

УДК 551.834/.836(084.3)(268.45+268.52)

Басов В.А.¹, Василенко Л.В.¹, Вискунова К.Г.², Кораго Е.А.¹, Корчинская М.В.¹, Куприянова Н.В.¹, Повышева Л.Г.¹, Преображенская Э.Н.¹, Пчелина Т.М.¹, Столбов Н.М.¹, Суворова Е.Б.¹, Супруненко О.И.¹, Суслова В.В.¹, Устинов Н.В.¹, Устрицкий В.И.¹, Фефилова Л.А.¹

¹ ФГУП «ВНИИОкеангеология» им. И.С. Грамберга, Санкт-Петербург, Россия okeangeo@vniio.ru

² ОАО «Нарьян-Марсейсморазведка», Санкт-Петербург, Россия nmsrspb@sovintel.ru

ЭВОЛЮЦИЯ ОБСТАНОВОК ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ БАРЕНЦЕВО-СЕВЕРО-КАРСКОГО ПАЛЕОБАССЕЙНА В ФАНЕРОЗОЕ

В статье, иллюстрируемой 17 литофациальными и палеогеографическими картами, рассматривается эволюция обстановок осадконакопления Баренцево-Северо-Карского палеобассейна с позднего девона по ант.

Ключевые слова: Баренцево и Карское моря, литофациальные и палеогеографические карты, девон-пермь, триас-ант

Цель настоящих исследований заключалась в комплексной переинтерпретации всех доступных геолого-геофизических материалов, подготовке геологического обоснования для выработки стратегии поисков залежей углеводородов в нефтегазоносных бассейнах Баренцево-Северо-Карской плиты. Работы выполнены в 2001-2002 гг. в ФГУП «ВНИИОкеангеология». Научное руководство исследованиями осуществлял академик И.С.Грамберг.

При проведении работ использованы все опубликованные и фондовые материалы, отражающие геологическое строение Западно-Арктического шельфа, в том числе данные по скважинам глубокого и мелкого бурения на шельфе России и Норвегии, результаты бурения скважин на арх. Свальбард, а также результаты личного участия сотрудников ВНИИОкеангеологии в геологических экспедициях на арх. Земля Франца-Иосифа (1995, 2000 гг.), арх. Новая Земля (1974-1988 гг.) и Шпицберген (1976, 1977 гг.). Уточнена с использованием геофизических, прежде всего, сейсмических, данных, модель геологического строения плиты.

Литолого-фациальные характеристики и глубины погружения отложений, к которым могут быть приурочены потенциальные коллекторы, покрышки и нефтегазоматеринские толщи, выступают в качестве главных критериев для прогноза нефтегазоносности. Для определения глубины палеобассейнов осадконакопления, как одного из критериев определения фациальной зональности, был использован детальный палеобиогеографический анализ органических остатков, позволивший более надежно диагностировать фациальную

приуроченность отложений в изученных бурением районах шельфа и экстраполировать выявленные общие закономерности строения на неизученные части акваторий.

Был проведен анализ пространственного расселения различных групп ископаемой фауны и флоры на территории Западно-Арктических шельфов с целью выявления обстановок их обитания для последующего использования при диагностике фаций. Результаты анализа отражены на прилагаемых палеогеографических картах.

Результаты детального литолого-фациального анализа представлены в виде серии литолого-фациальных карт и являются основой для последующего прогноза нефтегазоносности. Карты построены по тем подразделениям, которые представляют нефтегазопроисловый интерес на большей части шельфа Баренцева моря.

Палеозойский этап

Структурная перестройка, начавшаяся в девонское время на территории Западно-Арктической метаплатформы, привела к образованию в позднем девоне сложной рифтогенной системы, предопределившей характер осадконакопления на всей территории Арктического супербассейна и создавшей благоприятные условия для формирования нефтегазоматеринских толщ, коллекторов и покрышек. После выровненных условий мелководной морской седиментации в раннем девоне, в среднем девоне закладывается, а в позднем девоне окончательно оформляется дифференцированное прогибание и расчленение шельфа на крупные осадочные бассейны. Формируются долгоживущие области стабильного карбонатного, либо карбонатно-терригенного шельфа и глубоководных впадин с широким спектром промежуточных палеообстановок. Структурно-формационную зональность осадочного чехла Баренцевской плиты определяет Восточно-Баренцевский мегапрогиб, разделяющий Центральную зону поднятий и Предновоземельскую складчатую область.

В развитии Баренцево-Северокарского шельфа во второй половине палеозоя выделяются три этапа: 1) позднедевонский-раннекаменноугольный, 2) среднекаменноугольный-раннепермский (верхняя граница скользит в пределах сакмарского-артинского ярусов) и 3) ранне-(артинско-кунгурско)-позднепермский. Первые два этапа соответствуют верхнедевонскому-нижнепермскому сейсмостратиграфическому комплексу (ССК), выделенному на акватории, а третий этап - нижней части верхнепермско-триасового ССК.

Литостратиграфическое описание отложений на Баренцево-Северокарском шельфе начинается с верхов нижнефранского подъяруса. В Тимано-Печорской провинции и в Пай-Хойско-Новоземельском регионе ранний фран - это время прекращения вулканической деятельности, обширной трансгрессии, распространявшейся со стороны Уральского

палеобассейна, образования морского бассейна и значительного сокращения площадей, занятых сушей. Обратная картина наблюдается в Североземельском районе и на Шпицбергене – там происходит регрессивное развитие бассейна с полным его замыканием в фаменское время. Промежуточное положение занимает акваториальная часть Баренцевского шельфа – чередование глубоких впадин (Южно-, Северо- и Восточно-Баренцевская, Нордкапская и Северо-Карская) и разделяющих их седловин и поднятий (Центрально-Баренцевское, Персея, свод Федынского и др.).

Представления о литофациальной зональности в середине и конце палеозоя отражены на литолого-палеографических картах выборочно для среднего-позднего франа (рис. 1), раннего визе (рис. 2), ассельско-сакмарского (рис. 3) и уфимского интервалов (рис. 4). Границы литофациальных зон иногда совпадают с границами тектонических элементов, но чаще не являются резкими, а соответствуют участкам постепенных фациальных замещений.

В интервале времени от конца раннего франа по фамен включительно выделяется пять литофациальных зон, соответствующих обстановкам осадконакопления от морских глубоководных до прибрежных континентальных. Депоцентр глубоководной впадины располагается в восточной части Пай-Хойско-Новоземельского региона. Условно, как относительно глубоководный, выделен Южно-Северобаренцевский прогиб. Прилегающая к прогибам область представляет собой внешний шельф и материковый склон. Далее к юго-западу, северо-западу и северо-востоку происходит постепенная смена фаций через мелководно-морские, прибрежно-морские и прибрежно-континентальные к областям поднятой суши-источникам терригенного материала.

Зона морских глубоководных отложений характеризуется разрезами Рогачевской и Карской структурно-формационных зон (СФЗ) Новой Земли [Соболев, Щеколдин, 1982; Соболев, Устрицкий, Черняк, 1985; *Тектоника и металлогения...*, 1992; *Государственная геологическая...*, 1999]. Они представлены отложениями меньшиковского горизонта франского яруса и саханинского и харловского горизонтов фаменского яруса. Разрез сложен гемипелагическими илами доманикоидного типа. Тёмноцветные разности пород содержат повышенное количество рассеянного Сорг [Непомилуев, 1982] и являются потенциально нефтематеринскими. Морская фауна представлена гониатитами, дакриоконаридами, фораминиферами и конодонтами, надёжно определяющими франско-фаменский возраст толщи.

