

УДК 550.834:551.7.02(268:470)
DOI: 10.52349/0869-7892_2023_95_5-20

О. П. Дундо (*Всероссийский научно-исследовательский институт геологии и минеральных ресурсов Мирового океана им. академика И. С. Грамберга*)

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ СЕЙСМОСТРАТИГРАФИИ. МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ КОРРЕЛЯЦИОННАЯ СЕЙСМОСТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ СХЕМА РОССИЙСКОЙ ЧАСТИ АРКТИЧЕСКОГО СЕДИМЕНТАЦИОННОГО ГИПЕРБАССЕЙНА

Составлены первые структурные карты изученной части гипербассейна, представленной 10 осадочными бассейнами и 12 разделяющими их поднятиями. Впервые созданная Межрегиональная корреляционная схема содержит характеристику строения сейсмостратиграфических разрезов в 32 пунктах выявленных осадочных бассейнов. Корреляционная схема раскрывает всю историю геологического развития региона от среднего рифея до наших дней. Обоснована необходимость составления отдельных тектонических карт осадочного чехла и подстилающего субстрата. Структурные карты региона и Межрегиональная корреляционная схема предложены в качестве исходных стартовых моделей для предстоящего мониторингового изучения геологической среды рассмотренного региона.

Ключевые слова: Арктика, осадочный бассейн, корреляционная схема, структурная карта, тектоническая карта, стартовая модель мониторинга геологической среды.

O. P. Dundo (*Academician I. S. Gramberg All-Russian Scientific Research Institute for Geology and Mineral Resources of the Ocean*)

SOME PROBLEMATIC QUESTIONS OF SEISMOSTRATIGRAPHY. INTERREGIONAL SEISMOSTRATIGRAPHIC CORRELATION SCHEME OF THE RUSSIAN PART OF THE ARCTIC GIPERBASIN

The first structural maps of the studied part of the Arctic superbasin were compiled. The studied part of the Arctic Superbasin consists of ten sedimentary basins and twelve uplifts separating them. First interregional correlation scheme of seismostratigraphic sections was created. It contains the characteristics of seismic complexes in 32 points of the region. The correlation scheme reveals the entire history of the geological development of the region from the Middle Riphean to the present day. The necessity of separate compilation of tectonic maps of the sedimentary cover and the underlying substrate is substantiated. Structural maps of the region and Correlation Scheme are proposed as initial starting models for the forthcoming monitoring study of the geological environment of the region.

Keywords: Arctic, sedimentary basin, correlation scheme, structural map, tectonic map, initial starting models for monitoring of the geological environment.

Для цитирования: Дундо О. П. Некоторые проблемные вопросы сейсмостратиграфии. Межрегиональная корреляционная сейсмостратиграфическая схема российской части Арктического седиментационного гипербассейна // Региональная геология и металлогения. – 2023. – № 95. – С. 5–20. DOI: 10.52349/0869-7892_2023_95_5-20

Проблемные вопросы. Проблемных вопросов много. Наиболее актуальные образуют три группы.

1. Вопросы, связанные с необходимостью внесения в Стратиграфический кодекс (СК) специальных дополнений, разъясняющих детали сейсмостратиграфических исследований, согласующихся с правилами классической стратиграфии.

Включение сейсмостратиграфических подразделений в СК придает официальный статус сейсмостратиграфии как одному из разделов стратиграфии общей, базирующихся на материалах сейсморазведки и используемого при работах на закрытых площадях для изучения их глубинного

геологического строения, которое скрыто под плащом молодых (квартер, плиоцен) отложений. В категорию таких площадей входят прилегающие к суше морские и океанические акватории, а также такие крупные сухопутные геоструктуры как Западно-Сибирская плита.

Из предыдущего абзаца следует, что при сейсмостратиграфических исследованиях необходимо соблюдать все положения СК, касающиеся таксономии, терминологии и номенклатуры, а также правил проведения вспомогательных стратиграфических работ (выделение и описание стратотипов, составление стратиграфических схем и пр.).

Все эти положения должны быть обозначены в СК. Над их формулировками надо работать.

2. Вторая категория проблемных вопросов вытекает из практики геологических исследований на закрытых площадях, в первую очередь, при геологическом картировании морского дна, которое базируется главным образом на материалах дистанционных грави-, магнито- и сейсмометрических исследований. Главными картируемыми объектами здесь являются геологические тела, представленные всей совокупностью сейсмокомплексов, образующих осадочный чехол седиментационного бассейна. Мощность чехла местами превышает 20 км. Главным геофизическим методом стратиграфического расчленения осадочного чехла является сейсморазведка; информация о субстрате, на котором он развивается, заключена в магнито- и гравиметрических данных. Сейсмическая запись по профилям (на суше их эквивалент – геологические наблюдения в маршрутах) фиксирует непрерывный геологический разрез длиной (по латерали) до 1000 км и более (в зависимости от длины профиля) и по вертикали до 20 км и более (в зависимости от мощности чехла и качества измерительной аппаратуры). На таком разрезе *безошибочно* устанавливается стратиграфическая последовательность всех подразделений, составляющих осадочный чехол. В этом заключается большое преимущество «морских маршрутов» над сухопутными, поскольку на суше геологические разрезы подобного качества отсутствуют. Но это преимущество нивелируется двумя изъянами «морских маршрутов»: полностью лишенных информации о вещественном составе сейсмокомплексов и их геологическом возрасте, которую можно получить лишь с помощью дорогостоящего морского бурения. В слабоизученных акваториях такая информация практически полностью отсутствует, и возраст сейсмокомплексов определяется условно путем сопоставления с подобными подразделениями в других районах, где вещественный состав и возраст отложений рассматриваемого стратиграфического диапазона установлены должным образом. *Именно в условиях определения вещественного состава и возраста сейсмокомплексов в слабоизученных районах и заключается суть второй категории проблемных вопросов сейсмостратиграфии.*

В прошлом веке, закрывая «белые пятна» на геологических картах суши (когда наряду с палеонтологически охарактеризованными подразделениями приходилось картировать абсолютно «немые» толщи, свиты, серии), возраст последних принимался условно на основании сопоставления со схожими стратонами в смежных районах, где он был тем или иным способом установлен. Это позволяло не тормозить дальнейшие исследования даже не взирая на возможность ошибок в определении стратиграфического положения «немых» подразделений в общем стратиграфическом разрезе. На основании результатов последующих работ в принятые решения вносились необходимые поправки.

На сейсмических профилях благодаря инструментальному методу исследования, исключающему субъективный фактор, стратиграфическая последовательность сейсмокомплексов устанавливается безошибочно. Поэтому, несмотря на возможное присутствие элементов хронологической условности в интерпретации сейсмических записей, их можно успешно использовать в дальнейших сейсмостратиграфических разработках, в том числе и при составлении корреляционных схем крупных осадочных бассейнов. Последующими работами неточности и ошибки, если они были допущены на первых этапах исследования, могут быть легко устранены, не нарушая первоначальную (реальную) схему стратиграфического расчленения осадочного чехла.

3. И, наконец, последний проблемный вопрос, напрямую связанный с предстоящим переходом от полистного картографирования в масштабе 1 : 1 000 000 третьего поколения к мониторинговому исследованию геологической среды (в картографическом формате) площадей более крупных, чем размеры номенклатурного листа, охватывающих конкретные геоструктуры более высокого иерархического ранга.

В современной геологической литературе еще не заняло свое прочное место вполне очевидное принципиальное положение о том, что в геологическом строении дна морских акваторий принимают участие две категории геологических тел и структур резко различных по генезису и по геологическому времени формирования. К первой относятся структуры осадочного чехла, ко второй – структуры субстрата, на котором чехол формируется. Структуры первой категории – «живые», их эволюция продолжается в наши дни и неизвестно когда и чем она завершится. Эволюция структур второй категории закончилась в геологическом прошлом, они «запечатаны» толщами осадочного чехла в момент его заложения, дальнейшая их судьба определяется процессами развития нового геодинамического цикла, начало которого ознаменовалось заложением седиментационного бассейна. Структуры этих двух категорий должны изучаться отдельно. Их картографическое отображение тоже должно быть отдельным. *Смешение структур названных категорий при стратиграфической, минерагенической, тектонической характеристике исследуемого региона приводит к созданию бессмысленной эклектики.*

Поэтому в акваториях структурное районирование регионов в мониторинговых целях необходимо осуществлять в строгом соответствии со структурой седиментационного бассейна, временно оставляя без внимания структурные особенности субстрата.

Из вышеизложенного следует, что наличие в сейсмостратиграфии региона крупных проблемных вопросов не является препятствием углублению дальнейших исследований, а, напротив, их стимулирует, конкретизируя вновь появляющиеся задачи, подлежащие оперативному решению.

Структура гипербассейна. Возможности, открывшиеся в результате выполненного анализа проблемных вопросов, позволили начать работу по созданию корреляционной сеймо-стратиграфической схемы осадочных отложений в российской части Арктического седиментационного гипербассейна, уже достаточно изученной (рис. 1) в процессе полистного издания комплектов геологических карт третьего поколения в масштабе 1 : 1 000 000. Для решения поставленной задачи необходимо иметь обоснованное представление о структуре осадочного бассейна в пределах исследуемого региона, которое может быть реализовано в виде карты суммарной мощности осадочного чехла (карта изопакит) или в виде карты изогипс поверхности акустического фундамента. К сожалению, в материалах всех номенклатурных листов региона, показанных на рис. 1, такие карты отсутствуют. Эти материалы содержат лишь фрагменты изогипс поверхности акустического фундамента, разрозненные по отдельным тектоническим блокам в рамках площади номенклатурных листов. Целостную карту, отражающую структуру осадочного бассейна в пределах всего исследуемого региона, пришлось составлять путем кропотливой трансформации в единое целое всех фрагментов изогипс, рассредоточенных по картам и схемам всего массива номенклатурных листов (масштаба 1 : 1 000 000) Государственной геологической карты России, растры которых помещены на рис. 1.

