала.

В мезозое на фоне общего погружения и расширения бассейна осадконакопления седиментация становится лавинной (ранний триас), затем сменяется более глубоководной (ранняя юра), затем бассейн постепенно мелеет и сокращается (средняя юра—мел), в районе северного острова Новая Земля формировался ороген.

В кайнозойское время происходили общее неравномерное поднятие территории и пологоскладчатые деформации. Мощность эродированных осадочных отложений составляет несколько километров.

Выводы. 1. В нижней части разреза осадочного чехла (район структурной террасы Нобиле) выделены полуграбены, выполненные предположительно позднедевонскими отложениями.

2. Доверхнедевонские комплексы отложений имеют разное строение и деформированы в различной степени.

3. Заключительная и вместе с тем главная тектоническая фаза, сформировавшая основные положительные структуры в этой части акватории, относится к кайнозойскому времени.

4. Альпийские деформации проявились в формировании двух типов структур: первые — гемивалы Ширшова и Дежнева, поднятие Воронина и структурная терраса Нобиле — выражены как в фундаменте, так и в осадочном чехле; а другие — подобно привзбросовой антиклинали (в бортовой зоне прогиба Книповича) — проявлены только в осадочном чехле.

5. Желоб Франц-Виктория не отражен в строении осадочного чехла и тем более фундамента, т.е. это новейшая наложенная структура, по-видимому, эрозионной природы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Баренцевская шельфовая плита // Тр. ПГО «Севморгеология». Т. 196 / Под ред. И.С. Грамберга. Л.: Недра, 1988.

Геология и полезные ископаемые России: В 6 т. Т. 5. Арктические и дальневосточные моря. Кн. 1. Арктические моря / Ред. И.С. Грамберг, В.Л. Иванов, Ю.Е. Погребницкий. СПб.: ВСЕГЕИ, 2004.

Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (нов. серия). Лист Т-37-40. Земля Франца-Иосифа (южные острова): Объяснительная записка / Отв. ред. С.И. Шкарубо. СПб.: ВСЕГЕИ, 2004.

Поступила в редакцию
25.05.2011