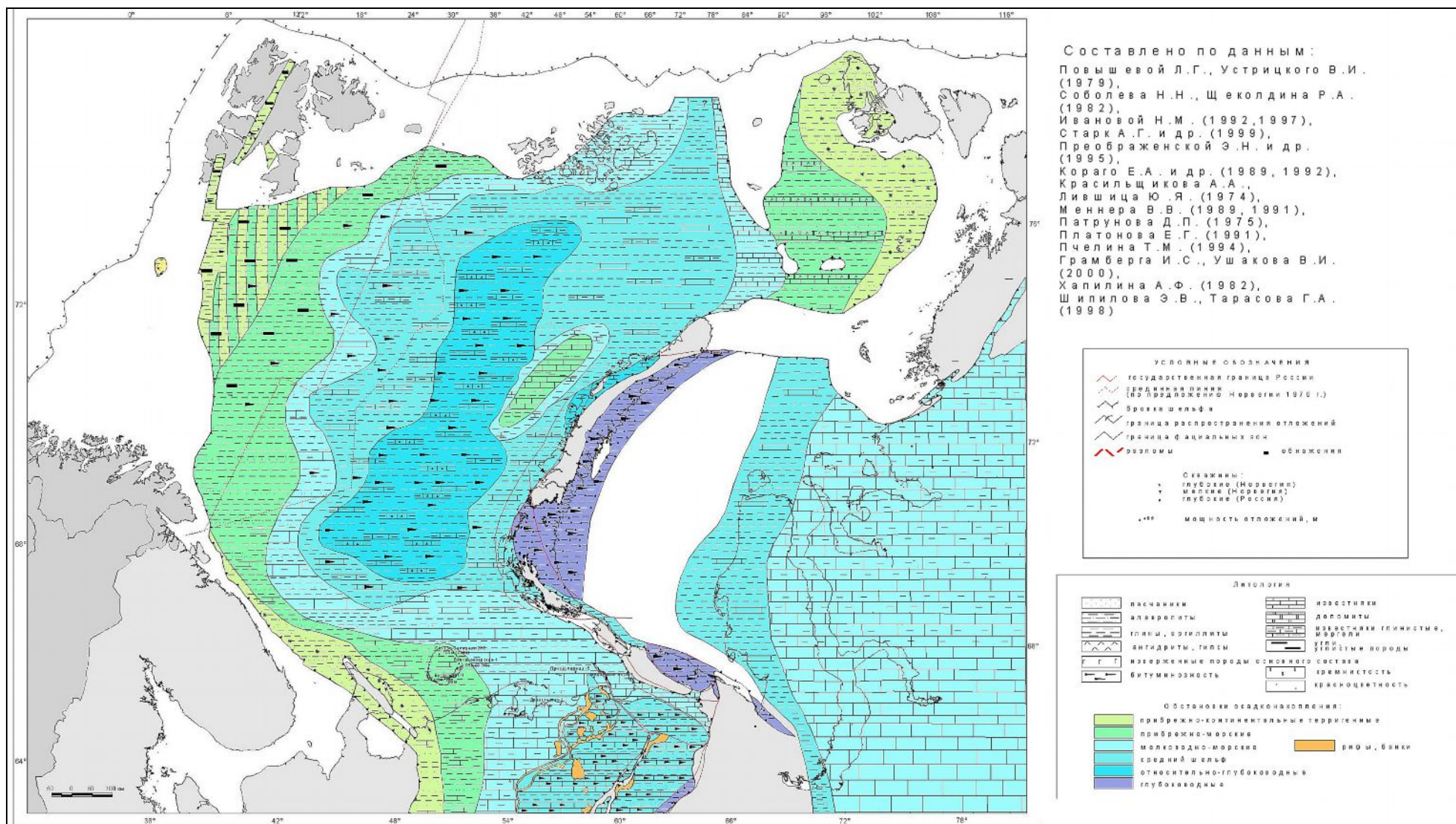


Рис. 1. Литолого-фациальная карта верхнедевонских отложений

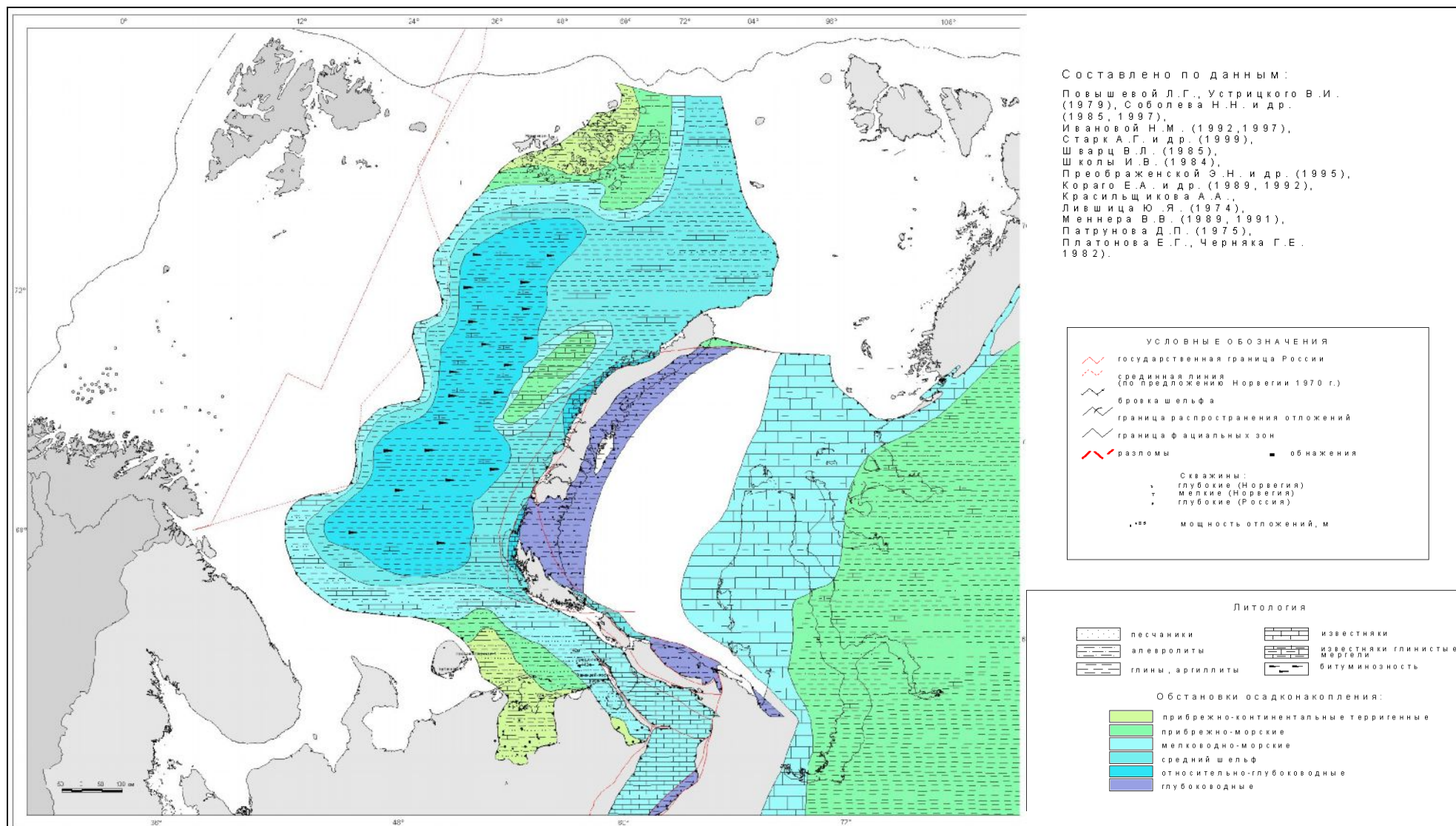


Рис. 2. Литолого-фациальная карта нижневизейских отложений

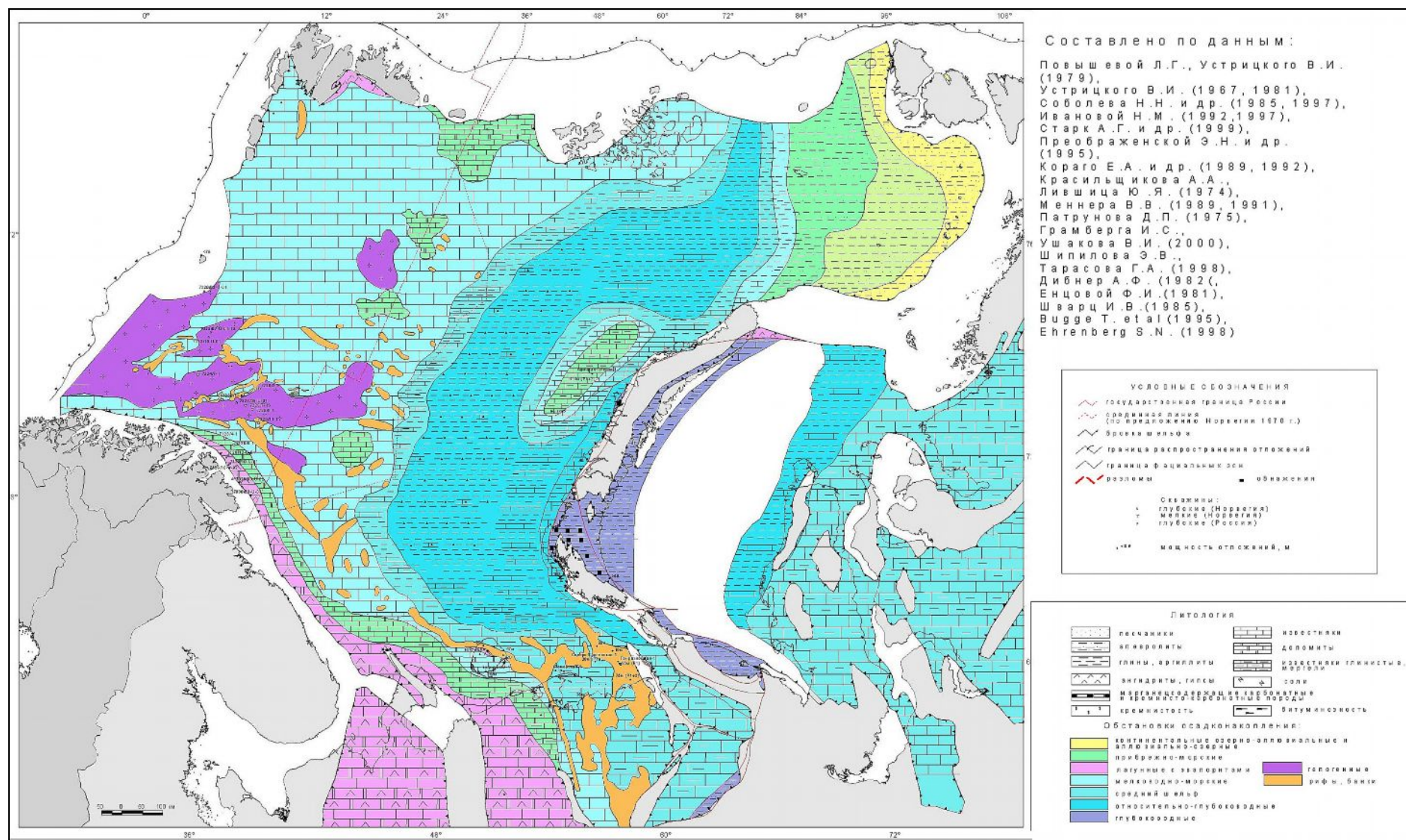


Рис. 3. Литолого-фациальная карта ассельско-сакмарских отложений

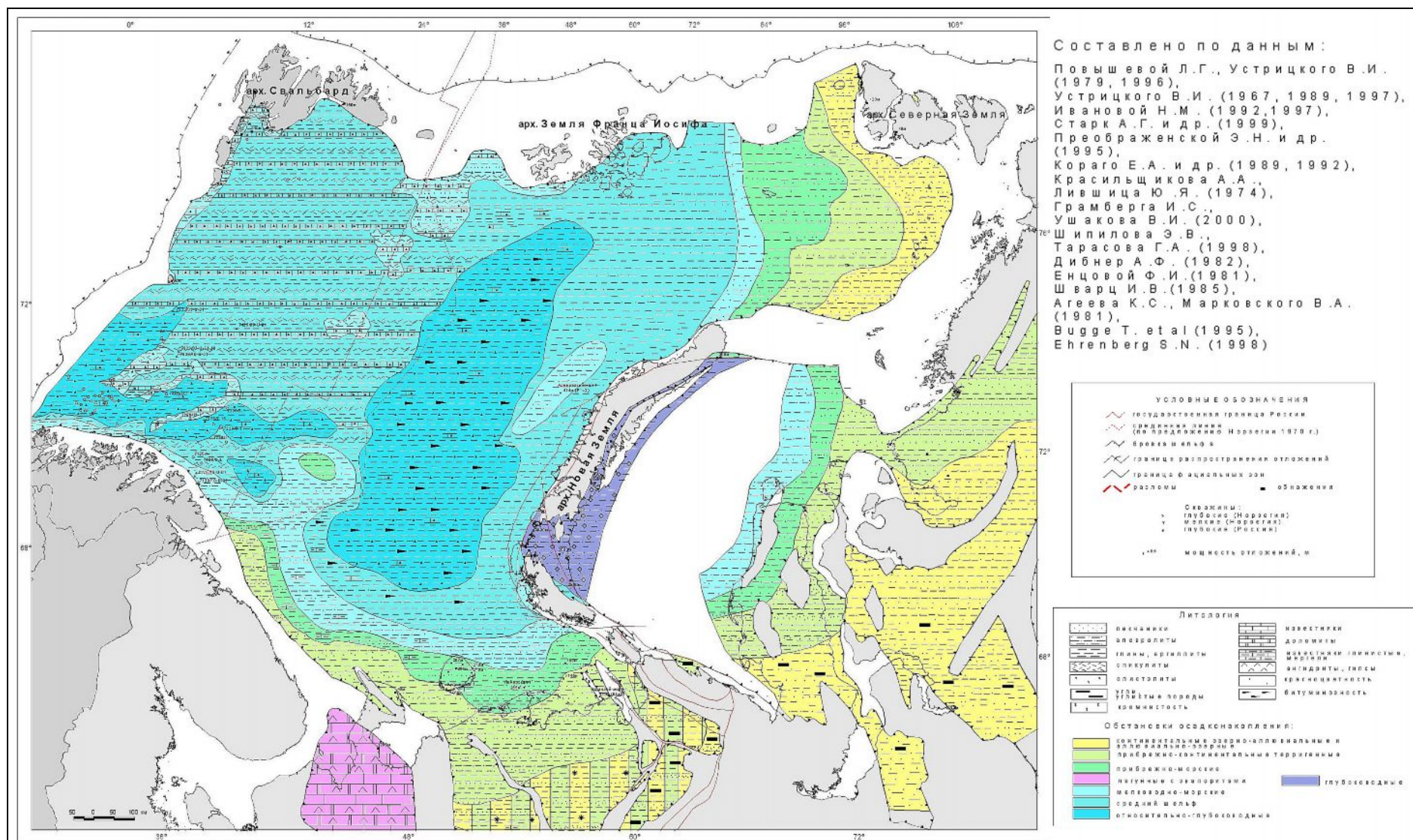


Рис. 4. Литолого-фациальная карта уфимских отложений

Аналогичный тип отложений предполагается в глубоководной части Южно- и Северо-Баренцевской впадин, где в силу удалённости от областей размыва и сноса должны отлагаться конденсированные карбонатно-глинисто-кремнистые осадки черносланцевого типа предположительной мощностью в первые сотни метров.

Зона относительно глубоководного осадконакопления в условиях внешнего шельфа, материкового склона и изолированных иловых впадин охватывает большую часть Баренцевского шельфа вокруг глубоководных впадин и восточную часть Тимано-Печорской провинции, примыкающую к Предуральскому прогибу. Наиболее полно отложения этой зоны изучены на западе Южного острова Новой Земли и в Варандей-Адзвинской зоне депрессий. Промышленная нефтегазоносность верхнедевонских отложений в Тимано-Печорской провинции (ТПП) обусловила высокую детальность литостратиграфического расчленения разреза: в составе ярусов выделены горизонты и подгоризонты, прослежена фациальная изменчивость в пределах каждой структуры. Общая мощность среднефранских-фаменских отложений от 50-300 м в районе Новой Земли до 1000 м в Варандей-Адзвинской зоне прогибов.

Зона мелководных морских отложений внутреннего шельфа охватывает западную часть ТПП, большую часть Печорского моря [Преображенская и др., 1988; Преображенская, Устрицкий, Бро, 1995] и юг Новой Земли [Платонов, Черняк, 1982; Соболев, Щеколдин, 1982]; прогнозируется вдоль Баренцевского мегапрогиба, окаймляя его с запада до Земли Франца-Иосифа и с востока от северной оконечности Новой Земли в меридиональном направлении. Фаунистическая характеристика отложений зоны мелководного шельфа чрезвычайно богата: преобладают комплексы бентосной фауны: брахиоподы, фораминиферы, кораллы, криноидеи, а также аммоноидеи, остракоды, конодонты, водоросли, строматопоры, споры и пыльца растений. Перспективы нефтеносности в этой зоне невысокие, из-за отсутствия экранирующих горизонтов.

Зона рифогенных образований и органогенных построек приурочена к границе шельфа (юг Новой Земли, Денисовский прогиб, Печоро-Кожвинский мегавал ТПП) или бортам иловых впадин (Колвинский мегавал, Хорейверская впадина). Верхнедевонские рифогенные образования в ТПП развивались в ряд этапов, которые соответствуют четырём трансгрессивно-регрессивным циклам третьего порядка: это доманиковское (D_3f^2), сирачойское, евлановско-ливенское (D_3f^3) и средне-позднефаменское (D_3fm^{2-3}) время. Они представляют собой серии рифовых массивов различной морфологии и степени сложности: одиночные изолированные постройки, барьерные системы, рифовые холмы, небольшие рифовые платформы, биогермы, толщи облекания биостромного строения, карбонатные

банки [Буданов, 1987; Меннер, 1989; Преображенская, Устрицкий, Бро, 1995; Кузнецов, 1996]. Мощность массивов колеблется от нескольких десятков до 500 м. Чередование в описываемой зоне рифогенных тел и сопутствующих им отложений регрессивных фаз (коллекторов) с пачками и пластами депрессионных битуминозных кремнисто-глинисто-карбонатных пород (покрышек) обуславливает максимальную перспективность региона в отношении нефтегазоносности. Структуры, включающие органогенные постройки, простираются более чем на 1000 км в Печорское море до широты северной оконечности о. Колгуева - о. Матвеева. По данным сейсморазведки, аномалии типа «риф» прослежены в восточной части шельфа, где они контролируют границу некомпенсированной мегавпадины [Баренцевская шельфовая..., 1988; Иванова, 1992]. Возможности прогноза органогенных структур в западной части Баренцевского шельфа весьма ограничены.

Зона прибрежно-морского осадконакопления располагается к западу и к востоку от зоны мелководно-морского осадконакопления, оконтуривающей Баренцевский мегапрогиб, а также на территории Малоземельско-Колгуевской моноклинали. Разрезы этой зоны изучены в скважинах на о. Колгуев [Преображенская, Устрицкий, Бро, 1995]. Интервал $D_3f_1^3$ –fm вскрыт скважинами Бугринская-1, Западно-Песчаноозёрская-1, Песчаноозёрская – 4, 8, 46, Северо-Западная-202 и скважинами в пределах Малоземельской моноклинали, Шапкино-Юрьяхинского вала и Печоро-Кожвинского мегавала.

Верхи нижнего франа (тиманский горизонт, надбазальтовые слои) сложены красноцветными терригенными породами регрессивной фазы: песчаниками с рассеянной галькой, алевролитами, аргиллитами. Средний фран (саргаевский и доманиковый горизонты), вскрытый в ТПП, сложен преимущественно аргиллитами с прослоями алевролитов, песчаников, известняков и доломитов, отлагавшихся в трансгрессивную фазу осадконакопления. Локально в основании присутствуют прослои брекчий и бобовых железняков. Фаменская часть разреза представлена двумя трансгрессивно-регрессивными циклами, соответствующими двум подъярусам. Нижние части циклов сложены морскими известняками, в том числе водорослевыми, мшанково-криноидными, ооидными, онколитовыми, органогенно-обломочными, в разной степени доломитизированными, с прослоями мергелей, включениями пирита, ангидрита, барита. Верхние части циклов сложены лагунно-морскими и континентальными терригенными породами: песчаниками и алевролитами, аргиллитами и аргиллитоподобными глинами, реже известняками и доломитами с прослоями лимонитовых и лептохлоритовых оолитовых разностей. В самых верхах разреза есть красноцветные аргиллиты, переходящие в красно-коричневые и синевато-чёрные гематитовые породы, видимо, представляющие кору выветривания.

Зона прибрежно-континентальных отложений прослежена по периферии региона: на юго-западе в приконтинентальной части Малоземельско-Колгуевской моноклинали; на северо-западе на арх. Шпицберген в пределах «девонского грабена» и о. Медвежий; и на северо-востоке в западной фациальной зоне арх. Северная Земля и прилегающей части шельфа. Наиболее детально описан разрез в районе долины Мимер в центральной части о. Западный Шпицберген [Пчелина, 1994].

На о. Медвежий интервал сложен ритмичной угленосной толщей, трансгрессивно перекрывающей докембрийские породы [Gilberg, Steel, 1981]. В основании разреза залегает пачка базальных конгломератов, выше выделяются несколько двучленных ритмов, начинающихся грубозернистыми и завершающихся тонкозернистыми породами с поверхностями размыва на границе. Мощность верхнего девона 390-450 м.

Норвежский сектор шельфа слагают позднедевонские прибрежно-морские терригенные породы с конгломератами в основании [Geology and Petroleum..., 1996]. Разрез на моноклинали Финмарк представлен континентальными песчаниками с пачками конгломератов. Для синеклизы Бьярмеланд характерны доломиты с включениями ангидрита, а в Нордкапском прогибе среди ангидритизированных доломитов встречаются тела калийных солей.

В акваториальной части ТПП верхнедевонские терригенно-карбонатные отложения входят в состав сейсмостратиграфического комплекса V (подкомплексы V^1 и V^2), общий объём которого $D_3f^2 - C_1t$. Границами подкомплексов служат отражающие горизонты III- f_1 снизу и II-III сверху. На акватории Баренцева моря [Баренцевская шельфовая..., 1988] с верхнедевонских отложений начинается второй позднедевонский-раннепермский ССК, подошвой которого служит отражающий горизонт III₂, имеющий характер несогласия эрозионного типа с элементами налегания в подошве. Он отождествляется с поверхностью регионального предфранского размыва. Характерные черты горизонта III₂ выдерживаются в Предновоземельской области, в пределах Центральной зоны поднятий и в бортовых частях Восточно-Баренцевского мегапрогиба, что позволяет соотносить его с подошвой верхнего девона на всей исследуемой площади.

Каменноугольные отложения, широко распространенные в регионе, изучены в обнажениях на островном обрамлении шельфа и вскрыты глубокими скважинами в ТПП, в Печорском море, на о. Колгуев, на о. Эдж и арх. Земля Франца-Иосифа, мелкими скважинами в Норвежском секторе Баренцева моря. Часто они залегают с размывом на разновозрастных толщах нижнего и среднего палеозоя и только на Новой Земле и в

единичных разрезах ТПП и о. Колгуев отмечается согласное залегание на породах верхнего девона.

Литолого-фациальный состав нижнекаменноугольных отложений значительно меняется по площади от терригенных континентальных на севере и западе к терригенно-карбонатным лагунно-морским и карбонатным морским на юге, юго-востоке и глинисто-кремнисто-карбонатным на востоке. После завершения позднедевонской трансгрессии с началом карбона связана регрессивная фаза, достигшая своего максимума в начале визейского века (см. рис. 2). В результате значительно уменьшился в своих размерах морской бассейн, вся западная часть Баренцевского и восточная Северо-Карского шельфа оказались вне зоны осадконакопления, а в пределах ТПП повсеместно происходил размыв турнейских и фаменских отложений. Последовавшая затем трансгрессия привела к возобновлению морского осадконакопления на большей части Западно-Арктического региона. На протяжении всего карбона формирование осадков происходило в условиях прибрежно-континентальной равнины, литорали, лагун, внутреннего и внешнего шельфа; материкового склона и относительно глубоководных изолированных впадин, подножия склона и ложа бассейна.

