

сов по этим структурам возможен за счет подстилающей слабодислоцированной PZ части акустического фундамента.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Геологическое строение СССР и закономерности размещения полезных ископаемых. Т. 9. Моря Советской Арктики. Море Лаптевых / В.А. Виноградов. — Л.: Недра, 1984. — С. 50–60.
2. Глебовский, В.Ю. История формирования Евразийского бассейна Северного Ледовитого океана по результатам геологического анализа аномального магнитного поля / В.Ю. Глебовский, В.Д. Каминский, А.Н. Минаков, С.А. Меркурьев, В.А. Чилдерс, Д.М. Брозина // Геотектоника. — 2006. — № 4. — С. 21–42.
3. Казанин, Г.С. Комплексные геофизические исследования ОАО «МАГЭ» на хребте Ломоносова. Материалы конференции «ЕАГО» / Г.С. Казанин, И.В. Заяц, С.П. Павлов, С.И. Шкарубо, Е.С. Макаров, В.А. Качанюк, В.А. Журавлев, А.И. Васильев, А.В. Кузнецов, Т.А. Кириллова-Покровская, Т.И. Кадыш, А.Б. Дьяченко. — Сочи, 2010.
4. Кириллова-Покровская, Т.А. Моноклиальные зоны Западно-Арктических морей. — Природа шельфа и архипелагов Европейской Арктики. Вып.10. / Т.А. Кириллова-Покровская, Г.С. Казанин, Г.А. Тарасов. — М.: ГЕОС, 2010. — С. 149–156.
5. Казанин, Г.С. Некоторые результаты сейсморазведочных работ в море Лаптевых. Материалы конференции «Нефть и газ Арктического шельфа» / Г.С. Казанин, Т.А. Кириллова-Покровская. — Мурманск, 2010.
6. Косвенные признаки нефтегазоносности континентального склона моря Лаптевых. Материалы конференции «Геомодель-2014» / Е.А. Фомина, Т.А. Кириллова-Покровская, С.П. Павлов, Ю.Б. Барабанова, О.С. Мелашичева. — Геленджик, 2014.
7. Jokat, W. Laptev Sea rifled continental margin: Modern knowledge and unsolved questions. Polarforschung 68: 41–50 / W. Jokat. — 1998.
8. Jokat, W. The sedimentary structure of the Lomonosov Ridge between 88° N and 80° N / W. Jokat // Geophysical Journal Int. — 2005. — V. 163. — P. 698–726.

© Коллектив авторов, 2017

Фомина Елена Александровна // kireeva@mage.ru  
Павлов Сергей Петрович // sergeyp@mage.ru  
Сорокина Екатерина Николаевна // katyf@mage.ru  
Самигуллина Юлия Илгизовна // flute\_90@mail.ru  
Кисленко Оксана Сергеевна // melashicheva.os@mage.ru  
Кириллова-Покровская Татьяна Алексеевна // bycrin@rambler.ru  
Федухина Татьяна Яковлевна // tatjanaf@mage.ru  
Барабанова Юлия Борисовна // barabanova.ub@mage.ru

УДК 550.89:553.98(268.55)

Казанин Г.С.<sup>1</sup>, Верба М.Л.<sup>2</sup>, Иванов Г.И.<sup>1</sup>, Кириллова-Покровская Т.А.<sup>1</sup>, Смирнов О.Е.<sup>3</sup> (1 — ОАО «МАГЭ», 2 — ФГБУ «ВСЕГЕИ», 3 — ФГБУ «ВНИИОкеангеология им. И.С. Грамберга»)

### ТЕКТОНИЧЕСКАЯ КАРТА ВОСТОЧНО-СИБИРСКОГО МОРЯ: РОЛЬ ПАЛЕОЗОЙСКОГО КОМПЛЕКСА ОСАДОЧНОГО ЧЕХЛА (ПО СЕЙСМИЧЕСКИМ ДАННЫМ МАГЭ)

Региональные геофизические съемки, выполненные на Восточно-Сибирском шельфе в начале 1970-х годов, прочно установили мнение о молодом возрасте фундамента шельфа. Новые данные, полученные МАГЭ на протяжении последних 5 лет на континентальном склоне Восточно-Сибирского моря (поднятие Де-Лонга), центральной глубоководной части Американо-Евразийского бассейна Северного Ледовитого океана с высоким разрешением и длинным приемным устройством, позво-

лили впервые убедительно и обоснованно подтвердить, что в западной части Восточно-Сибирского моря под четко выраженным и широко развитым эрозионным несогласием и выделенным ранее кайнозойским койлогенным чехлом практически горизонтально залегают мощный мезозойско-палеозойский комплекс, толщина которого составляет не менее 4–6 км. Данные МАГЭ позволили актуализировать тектоническую карту Восточно-Сибирского моря, уточнив мощности осадочного чехла и выделив в отдельный ранг промежуточную пачку мезозойско-палеозойских слабо дислоцированных отложений. **Ключевые слова:** Восточно-Сибирское море, сейсмические данные, тектоническая карта, ОАО «МАГЭ».

Kazanin G.S.<sup>1</sup>, Verba M.L.<sup>2</sup>, Ivanov G.I.<sup>1</sup>, Kirillova-Pokrovskaya T.A.<sup>1</sup>, Smirnov O.E.<sup>3</sup> (1 — MAGE, 2 — VSEGEI, 3 — VNIIOkeangeologiya)

THE TECTONIC MAP OF THE EAST SIBERIAN SEA: THE UNDISTURBED PALEOZOIC COVER (ACCORDING TO THE DATA ACQUIRED BY MAGE)

After the regional geophysical surveys of the East Siberian shelf, performed in the early 70s of the last century, scientists firmly established the opinion of the young age of the basement of the shelf. The new data obtained by MAGE during the last 5 years on the continental slope of the East Siberian Sea (the De Long rise), the central deep-water part of the Amerasian and Eurasian basins of the Arctic Ocean with a high resolution and a long receiving device made it possible for the first time convincingly and reasonably to confirm that in the western part of the East Siberian Sea under a clearly pronounced and widely developed erosion disagreement and previously isolated Cenozoic coil-bearing cover almost horizontally a powerful Mesozoic-Paleozoic complex, the thickness of which is not less than 4–6 km. These MAGE data made it possible to update the tectonic map of the East Siberian Sea by specifying the thickness of the sedimentary cover and isolating the intermediate pack of Mesozoic-Paleozoic weakly dislocated sediments into a separate rank. **Keywords:** East Siberian Sea, seismic data, tectonic map, JSC «MAGE».