Карта (рис. 2) изогипс кровли акустического фундамента (подошвы осадочного чехла) раскрывает сложную, резко изменчивую картину

глубин залегания кровли фундамента гипербассейна в диапазоне от 0 км (дневная поверхность) до 22 км ниже уровня моря, на которой сразу же выявляется четкая система поднятий, разделяющих целостную площадь осадконакопления на несколько самостоятельных осадочных бассейнов с одним или несколькими депоцентрами мощностью от 6 до 22 км. Эта карта является исходной фактической основой для построения структурной карты и карты инфраструктуры осадочных бассейнов.

Структурная карта (рис. 3) осадочных бассейнов в российских акваториях Северного Ледовитого океана фиксирует общий характер строения Арктического гипербассейна в российских акваториях. Крупными межбассейновыми поднятиями (красные римские цифры на карте), включая и инфраструктурное Усть-Ленско-Хатангское (буква А в красном кружке), целостная площадь осадконакопления разделена на 11 самостоятельных осадочных бассейнов (черные буквенные индексы с красными указательными стрелками).

Пояса поднятий подразделяются на субэвральные-аквальные (мощность перекрывающих осадков – 0–1,5 км) и субаквальные (мощность перекрывающих осадков – около 2,0–2,5 км) части. Они имеют разнообразную форму от узких или широких ровных полос до полос с резко извилистыми очертаниями (Свальбард-Североземельское, Котельническо-Алазейское). Иногда (Таймырская Ветвь Урало-Новоземельско-Таймырского поднятия и поднятие Де Лонга) приобретают форму слегка удлинённых крупных площадей с неправильными очертаниями. Оса-

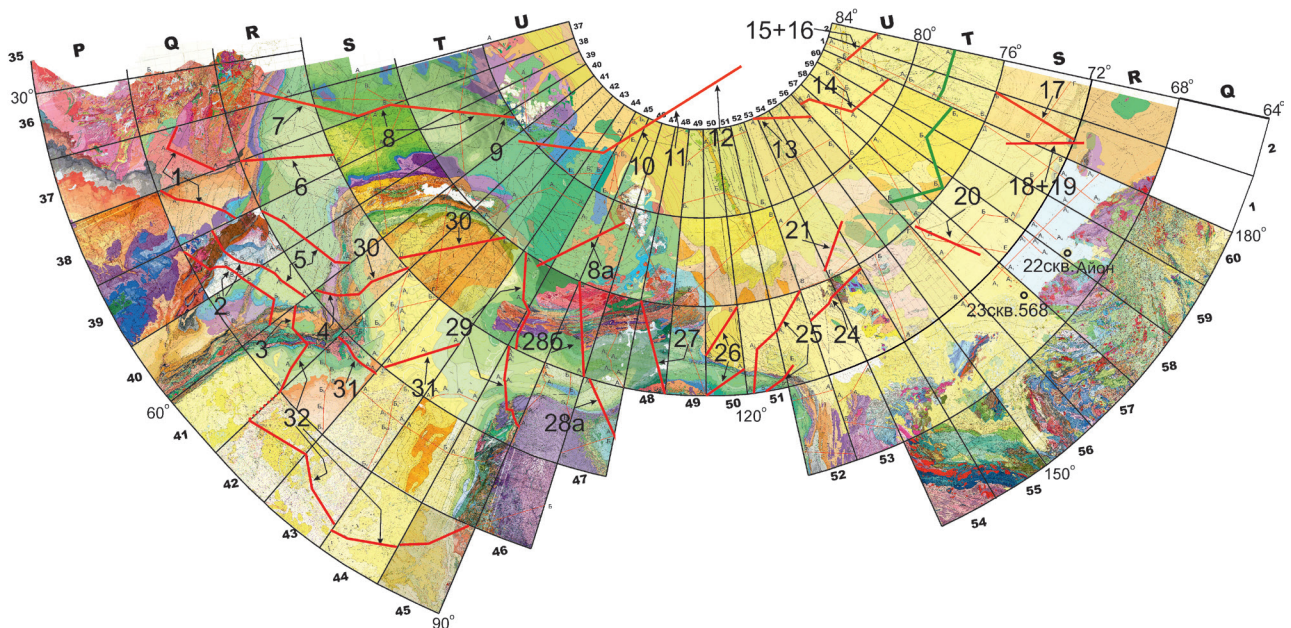


Рис. 1. Композит растров номенклатурных листов ГК-1000/3 (с нанесенными линиями геологических разрезов)

Примечание. Числа (35–60; 1–2), расположенные внизу вдоль рисунка – это номера номенклатурных листов ГК-1000/3, определяющие их положение в широтных рядах, индексируемых латинскими буквами от Р до У. Жирными красными линиями обозначены линии разрезов, по которым составлены стратиграфические колонки на схеме корреляции

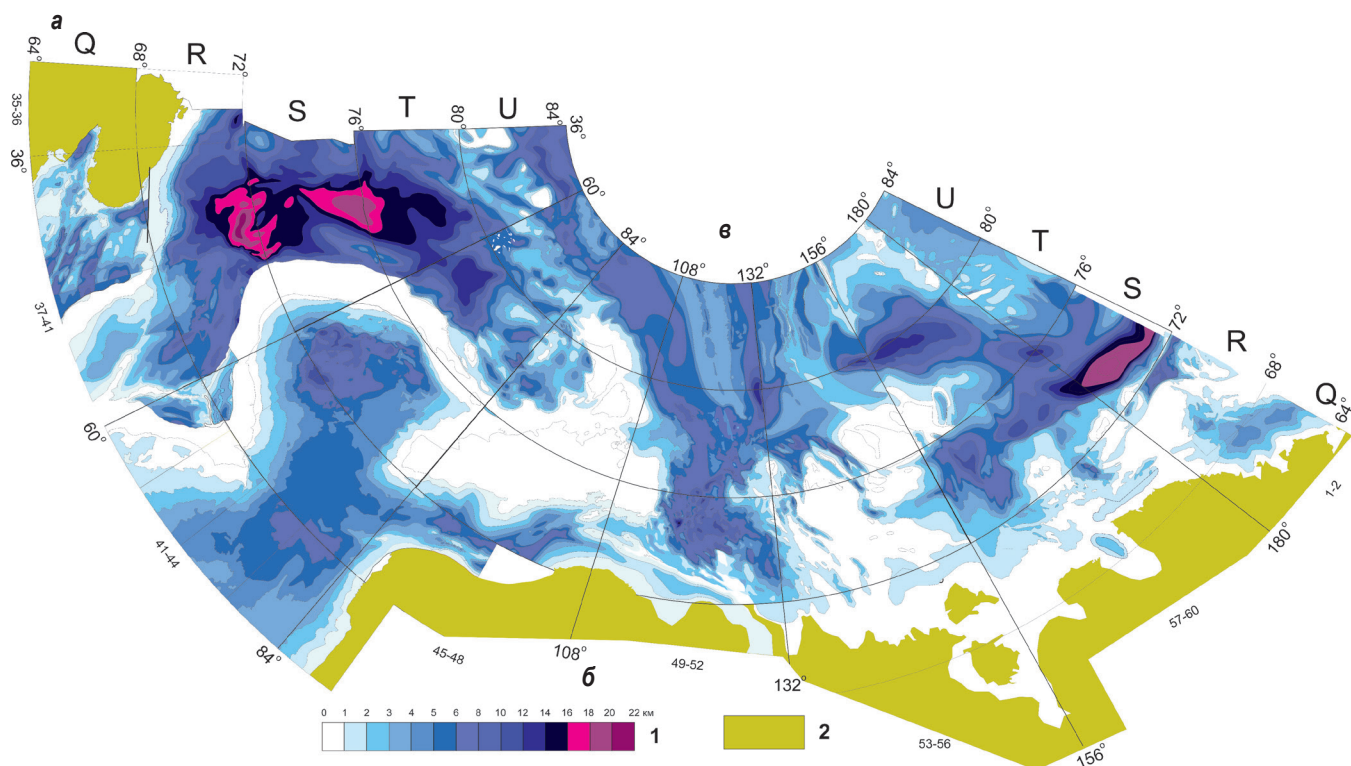


Рис. 2. Карта изогипс подошвы осадочного чехла Арктического гипербассейна в российских акваториях Северного Ледовитого океана 1 – шкала глубин залегания поверхности акустического фундамента в км; 2 – структуры Балтийского щита (а), Сибирской платформы (б), Верхояно-Колымской складчатой области (в) в пределах обрамляющей суши

дочные бассейны резко различны по размерам от сравнительно небольших – *Енисей-Хатангский*, *Северо-Карский* и *Чукотский* до огромных – *Баренцево-Морско-Северокарский* и *Южно-Карский* – *Западно-Сибирский*. Форма бассейнов также варьирует в широких пределах: от линейных значительной протяженности – *Лаптевско-Нансенский* и *Енисей-Хатангский* до почти идеально округлых – *Северо-Карский* и неправильных очертаний – *все остальные*. Характер инфраструктурного рисунка бассейнов тоже весьма разнообразен.