Морские глубоководные условия подножия склона, абиссали и иловых впадин существовали на территории Рогачевской и Карской СФЗ Новой Земли, на востоке Пай-Хоя и юго-востоке Предуральского прогиба в турнейско-ранневизейское время [Платонов, Черняк, 1982; *Осадочные палеозойские...*, 1986]. В батимальной обстановке (ниже уровня карбонатной компенсации) здесь отлагалась толща доманикоидного типа с высоким содержанием в породах пирита и сапропелевого ОВ [Непомилуев, 1982]. Близкие по составу чёрные глинистые и кремнистые гемипелагические осадки с высоким содержанием РОВ предполагаются в центральной части Баренцевского мегапрогиба, где сохранялись условия застойной впадины с сероводородным заражением при отсутствии циркуляции вод и привноса обломочного материала.

Относительно глубоководные отложения континентального склона формировались на протяжении всего раннего карбона вдоль западного борта Новоземельского бассейна и в средневизейское-серпуховское время на остальной его площади. Этот тип отложений представлен пачками переслаивания илово-зернистых часто послойно окремнённых известняков, калькаренитов, аргиллитов, фтанитов, алевроитистых силицитов с горизонтами и линзами известняковых конглобрекций и гравелитов. В восточной части бассейна в среднем-позднем визе отлагались карбонатные турбидиты, а в серпуховское время – мощное тело

полимиктовых и слюдисто-кварцевых песчаников и алевролитов, идентифицируемых с фациями песчаных контуритов у подножия склона.

Морские отложения внешнего шельфа, фрагментарно описанные на западе и юго-востоке Новой Земли, охватывают интервал всего нижнего карбона. Возможно их продолжение на обрамлении Южно- и Северо-Баренцевского прогибов и на площади Восточно-Баренцевского прогиба. В новоземельских разрезах характерно преобладание светлых известняков: биокластовых, биогенных и биогермных, пелитоморфных, кремнистых, глинистых, доломитистых, песчанистых.

Мелководно-морские отложения внутреннего шельфа развиты в восточной части Печорского моря и материковой части ТПП, вскрыты скважинами Приразломная-1, Варандей-2, Варандей-море [*Государственная геологическая...*, 1999]. Они приурочены к нижнетурнейскому подъярусу и верхневизейскому-верхнесерпуховскому (протвинский горизонт) подъярусам. Турнейский интервал имеет терригенно-карбонатный состав. Разрез визе-серпухова в целом имеет трансгрессивный характер. Мелководно-морские осадки преобладают в разрезе от бобриковского горизонта нижнего визе до протвинского горизонта верхнего серпухова, исключение составляет тарусско-стешевский интервал, когда на севере и в акваториальной части ТПП (скв. Приразломная, Песчаноозёрская-3,4) были лагунные условия седиментации [*Баренцевская шельфовая...*, 1988; Преображенская, Устрицкий, Бро, 1995].

Прибрежно-морские и литоральные отложения установлены на севере Усть-Печорской депрессии и Варандей-Адзвинской зоны. Предполагается их продолжение в Печорском море, а также в северо-западной части Северо-Карской плиты [Богацкий, 1990]. Литоральные условия с периодическими осушениями могли существовать на положительной структуре Адмиралтейского вала. Локально в пределах ТПП прибрежно-морские условия существовали в раннетурнейское и ранневизейское время, когда формировалась существенно терригенная толща с трансгрессивно-регрессивным характером осадконакопления.

Прибрежно-континентальные и континентальные отложения развиты на востоке Баренцевского шельфа, фрагментарно на крайнем севере (арх. ЗФИ, скв. Нагурская) и юго-западе в районе Печорской синеклизы. В Нагурской скважине вскрыта терригенная угленосная толща видимой мощностью 102 м с растительными остатками позднего визе - раннего серпухова. В ТПП прибрежно-континентальными фациями представлены отложения верхов нижнего - низов верхнего визе (бобриковский - низы алексинского горизонта) в Ухтинском, Печоро-Кожвинском и Большеземельском районах. На акваторию Печорского

моря они прослеживаются только на продолжении Большеземельского свода до широты северной оконечности о. Колгуев.

Этап, характеризующий отложения среднего карбона-сакмарского яруса нижней перми, отличается от предыдущего понижением окружающих Баренцевский шельф областей размыва и общей трансгрессией. Начиная со второй половины среднего карбона, установился период относительной стабилизации с преимущественно платформенным режимом с развитием обширного карбонатного шельфа, занимающего большую часть Баренцево-Северо-Карского региона [*Баренцевская шельфовая...*, 1988]. После кратковременной регрессии на рубеже раннего и среднего карбона морские условия осадконакопления распространились на территорию всей ТПП. На протяжении всего этого времени существуют близкие условия осадконакопления, фациальная зональность не претерпевает значительных изменений. По-прежнему на востоке и в Баренцевском мегапрогибе сохраняются глубокие впадины с депрессионными фациями, вся западная и южная части региона представляют собой мелкий карбонатный рамп, переходящий на юго-западе в обширную лагуну. Участки шельфа, примыкающие к невысоким сушам на севере, северо-востоке и западе-юго-западе, развиваются в условиях прибрежно-морской и прибрежно-континентальной равнины с изолированными лагунами и засоленными водоёмами (см. рис. 3).

Многочисленные рифогенные постройки разнообразной морфологии и продукты их разрушения вскрыты скважинами и описаны в обнажениях вдоль борта Предуральского прогиба, на валах ТПП и на о. Колгуев. По материалам глубокого бурения и данным сейсморазведки, они трассируются на акваторию Печорского моря и далее на Баренцевский шельф, окаймляя с юга и запада систему глубоководных впадин. Площадное развитие рифов установлено на платформе Финмарк и Кольской моноклинали, цепочки рифовых тел протягиваются к северу до Шпицбергена, подчёркивая таким образом внешнюю и внутреннюю границу карбонатной рампы [Lønøy, 1988; Иванова, 1992; Beauchamp, 1993; Bruce, Toomey, 1993; *Geology and Petroleum...*, 1996; Blendinger et al., 1997]. Развитие рифов и продуктов их разрушения предполагается также и в центральной части рампы, на его отмелях и карбонатных банках, т.е. во всей западной части региона между прибрежно-морскими и лагунными фациями, с одной стороны, и глубоководными впадинами - с другой. Тела рифов сложены чаще всего палеоаплизинами (гидроидные полипы), тубифитесами или филоидными водорослями, иногда с участием мшанок и фораминифер. Продукты разрушения рифов представлены органогенно-обломочными и плотными тонкодетритовыми известняками, пористыми (вакстоуны и пакстоуны), обломочными песчаными

(калькаренины) и гравелитовыми (грейнстоуны) разностями. Вмещающие биогермные постройки породы представлены переслаиванием детритовых, биоморфно-детритовых, шламовых и тонкозернистых типов известняков. Внутри рифогенных образований отмечаются кавернозные карстовые поверхности. Богатейшие комплексы рифообразующей и бентосной фауны обеспечивают стратиграфическую разбивку всего интервала вплоть до горизонтов.

Зона прибрежно-морских и сопряженных с ними лагунных отложений с эвапоритами занимает всю западную часть ТПП и протягивается узкой полосой на северо-запад по Кольско-Норвежской моноклинали, примыкает к невысоким сушам на западе, севере и северо-востоке региона. Во всех разрезах фиксируются перерывы на границе ярусов. Участки прибрежно-морских равнин с сетью изолированных и сообщающихся лагун выполнены типично зарифовыми фациями - известняками глинистыми тонкослоистыми, детритовыми, органогенно-обломочными и оолитовыми, а также доломитами, мергелями, светло-серыми, почти белыми ангидритами и гипсами с прослоями кремней и терригенных пород от аргиллитов до конгломератов. Для пород этой зоны характерно развитие процессов доломитизации, ожелезнения, окремнения, засорения тонко- и мелкозернистым терригенным материалом, количество которого увеличивается вверх по разрезу.

На крайнем западе региона (о. Медвежий и Западный Шпицберген) отложения соответствуют литоральным прибрежно-континентальным фациям. Для них характерен поликомпонентный состав, наличие перерывов в основании и внутри разреза, значительная латеральная изменчивость, трансгрессивное залегание. Породы представлены красноцветными, пестроцветными и сероцветными песчаниками и аргиллитами с прослоями конгломератов, известняков и доломитов. В замкнутых участках Баренцевского шельфа (Нордкапский прогиб и др.) широко проявился галокинез. Накопление солей наиболее интенсивно происходило в раннепермское время. Структуры соляных куполов подтверждены сейсмическими данными [Иванова, 1992; *Geology and Petroleum...*, 1996].

Каменноугольно-нижнепермская толща прослеживается в волновом сейсмическом поле по акватории всего региона. Нерасчленённые отложения C-P₁ образуют сеймостратиграфический подкомплекс II-Ia, которым завершается позднедевонско-раннепермский ССК на Баренцевском шельфе. Распространение нижнепермских карбонатов на шельфе ограничено областью прослеживания отражающего горизонта Ia. Мощность толщи изменяется от 0,5 до 3 км. На поднятиях её кровля находится на глубине 3-4 км, на структурных ступенях – 6 км, а в наиболее глубоких впадинах – 13 км. На крупных поднятиях (Центрально-Баренцевском, Персея) отложения комплекса доступны для бурения.

Кровля комплекса залегает на глубине 3-4 км на структурах Центрально-Баренцевского поднятия, в Нордкапском прогибе опускается до 5 км, а во впадинах Баренцево-Северо-Карского мегапрогиба - до 12-15 км.

На характер осадконакопления в конце раннего-позднепермское время повлияли два фактора: 1) обширная трансгрессия в конце ранней перми, которая привела к появлению, наряду с ранее существовавшими, относительно глубоких впадин в западной части шельфа и 2) воздымание Палеоуральского орогена, обусловившее приток огромного количества терригенного материала в режиме лавинной седиментации в юго-восточную часть бассейна. Отложения этого этапа имеют скользящую нижнюю границу от низов артинского до подошвы кунгурского яруса, в зависимости от начала поступления продуктов разрушения Палеоуралид в разные участки региона. Качественно изменился вещественный состав отложений: от карбонатного и терригенно-карбонатного к исключительно терригенному. Переход от карбонатных отложений к терригенным происходил постепенно. Общий набор фациальных обстановок сохранился прежним, но изменилась ориентировка бассейна: континентальными фациями выполнена юго-восточная, а морскими - северо-западная часть региона (рис. 4). Компенсация глубоководной впадины на востоке происходила постепенно на протяжении всей поздней перми и завершилась к её концу. Резко возросла мощность отложений. Также на протяжении поздней перми постепенно сократились размеры Баренцевской мегадепрессии. Пермское осадконакопление происходило на фоне короткопериодных трансгрессивных и регрессивных фаз.

Зона относительно глубоководных отложений континентального склона и изолированных впадин в кунгурско-уфимское время располагалась на всей западной части шельфа и наследовалась на месте глубоководного бассейна на восточной окраине. Склоновые фации досконально изучены на Новой Земле [Соболев, Устрицкий, Черняк, 1985; Повышева, Устрицкий, 1988, 1996; *Тектоника и металлогения...*, 1992]. Они образуют мощную толщу уфимского возраста на западе архипелага и казанско-уфимского - на востоке. Она представлена терригенными отложениями гравитационных потоков. Среди олистолитов присутствуют глыбы девонских, каменноугольных и синхронных пермских пород с печорской флорой.

Зона внешнего шельфа и верхней части континентального склона занимала большую часть Баренцевского региона. Она охарактеризована уфимскими разрезами западного побережья Новой Земли и уфимско-казанскими – центральной части Южного острова Новой Земли и Шпицбергена.

Зона мелководно-морских отложений внутреннего шельфа выделяется в уфимское время в виде узкой полосы вокруг бассейна и постепенно расширяется в казанско-татарское время в центральной и восточной части Баренцевского шельфа. Разрезы этой зоны известны на Новой Земле, вскрыты глубокой скважиной на Адмиралтейском поднятии [Астафьев, 1993] и мелкими скважинами – в прибрежной части Норвежского шельфа.

Зона прибрежно-морских и паралических отложений располагалась в кунгурско-уфимское время в южной части акватории, захватывая о. Колгуев и среднюю часть Печорского моря и, предположительно, на Северо-Карском шельфе и поднятии Федынского. Во второй половине поздней перми паралические отложения продвинулись к северу и западу почти до границы Баренцевского мегапрогиба. Наиболее представительные разрезы описаны на о. Колгуев и Южном острове Новой Земли [Устрицкий, 1981; Черкесов, Макаров, 1982; Повышева, Устрицкий, 1988, 1996; Преображенская, Устрицкий, Бро, 1995].

На Новой Земле породы прибрежно-морских и паралических фаций отлагались в казанско-татарское время. В Южно-Баренцевской впадине к концу уфы закончился период некомпенсированной седиментации и началось накопление мощной толщи глинисто-алевритового состава в связи с проградацией области лавинной седиментации с востока-юго-востока. Кремнисто-глинистые депрессионные фации могли накапливаться на протяжении всей перми только в Северо-Баренцевской впадине.

В юго-западной части региона на площади юго-восточного Притиманья в позднекунгурское-уфимское время развилась система изолированных и сообщающихся лагун. В кунгуре здесь отлагались доломиты, доломитизированные известняки, мергели и глины с включениями и пластами гипсов и ангидритов, тогда как для уфы характерно ритмичное чередование пачек серых и красноватых алевритов, аргиллитов, мергелей, доломитов и доломитизированных известняков, гипсов и ангидритов.

Зона прибрежно-континентальных терригенных отложений, постепенно переходящая в зону континентальных озёрно-аллювиальных, русловых, болотных отложений приморской аккумулятивной равнины, на протяжении всей поздней перми занимала юг акваториальной и всю северную и западную часть ТПП, юг Кольской моноклинали и восток Северо-Карской платформы. В казанско-татарское время она распространилась на всю восточную часть Баренцевского шельфа. Верхи татарского яруса на всей площади Печорской депрессии отсутствуют.

Кунгурско-верхнепермский сейсмостратиграфический комплекс на акватории Баренцева моря ограничен в кровле отражающим горизонтом I, имеющим признаки

эрозионной поверхности, обусловленной региональной регрессией на рубеже перми и триаса.

Разрез палеозоя Северо-Карской плиты (СКП) из-за отсутствия прямых наблюдений на акватории не может интерпретироваться однозначно. Моделирование глубинного строения плиты базируется на результатах региональных геологических работ на Северной Земле и северном блоке Новой Земли, которые являются выходами осадочного чехла СКП на поверхность, а также на интерпретации геофизических профилей, выполненных на акватории Карского моря [*Северная Земля...*, 2000]. Бурение на СКП и её обрамлении не проводилось. Осадочный чехол выполнен платформенными, в основном, терригенными отложениями. Мощность чехла во впадинах достигает 10-12 км, на разделяющих их поднятиях - 1,5-4 км.

В разрезе северного блока Новой Земли выделено две толщи: 1) ритмично построенная терригенная толща позднепротерозойского-раннедевонского возраста (чередование морских аспидных флишеидных и молассоидных формаций общей мощностью 7000-8500 м и 2) раннедевонская (лохковский - низы пражского яруса) мелководно-морская, участками лагунная карбонатная формация мощностью 600-1000 м.