Геолого-геофизические исследования МАГЭ, выполненные в текущем десятилетии в Восточно-Сибирском море (ВСМ) позволили увязать результаты предшествующих работ, сопоставить морские данные с опорным разрезом о. Врангеля и уточнить строение этой акватории, отразив сложившиеся представления на тектонической карте. Существенным аспектом этой новой информации являются данные, позволяющие уверенно говорить о присутствии в составе осадочного чехла региона мощного палеозойского осадочного, слабо деформированного комплекса, слагающего нижнюю часть осадочного чехла. В итоге были пересмотрены распространенные представления о широком развитии на шельфе ВСМ позднемезозойских складчатых сооружений. Другим важным выводом является установление рифтогенной природы крупных прогибов, намеченных здесь ранее предшествующими исследователями.

Вопрос о присутствии в составе недислоцированного чехла ВСМ палеозойских осадочных пород имеет давнюю историю и восходит к 1970-м годам, когда появились материалы первых региональных геофизических съемок на ВСМ. Они включали только гравимагнитные съемки, не сопровождались сейсмическими наблюдениями, и тем не менее послужили В.А. Виноградову и Г.И. Гапоненко основанием для утверждения о повсеместном на этом шельфе развитии позднемезозойской складчатости [4]. В последующие три десятилетия эта концепция доминировала в публикациях как отечественных исследователей [6, 8 и др.], так и их зарубежных коллег [9 и др.]. Материалы этих сейсмических работ МОВ не могли обеспечить освещения докайнозойского разреза, залегающего ниже регионального позднемелового несогласия. Они послужили основой для ошибочного утверждения о якобы повсеместном развитии складчатых структур позднемезозойского возраста.

В последние годы весомость аргументов в пользу концепции В.А. Виноградова и его последователей была усилена результатами новых зарубежных сейсмических работ, которые охватили самую северную окраину ВСМ и поднятие Менделеева. Хотя эти исследования в силу сложной ледовой обстановки были проведены на относительно пониженном технологическом уровне (короткая приемная коса, слабый источник упругих колебаний), их результаты были уверенно истолкованы как подтверждение складчатой природы докайнозойских образований, поверхность которых была обозначена как акустический фундамент (АФ). На отдельных участках поднятия Менделеева ниже поверхности АФ фиксировались отчетливые отражающие горизонты различной морфологии, но эти факты по мнению авторов не препятствуют выделению здесь складчатого основания. Вполне естественно, что эти представления отразились на общих тектонических построениях [6].

Наряду со сказанным в ряде работ приводились данные о том, что под подошвой кайнозойского покровного комплекса (и условной поверхности АФ) во многих местах ВСМ как на западе моря, где проводились упомянутые сейсмические работы, так и на севере моря на сочленении шельфа с поднятием Менделеева залегает более древний осадочный комплекс, включающий не только мезозойские, но и верхнепалеозойские образования. В частности, на это обратила внимание

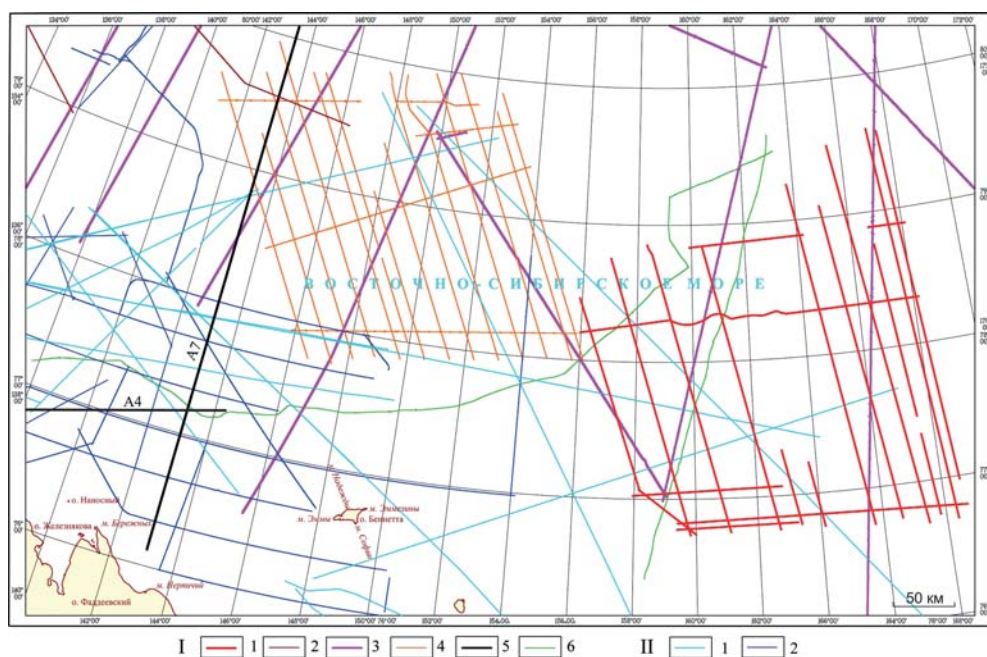
В.В. Верба с соавторами [8]. По результатам моделирования разреза по гравимагнитным данным с привлечением наземных геофизико-геологических данных она пришла к выводу о наличии под верхнемеловым-кайнозойским чехлом мощной карбонатно-терригенной толщи, слабо и не повсеместно затронутой складчатыми деформациями и отделенной от вышележащих образований четко выраженным и широко развитым эрозионным несогласием. Выполненные в последние годы МАГЭ и Севморгео новые весьма качественные профили МОВ ОГТ, обсуждаемые ниже, полностью подтвердили эту точку зрения, убедительно показав наличие под койлогенным чехлом в западной части Восточно-Сибирского моря горизонтально залегающей мезозойско-палеозойской толщи мощностью 4...6 км.