Карта мощности осадочных бассейнов (рис. 4) в российских акваториях Северного Ледовитого океана отражает разнообразие количества присущих бассейнам депоцентров, чередующихся с разделяющими их относительными поднятиями; демонстрирует различие формы этих элементов инфраструктуры (удлиненной, изометричной или неправильной); обозначает своеобразие пространственной ориентировки удлиненных форм прогибов и поднятий в разных частях рассматриваемого региона.

Характерной инфраструктурной особенностью всех бассейнов является делимость каждого из них на две морфологически разные зоны – периферийную и центральную. Первая представлена сравнительно пологой моноклиной с относительно ровной поверхностью, но местами осложненную неглубокими впадинами; резко сменяющая ее вторая зона представлена глубокой впа-

диной с крутым высоким склоном, переходящим в широкое ровное днище бассейна.

На таком общем структурном фоне региона своей особой инфраструктурой выделяются два бассейна: Беломорско-Мезенский и Северо-Карский. Для первого характерен четко линейный рисунок высокоамплитудного частого чередования узких линейных прогибов и поднятий, производящий ложное впечатление складчатых деформаций осадочного чехла. Для второго, обладающего небольшими размерами и округлой формой, характерен концентрически-полосовой рисунок чередования небольших по размерам поднятий и прогибов изометричной формы вокруг расположенного в центре более крупного поднятия.

Рассмотренный выше картографический материал дает достаточно полное представление о структуре Арктического седиментационного гипербассейна в российских акваториях СЛО в целом. Охарактеризованные выше карты выявляют даже детали внутреннего устройства отдельных осадочных бассейнов, входящих в его состав. Но вопросы о вещественном выполнении бассейнов, стратификации осадочного чехла и возрасте составляющих его геологических тел (ССК) остаются открытыми. Ключом к их решению могут служить лишь геологические разрезы, сопровождающие геологические карты. На рис. 1 они пронумерованы и обозначены красными жирными линиями. Их оригинальный вид и описание легко найти в литературе по номенклатуре листов, в которых они

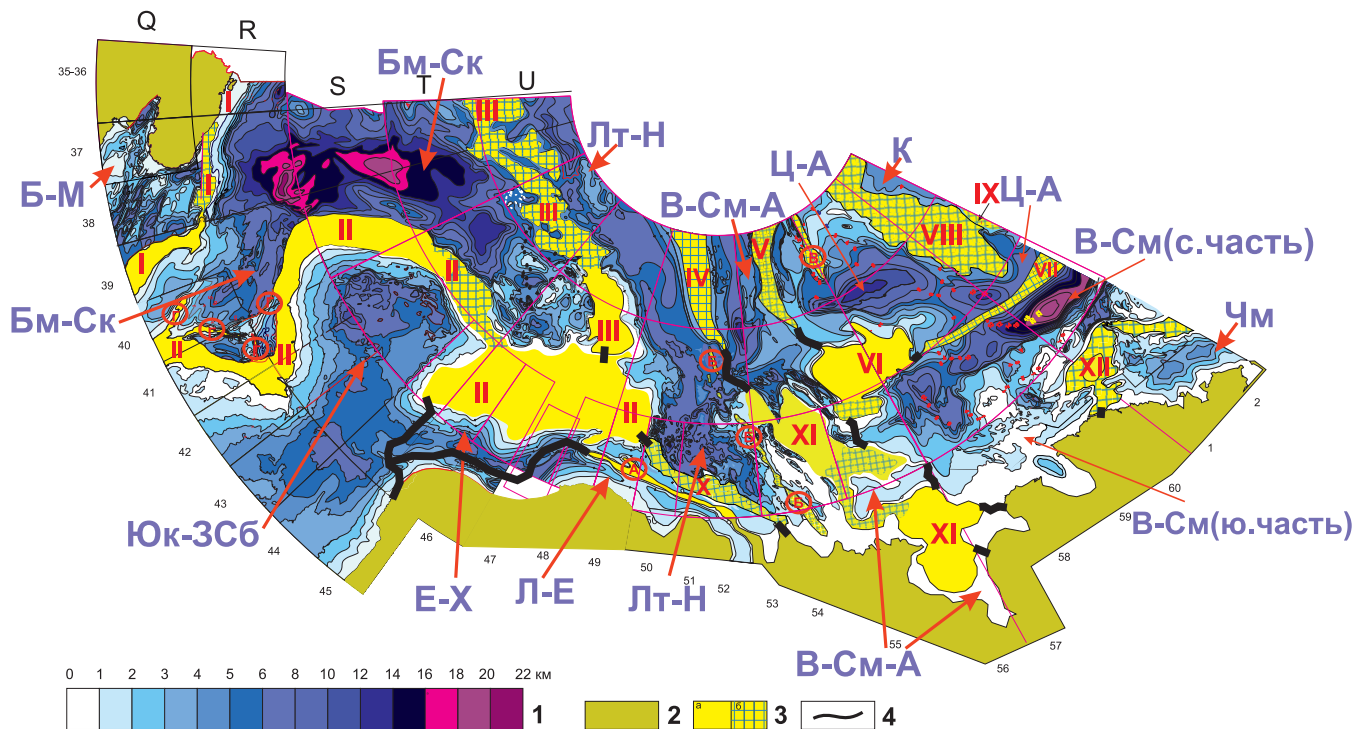


Рис. 3. Структурная карта осадочного чехла в Арктическом гипербассейне в российских акваториях Северного Ледовитого океана
 1 – шкала глубин залегания поверхности акустического фундамента, км; 2 – структуры Балтийского щита, Сибирской платформы, Верхояно-Колымской складчатой области в пределах обрамляющей суши; 3 – поднятия: а) суббазально-аквальные, б) субаквальные; 4 – субаквальные продолжения поднятий. **Наименования межбассейновых поднятий:** I – Тимано-Кольское, II – Урало-Новоземельско-Таймырское, III – Свальбард-Североземельское, IV – хребта Гакеля, V – хребта Ломоносова, VI – Де Лонга, VII – Подсклоновое, VIII – Менделеева, IX – Чукотский Купол, X – Хатангско-Хараулахское, XI – Котельническо-Алазейское, XII – Лисберн-Врангелевское. **Наименования инфраструктурных поднятий:** А – Усть-Ленско-Хатангское, Б – Святоносско-Бельковское, В – отрог Геофизиков, Г – Печорских герцинид. **Наименования осадочных бассейнов:** Беломорско-Мезенский (Б-М), Баренцевоморско-Северокарский (Бм-Ск), Южно-Карский – Западно-Сибирский (Юк-ЗСб), Лаптевоморско-Нансенский (Лт-Н), Восточно-Сибироморский (В-См), Восточно-Сибироморский – Амундсенская ветвь Восточно-Сибироморского бассейна (В-См-А), Центрально-Арктический (Ц-А), Чукотоморский (Чм), Енисей-Хатангский (Е-Х), Лено-Енисейский (Л-Е), Канадской котловины (К)
 Примечание. Числа внизу вдоль рисунка (35–60; 1–2) – номера номенклатурных листов ГК-1000

опубликованы. Разрезы даже в таких слабоизученных высокоширотных районах (например, листы U-57–60 и U-1,2 [3; 5]) показывают, что в составе осадочного чехла Центрально-Арктического бассейна участвуют восемь сеймостратиграфических комплексов (ССК) в диапазоне – рифей–миоцен (рис. 5). В хорошо изученных районах Баренцевоморского бассейна осадочный чехол в том же диапазоне геологического времени подразделяется на 13–20 ССК.

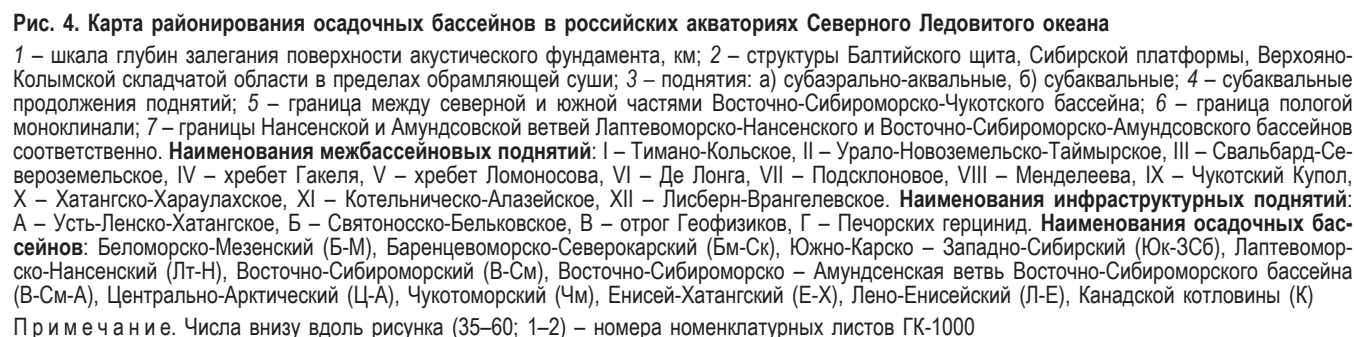
Межрегиональная корреляционная схема.