В западной фациальной зоне Северной Земли в палеозойской части разреза участвуют в различной степени дислоцированные породы верхнего кембрия-позднего девона; фрагментарно, практически горизонтально - отложения верхнего карбона-перми и поздней юры-раннего мела. Формационный ряд таков: 1) кембрий – морская сероцветная терригенная формация мощностью около 2500 м; 2) ордовик-нижний девон – прибрежно-морская и лагунно-морская карбонатно-терригенная и сульфатно-карбонатная формация мощностью 1200-1800 м; 3) средний-верхний девон – лагунно-дельтовая пестроцветная и красноцветная терригенная формация мощностью около 1000 м; 4) верхний карбон-пермь – прибрежно-континентальная и континентальная молассоидная терригенная формация мощностью более 1000 м.

Традиционно принято считать, что глубокие впадины (Уединения и Северо-Карская) выполнены платформенными отложениями фанерозоя от рифея до нижнего мела включительно. В этом случае мощность палеозоя во впадинах составляет 8-10 км, а мезозоя – 1,5-4 км. В случае поднятия СКП и размыва в постдевонское время палеозойская часть разреза аналогична по строению Новоземельской и 8-10 км мощности разреза принадлежат позднепротерозойским - девонским отложениям. Перекрываются они юрско-меловым чехлом мощностью 1,5-4 км. Поздний палеозой и триас в разрезе отсутствуют. В первом случае опорный сейсмический горизонт «А» является границей карбонатных и терригенных

пород в низах среднего девона. Во втором случае наблюдается контакт карбонатов девона и терригенных пород мезозоя.

Мезозойский этап

В пределах Баренцевского региона триасовые отложения достаточно хорошо изучены по материалам параметрического и морского бурения [Бро и др., 1988, 1989]. В естественных обнажениях они детально исследованы на арх. Свальбард, на о. Медвежий [Пчелина, 1972], на о. Надежды [Пчелина, 1972], на западе арх. Новая Земля [Устрицкий, 1981; Черкесов, Макаров, 1982]. На юго-западе Норвежской части Баренцева моря триасовые отложения изучены норвежскими учеными по материалам морских скважин [Bugge, Fanavoll, 1995]. Установленная мощность триасовых отложений колеблется от 690 м до более чем 3800 м. В отдельных палеовпадинах она предполагается значительно большей. Распределение мощностей триасовых отложений определяется положением районов седиментации относительно горных сооружений и палеовпадин. В рассматриваемом регионе триасовые отложения представлены, в основном, терригенными разнофациальными осадками с прослоями и конкрециями карбонатов.

Главная особенность триасового этапа развития Баренцево-Северо-Карского региона – широкое распространение терригенного седиментогенеза в условиях аридного и гумидного климата. Триасовые отложения представляют собой крупный седиментационный цикл, закончившийся перерывом в осадконакоплении в позднем нории. На протяжении всего триаса основную часть обломочного материала в Баренцевский бассейн поставляли: обширное Североземельское горное сооружение, располагавшееся в восточной части Карского региона [Пчелина, 1998]; Новоземельско-Уральская палеосуша; Балтийская и Западно-Шпицбергенская палеосуши (рис. 5, 7, 9).

В северной (арх. Свальбард, ЗФИ) и западной (Норвежский сектор – впадина Хаммерфест, структура Svalis Dome, расположенная на севере поднятия Лоппа) частях Баренцевского региона в морских и прибрежно-морских отложениях триаса по остаткам аммоноидей и двустворок выделены отделы, ярусы, подъярусы. В остальной части региона возрастная принадлежность рассматриваемых отложений, в основном, определена по палинологическим комплексам.

Для триасового периода проведено фитогеографическое районирование площади шельфов и показано, что она находилась в пределах двух фитохорий (областей): Сибирской (Ангарской) и Европейско-Синийской (Еврамерийской). Приведен типовой состав палинофлоры в опорных разрезах для каждой фитохории, установлена этапность развития растительности на протяжении триаса. Выявлены климатические особенности, территории,

определяющие характер осадконакопления в бассейнах неморского генезиса. Климат менялся от субтропического аридного в раннем триасе, через семиаридный в среднем триасе, к умеренному гумидному в позднем триасе.

Анализ триасовой фауны амmonoидей, характеризующих нормальные морские фации, позволил установить в раннем инде центр бореального родообразования в пределах Гренландско-Свальбардского бассейна. В дальнейшем, в анизийское время, сформировались два центра родообразования – один в Сибирской провинции, включавшей Северо-Карский шельф и Землю Франца-Иосифа, второй - на западе Северной Америки. Между этими регионами осуществлялась свободная миграция амmonoидей (рис. 5, 7, 9).

В пределах Баренцевского региона в триасовое время сформировались фациальные зоны, представленные на литолого-фациальных картах (рис. 6, 8, 10). В центральной части региона предполагается зона субмеридионального простирания, в которой в течение триасового периода накапливались наиболее глубоководные осадки. Зона проходила между архипелагами Свальбард и Земля Франца-Иосифа, распространялась на юго-запад, восточнее островов Эдж, Надежда и была связана с Северным глубоководным бассейном, который, в свою очередь, был связан с Тихим океаном [Пчелина, 1998]. Размеры и глубина прогибания центральной зоны менялись во времени. На Шпицбергенском шельфе проливы в Северной островной суше также соединялись с Северным глубоководным бассейном. Это определяло более мористый характер осадков в северной части шельфа, по сравнению с западной.

Индское время в Баренцевоморском регионе ознаменовалось началом обширной трансгрессии, распространившейся с севера. На большей части исследуемой площади индские осадки залегают с перерывом на разных горизонтах поздней перми. На западе ЗФИ они перекрывают известняки верхнего карбона. На Адмиралтейском поднятии наблюдается постепенный переход от пермских отложений к триасовым. Также постепенный переход наблюдается и на западе арх. Новая Земля.

Зона мелководно-морских осадков внутреннего шельфа в индское время (см. рис. 6) занимала запад о. Шпицберген, Хаммерфестский бассейн, Серкапское палеоподнятия, Западно-Грэмбельскую впадину [Пчелина, 1985, 1998]. Зона мелководно-морских осадков среднего шельфа развивалась на о. Шпицберген [Пчелина, 1977], Земле Франца-Иосифа [Преображенская и др., 1985; Dørvik et al., 1998].

Зона прибрежно-континентальных осадков занимала обширную центральную часть Баренцевского региона. В индское время эта зона представляла собой аккумулятивную приморскую равнину с расчлененным рельефом.