Аналогичный вывод вытекает из результатов изучения каменного материала, полученного на поднятии Менделеева [3]. Большую роль в обосновании этих построений сыграли данные северо-американских исследователей, обнаруживших надежные свидетельства присутствия нескладчатых палеозойских пород в сопредельных с ВСМ областях — на Чукотском плато, подводном поднятии Нортвинд и на западе Чукотского моря.

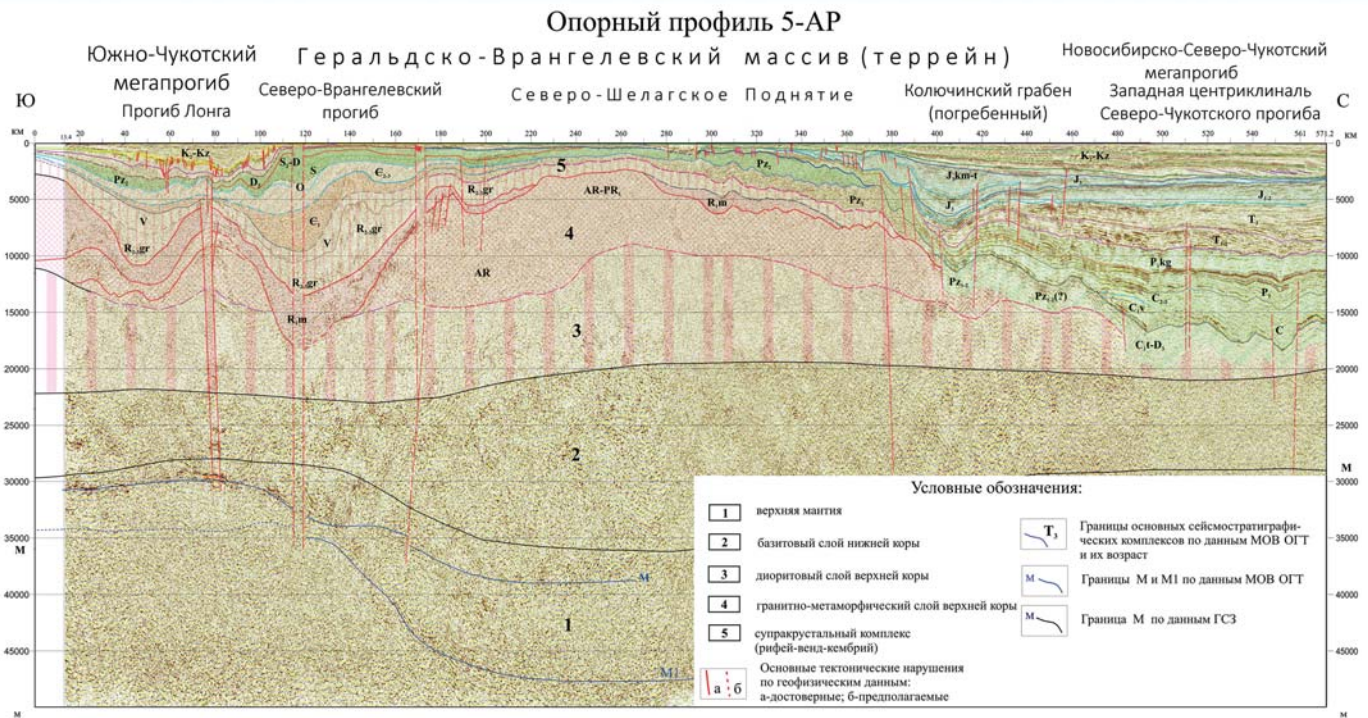
Из приведенных сведений следует, что роль палеозойских пород трактуется исследователями достаточно противоречиво, что отмечалось и ранее [1]. Это положение придает новым сейсмическим данным, обсуждаемым ниже, несомненную актуальность.

#### Исходные данные и их анализ

Современные представления о геологическом строении ВСМ основаны на материалах региональных гравиметрических и аэромагнитных съемок, выполнен-



**Рис. 1.** Схема расположения сейсмических профилей, выполненных ОАО «МАГЭ» на шельфе Восточно-Сибирского моря за последние годы: I — Профили МОВ ОГТ 2D ОАО «МАГЭ»: 1 — 2016 г., 2 — 2014–2015 гг., 3 — 2014 г., 4 — 2011–2012 гг., 5 — региональной увязки А4, А7; 2007 г., 6 — 1990 г.; II — Профили МОВ ОГТ 2D сторонних организаций: 1 — ФГУП ДМНГ, 2009–2011 гг., 2 — СМНГ-ВГР, 1993–1994, 1997 гг.



сходными с ними по физическим свойствам метаморфическими, 3 — магматическими породами базитового состава и 4 — туфогенными образованиями. Наличие перечисленных классов пород позволило интенсивные магнитные аномалии сопоставить с телами базитового состава, участки развития малоинтенсивного магнитного поля и понижений поля силы тяжести связывать с развитием мощного осадочного разреза, а области промежуточных значений физических параметров объяснить неглубоким залеганием пород древнего гранитного фундамента, с которым в той или иной мере ассоциируют эффузивы основного ряда. Выделение локальных аномалий потенциальных полей и поиск коррелируемых признаков потенциальных полей между собой и с глубиной залегания складчатого фундамента производился программными средствами среды ArcGIS.

Итогом этих построений явилось разделение шельфа на отдельные ареалы, обладающие сравнительно однородным отражением в физических полях и рельефе поверхности консолидированной коры. Построения выполнялись с использованием предварительно составленной цифровой базы геолого-геофизических данных, включающей материалы площадных съемок потенциальных полей и сейсмического профилирования.