На основе геологических разрезов, обозначенных на рис. 1 жирными линиями, составлено более 30 стратиграфических колонок, характеризующих структуру осадочного чехла каждого из выделенных в рассматриваемом регионе бассейнов и послуживших фактическим материалом для построения корреляционной схемы. На каждой колонке, в добавленных к ней справа двух вертикальных графах, обозначены: в первой – опорные отражающие сейсмические горизонты, разграничивающие заключенные между ними ССК; во второй – диапазоны времени формирования стратисферы и диапазоны времени тектонических

деформаций осадочных накоплений в складчатых областях. Сформированные таким образом блоки стратиграфических колонок объединены в группы, соответствующие выделенным на рисунках 3 и 4 структурам (конкретным бассейнам, прогибам и разделяющим их поднятиями). В самой верхней горизонтальной строке корреляционной схемы обозначена принадлежность рассматриваемых стратиграфических колонок крупным надпорядковым глобальным геоструктурам: Восточно-Европейской (Русская плита), Сибирской и Гиперборейской (неэтично предавать забвению термин, введенный предшественниками) платформам; Западно-Сибирской и новообразованной Евразийской плитам. Такова в общих чертах конструкция составленной корреляционной схемы (рис. 6).

В содержательном аспекте схема оказалась весьма информативной. Из ее рассмотрения, даже беглого, следует целый ряд существенных выводов.

1. На этой схеме раскрыта вся история геологического развития Арктики, начиная с рифея (около 1350 млн лет) и до наших дней. Начало формирования стратисферы в Арктике относится, вероятно, к среднему рифею. Заложение ее про-

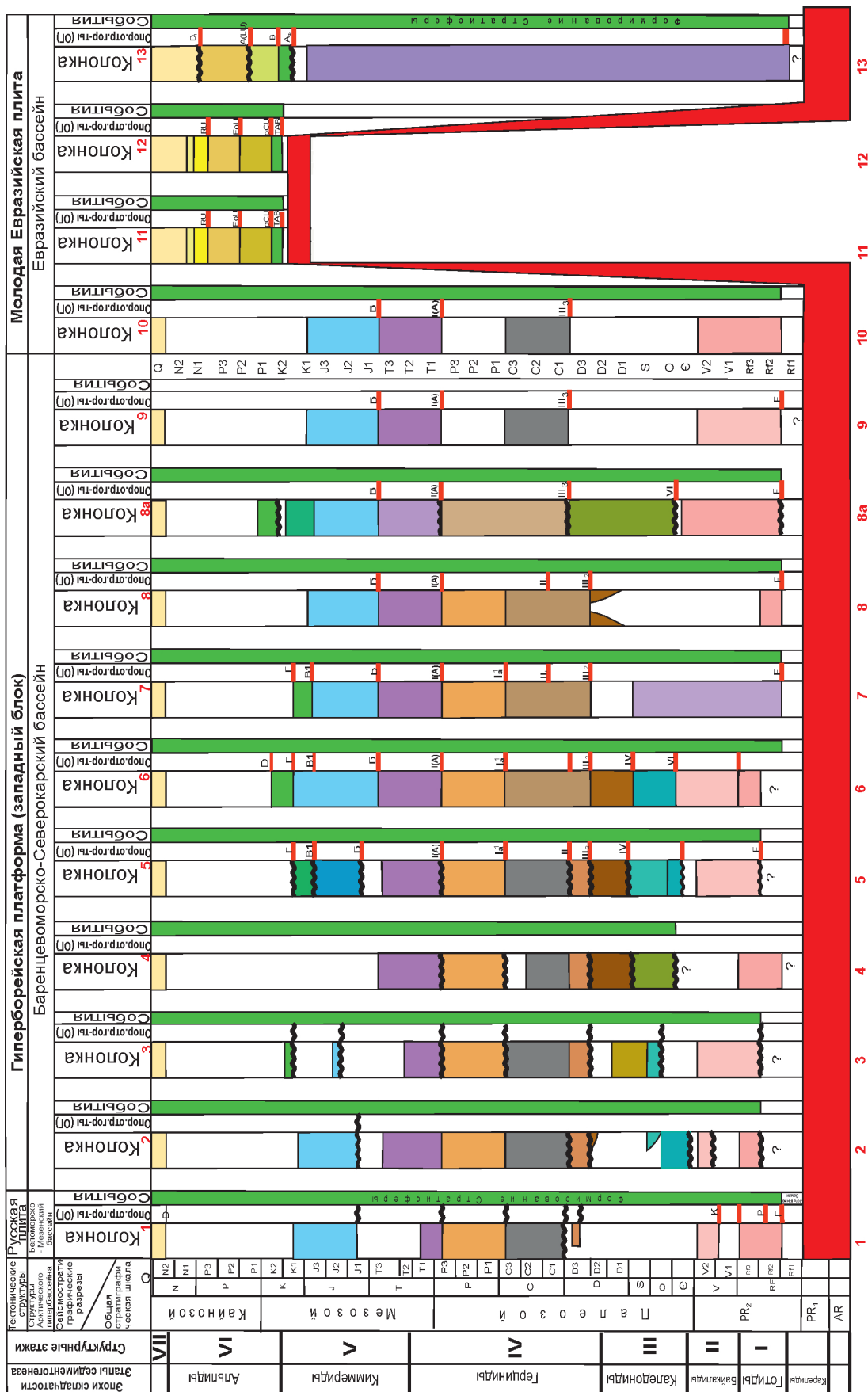


воморского и Северо-Карского бассейнов оказалась осушенной и примерно 80 млн лет до новой трансгрессии, последовавшей в квартере, представляла собой низменную болотистую равнину, подобную Западно-Сибирской плите в позднем кайнозое. В пределах восточного блока Гипербореи активное развитие седиментационных структур в позднем мелу не прерывалось. В позднем палеозое этот блок прирос (у южного борта Подсклонового поднятия) плитой северной части Восточно-Сибироморского бассейна на каледонском складчатом фундаменте. В середине мела эта часть Гиперборейской платформы «приросла» в южной части Восточно-Сибироморского бассейна еще одной молодой плитой на киммерийском складчатом фундаменте (см. рис. 4 и 7). Все это подобно тому, как Восточно-Европейская платформа прирастала в палеозое Скифской плитой на байкальском фундаменте, а затем Туранской плитой на герцинском складчатом фундаменте.

4. Характер рисунка контуров прогибов и поднятий в рамках отдельных осадочных бассейнов дают основание судить об унаследованности строением бассейнов структурных особенностей