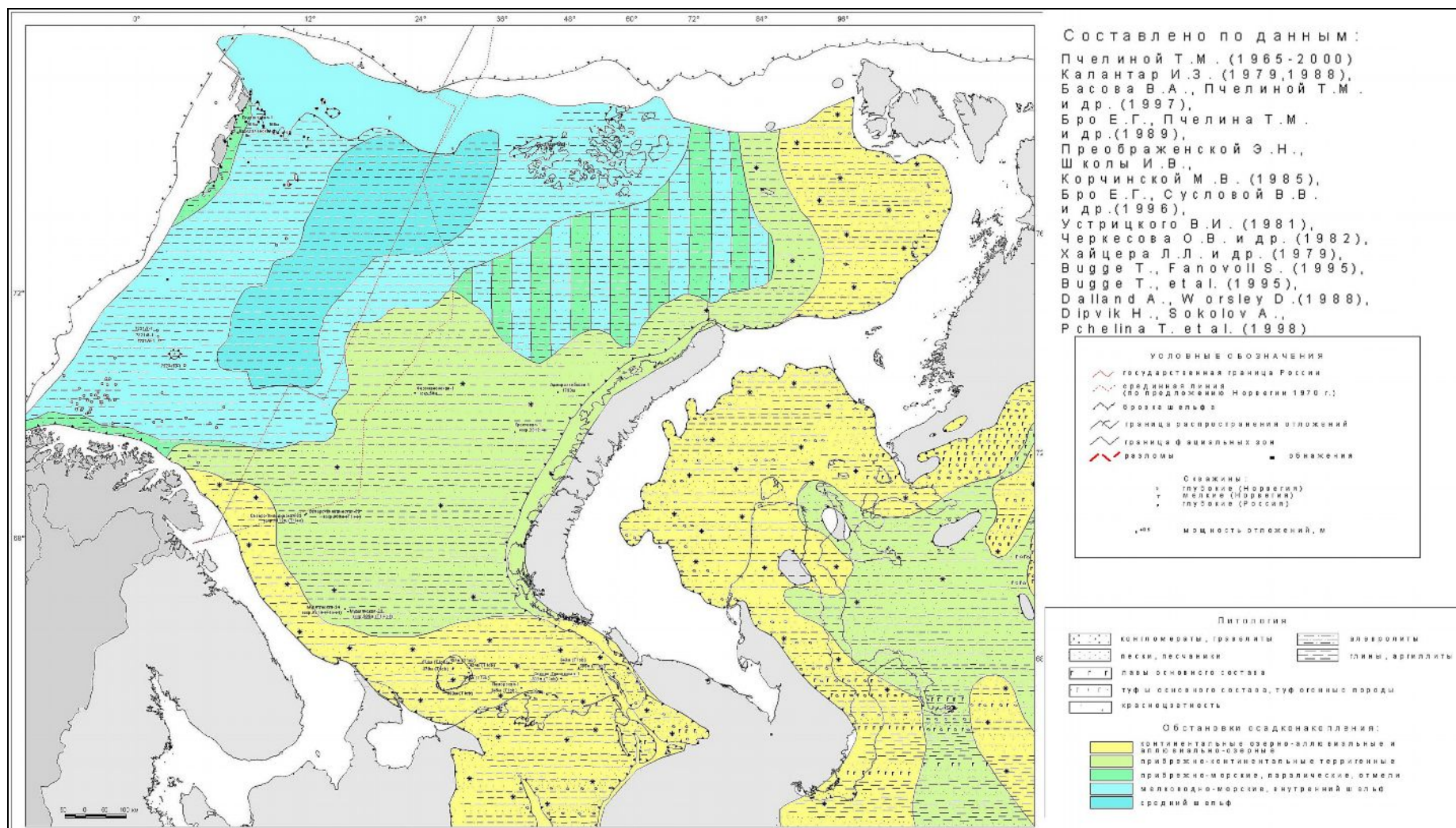


Рис. 6. Литолого-фациальная карта индских отложений

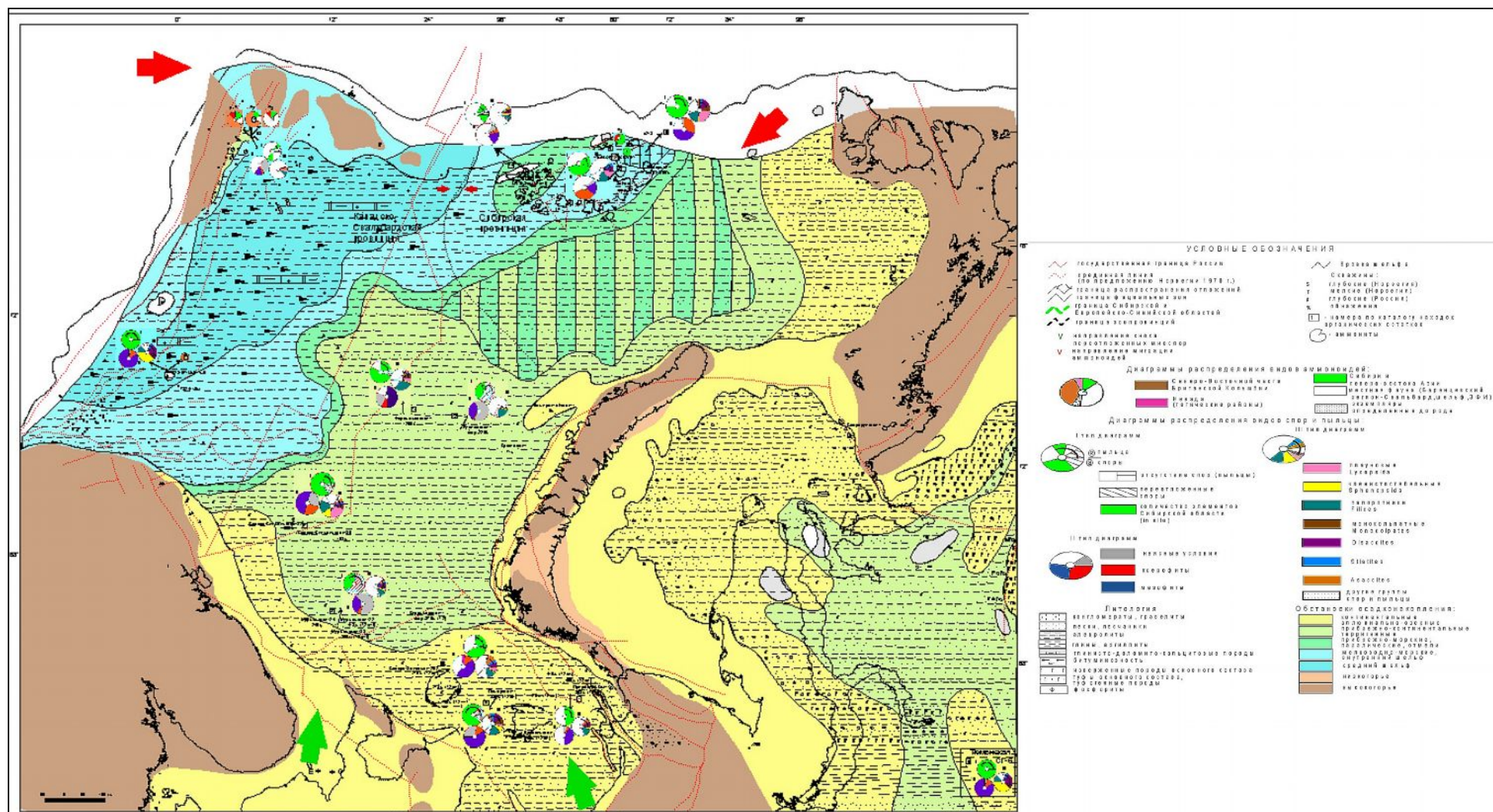


Рис. 7. Палеогеографическая карта анизийского века

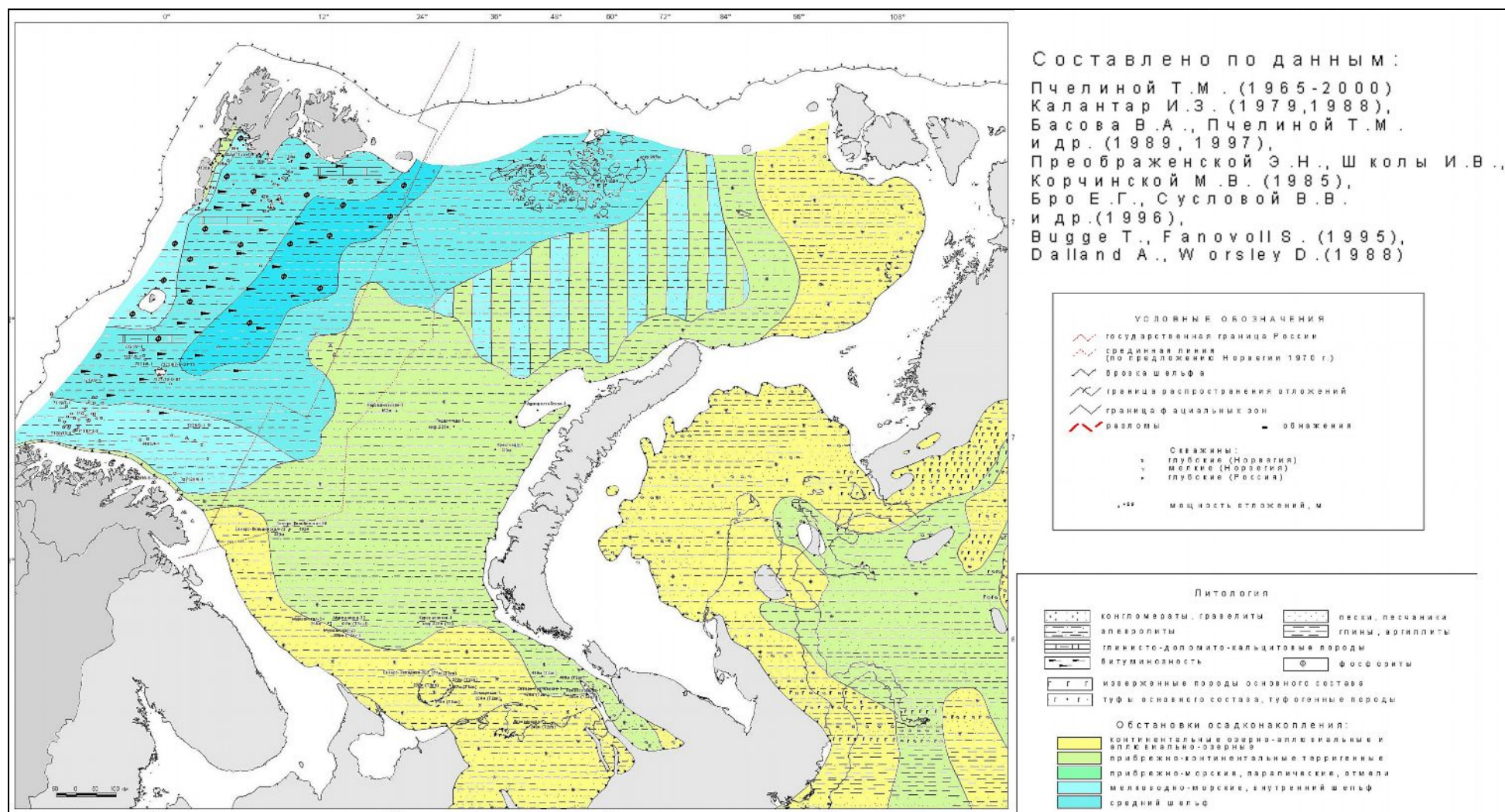


Рис. 8. Литолого-фациальная карта анизийских отложений

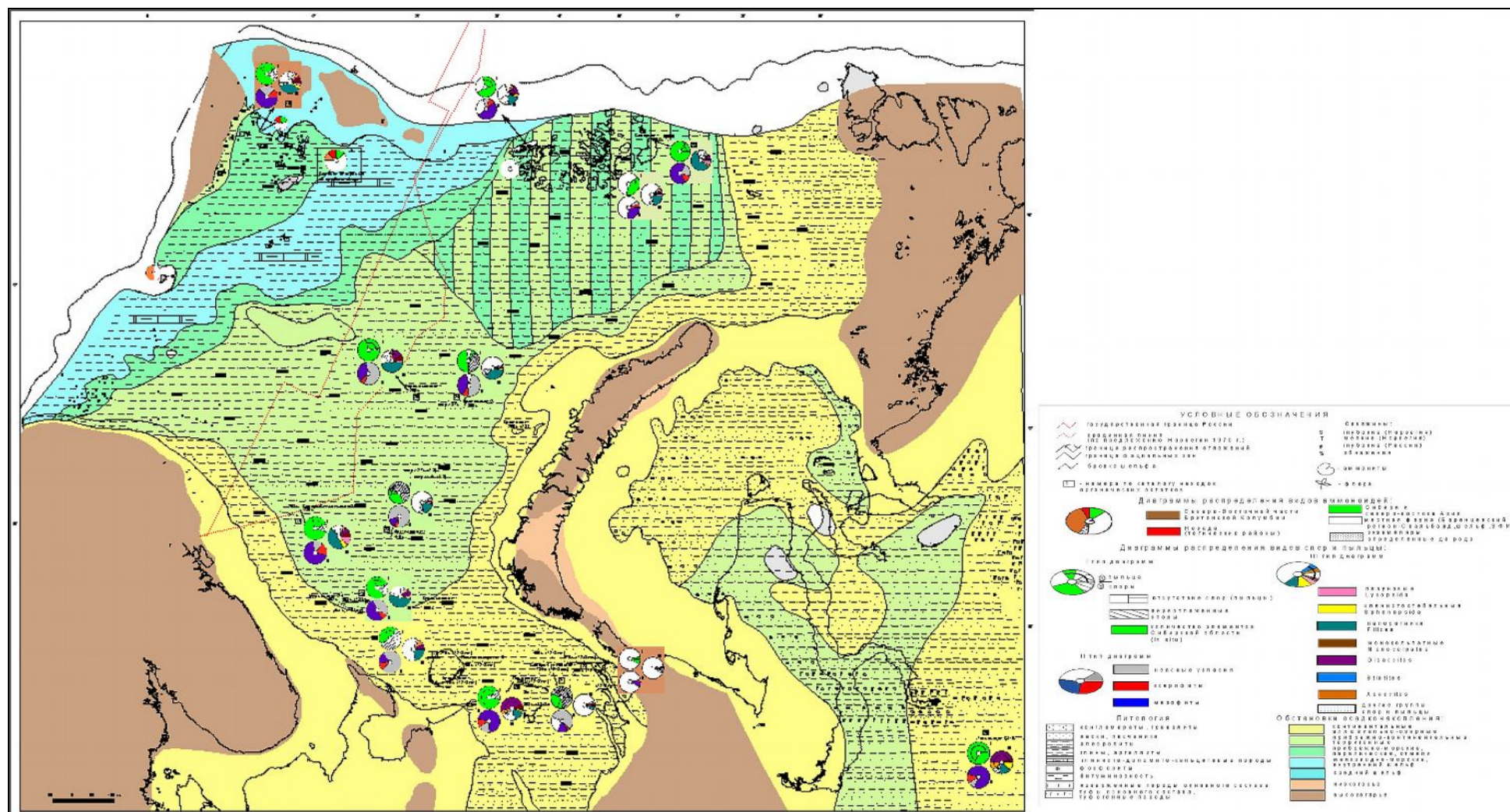


Рис. 9. Палеогеографическая карта карнийского века

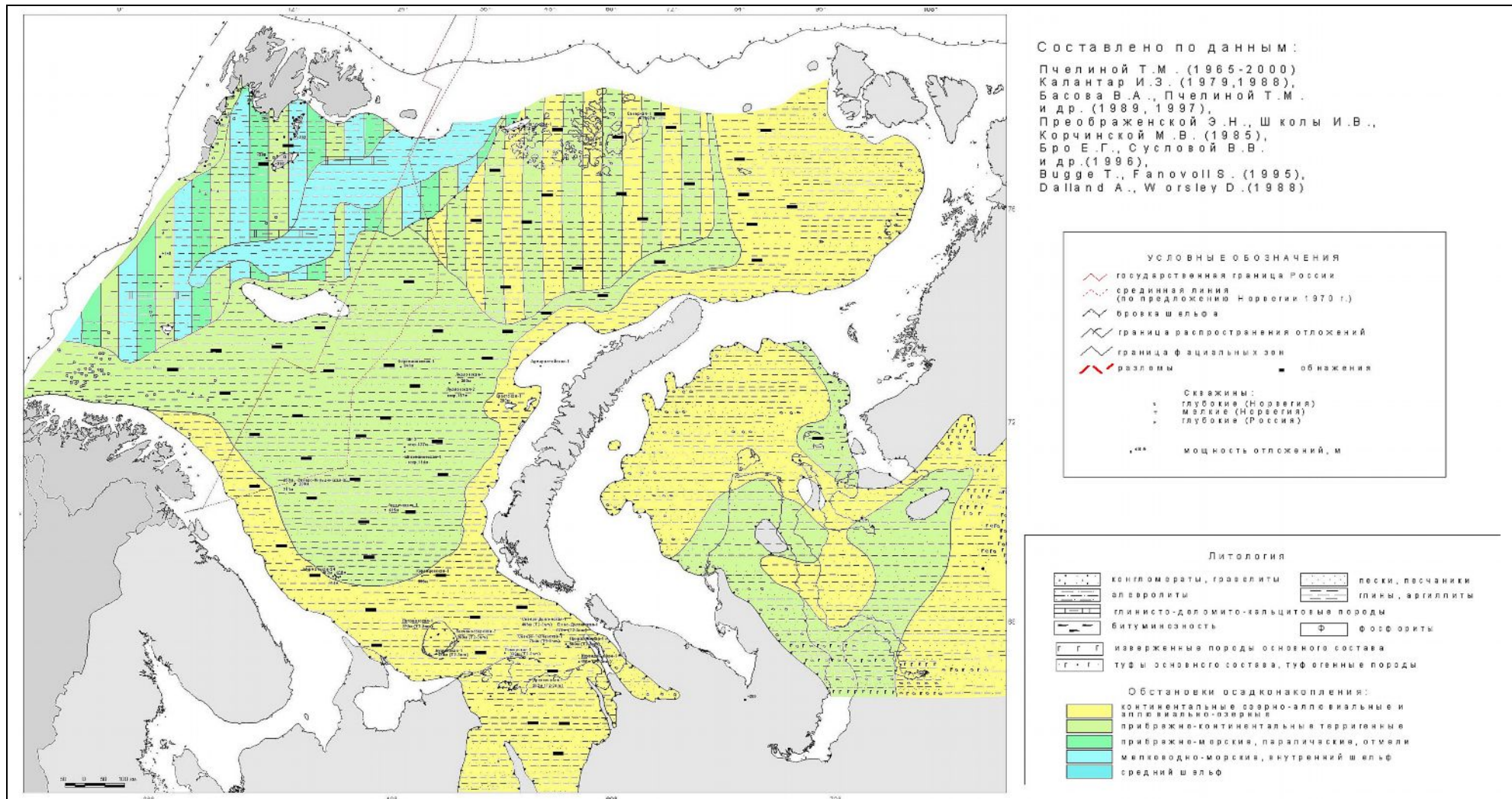


Рис. 10. Литолого-фациальная карта карнийских отложений

Индские толщи здесь представлены ритмичным чередованием обычно сероцветных и белесоватых аллювиальных песчаников и аридных озерных и аллювиально-озерных преимущественно алевритовых и глинистых красноцветов. Наиболее многочисленные сероцветные алеврито-глинистые пачки формировались в раннем инде в районах, расположенных ближе к открытой части моря. Осадки в сероцветных пачках, как правило, обогащены растительным детритом наземных растений. На юге Баренцевского региона в индское время накапливаются континентальные аллювиально-озерные осадки [Калантар, 1979; Калантар, Танасова, 1988]. В отличие от предыдущей зоны, здесь не отмечены следы морских трансгрессий. В начале индской седиментации формируются грубозернистые песчаные тела; в более позднее индское время наиболее характерны озерные аридные красноцветные глинистые образования. Крайне редко встречаются маломощные прослои сероцветных глин с растительным детритом наземных растений. На о. Колгуев (скв. 202) в основании индской толщи установлены пирокластические и пирокласто-осадочные породы, образование которых возможно синхронно излиянию первого покрова базальтов в Коротаихинской впадине Предуральского краевого прогиба [Хайцер, Вирбицкас, 1979].

В оленекское время происходило углубление бассейна в зонах с морской седиментацией. По сравнению с индским временем, с горных сооружений возрос снос глинистого и алевритового материала и уменьшился – песчаного. В конце раннего оленека перерывы в седиментации имели место на палеоподнятиях – на западе Земли Франца-Иосифа (Нагурская скважина), в районе о. Медвежий, где отсутствуют позднеинские осадки. Возможно, с перерывами связана малая мощность (300 м) оленекских отложений на Ферсмановской террасе. На Приразломной площади выход осадков в зону выветривания подтверждается наличием в оленекской толще белых, скорее всего, каолиновых глин. В конце позднеоленекского времени возможен перерыв в осадконакоплении на площади центральной части Адмиралтейского поднятия и западе Новой Земли, где позднеоленекские осадки заканчивают разрез триаса.

Среднетриасовой эпохе предшествовала компенсация раннетриасовых палеопрогибов; на большей площади Баренцевского региона тектонические движения стабилизировались, поступление обломочного материала снизилось. В разрезах, приуроченных к зонам с морской седиментацией, в составе среднего триаса чётко выделяются анизийский и ладинский ярусы. В области континентального осадконакопления по спорово-пыльцевому комплексу миоспор не всегда возможно достоверно установить эти подразделения. Среднетриасовые отложения, в общем, сохраняют фациальную зональность, унаследованную с оленёкского века (см. рис. 8).

Начало поздне триасовой эпохи ознаменовалось активизацией тектонических движений как в седиментационном бассейне, так и в областях денудации, сменой климатических условий и, соответственно, среды и характера осадконакопления. Произошли существенные изменения в палеогеографической обстановке. Аридный климат сменился гумидным во всех арктических и смежных районах. В позднем триасе на обширной площади Баренцевского региона стали накапливаться сероцветные толщи алевритовых, глинистых и песчаных осадков, обогащённых растительным детритом, остатками наземных растений, с линзами и прослоями угля (см. рис. 10).

Юрско-меловые отложения завершают мезозойский разрез осадочного чехла шельфа Баренцева моря, слагая койлогенный комплекс мощностью до 3200 м. Мощность юрских отложений в крупных депрессиях (Восточно-Баренцевский мегапрогиб, впадина Хаммерфест) составляет 500-1100 м, тогда как в пределах центральной части Баренцевского шельфа (синеклиза Бьярмеланд) уменьшается до 150-200 м. На отдельных положительных структурах в зоне Центрально-Баренцевских поднятий юрские отложения полностью размыты в период кайнозойского апплифта.

По данным МОГТ, юрские отложения на шельфе Баренцева моря заключены между сейсмическими отражающими горизонтами Б (вблизи кровли триасовых отложений – подошвы юрской толщи) и В (кровля верхнеюрских отложений). Меловые отложения на шельфе Баренцева моря ограничены сейсмическими отражающими горизонтами В и Д (подошва кайнозойских образований). Внутри меловой толщи выделяется несколько отражающих сейсмических горизонтов, позволяющих в составе мелового разреза выделить несколько сейсмокомплексов. Между сейсмическими отражающими горизонтами Γ^n и Γ_1^n заключены баррем-среднеаптские отложения. Горизонты Γ^a и Γ выделяют верхнеаптские-нижнеальбские отложения, а горизонты Γ_1 и Γ_2 – средне-верхнеальбские [Государственная геологическая ..., 2000].

Для оценки глубины бассейнов с морским осадконакоплением в юрское и раннемеловое время были использованы модели палеобатиметрической зональности по ассоциациям фораминифер, разработанные на примерах соседних, хорошо разбуренных и изученных нефтегазоносных бассейнов: Хатангского, Западно-Сибирского и Североморского. Наибольший интерес представляла оценка палеоглубин формирования осадков двух формаций:

1. Позднеюрской формации черных углеродистых глин («сланцев», по терминологии норвежских геологов), которая некоторыми исследователями интерпретировалась как прямой аналог баженовской формации Западной Сибири. Показано, что на Баренцевском

шельфе отсутствовали условия фациальной зоны (катены) V, где формировались сибирские баженовиты. Для последней характерно полное отсутствие фораминифер, связанное с сильной аноксией и сероводородным заражением придонных вод (поверхностных осадков, где селились фораминиферы). Это позволило ограничить максимальные глубины на Баренцевском шельфе в волжском веке зоной IV нижней сублиторали.

2. Неокомской терригенной формации клиноформенного строения. В большинстве разрезов по фораминиферам устанавливается перерыв с подстилающими ее черными глинами. Формирование отложений неокома происходило в более мелководных условиях верхней и средней сублиторали. Они характеризуются также частой сменой ассоциаций фораминифер по разрезу, связанной как с изменением глубин, так и с влиянием водных масс (течений) различного происхождения – теплых с запада (северо-атлантических) и юга (из Поволжья) и холодных (сибирских). Результатом влияния теплых течений явились рост продуктивности фораминифер с известковой раковиной и повышенная карбонатность осадков.