Тектоническая позиция структур данного региона остается дискуссионной. С одной стороны, не потеряли своей актуальности высказанные еще в 1930-е годы представления Н.С. Шатского о существовании Гиперборейской платформы. Позднее они были дополнены Т.Н. Спизарским и нашли развитие в работах Г.И. Каменевой, Ю.Н. Кулакова, С.М. Тильмана и их коллег, которые констатировали затухание в северном направлении мезозойских складчатых деформаций, прослеживаемых на суше. Результаты сейсмических работ, выполненных на шельфе ВСМ в конце прошлого века, показали, что в разрезе НСЧМ присутствуют недеформированные отложения, начиная со среднего палеозоя. Это дало основание В.Е. Хаину [12] поддержать идею Шатского о Гиперборейском массиве. Характерным примером быстрого затухания складчатости на акватории служат деформации, наблюдаемые в узком горном кряже на о. Врангеля, которые на прилегающем шельфе уже практически не фиксируются. Для регионов с подобным типом деформаций Я.К. Бентором был предложен механизм strike-sleep, проявление которого связано со сдвиговыми движениями.

С другой стороны, известны альтернативные построения, согласно которым весь Восточно-Арктический шельф есть прямое продолжение позднемезозойских складчатых структур, развитых на суше северо-востока СССР и перекрытых плащом верхнемеловых-кайнозойских осадков [5–7].

Помимо этих точек зрения существует целый спектр паллиативных построений, допускающих развитие в фундаменте Восточно-Арктического шельфа разновозрастных структур: позднекимерийских в центральной части ВСМ и на о. Врангеля, каледонских на поднятии Де-Лонга и среднепалеозойских на Чукот-

ском шельфе в прогибе Ханна [1, 9, 15 и др.]. Компромиссная позиция этих авторов представляется более адекватной наблюдаемой тектонической ситуации. В ее пользу свидетельствуют и новые сейсмические профили МАГЭ. Они позволяют существенно расширить стратиграфические рамки осадочных комплексов чехла. Выполненный нижним комплексом Северо-Врангелевский прогиб рассматривается в свете этих данных как рифтогенный трог, в строении которого главную роль играют флишоидные отложения, накопившиеся при сносе терригенного материала с расположенной севернее обширной области сноса (Гипербореи или Арктиды по В.Е. Хаину).

Более молодой палеозой-мезозойский Новосибирско-Северо-Чукотский мегапрогиб, как показывают приведенные выше сейсмические профили, характеризуется исключительно большой мощностью, достигающей 15...18 км. Столь высокое значение мощности осадочного выполнения ставит этот мегапрогиб в ряд наиболее глубоких депрессий на Земле.

Таким образом, исследования последних лет позволяют заключить, что рифтогенная эволюция была присуща крупным прогибам региона на протяжении всего фанерозоя.

#### **Легенда карты**

В основу легенды тектонической карты (рис. 3) были положены тезисы, отражающие главные особенности строения региона, выявленные сейсмическими работами последних лет. Во-первых, принято во внимание, что весь шельф (за малыми исключениями) сложен не складчатыми структурами поздних мезозоид, прикрытых сравнительно тонким койлогенным чехлом преимущественно кайнозойского возраста, а мощной толщей фанерозойских образований, лишь локально осложненных узкими линейными зонами приразломных деформаций типа strike-sleep. Другим важным аспектом структуры рассматриваемой койлогенной плиты выступает присутствие в ней узких и глубоких прогибов, имеющих регмагенное обрамление и заполненных терригенными толщами склонового (миогеосинклинального) типа, рифтогенное происхождение которых не вызывает сомнений. Присутствие в них толщ широкого стратиграфического диапазона от рифейских до мезозойских свидетельствует о перманентности рифтогенеза в данном регионе.

Эта важнейшая черта тектонического устройства региона выражается на карте соответствующей пространственно-временной характеристикой выделенных тектонических элементов (рис. 3). При этом было принято, что осадочные толщи, выполняющие рифтогенные прогибы, в сокращенном виде присутствующие на разделяющих их поднятиях и не испытывавшие существенных деформаций, можно считать в картографическом отношении «прозрачными» и отражать их присутствие лишь тем или иным оттенком цвета, присвоенного подстилающим их деформированным комплексам. Оттенок цвета определяется глубиной залегания первого, следуя сверху дислоцированного комплекса, а сам цвет они получают в зависимости от их возраста. Они также

разделяются на коллизионные и дилатационные, которые преобладают в данном регионе. Сочетание возраста консолидации коры, соотношенного с геохронологической шкалой и с глубиной залегания ее поверхности составляет суть легенды, построенной по двум признакам, каждый из которых имеет количественную характеристику. При этом возраст консолидации основания от древних к молодым отражен в цветах радуги, а глубина залегания фундамента пропорциональна осветленности цвета. Эти особенности легенды позволяют читать информацию на карте, не заглядывая в пояснения и условные знаки. Цветовая гамма, отражающая возрастную информацию, дополняется штриховкой, которая показывает результаты наложенных тектоно-магматических процессов.

### Основные тектонические элементы региона, показанные на карте

Разнообразие и толщина сейсмических комплексов, фиксируемых в разрезе осадочного чехла шельфа ВСМ, свидетельствует о различном возрасте показанных на карте геоструктур (рис. 3). Их относительные временные соотношения определялись по степени идиоморфности их контуров и гетерогенности их внутренней структуры. При этом самыми древними из них являлись наиболее ксеноморфные и наиболее подверженные наложенным деформациям преимущественно германотипного облика.

К числу таких древних блоков относятся фрагменты Арктиды (или Гиперборейской платформы) — массивы Врангелевский и Де-Лонга. Они имеют отражение в потенциальных полях, сходное с выделенными ранее массивами Сьюардским и Чукотским, что позволяет считать их сопоставимыми по времени и условиям образования.

Общность строения этих геоблоков предполагали Н.А. Богданов, В.Е. Хаин, Ю.М. Пушаровский и отчасти зарубежные исследователи, однако данные, полученные на профиле 5-АР, показали, что земная кора этих геоструктур обладает заметными различиями. Врангелевско-Геральдский террейн отличается развитым гранитно-метаморфическим слоем, а в глубинной структуре массива Де-Лонга и расположенного севернее Менделеевского поднятия напротив доминирует нижний базитовый слой [10]. Это не позволяет рассматривать их в качестве элементов единого кратона. Можно полагать, что разделяющий их Новосибирско-Северо-Чукотский мегапрогиб (НСЧМ) был заложен на границе разновозрастных областей: блоки к югу от НСЧМ интерпретируются как фрагменты эпигренвилевской платформы, а блоки к северу от него — как части более древней карельской Арктиды.