४



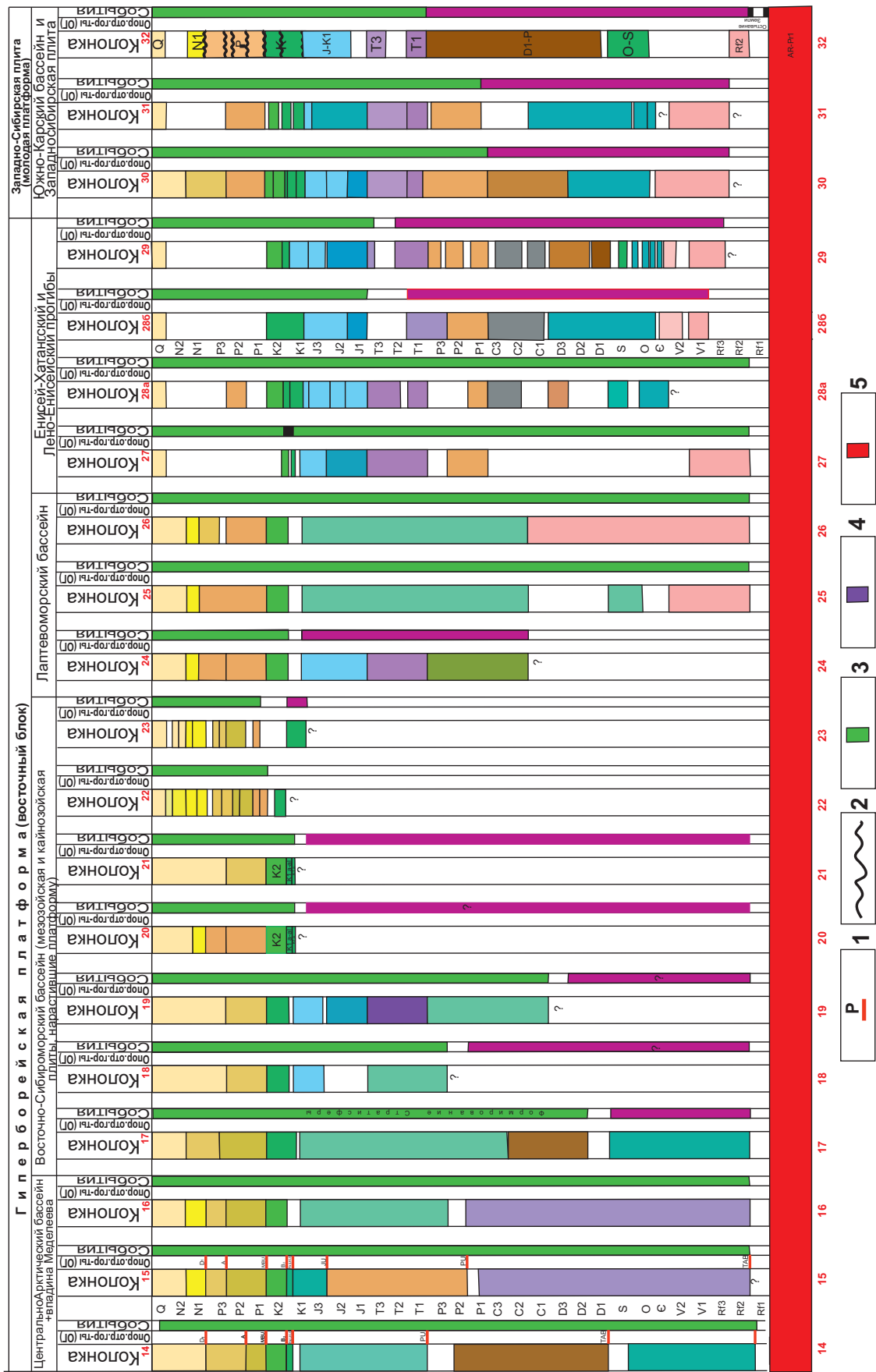
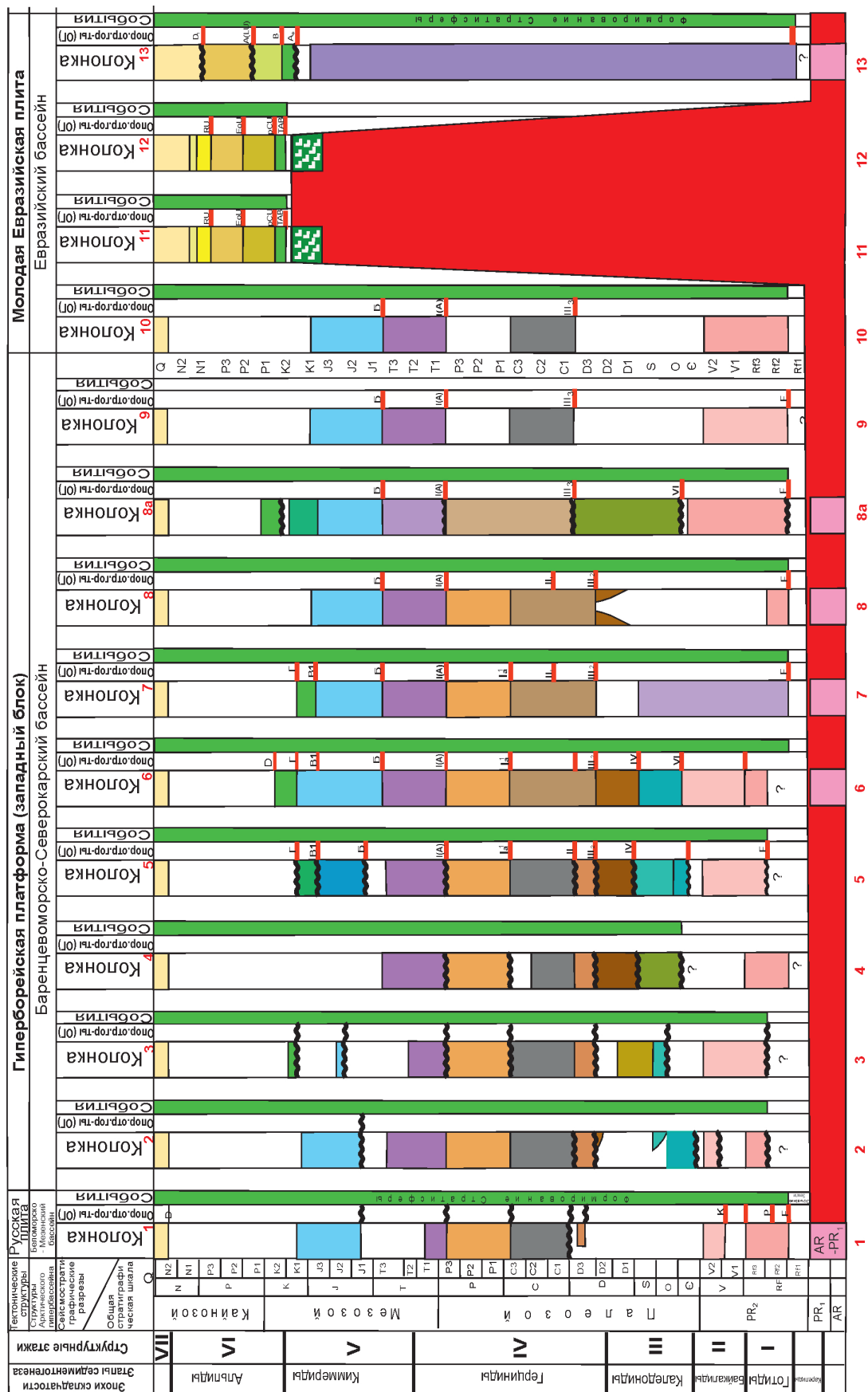


Рис. 6. Корреляционная схема сейсмостратиграфических разрезов осадочных бассейнов российской части Арктического седиментационного гипербассейна
а – начало таблицы, левая часть; б – продолжение таблицы, правая часть
1 – опорные отражающие сейсмические горизонты, их индексы; 2 – региональные несогласия (в колонках на суче соответствуют опорным отражающим сейсмическим горизонтам);
3 – диапазоны времени формирования стратиферы в платформенном и плитном тектоническом режимах; 4 – диапазоны времени проявления процессов тектогенеза (складчатость стратиферных комплексов) и интрузивного магматизма в структурах Арктического гипербассейна; 5 – диапазоны времени формирования земной коры в Арктике



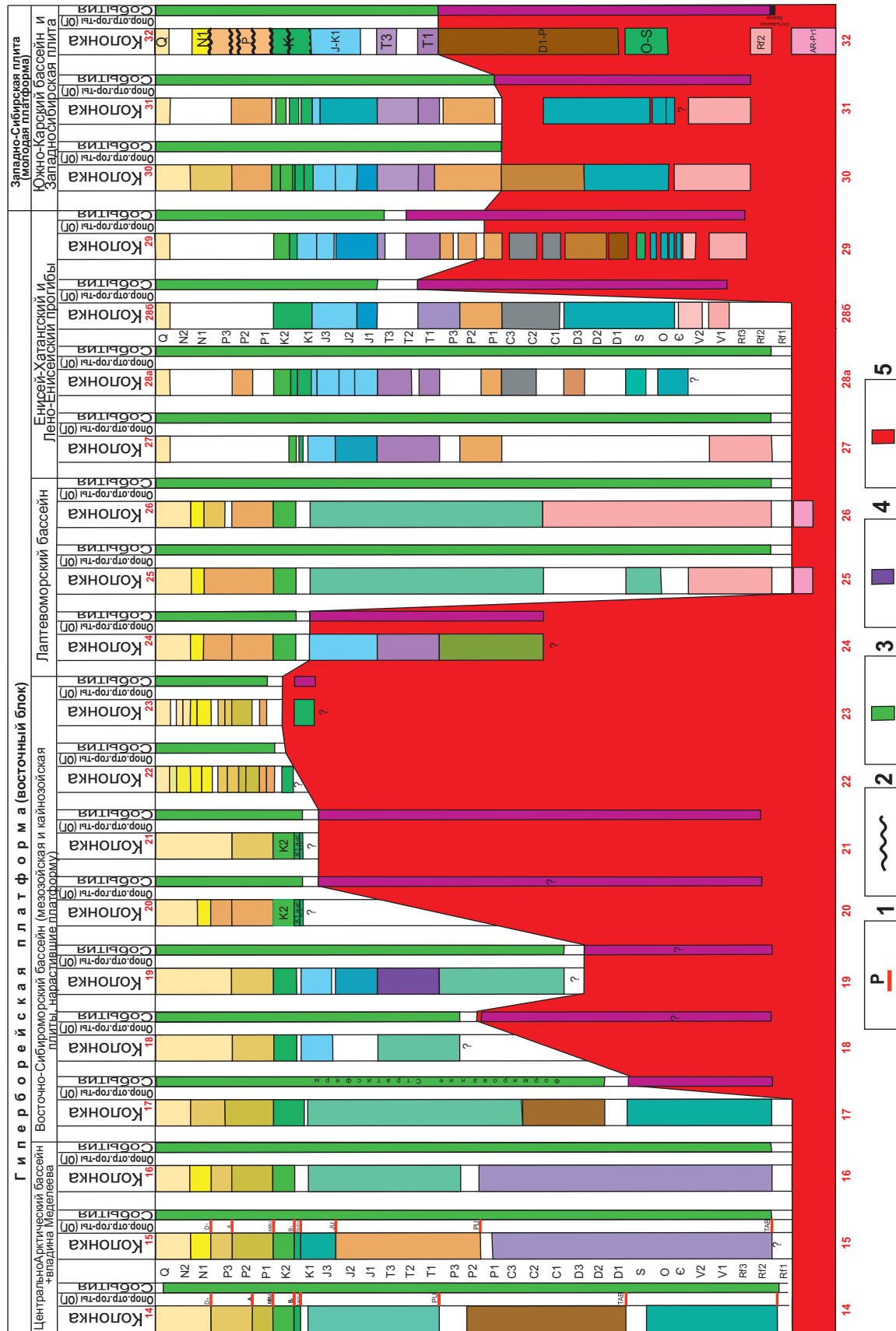


Рис. 7. Возрастные диапазоны субстрата в осадочных бассейнах (залиты красным цветом). Возраст субстрата в колонках 11 и 12 (котловины Нансена и Амундсена соответственно) определяется диапазоном зеленого квадрата с белыми знаками базитов

а – начало таблицы, левая часть; б – продолжение таблицы, правая часть

1 – опорные отражающие сейсмические горизонты, их индексы; 2 – региональные несогласия (в колонках на суше соответствуют опорным отражающим сейсмическим горизонтам); 3 – диапазоны времени формирования стратиферы в платформенном и плитном тектонических режимах; 4 – диапазоны времени проявления процессов тектогенеза (складчатость стратиферных комплексов) и интрузивного магматизма в структурах Арктического гипербассейна; 5 – диапазоны времени формирования субстрата в структурах Арктического гипербассейна.