Результаты палеобиогеографического анализа фораминифер и остракод представлены на трех картах – для волжского, поздневаланжин-готеривского и аптского веков (рис. 12, 14, 16). В волжское время на всей площади Баренцевского и Карского шельфов сформировалась однообразная обстановка с глинистым осадконакоплением и умеренно аноксидной средой, приведшая к широкому распространению единой, сибирской по происхождению, ассоциации бентосных фораминифер. В поздневолжское время отмечается максимальное расширение границ арктической зоохории. В позднем валанжине происходит резкое изменение гидрологической обстановки – смена направления течений, проникновение теплых атлантических вод на Баренцевский шельф и с ними массовая миграция теплолюбивых фораминифер и остракод, приведшая к смещению на север и северо-восток границы бореально-атлантической и арктической зоохорий. Аптское (позднебаррем-раннеаптское) время интересно массовой миграцией видов из Поволжья вдоль Урала и через Тимано-Печорский регион на шельф Баренцева моря, то есть образование меридиональной системы течений. Предлагаемые литолого-фациальные карты (рис. 11, 13, 15, 17) отражают обобщенные режимы осадконакопления, существовавшие на Баренцевском шельфе в келловейском, волжском, берриас-раннеготеривском и аптском веках. Эволюция осадконакопления в юрско-меловое время на Баренцевском шельфе реконструирована на основании материалов редких морских глубоких и мелких скважин, описания обнажений и разрезов скважин на прилегающей суше и островах.