Крупнейшая рифтогенная структура региона — Новосибирско-Северо-Чукотский мегапрогиб прослеживается в широтном направлении вдоль всего север-

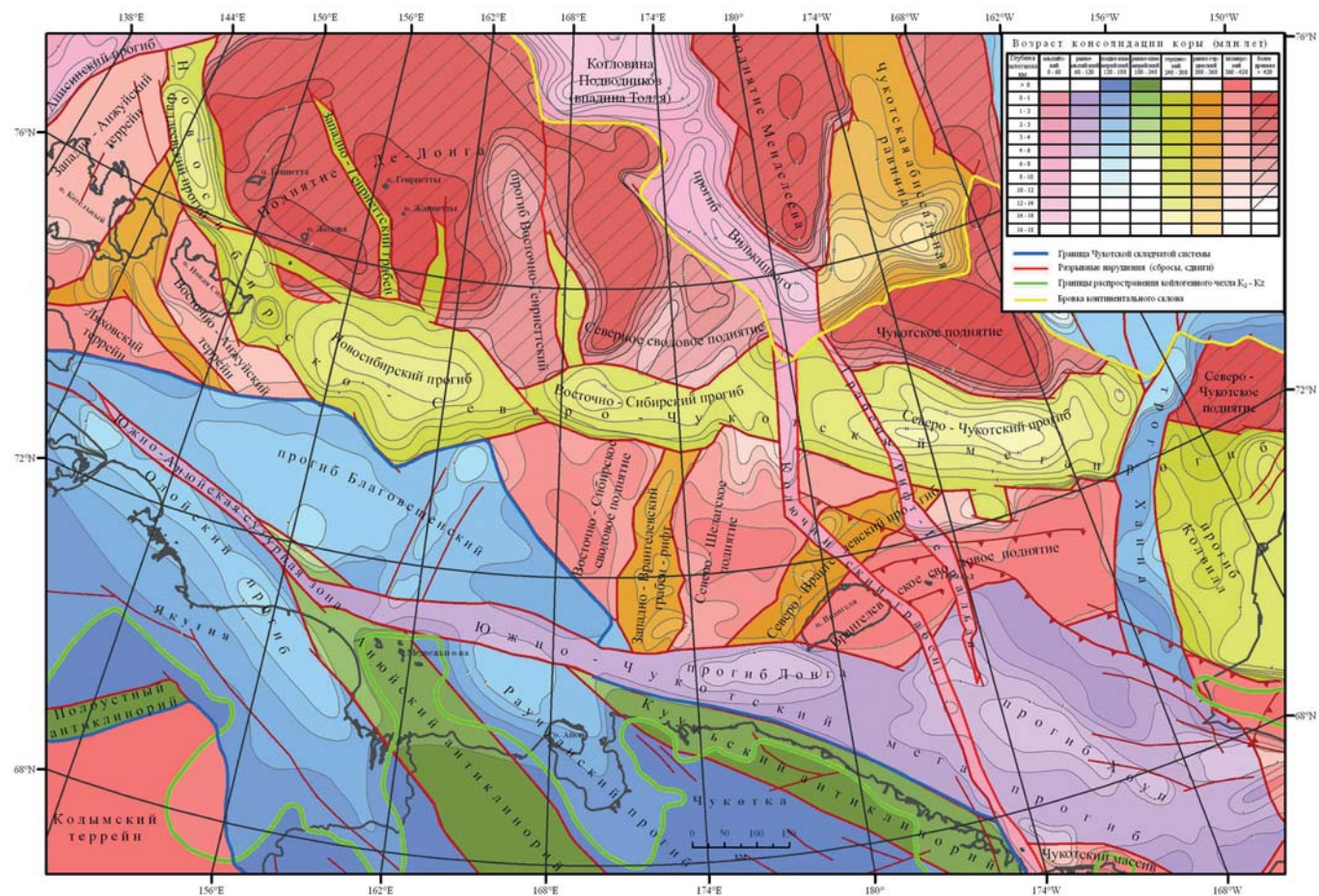


Рис. 3. Структурно-тектоническая карта Восточно-Сибирского моря и прилегающих регионов масштаба 1:7 500 000

ного края ВСМ, отличается заметно сокращенной земной корой, почти полным отсутствием в ее консолидированной части верхнего (гранитного) слоя и исключительно мощным осадочным слоем толщиной не менее 16 км, что составляет 2/3 от общей толщины коры. Он состоит из ряда прогибов, постепенно расширяющихся к востоку. Слабо выраженная седловина отделяет его от расположенного западнее Восточно-Сибирского прогиба. Наиболее древние отложения в его разрезе представлены среднепалеозойскими отложениями, которые на Аляске отнесены к франклинскому комплексу силурийско-девонского возраста [20].

Сейсмические данные показывают, что формирование синрифтового мегакомплекса НСЧМ, начавшись в среднем палеозое, завершилось к началу накопления койлогенного брукского комплекса, т.е. в раннем мелу одновременно с формированием Анюйско-Чукотской складчатой системы. Время завершения этой складчатости определяется по возрасту цирконов из посторогенных гранитных интрузий, который по опубликованным в 2009 г. данным С.М. Каткова с соавторами находится в интервале 117–105 млн лет (рубеж апта и альба). В составе складчатых структур на Новой Сибири (в Деревянных горах) установлены не только верхнемеловые отложения, но и неогеновые, что указывает на кайнозойский возраст складчатости, а не позднемезозойский, предполагаемый многими авторами. Эта информация хорошо коррелируется с данными Р. Лотамера по северу Чукотского моря о проявлении там раннетретичных разломов (wrench faulting), вызванных спредингом в СЛО, а не коллизионными процессами на шельфе. На основании приведенных данных сделан вывод, что локальное проявление киммерийских деформаций в узкой полосе на о. Врангеля и части прилегающей с востока акватории может быть, как уже говорилось, сопоставлено с напряжениями типа strike-sleep.