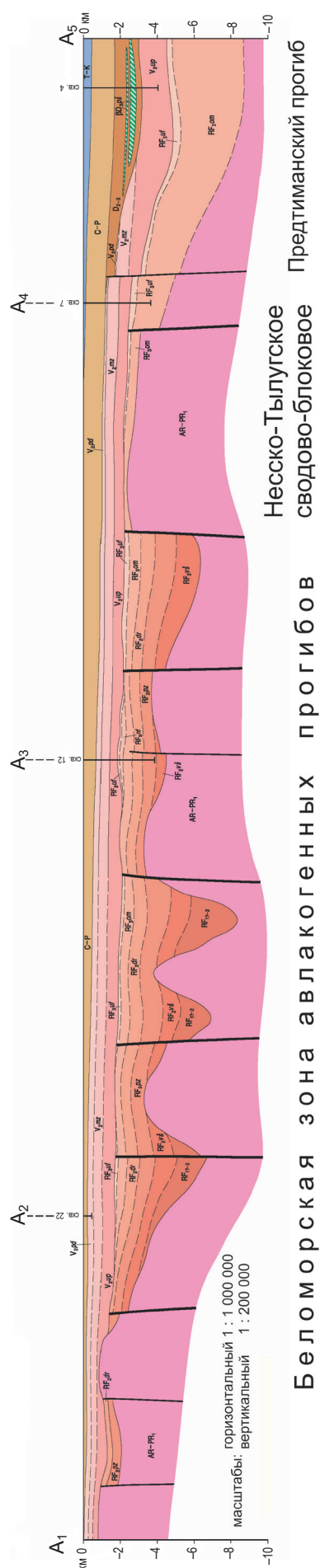


Рис. 8. Геологический разрез по линии A₁–A₅ (по данным [2])
Местоположение линии разреза см. на рис. 1, лист Q-38

субстрата, на котором они закладывались, и о том, что они могут служить основанием для построения тектонической карты (схемы) фундамента, подстилающего осадочный чехол. Наиболее отчетливо взаимосвязь инфраструктуры бассейна и тектоники его фундамента проявилась в Белом море, где структура осадочного чехла похожа скорее на складчатую, чем на плитную: регулярное чередование прогибов («синклиналей») и поднятий («антиклиналей») с осевыми линиями, ориентированными в северо-западном направлении. Лишь геологический разрез (рис. 8) разъясняет истинную природу данного явления: рифейский этап формирования Беломорско-Мезенского бассейна ознаменовался заполнением авлакогенов, унаследованных от складчатых структур субстрата карельского возраста, а вендский этап сnivelировал авлакогенную структуру рифея плитным вендским чехлом. Следовательно, анализ особенностей инфраструктуры бассейнов – косвенный метод познания геологической природы подстилающего их субстрата.

5. Составленная корреляционная схема полезная также и для отслеживания палеогеографических и палеобиогеографических связей Арктического гипербассейна с Тетисом и Пацификой. Устойчивые связи Арктического гипербассейна, установившиеся в мезозое с Атлантикой и Тетисом, в кайнозое сохранились лишь с Атлантикой. В четвертичном периоде Арктический гипербассейн вновь обрел утраченные в позднем мелу акватории Баренцевоморского и Беломорско-Мезенского бассейнов, а через Берингов пролив – связь с Пацификой.

Представленная корреляционная схема позволяет также прочесть сложную историю изменения очертаний Арктического гипербассейна в течение геологического времени. С рифея по триас он был собственно арктическим. В юре через Енисей-Хатангский пролив соединился с Западно-Сибирским ответвлением Палео-Тетиса. По-видимому, в конце позднего мела связь с Палео-Тетисом была утрачена, и Арктический гипербассейн вновь стал собственно арктическим, с осушенным западным блоком Гипербореи, который «прирос» новообразованным Евразийским бассейном.

6. Благодаря появлению концепции «Всеобъемлющая синергетическая тектоника» [5; 6], пришедшей на смену тектоники плит и корреляции широкого спектра сейсмостратиграфических комплексов, выявленных сейсморазведкой в акваториях СЛО, стал понятен свеллинговый генезис и время формирования Евразийской плиты.

7. На корреляционной схеме отчетливо просматривается соотношение тектоно-магматических циклов и периодов седиментогенеза в Арктическом регионе. Каждой эпохе складчатости соответствует определенный этап седиментогенеза, наращивающий объем консолидированной земной коры. На корреляционной схеме (рис. 6) выделяется семь этапов осадконакопления, реализованных в виде семи структурных этажей, дискретно распределенных в пространстве, что отчетливо видно

на схеме мониторингового районирования (рис. 9). Этот содержательный аспект корреляционной схемы обеспечивает фактическую основу тектонических построений в регионе.

Если на топографическую основу Арктического гипербассейна нанести площади распространения всех шести структурных этажей (исключая седьмой – четвертичный), получим однозначно инструментально обоснованную тектоническую карту (схему) осадочного чехла. Самостоятельную структурную (тектоническую) схему субстрата (рис. 10), пополняющую информативность корреляционной схемы и исключаящую эклектичность нередко практикуемых ныне тектонических построений, несложно построить, руководствуясь выявленной выше (см. рис. 8 и п. 4 текста, приведенного выше раздела «Межрегиональная корреляционная схема») зависимостью характера инфраструктурного рисунка бассейнов от тектонической природы субстрата. Дополнение корреляционной схемы тектоническими схемами осадочного чехла и подстилающего субстрата значительно увеличивает набор исходных стартовых моделей, необходимый для организации мониторинга геологической среды конкретного региона. Кроме того, опыт создания двух самостоятельных тектонических схем (чехла и субстрата) должен исключить практику эклектичных тектонических построений при картировании дна акваторий и предоставить возможность использовать тектонические критерии при мониторинговом районировании региона.

Возвращаясь к содержательному рассмотрению схемы мониторингового районирования, следует отметить: анализ данной схемы показывает, что в регионе могут быть обособлены для предстоящего раздельного мониторингового исследования четыре крупных блока: Западный (бассейны 1, 2, 7, 9), Центральный (бассейны 5, 6, 8), Северо-Восточный (бассейн 4) и Северный (бассейн 3), различающихся особенностями геологического строения, времени формирования и истории развития. В зависимости от складывающейся научной, производственной или геополитической конъюнктуры Западный и Центральный блоки могут быть подразделены детальнее на несколько объектов (в разных комбинациях), вплоть до отдельных составляющих их бассейнов.

Основные результаты исследования.

Выполненной работой реализован конкретный подход к созданию региональных и межрегиональных сеймостратиграфических схем. Смысловой анализ представленного макета корреляционной схемы обеспечивает не только всеобъемлющее полное раскрытие всех геологических (геодинамических) процессов в российской части Арктики на протяжении позднепротерозойского и фанерозойского времени. На этой схеме четко высвечивается резкая разница в степени изученности западного и восточного блоков Гиперборейской платформы не в пользу последнего, что позволяет оперативно обозначить и сформулиро-

вать основные задачи дальнейших исследований. Именно в этом заключается прикладная и научная значимость схемы.

Уже сейчас ясно, что при любой детальности геологического картирования без надежно обоснованной современными методами датировки отложений, представленных сейсмокомплексами, невозможно составить правильное представление о геологическом строении исследуемого региона, об истории его геологического развития и, следовательно, о реальном прогнозе его минерагенического потенциала. Сейсмокомплексы выявлены инструментальными методами. Проблемные вопросы их вещественного состава и возраста невозможно решить без наличия образцов слагающих горных пород. Поэтому первоочередной задачей дальнейшего изучения недр морского дна должна стать рационально спланированная и организованная программа бурения минимального количества морских скважин, заложенных с учетом системы сейсмических профилей, которая обеспечит надежно обоснованную передачу датировок возраста ССК из одного бассейна в другие через разделяющие их поднятия.

В связи с этим, учитывая «плотную» геологическую и геофизическую изученность Западно-Сибирской плиты и наличие в этом регионе густой сети разнообразных модификаций сейсмических профилей, а также большого количества глубоких скважин, желательно передать в Роснедра от имени МСК и НРС рекомендацию поручить профильным организациям агентства оперативную постановку НИР с целью поиска (см. п. 2 и раздела «Проблемные вопросы») новых технологий, обеспечивающих обоснованную хронологическую привязку отражающих сейсмических горизонтов (ОГ), разграничивающих сейсмокомплексы, и разработку методик обоснованной передачи «хронологических» параметров этих отражающих горизонтов из одного бассейна в другой через разграничивающие их поднятия. Результаты таких тематических разработок позволят оптимизировать эффективность работ в слабоизученных регионах и снизить, минимизируя объемы буровых работ, финансовые затраты на их проведение.