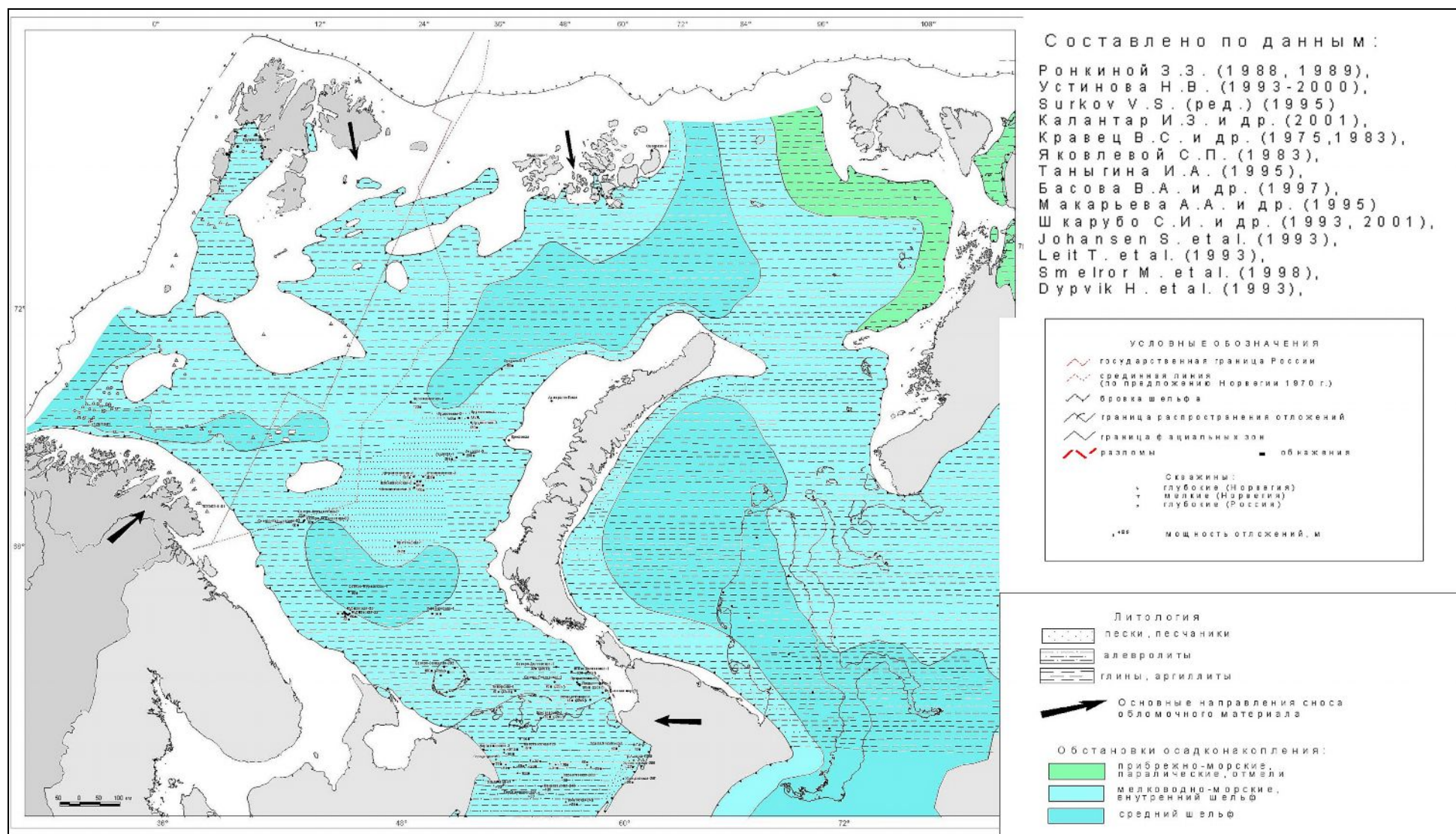


Рис. 11. Литолого-фациальная карта келловейских отложений



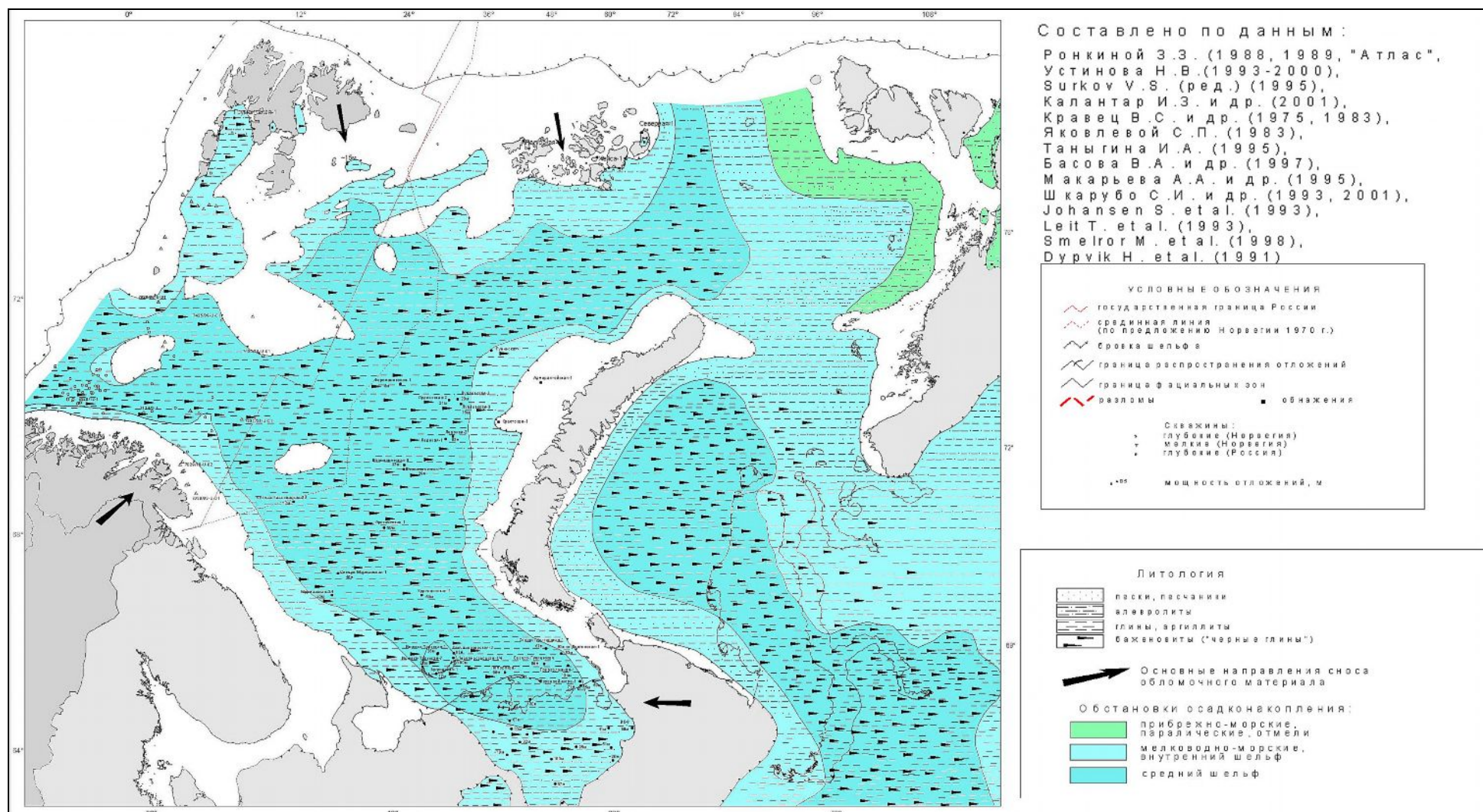


Рис. 13. Литолого-фациальная карта волжских отложений

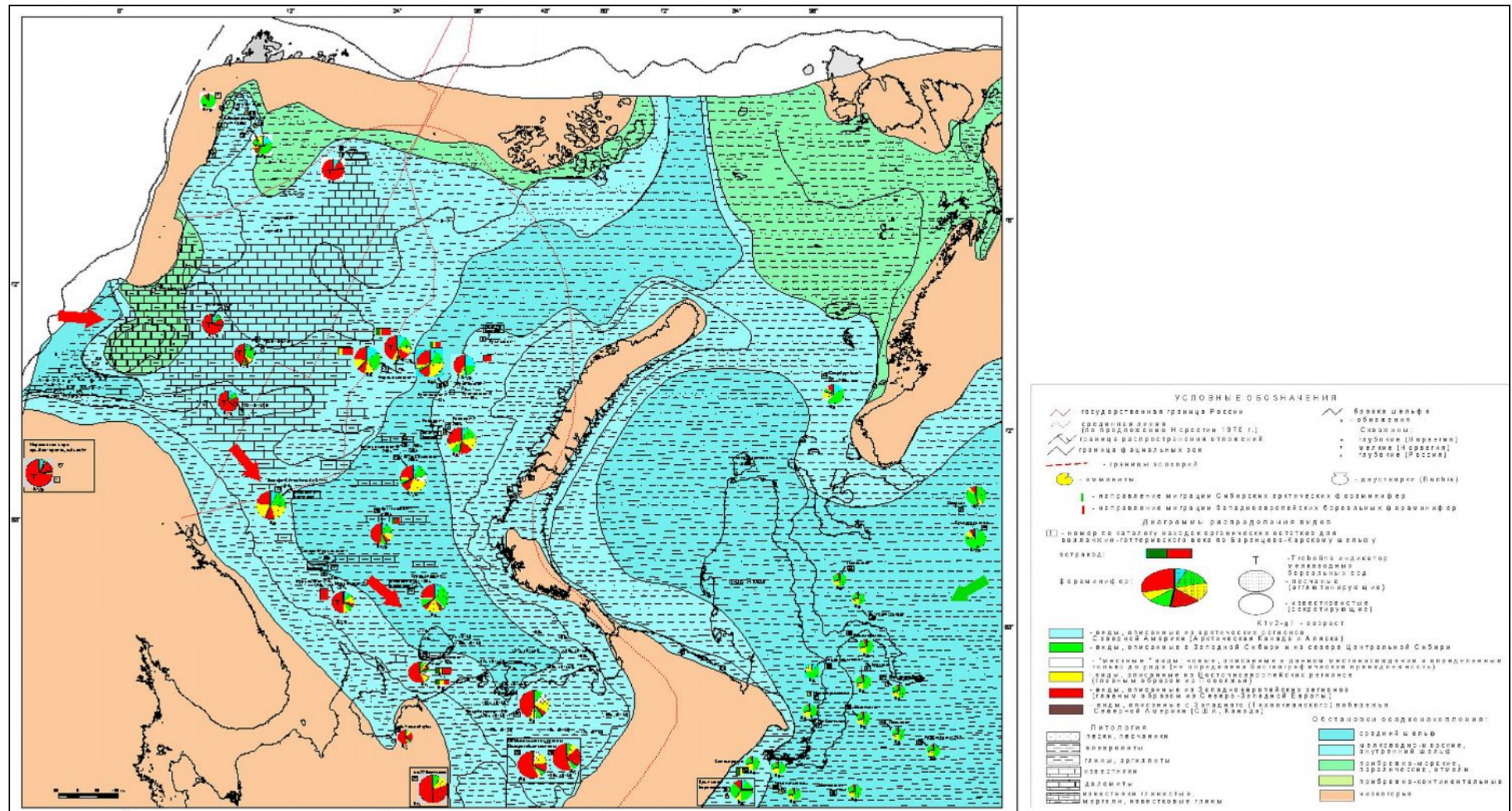


Рис. 14. Палеогеографическая карта поздневаланжинского-готтеревского времени

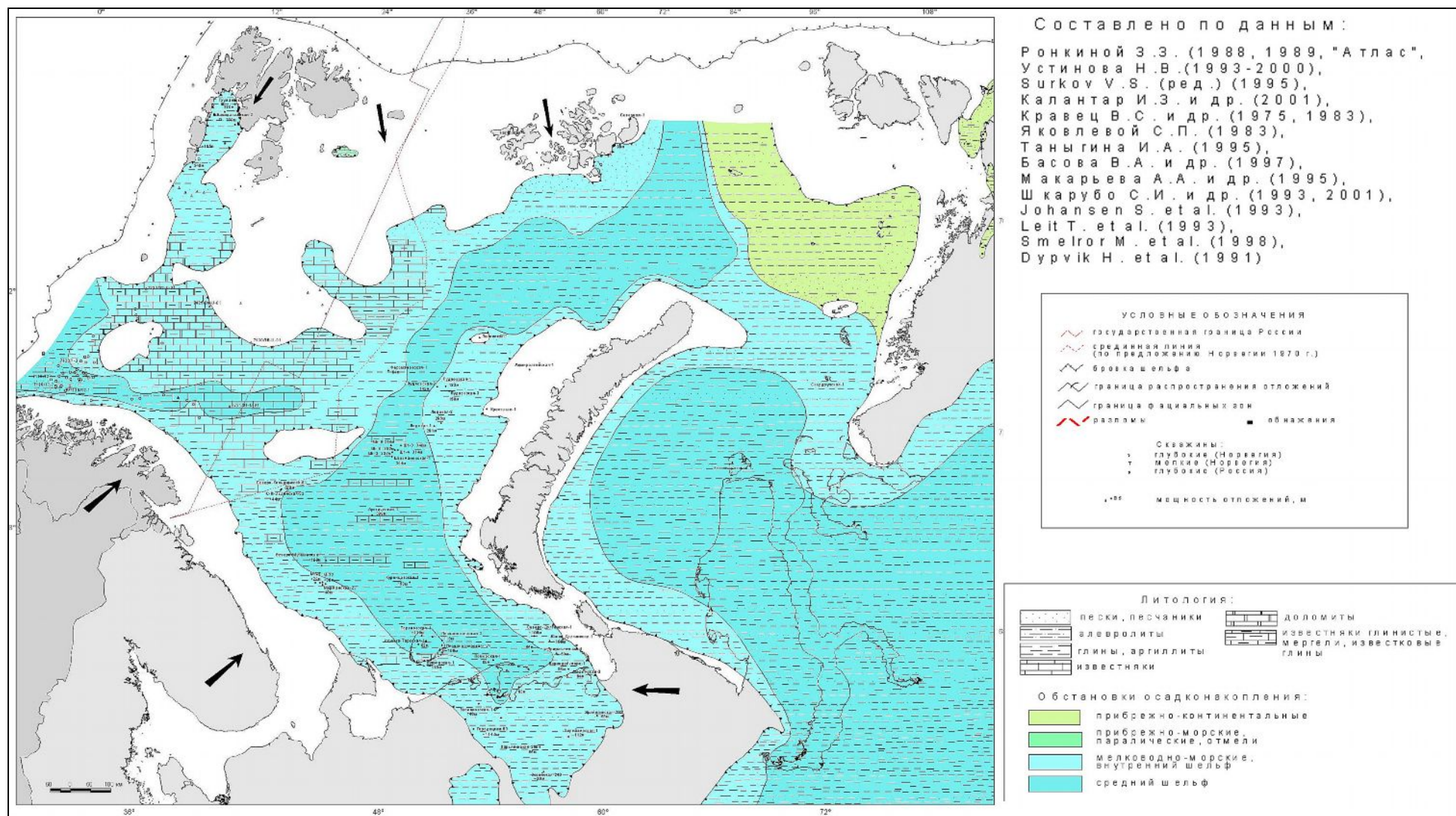


Рис. 15. Литолого-фациальная карта берриас-нижнеготеривских отложений

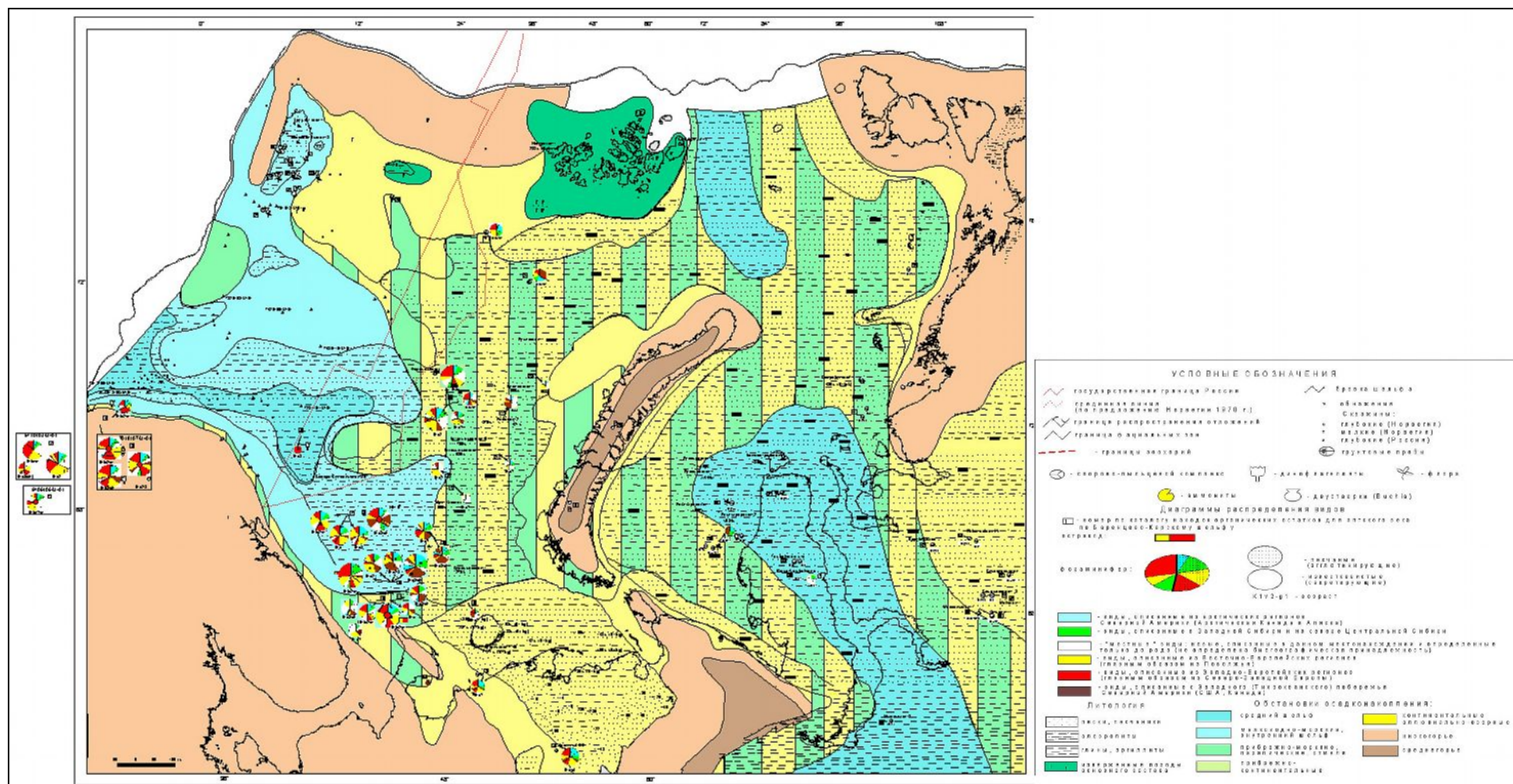


Рис. 16. Палеогеографическая карта аптского века

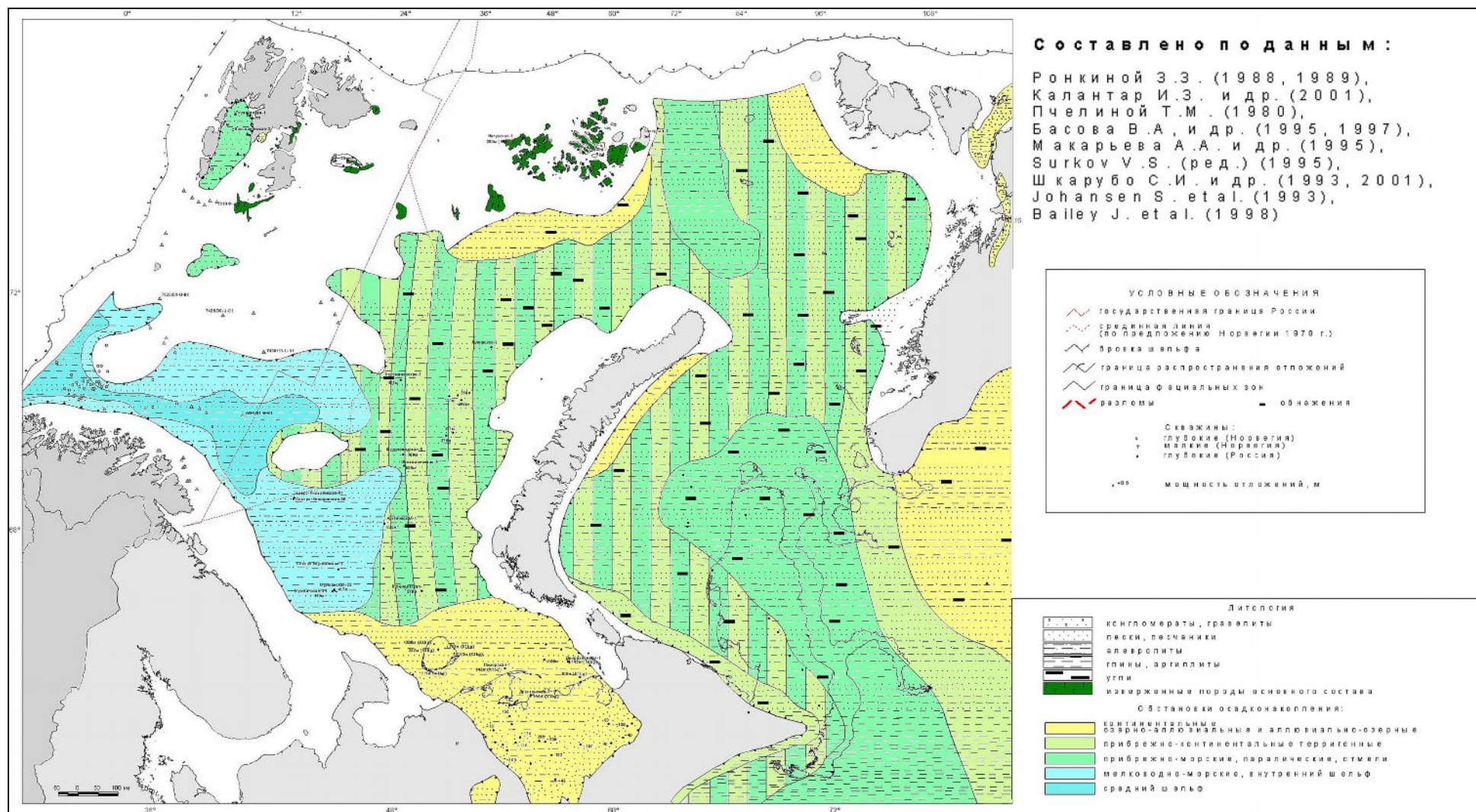


Рис. 17. Литолого-фациальная карта аптских отложений

Использовались публикации и фондовые материалы по палеогеографическим реконструкциям на отдельные участки региона [Кравец, Чирва, 1983; *Баренцевская шельфовая...*, 1988; Nøttvedt et al, 1993; Bergan, Knorud, 1993; Калантар, Шабанова, 2001; Dyrpvik, Hakansson, Heinberg, 2002]. Наиболее полные сведения о составе отложений и их характеристике, позволяющие дифференцировать фациальную зональность, имеются по наиболее изученным областям региона – Тимано-Печорской, арх. Свальбард и арх. ЗФИ. На шельфе Баренцева моря выделяемые стратиграфические подразделения часто охарактеризованы лишь редким керном, который обычно не позволяет однозначно судить о фациальной принадлежности всего стратиграфического подразделения. Поэтому фациальная зональность на шельфе Баренцева моря, реконструируемая на определенные интервалы геологического времени, в существенной степени условна. Условность фациальной зональности заключается и в том, что карты составлены на относительно продолжительные промежутки времени, в течение которых условия осадконакопления часто не были стабильными и менялись, что, естественно, предполагает и изменение границ фациальных зон. Следует также отметить, что во время длительной геологической эволюции региона отложения целых фациальных зон могли быть уничтожены эрозией.

В формировании юрско-мелового осадочного комплекса Баренцевского шельфа намечается несколько этапов: раннеюрский, среднеюрский, позднеюрский, берриас-барремский, аптский, альбский, позднемелой. Каждый этап характеризуется определенными особенностями состава накапливавшихся отложений, разным соотношением отложений морского и континентального генезиса. В целом же, юрско-меловые отложения формировались в континентальных, мелководно-морских и морских (внутренний и внешний шельфы) условиях, представлены в основном песчаниками, алевролитами и глинистыми породами. Характер сочетания разных типов пород и закономерное их распределение по разрезу отражают наличие цикличности в их накоплении. Вся толща юрско-меловых отложений формирует крупный трансгрессивно-регрессивный цикл, в котором представлены юрско-нижнеберриасская трансгрессивная «ветвь» и берриас-аптская регрессивная. В альбе этот цикл сменяется трансгрессивными образованиями нового цикла, отложения которого, ввиду позднемелового-кайнозойского аплифта шельфа и эрозии, представлены обычно только своими нижними слоями.

В конце позднего триаса - начале ранней юры почти вся площадь Баренцевоморского шельфа была поднята и эродирована. С раннеюрского времени, сначала в отдельных впадинах, а затем, постепенно распространяясь на все большую площадь, происходило формирование сложно построенного осадочного комплекса. В составе этого комплекса четко

выделяется несколько толщ. Нижне- среднеюрская толща представляет совокупность нескольких циклов второго порядка, каждый из которых начинается трансгрессивной пачкой – обычно глинистого состава, а завершается регрессивными – песчаными пачками. Причем, вверх по разрезу постепенно сокращается доля озерно-аллювиальных образований и увеличивается количество морских, что выражается как в увеличении мощности и количества прослоев тонкообломочных пород с морской фауной, так в присутствии морской фауны в песчаных слоях. Морской режим был неустойчивым. Общая трансгрессивная направленность развития морского бассейна периодически прерывалась кратковременными регрессиями. Максимум трансгрессии среднеюрского морского бассейна приходится на келловейское время, когда почти на всем шельфе формировались глинистые и алевроитоглинистые осадки. Морской режим осадконакопления на Баренцевском шельфе в ранне-среднеюрское время определялся наличием Арктического океанического бассейна, который имел значительную изоляцию [Захаров и др., 2002].

Позднеюрское время выделяется своеобразием условий осадконакопления. Морской режим осадконакопления существовал на всей площади шельфа, где на разных его участках в разное время формировались специфические карбонатно-кремнисто-глинисто-углеродистые образования, близкие по составу западно-сибирским баженовитам. Эти породы характеризуются высоким (от 2-5% до 22-23%) содержанием $C_{орг.}$, преимущественно сапропелевого состава. В эти же временные интервалы в прибрежных зонах позднеюрского морского бассейна иногда накапливались глинистые породы с высоким содержанием органического вещества смешанного сапропелево-гумусового состава. Позднеюрское осадконакопление характеризуется низкой скоростью и частыми перерывами (хиатусами). Своеобразие этих перерывов состоит в том, что их наличие определяется отсутствием палеонтологических остатков определенного стратиграфического уровня, часто в непрерывном и однородном по составу разрезе (скв. 7430/10-U-1) [Гавшин, Захаров, 1991]; (скв. Ледовая-2). Таких интервалов в верхнеюрском разрезе несколько: низы нижнего оксфорда, средний оксфорд, нижняя волга.

Как отмечают В.А.Захаров и др., в волжском веке произошел резкий перелом в характере связей Арктического бассейна с морями Западной Европы [Захаров и др., 2002]. Эпиконтинентальные моря Баренцевского шельфа в разные временные интервалы меловой эпохи, кроме связей с Арктическим бассейном, сообщались с водными бассейнами, существовавшими в Западно-Атлантической и Южно-Русской областях.

В начале берриасского времени произошли определенные структурные преобразования, сопровождавшиеся возникновением ряда локальных структур. Эти изменения морфологии

поверхности осадконакопления на востоке Баренцевского шельфа – в Восточно-Баренцевском мегапрогибе - привели к изменению вещественного состава формирующихся отложений и своеобразному клиноформному строению слагаемых ими тел. В отличие от одновозрастных клиноформных образований, известных в Западно-Сибирской НГП, здесь клиноформы в плане составили протяженные лопастевидные тела, распространявшиеся с северо-востока, и короткие – с юго-запада и запада на Канино-Кольской моноклинали. Другим отличием баренцевских берриас-готеривских клиноформ от западно-сибирских является, как показали материалы буровых скважин, их исключительно глинистый состав и отсутствие песчаных пачек. К последним в западно-сибирских клиноформах часто приурочены залежи углеводородов.

Регрессивная направленность раннемелового морского осадконакопления отчетливо проявилась и на архипелаге Шпицберген, где преимущественно морские алевроито-глинистые отложения берриас-готеривского времени сменяются преимущественно песчаной континентальной толщей баррем-апта. На юго-западе Баренцевского шельфа морское осадконакопление происходило в течение всей раннемеловой эпохи. Свообразием морского осадконакопления выделяется область синеклизы Бьярмеланд, где после перерыва в осадконакоплении, пришедшегося на начало раннего мела, в поздневаланжинское-готеривское время в мелководно-морских условиях формировалась маломощная карбонатная толща, состоящая из известняков, глинистых и песчанистых известняков, доломитов.

Наибольшего масштаба регрессия раннемелового морского бассейна достигла в среднем апте, когда на значительной части восточно-баренцевского шельфа установился режим континентального осадконакопления аккумулятивной равнины, где накапливались озерно-аллювиальные слабо угленосные глинисто-песчаные отложения.