Южно-Чукотский мегапрогиб характеризуется относительно утоненной корой континентального типа и развитым осадочным чехлом, в котором представлены разнообразные по составу и возрасту отложения всего неогена, относительно мало деформированные. Мегапрогиб имеет простирание близкое к широтному и состоит из цепочки полуизолированных прогибов, один из которых — прогиб Лонга — непосредственно освещен линией профиля. Перечисленные структуры дополняются погребенным Колючинско-Мечигменским и Геральдским грабен-рифтами, которые косо рассекают ансамбль Восточно-Сибирских геоструктур, соединяя юго-восточное периклинальное замыкание прогиба Вилькицкого (апикальная область современной котловины Подводников) с триасовым Колючинско-Мечигменским рифтом Восточной Чукотки. Морфологически в рельефе морского дна находит отчетливое выражение только желоб Геральда. Второй грабен-рифт, располагающийся западнее первого в непосредственной близости от берегов о. Врангель, в рельефе морского дна почти не выражен, но в отличие от Геральдского хорошо прослеживается по сейсмическим данным.

Колючинско-Мечигменский и Геральдский грабен-рифты отличаются идиоморфностью. В пределах первого из них известно много кайнозойских вулканов, максимальный всплеск активности которых по данным В.В. Акинина и Ю.Е. Апта (1994), приходится на рубеж миоцена и плиоцена. Б.Г. Поляком отмечены многочисленные термальные источники с аномальным составом растворенных газов. В полосе прогиба замечена деградация мерзлоты. По граничному разлому, отделяющему прогиб от Чукотского массива и трассируемого по аномалиям физических полей на прилегающий шельф, фиксируются вертикальные смещения, датированные плейстоценом. Все эти особенности указывают на современную тектоно-магматическую активность. По Т.М. Пчелиной триасовые отложения Колючинского грабена по ряду литологических признаков обнаруживают большое сходство с одновозрастными отложениями Баренцева моря. Причина этого сходства становится понятной, если принять во внимание генетическое единство котловины Подводников и Баренцево-Северо-Карского мегапрогиба (БСКМ), которые только в начале палеоцена были разобщены спрединговыми процессами в Евразийском бассейне СЛО [11]. В этом капитальном труде было показано, что котловина Подводников и БСКМ являются фрагментами единого крупного рифтогенного прогиба, основная часть которого располагается на Западно-Арктической континентальной окраине [2]. А.Д. Павленкин предложил называть это далекое продолжение БСКМ Арктическим мегапрогибом. В таком случае Мечигменский грабен-рифт выступает как апикальная часть протяженного рифтогенного прогиба, прослеживаемого от запада Баренцева моря через весь шельф и котловину Подводников в Восточно-Сибирский регион.

#### **Выводы**

Составленная по материалам предшествующих исследований карта тектонического районирования шельфа ВСМ явилась отражением концептуальных представлений, развиваемых авторами. Прежде всего, это относится к основополагающему выводу Н.С. Шатского, позднее получившему подтверждение в работах С.М. Тильмана и его коллег, согласно которому на шельфе происходит затухание складчатых деформаций, прослеживаемых в рельефе суши в виде горных хребтов и возвышенностей. В соответствии с этими представлениями на карте нашел отражение, в частности, Благовещенский прогиб, показанный как структура Верхояно-Колымской геосинклинально-складчатой области, не испытывавшая инверсии (складчатости коллизионного типа).

Другим важным теоретическим положением, реализованным на карте, является тезис о блоковой делимости структуры шельфа. На составленной карте сделана попытка ранжировать по возрасту процессы рифтогенного дробления континентальной коры. Принципиальный тезис рассматривали Н.А. Богданов, В.Е. Хаин, Ю.М. Пушаровский и зарубежные исследователи. Он касается выделения Арктиды или Гиперборейской платформы, фрагменты которой представлены в фун-

даменте некоторых структур Восточно-Сибирского моря, в том числе массивов Де-Лонга, Сьюардского блока, Врангелевско-Геральдского террейна, а также предположительно поднятия Менделеева.

Составленная карта показывает, что на шельфе ВСМ происходит затухание складчатых деформаций, прослеживаемых на суше. В соответствии с этими представлениями не испытывавшая коллизионной складчатости область Верхояно-Колымской геосинклинали прослежена на шельфе Благовещенским прогибом. Существующие взгляды на связь структур Чукотки и Западно-Арктического шельфа [6] нашли отражение в прослеживании Колючинско-Мечигменского грабен-рифта. Он выступает как кайнозойская апикальная часть проградировавшего рифтогенного прогиба, стадия брейк-ап в котором зафиксирована среднекарбоневой галогенной толщей в Баренцевом море, а зрелая стадия отражена пермскими клиноформными телами на траверзе Новой Земли и триасово-юрскими синрифтовыми комплексами в котловине Подводников. Из этого следует, что отмеченное Т.М. Пчелиной сходство триасовых отложений Чукотки и Баренцева моря обусловлено их принадлежностью к единому осадочному бассейну, рифтогенез в котором вызвал разобщение коровых структур массива Де-Лонга и поднятия Менделеева.

Таким образом, выявление отчетным профилем погребенной рифтогенной структуры триасового возраста позволило получить важный в геотектоническом отношении результат, заполнив пробел в трактовке геодинамического механизма развития регионального Баренцево-Северо-Карского мегапрогиба: получены веские основания считать Колючинско-Мечигменский грабен-рифт его крайней апикальной зоной, в пределах которой завершились тектонические процессы рифтогенного растяжения коры, обусловившие формирование этой региональной структуры. Значение этого вывода состоит в том, что наличие столь протяженного грабена не могло не сказаться на площадном распределении синтектонического комплекса осадков, перехватываемых этой депрессией древнего рельефа.