Результаты выполненной работы (карты изогипс и изопакит, карты структуры гипербассейна, макет Межрегиональной корреляционной сеймостратиграфической схемы) обеспечивают решение одного из отмеченных выше проблемных вопросов, напрямую связанного с предстоящим переходом от третьего поколения полистного геологического картографирования в масштабе 1 : 1 000 000 к мониторинговому исследованию геологической среды (в картографическом формате) площадей более крупных по размерам, чем номенклатурный лист, охватывающих конкретные геоструктуры более высокого иерархического ранга. В акваториях проще, чем на суше, осуществлять районирование крупных площадей в целях мониторинговых работ, поскольку они принадлежат к единой, «живой», все еще продолжающей эволюционировать геодинамической системе,

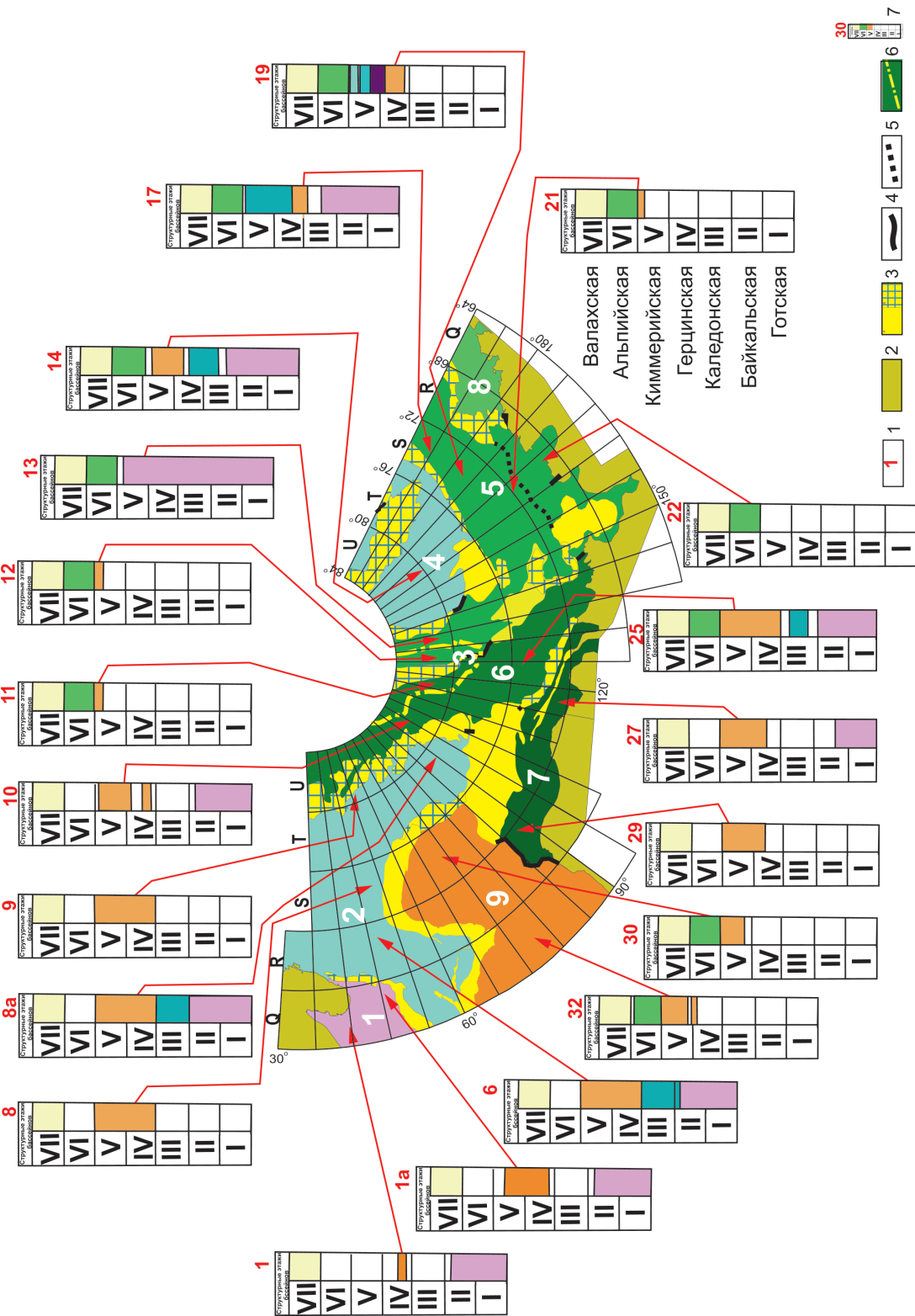


Рис. 9. Схема мониторингового районирования российской части Арктического седиментационного гипербассейна и особенности позатяжного тектонического строения осадочного чехла в седиментационных бассейнах

1 – нумерация осадочных бассейнов; 2 – структуры Балтийского щита, Сибирской платформы, Верхояно-Колымской складчатой области в пределах обрамляющей суши; 3 – поднятия; а) субакваль-но-аквальные, б) субаквальные; 4 – субаквальные продолжения поднятий; 5 – граница между северной и южной частями Восточно-Сибирского-Чукотского бассейна; 6 – границы Нансенской и Амундсовской ветвей Лаптево-Сибирского-Амундсовского бассейнов соответственно; 7 – колонки, иллюстрирующие позатяжное тектоническое строение осадочного чехла бассейнов. В левой части колонок – номера структурных этажей; в правой части – цвет, присвоенный структурным этажам или их сочетаниям

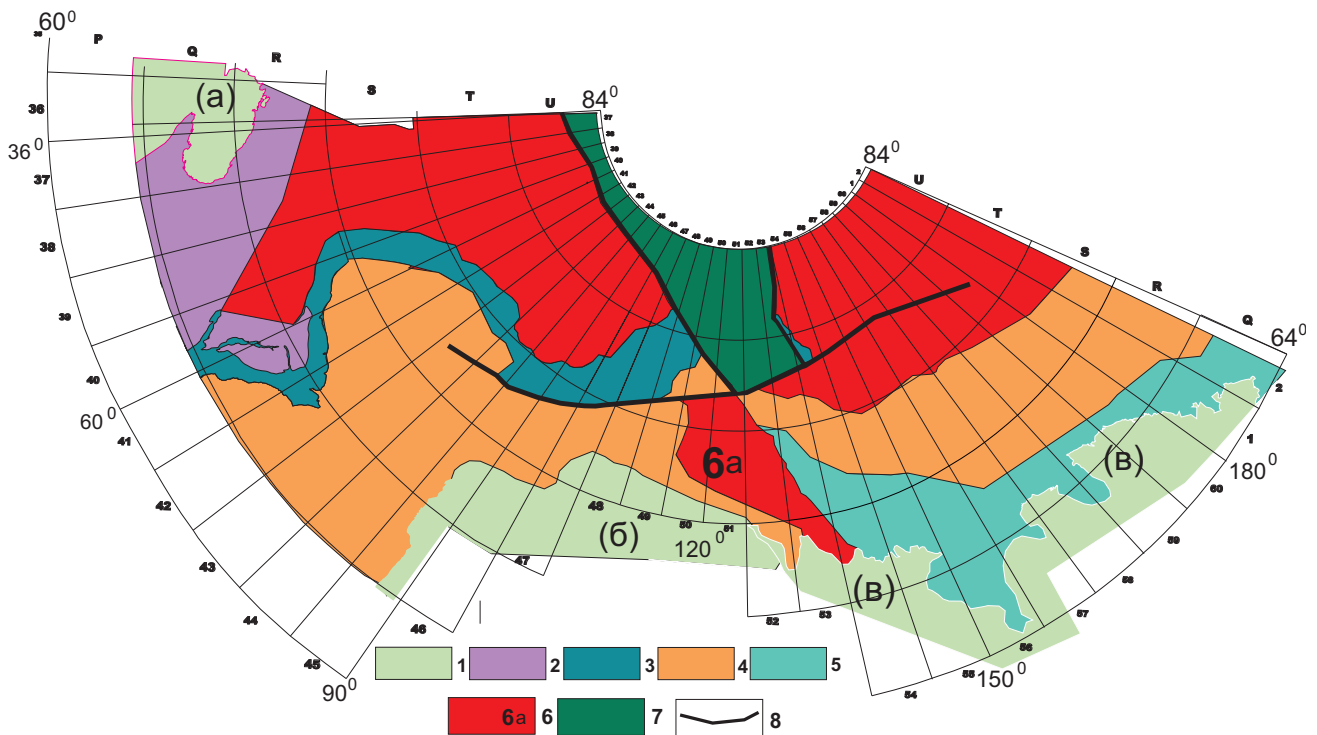


Рис. 10. Структурно-тектоническая схема субстрата в российской части Арктического седиментационного гипербассейна

1 – структуры Балтийского щита (а), Сибирской платформы (б), Верхояно-Колымской складчатой области (в) в пределах обрамляющей суши; 2–5 – складчатые области: 2 – позднекареельская, 3 – байкальская и каледонская, 4 – герцинская, 5 – киммерийская; 6–7 – платформы и плиты: 6 – блоки Гиперборейской платформы, 6а – Усть-Ленский срединный массив, 7 – Евразийская альпийская плита с меловым базитовым фундаментом, 8 – глубинные разломы

в которой седиментационные структуры еще не нарушены деформациями тектоно-магматических процессов. Границы районов (блоков) имеют здесь (как это видно на рис. 9) естественную природу – это осевые линии поднятий, разделяющих Арктический гипербассейн на отдельные бассейны с глубокими депоцентрами осадконакопления. На суше районирование регионов усложняется тем обстоятельством, что палеоструктуры предшествующих геодинамических систем нарушены складчатыми процессами и проявлениями магматизма, и к тому же обычно осложнено наложением структур разновозрастных циклов друг на друга, если развитие региона было полициклическим.

Из всего вышеизложенного следует практически значимый вывод, что мониторинг геологической среды в картографическом формате в акваториях и на суше стоит проектировать и осуществлять отдельно.

Карты изогипс и изопакит, структурные карты гипербассейна, макет Межрегиональной корреляционной схемы, дополненные тектоническими картами (схемами), а также картами минерагенического блока комплексов номенклатурных листов ГК-1000/3, составят обоснованный фактическими данными исходный набор материалов комплексной стартовой модели мониторинга геологической среды приарктических Российских акваторий в картографическом формате масштаба 1 : 1 000 000 и мельче.

Выполненный в данной работе комплексный анализ новейших геологических и геофизических данных однозначно показывает, что Северный Ледовитый океан со всеми его окраинными морями представляет собой единую крупную надпорядковую геоструктуру глобального иерархического ранга – **Арктический седиментационный гипербассейн**, претерпевшую длительную (рифей–квартер), весьма сложную историю эволюции, которая продолжается в наши дни и неизвестно, чем и когда закончится. Неотъемлемой частью этой геоструктуры является и молодая новообразованная Евразийская плита независимо от ее спорного генезиса. Этот вывод имеет важное геополитическое значение для решения задач при установлении внешних границ континентального шельфа (ВГКШ) прибрежных стран. Как известно, важнейшим критерием установления ВГКШ каждой прибрежной страны является обоснование продолжения с прибрежной суши ее геологических структур вглубь акваторий. Поскольку **Арктический седиментационный гипербассейн** является единой надпорядковой геоструктурой, осушенные участки которой в наши дни местами простираются за береговую линию вглубь континентальной суши, то каждая страна, примыкающая к водам окраинных морей СЛО, в равной степени обладает таким обоснованием в интервале линий между пунктами ее границ на морском побережье, соединенными с точкой Северного полюса. Исходя из этого объективного

факта, границы эксклюзивных экономических зон каждого прибрежного государства должны проходить от пунктов их границ на береговой линии до точки географического Северного полюса Земли. Такой подход объективно снимает все спорные вопросы, возникающие при решении данной проблемы. Корреляционная схема сможет служить также вполне приличным справочником по геологии арктических акваторий.

Что касается обозначенных в данной статье проблемных вопросов сейсмостратиграфии, то все они, кроме одного, могут быть решены путем реализации специализированных тематических исследований. Ответ на единственную остающуюся нерешенной проблему – снятия условности определения вещественного состава ССК и геологического времени их формирования – может быть получен только путем реализации специально разработанной программы бурения глубоких морских скважин, заложенных в местах научно обоснованной локализации, обеспечивающей максимальную эффективность бурения.

Выражаю искреннюю благодарность сотрудникам ВНИИОкеангеология Д. А. Горбунову, Д. М. Урванцеву и Е. И. Разуваевой за неоценимую помощь в компьютерном оформлении статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арктический бассейн (геология и морфология) / под ред. В. Д. Каминского. – СПб.: ВНИИОкеангеология, 2017. – 291 с.
2. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Мезенская. Q-38 – Мезень. Объяснительная записка / В. А. Журавлев, В. Ф. Куприн, Л. И. Лукьянова и др. – СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2012. – 311 с.
3. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Океанская. Лист U-57–60 – поднятие Менделеева. Объяснительная записка / П. В. Рекант, Е. А. Гусев, А. А. Черных и др. – СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2016. – 100 с.
4. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Океанская. Листы U-1,2 – хребет Альфа. Объяснительная записка / Е. А. Гусев, П. В. Рекант, А. А. Черных и др. – СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2018. – 90 с.
5. Дундо О. П. Геология и тектоника Арктики в свете новой тектонической концепции // Материалы LII Тектонического совещания. Т. 1. – 2020. – С. 211–217.
6. Дундо О. П. Глобальная система тектонических структур. Конструкция новой геотектонической концепции // Материалы LI Тектонического совещания. Т. 1. – 2019. – С. 199–203.
7. Дундо О. П., Горбунов Д. А., Урванцев Д. М. Структура осадочного гипербассейна Арктики в пределах Прироссийских акваторий Северного Ледовитого океана

(по новейшим геолого-геофизическим данным) // Материалы LIII Тектонического совещания. Т. 1. – 2022. – С. 196–201.

8. Петровская Н. А., Савишкина М. А. Сопоставление сейсмокомплексов и основных несогласий в осадочном чехле шельфа восточной Арктики // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2014. – Т. 9, № 3. – С. 15–41.

9. Слободин В. Я., Ким Б. И., Степанова Г. В. Расчленение разреза Айонской скважины по новым биостратиграфическим данным // Стратиграфия и палеонтология мезо-кайнозоя Советской Арктики. – Л.: ПГО «Севморгеология», 1990. – С. 21–30.

REFERENCES

1. Arkticheskiy basseyn (geologiya i morfologiya). Ed. by V. D. Kaminskiy. St. Petersburg, VNIIOkeangeologiya, 2017, 291 p.
2. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy Federatsii. Mashtab 1:1 000 000 (tret'e pokolenie). Seriya Mezenskaya. Q-38 – Mezen'. Ob'yasnitel'naya zapiska [State geological map of the Russian Federation of the third generation. Scale 1:1 000 000. Mezenskaya series. Sheet Q-38 – Mezen'. Explanatory note]. Eds.: V. A. Zhuravlev, V. F. Kuprin, L. I. Luk'yanova et al. St. Petersburg, Kartograficheskaya fabrika VSEGEI, 2012, 311 p.
3. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy Federatsii. Mashtab 1:1 000 000 (tret'e pokolenie). Seriya Okeanskaya. List U-57–60 – podnyatie Mendeleeva. Ob'yasnitel'naya zapiska [State geological map of the Russian Federation of the third generation. Scale 1:1 000 000. Okeanskaya series. Sheet U-57–60 – podnyatie Mendeleeva. Explanatory note]. Eds.: P. V. Rekant, E. A. Gusev, A. A. Chernykh et al. St. Petersburg, Kartograficheskaya fabrika VSEGEI, 2016, 100 p.
4. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy Federatsii. Mashtab 1:1 000 000 (tret'e pokolenie). Seriya Okeanskaya. Listy U-1,2 – khrebet Alfa. Ob'yasnitel'naya zapiska [State geological map of the Russian Federation of the third generation. Scale 1:1 000 000. Okeanskaya series. Sheets U-1,2 – khrebet Alfa. Explanatory note]. Eds.: E. A. Gusev, P. V. Rekant, A. A. Chernykh et al. St. Petersburg, Kartograficheskaya fabrika VSEGEI, 2018, 90 p.
5. Dundo O. P. Geologiya i tektonika Arktiki v svete novoy tektonicheskoy kontseptsii. *Materialy LII Tektonicheskogo soveshchaniya*. Vol. 1, 2020, pp. 211–217.
6. Dundo O. P. Global'naya sistema tektonicheskikh struktur. Konstruktsiya novoy geotektonicheskoy kontseptsii. *Materialy LI Tektonicheskogo soveshchaniya*. Vol. 1, 2019, pp. 199–203.
7. Dundo O. P., Gorbunov D. A., Urvantsev D. M. Struktura osadochnogo giperbasseyna Arktiki v predelakh Prirossiyskikh akvatoriy Severnogo Ledovitogo okeana (po noveysim geologo-geofizicheskim dannym). *Materialy LIII Tektonicheskogo soveshchaniya*. Vol. 1, 2022, pp. 196–201.
8. Petrovskaya N. A., Savishkina M. A. Sopostavlenie seysmocompleksov i osnovnykh nesoglasiy v osadochnom chekhle shel'fa vostochnoy Arktiki. *Neftgazovaya geologiya. Teoriya i praktika*, 2014, vol. 9, no. 3, pp. 15–41.
9. Slobodin V. Ya., Kim B. I., Stepanova G. V. Raschlenenie razreza Ayonskoy skvazhiny po novym biostatigraficheskim dannym. *Stratigrafiya i paleontologiya mezo-kaynozoya Sovetskoy Arktiki*. Leningrad, Sevmoregeologiya, 1990, pp. 21–30.

Дундо Олег Павлович – доктор геол.-минерал. наук, гл. науч. сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт геологии и минеральных ресурсов Мирового океана им. академика И. С. Грамберга, Английский пр-кт, 1, Санкт-Петербург, Россия, 190121. <dundo@mail.ru>

Dundo Oleg Pavlovich – Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Chief Researcher, Academician I. S. Gramberg All-Russian Scientific Research Institute for Geology and Mineral Resources of the Ocean, 1 Angliyskiy Prospect, St. Petersburg, Russia, 190121. <dundo@mail.ru>