Приведенные данные указывают, что тектонические деформации, наблюдаемые в осадочном чехле Восточно-Сибирского моря, развиты пунктирно, морфологически локализованы в виде островов, не связаны с активизацией в определенное время коллизионного складкообразования, а спровоцированы спрединговыми процессами в сопредельной Канадской котловине.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Богданов, Н.А. Система кайнозойских рифтов Восточной Арктики и ее возможное значение / Н.А. Богданов, В.Е. Хаин, Э.В. Шипилов // ДАН. — 1995. — Т. 345. — № 1. — С. 84–86.
2. Верба, М.Л. Палеозойские породы в осадочном чехле северной окраины Восточно-Сибирского моря и их вклад в общую оценку перспектив нефтегазоносности / М.Л. Верба // Нефтегазовая геология. Теория и практика. — 2016. — Т. 11. — № 4. — [http://www.ngtp.ru/rub/5/46\\_2016.pdf](http://www.ngtp.ru/rub/5/46_2016.pdf). DOI: [https://doi.org/10.17353/2070-5379/46\\_2016](https://doi.org/10.17353/2070-5379/46_2016).
3. Верниковский, В.А. Новые данные о возрасте долеритов и базальтов поднятия Менделеева: к проблеме континентальной коры в Северном Ледовитом океане / В.А. Верниковский, А.Ф. Морозов,

- О.В. Петров, А.В. Травин, С.Н. Кашубин, С.П. Шокальский, С.С. Шевченко, Е.О. Петров // Доклады РАН. — 2014. — Т. 454. — № 4. — С. 431–435.
4. Виноградов, В.А. Тектоника Восточно-Арктического шельфа СССР / В.А. Виноградов, Г.И. Гапоненко, Н.М. Русаков, В.Н. Шимараев. — Л.: Недра, 1974. — 142 с.
5. Вольнов, Д.А. Структурно-тектоническое районирование акваторий шельфовых морей Лаптевых и Восточно-Сибирского / Д.А. Вольнов, В.А. Литинский // Геология шельфа Восточно-Сибирских морей. — Л.: НИИГА, 1976. — С. 8–22.
6. Грамберг, И.С. Тектоническая эволюция арктических шельфов Сибири в рифее-мезозое / И.С. Грамберг, М.К. Косько, Ю.Е. Погребницкий // Советская геология. — 1986. — № 8. — С. 60–72.
7. Грамберг, И.С. Арктический нефтегазоносный супербассейн / И.С. Грамберг, Ю.Н. Кулаков, Ю.Е. Погребницкий и др. // Нефтегазоносность Мирового океана. — Л., 1984. — С. 7–22.
8. Ким, Б.И. Фундамент и осадочный чехол шельфа Восточно-Арктических морей России / Б.И. Ким, Д.С. Яшин, О.И. Супруненко, Н.К. Евдокимова, В.В. Верба, Л.Я. Харитоновна // Вестник Санкт-Петербургского Университета. Серия 7. Геология, География, 2006. — Вып. 4. — С. 104–106.
9. Остров Врангеля: геологическое строение, минерагения, геоэкология / Под ред. М.К. Косько и В.И. Ушакова. — СПб.: ВНИИОкеангеология. Тр. НИИГА. — Т. 200, 2003. — 137 с.
10. Поселов, В.А. Структура и эволюция арктической литосферы / В.А. Поселов, А.Д. Павленкин, Ю.Е. Погребницкий, В.В. Буценко, М.Ю. Сорочкин // Геологическое строение и геоморфология Северного Ледовитого океана в связи с проблемой внешней границы континентального шельфа Российской Федерации в Арктическом бассейне. Научн. ред. И.С. Грамберг, А.А. Комарицын. Отв. ред. В.Д. Каминский. — СПб.: ВНИИОкеангеология, 2000. — С. 94–109.
11. Российская Арктика: геологическая история, минерагения, геоэкология / Гл. ред. Д.А. Додин и В.С. Сурков. — СПб.: ВНИИОкеангеология, 2002. — 960 с.
12. Хаин, В.Е. Основные этапы тектонического развития Восточной Арктики / В.Е. Хаин, Н.И. Филатова // Доклады РАН. — 2007. — Т. 415. — № 4. — С. 518–523.
13. Drachev, S.S. Structure and Geology of the Continental Shelf of the Laptev Sea / S.S. Drachev, L.A. Savostin, V.G. Groshev, I.E. Bruni // Tectonophysics. — 1998. — Vol. 298. — P. 357–393.
14. Franke, D. Geology of East Siberian Sea, Russian Arctic, from seismic images: Structures, evolution, and the implications for the evolution of the Arctic Ocean Basin / D. Franke, K. Hinz, C. Reichert // Geophys. Res. 109. — 2004. — B07106, doi: 10.1029/2003JB002687.
15. Fujita, K. The Arctic continental margin of eastern Siberia / K. Fujita, D.B. Cook // The Geology of North America, v. L. The Arctic Ocean Region / Eds. A. Grantz, L. Johnson, J.F. Sweeny. The Geological Society of America, 1990. — P. 289–304.
16. Grantz, A. Phanerozoic Stratigraphy of Northwind Ridge, magnetic anomalies in the Canada Basin, and the geometry and timing of rifting in the Amerasia Basin, Arctic Ocean / A. Grantz, D.L. Clark, R.L. Phillips, S.P. Srivastava // GSA Bulletin. — 1998. — V. 110. — № 6 — P. 801–820.
17. Grantz, A. Geology of the Continental Margin of Alaska / A. Grantz, S.D. May, P.F. Hart // The Geology of North America, v. L. The Arctic Ocean Region / Eds. A. Grantz, L. Johnson, J.F. Sweeny. The Geological Society of America, 1990. — P. 257–288.
18. Hinz, K. Evolution of the North Atlantic volcanic margins, in Petroleum Geology of Northwest Europe: Proceedings of the 5th Conference, edited by J.R. Parker / K. Hinz, O. Eldholm, M. Block, J. Skogseid // Geol. Soc. London, 1993. — pp 901–913.
19. Kazanin, G.S. The Tectonic Map of the East Siberian Sea: the Undisturbed Paleozoic Cover (According to the Data Acquired by MAGE) / G.S. Kazanin, M.L. Verba, T.A. Kirillova-Pokrovskaya, G.I. Ivanov // abs. 35 IGC, Cape Town, 2016. — P. 134.
20. Moore, T.E. Origin of the Lisburne Hills — Herald Arch structural belt: Stratigraphic, structural and fission-track evidence from the Cape Lisburne area, northwestern Alaska. / T.E. Moore, T.A. Dumitru, K.E. Adams, S.N. Witebsky, A.G. Harris. Edited by E.L. Miller, A. Grantz and S.L. Klemperer. The Geol. Soc. of Amer., Special Paper 360, 2002. — P. 77–109.

© Коллектив авторов, 2017

Казанин Геннадий Семенович // [kazanin@mage.ru](mailto:kazanin@mage.ru)  
Верба Марк Леонидович // [mark\\_verba@mail.ru](mailto:mark_verba@mail.ru)  
Иванов Геннадий Иванович // [ivanov.gi@mage.ru](mailto:ivanov.gi@mage.ru)  
Кириллова-Покровская Татьяна Алексеевна // [bycrin@rambler.ru](mailto:bycrin@rambler.ru)  
Смирнов Олег Евгеньевич // [smirnov.olegevg@gmail.com](mailto:smirnov.olegevg@gmail.com)

## ПОСТ-РЕЛИЗ

21 сентября 2017 г. в ФГБУ «ВИМС» состоялся очередной семинар «Вопросы оценки извлекаемых запасов в формате новой классификации ГКЗ, проводимый в рамках заседания научно-методического Центра «Геостатистика». Модератор семинара: Иванов С.Н. (ФГБУ «ВИМС», ОЭРН).

Учитывая принятие в ближайшее время новой редакции Классификации запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых и связанное с этим изменение условий недропользования, на семинаре были рассмотрены вопросы оценки извлекаемых запасов.

С докладами выступали: П.И. Кушнарев, Е.Г. Гошин (ФГБУ «ВИМС») и Ю.А. Малютин (МГУ).

В докладе П.И. Кушнарева рассматривались вопросы оценки потерь и разубоживания, их связь с системой разведки и технологией отработки запасов руды. Были рассмотрены скрытые потери и разубоживание, которые присутствуют при добыче полезного ископаемого, однако не учитываются в расчетах по существующим методикам. Сделан акцент на факторе разубоживания, который приводит к ошибкам в планировании очистных работ, «неподтверждению» разведанных запасов, различиям плановых и фактических показателей отработки и к другим негативным последствиям, влияющим на экономику производства.

Е.Г. Гошин представил доклад на тему: «Рассмотрение и согласование нормативов потерь полезных ископаемых при добыче». Доклад был посвящен оценке извлекаемых запасов, в том числе в контексте новой Классификации. Рассмотрены основные нормативные документы, регламентирующие согласование и утверждение нормативов потерь полезного ископаемого, требования, учитываемые при определении выемочной единицы, рекомендации к обоснованию потерь при добыче полезного ископаемого.

Малютин Ю.А. представил авторский вариант оценки запасов по выемочным единицам с использованием блочного моделирования на примере Еланского месторождения и сравнил результаты с подсчетом запасов, выполненным на основе ТЭО постоянных кондиций. Были показаны вариации запасов полезных компонентов, вследствие применения различных методик расчета потерь и разубоживания.

В семинаре приняли участие представители ООО «УК Полус», ФГБУ «Росгеолфонд», ООО «Геосолюшинс», ВНИПИпромтехнологии, ПАО «ГМК «Норильский никель», ФГУП «ЦНИГРИ», МГУ, ФГБУ «ВИМС» и др.

В обсуждении приняли участие: С.Н. Иванов, А.Д. Черкасов, В.И. Кокушев, А.Г. Чернявский, Л.З. Быховский.

## ХРОНИКА

### АЛЕКСАНДР ВИКТОРОВИЧ ГРИГОРЬЕВ 21.08.1960 — 01.09.2017

После тяжелой продолжительной болезни ушел из жизни бывший сотрудник сектора редких металлов, наш давний друг Саша Григорьев.

В 1978 г. Александр Викторович поступил в Московский горный институт, но через год перевелся во МГРИ. В 1983 г. он закончил институт по специальности разведка месторождений радиоактивных элементов (РМРЭ). Далее по распределению работал геологом, старшим геологом в Даурской экспедиции ПГО «Читагеология». В ВИМС перевелся в конце 1984 г.

Александр Григорьев, имея большую склонность и интерес к научно-исследовательской работе, в совершенстве владел различными методами исследования руд и минералов, став сложившимся специалистом в области минералогии и петрографии. Работая в группе по изучению Улуг-Танзекского ниобий-танталового месторождения под руководством Т.Н. Шуриги, благодаря комплексированию методов исследования, Александром Григорьевым были получены новые данные по изучению распределения тантало-ниобиевого и уранового оруденения в различных типах руд. Результаты его работы вошли в отчет по подсчету запасов месторождения.



В 1990-х годах Александр Викторович являлся ответственным исполнителем договорной темы по изучению вещественного состава руд Арысканского месторождения редких земель иттриевой группы. В рудах Арысканского месторождения А.В. Григорьевым был выявлен новый редкоземельный минерал костинит, названный в честь первооткрывателей Арысканского месторождения Н.И. Костиной и Н.Е. Костина. После ухода из ВИМСа с 1994 по 1997 г. по приглашению академика РАН Д.В. Рундквиста работал в Государственном музее им. В.И. Вернадского.

В 1997 г. Саша открыл и возглавил предприятие «Натуральные пигменты», занимающееся производством природных минеральных пигментов по восстановленной старинной рецептуре и технологии производства этих материалов. Занимаясь предпринимательской деятельностью Александр много средств вкладывал в благотворительность.

В ВИМСе работает много его однокурсников, коллег и друзей, с которыми он поддерживал самые тесные отношения до последних дней своей жизни.

Мы сохраним теплые чувства и добрую память об этом светлом человеке.

*Друзья и коллеги*