Начавшаяся в конце апта - начале альба морская трансгрессия затем сменилась регрессией, приведшей к резкому сокращению площади распространения осадочных отложений в позднемеловое время, в конце которого вся площадь шельфа испытала подъем и подверглась длительной эрозии, продолжавшейся и в кайнозойское время.

Кайнозойский этап

Кайнозойский этап развития исследуемого региона ознаменовался апифтом и эрозией сформировавшихся ранее толщ. Палеогеновое осадконакопление происходило лишь в пределах Западно-Шпицбергенского прогиба, на юго-западе региона и на континентальном склоне Западно-Баренцевского шельфа.

На Шпицбергене, в Западно-Шпицбергенском прогибе сформировалась мощная (1300-2500 м) баренцбургская свита (серия Ван-Майенфиорд), сложенная песчаниками,

алевролитами, аргиллитами. В низах разреза присутствуют пласты каменного угля, а в основании – конгломераты. Породы часто обогащены углефицированными растительными остатками.

На юго-западе региона (впадины Хаммерфест и Тромсё) в условиях сублиторали и относительно глубоководной зоны в палеогеновую эпоху сформировалась глинистая толща с редкими маломощными прослоями алевролитов, туфов, карбонатов. Возможно, в раннепалеогеновое время морские воды проникали в южную часть Баренцевского шельфа, и здесь могли сформироваться маломощные глинистые пачки.

В целом, представленная работа подводит итоги многолетних исследований ФГУП «ВНИИОкеангеология» по восстановлению истории развития осадочных бассейнов западно-арктических морей. Результаты этой работы, прежде всего, охарактеризованные карты, явились важнейшей составляющей для подготовки карт прогноза нефтегазоносности основных нефтегазоносных комплексов Печорского, Баренцева и южной части Карского морей при выполнении последней официальной количественной оценки ресурсов нефти, газа и конденсата по состоянию на 01.01.2002 г.

Литература

Астафьев О.В. Геологические предпосылки выявления залежей углеводородов в верхнепалеозойско-мезозойских отложениях Приновоземельского шельфа // Нефтегазоносность Баренцево-Карского шельфа (по материалам бурения на море и островах). - СПб, ВНИИОкеангеология, 1993. - С. 37-43.

Баренцевская шельфовая плита / Под ред. акад. И.С. Грамберга. Труды. т. 196 - Л.: Недра, 1988. - 263 с.

Богачкий В.И. Возможности зонального и локального прогноза нефтегазоносности в северных районах Тимано-Печорской провинции // Нефтегазоперспективные объекты Тимано-Печорской провинции и методы их прогнозирования. - Л., 1990. - С. 8-15.

Бро Е.Г., Преображенская Э.Н., Ронкина З.З., Войцеховская А.Г., Краснова В.Л., Армишев А.М., Фонькин В.Е., Калантар И.З. Параметрические скважины на о.Колгуев // Советская геология, 1988, №3. - С. 32-38.

Бро Е.Г., Пчелина Т.М., Преображенская Э.Н., Ронкина З.З., Войцеховская А.Г., Краснова В.Л., Можеева О.В. Осадочный чехол Баренцевоморского шельфа по данным параметрического бурения на островах // Проблемы нефтегазоносности Мирового Океана. - М., Наука, 1989. - С.191-197.

Буданов Г.Ф. Палеозойские формации Европейского севера СССР и их нефтегазоносность // Природные резервуары Европейского севера СССР и их нефтегазоносность. - Л., ВНИГРИ, 1987. - С.6-18.

Гавишин В.М., Захаров В.А. Баженовиты на норвежском континентальном шельфе // Геология и геофизика, 1991. - №1. - С. 62-70.

Государственная геологическая карта Российской Федерации. Лист S-38-40-Маточкин Шар. Масштаб 1:1000000 (новая серия). Объяснительная записка. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 1999. - 203 с.

Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (новая серия). Лист S-36, 37 - Баренцево море. Объяснительная записка. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2000. - 165с.+5вкл.

Захаров В.А., Шурыгин Б.Н., Курушин Н.И., Меледина С.В., Никитенко Б.Л. Мезозойский океан в Арктике: палеонтологические свидетельства // Геология и геофизика, 2002. - Т.43, №2. - С.155-181.

Иванова Н.М. Предполагаемые палеозойские рифы в южной и центральной частях Баренцевского шельфа // Международная конференция по потенциалу нефти и газа в Баренцевом и Карском морях и прилегающей суши. - Мурманск, 1992. - С.29.

Калантар И.З. Корреляция разрезов триаса Предуральского прогиба, северо-востока Восточно-Европейской платформы и сопредельных территорий // Стратиграфия триаса Урала и Предуралья. - Свердловск. УНЦ АН СССР, вып.147, 1979. - С.52-59.

Калантар И.З., Танасова С.Д. Фациальные критерии при стратификации континентальных отложений триаса // Стратиграфия и литология нефтегазоносных отложений Тимано-Печорской провинции. - Л., ВНИГРИ, 1988. - С.127-134.

Калантар И.З., Шабанова Г.А. Палеогеография и история геологического развития Северного Предуралья в юре и мелу // Отечественная геология, 2001, №2. - С. 20-26

Кравец В.С., Чирва С.А. Палеогеография Тимано-Уральской области в поздней юре // Мезозой Советской Арктики. Тр. Ин-та геол. и геоф. СО АН СССР, Вып.555. - Новосибирск: Изд-во Наука, СО, 1983. - С.165-180.

Кузнецов В.Г. Геодинамическая и формационная приуроченность палеозойских рифов России и смежных территорий // ДАН, 1996. - Т.351, №3. - С.366-369.

Меннер В.В. Литологические критерии нефтегазоносности палеозойских толщ северо-востока Русской платформы. - М., Наука, 1989. - С.133.

Непомилуев В.Ф. Характеристика органического вещества осадочных толщ Южного острова Новой Земли // Геология Южного острова Новой Земли. - Л.: ПГО «Севморгеология», 1982. - С.125-132.

Осадочные палеозойские формации Пай-Хоя // Труды Коми филиал РАН, вып.56. - Сыктывкар, 1986. - 80 с.

Платонов Е.Г., Черняк Г.Е. Каменноугольные отложения Южного острова Новой Земли // Геология Южного острова Новой Земли. - Л.: ПГО «Севморгеология», 1982. - С. 25-37.

Повышева Л.Г., Устрицкий В.И. О фациальной зonalности в верхнепермских отложениях Новой Земли // Литология и полезные ископаемые, 1988. - №4. - С.105-111.

Повышева Л.Г., Устрицкий В.И. Пермские отложения Новой Земли // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 1996. - Т.4, № 5. - С.25-34.

Преображенская Э.Н., Устинов Н.В., Соловьева М.Ф., Матигоров А.А. Разрез палеозойских и мезозойских отложений Гуляевского вала // Нефтегазоносность Баренцево-Карского шельфа (по материалам бурения на море и островах). - Л.: ПГО «Севморгеология», 1988. - С.125-139.

Преображенская Э.Н., Устрицкий В.И., Бро Е.Г. Палеозойские отложения о.Колгуев (Баренцево море) // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 1995. - Т.3, № 5. - С.75-85.

Преображенская Э.Н., Школа И.В., Корчинская М.В. Стратиграфия триасовых отложений арх. Земля Франца Иосифа // Стратиграфия и палеонтология мезозойских осадочных бассейнов Севера СССР. - Л., 1985. - С. 5-16.

Пчелина Т.М. Триасовые отложения о. Медвежий // Мезозойские отложения Свальбарда. - Л., 1972. - С.5-20.

Пчелина Т.М. Пермские и триасовые отложения о.Эдж // Стратиграфия и палеонтология докембрия и палеозоя Севера Сибири. - Л., 1977. - С. 59-71.

Пчелина Т.М. История триасового осадконакопления на Шпицбергене и прилегающем шельфе // Стратиграфия и палеонтология мезозойских осадочных бассейнов Севера СССР. Л.: ПГО «Севморгеология», 1985. - С.135-152.

Пчелина Т.М. Нефтеносность девонских отложений района Миммердален (арх. Шпицберген) // Геологическое строение и нефтегазоносность Арктических морей России. - СПб.: ВНИИОкеангеология, 1994. - С.39-47.

Пчелина Т.М. Палеогеографические реконструкции Баренцево-Карского региона в триасовом периоде в связи с нефтегазоносностью // Тр. Третьей Международной конф. Освоение шельфа Арктических морей России. СПб.: ЦНИИ им. акад. А.Н.Крылова, 1998. - С. 261-263.

Северная Земля. Геологическое строение и минералогия / Под ред. И.С.Грамберга, В.И.Ушакова. - СПб.: ВНИИОкеангеология, 2000. - 187 с.

Соболев Н.Н., Устрицкий В.И., Черняк Г.Е. Строение палеозойской пассивной континентальной окраины на Новой Земле // Геологическое строение Баренцево-Карского шельфа. - Л.: ПГО «Севморгеология», 1985. - С.34-44.

Соболев Н.Н., Щеколдин Р.А. Унифицированная региональная схема верхнедевонских отложений Новой Земли // Геология Южного острова Новой Земли. Л.: ПГО «Севморгеология», 1982. - С. 5-24.

Тектоника и металлогения ранних киммерид Новой Земли / Под ред. Ю.Е. Погребницкого. - СПб.: Недра, 1992. – 196 с.

Устрицкий В.И. Триасовые и верхнепермские отложения полуострова Адмиралтейства (Новая Земля) // Литология и палеогеография Баренцева и Карского морей. Л.: НИИГА, 1981. - С.55-65.

Хайцлер Л.Л., Вурбицкас А.Б. Новое о возрасте базальтов Печорского угольного бассейна // Стратиграфия триаса Урала и Предуралья. – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1979. - С. 72-82.

Черкесов О.В., Макаров К.К. Объединенные верхнепермские и нижнетриасовые красноцветные отложения на полуострове Гусиная Земля // Геология Южного острова Новой Земли. - Л.: ПГО «Севморгеология», 1982. - С.47-57.

Beauchamp B. Carboniferous and Permian reefs of Sverdrup Basin, Canadian Arctic: an aid to Barents Sea exploration. In Vorren, T.O. et al. (eds.): Arctic Geology and Petroleum Potential, 1993. Norwegian Petroleum Society (NPF), Special Publication № 2, Elsevier, Amsterdam. - P. 217-241.

Bergan M., Knorud R. Apparent changes in clastic mineralogy of the Triassic-Jurassic succession, Norwegian Barents Sea: possible implications for paleodrainage and subsidence. Arctic Geology and Petroleum Potential, 1993, Norwegian Petroleum Society (NPF), Special Publication № 2, Elsevier, Amsterdam. - P.481-483.

Blendinger W., Bowlin B., Zijp F.R., Darke G., Ekroll M. Carbonate buildup flank deposits: an example from the Permian (Barents Sea, northern Norway) challenges classical facies models. - Sedimentary Geology, 112. – 1997. - P. 89-103.

Bruce J.R. and Toomey D.F. Late Paleozoic bioherm occurrences of the Finnmark Shelf, Norwegian Barents Sea analogues and regional significance. In Vorren T.O. et al. (eds.): Arctic Geology and Petroleum Potential, 1993, Norwegian Petroleum Society (NPF), Special Publication № 2, Elsevier, Amsterdam. P.377-392.

Bugge T., Fanavoll S. The Svalis Dome, Barents Sea geological playground for shallow stratigraphic drilling. First break vol. 13, N6, June 1995/237. - P. 1-15.

Dypvik H., Fjellså B., Pcelina T. et al. The diagenesis of the Triassic succession of Franz Josef Land // Geological aspects of Franz Josef Land and the Northernmost Barents Sea.-The northern Barents Sea Geotraverse-Meddelelser N 151. - Oslo, 1998 - P. 83-105.

Dypvik H., Hakansson E. and Heinberg C. Jurassic and Cretaceous palaeogeography and stratigraphic comparisons in the North Greenland – Svalbard region // Polar Research, 2002, 21 (I) - P. 91-108

Geology and Petroleum Resources in the Barents Sea. - The Norwegian Petroleum Directorate, October 1996, 53 p. - Marine and Petroleum Geology, 15, 1998. - P.73-102.

Gjelberg J. and Steel R.: An outline of Lower -Middle Carboniferous sedimentation on Svalbard: effects of tectonic, climatic and sea level changes in rift basin sequences. In Kerr, J. W. et al. (eds.): Geology of the North Atlantic Borderlands, Canadian Society of Petroleum Geology Memoir, 1981, N7, p.543-561.

Lønøy A. Environmental setting and diagenesis of Lower Permian paleoaplisinid build-ups and associated sediments from Bøjrøya: implications for exploration of the Barents Sea. Journal of Petroleum Geology 11, 1988. P.141-156.

Nøttvedt A., Livbjerg F., Midbøe P.S. and Rasmussen, E.: Hydrocarbon potential of the Central Spitsbergen Basin // Arctic Geology and Petroleum Potential, 1993, Norwegian Petroleum Society (NPF), Special Publication № 2, Elsevier, Amsterdam, 1992. - P.333-361.

Рецензент: Корень Татьяна Николаевна, доктор геолого-минералогических наук, профессор

Basov V.A.¹, Vasilenko L.V.¹, Viskunova K.G.², Korago E.A.¹, Korchinskaya M.V.¹, Kupriyanova N.V.¹, Povysheva L.G.¹, Preobrazhenskaya E.N.¹, Pchelina T.M.¹, Stolbov N.M.¹, Suvorova E.B.¹, Suprunenko O.I.¹, Suslova V.V.¹, Ustinov N.V.¹, Ustritsky V.I.¹, Fefilova L.A.¹

¹“VNIOkeangeologia” named after I.S.Gramberg, Saint Petersburg, Russia e-mail: okeangeo@vniio.ru

²“Narian-Marseismorazvedka”, Saint Petersburg, Russia e-mail: nmsrspb@sovintel.ru

EVOLUTION OF SEDIMENTARY ENVIRONMENTS OF THE BARENTS-NORTH KARA PALAEOBASINS IN THE PHANEROZOIC

Evolution of sedimentary environments of the Barents-North Kara palaeobasins from late Devonian to Aptian is discussed in this study. The study is illustrated by 17 lithofacies and palaeogeographic maps

Key words: Barents and Kara Seas, lithofacies and palaeogeographic maps, Devonian – Permian, Triassic –Aptian.

Referenses:

Astaf'ev O.V. Geologičeskie predposylki vyávleniâ zaležej uglevodorodov v verhnepaleozojsko-mezozojskih otloženiâh Prinovozemel'skogo šel'fa // Neftegazonosnost' Barencevo-Karskogo šel'fa (po materialam bureniâ na more i ostrovah). - SPb, VNIOkeangeologiâ, 1993. - S. 37-43.

Barencevskaâ šel'fovaâ plita / Pod red. akad. I.S. Gramberga. Trudy. t. 196 - L.: Nedra, 1988. - 263 s.

Bogackij V.I. Vozmožnosti zonal'nogo i lokal'nogo prognoza neftegazonosnosti v severnyh rajonah Timano-Pečorskoj provincii // Neftegazoperspektivnye ob'ekty Timano-Pečorskoj provincii i metody ih prognozirovaniâ. - L., 1990. - S. 8-15.

Bro E.G., Preobraženskaâ È.N., Ronkina Z.Z., Vojcehovskaâ A.G., Krasnova V.L., Armišev A.M., Fon'kin V.E., Kalantar I.Z. Parametričeskie skvažiny na o.Kolguev // Sovetskaâ geologiâ, 1988, #3. - S. 32-38.

Bro E.G., Pčelina T.M., Preobraženskaâ È.N. Ronkina Z.Z., Vojcehovskaâ A.G., Krasnova V.L., Možaeva O.V. Osadočnyj čehol Barencevomorskogo šel'fa po dannym parametričeskogo bureniâ na ostrovah // Problemy neftegazonosnosti Mirovogo Okeana. - M., Nauka, 1989. - S.191-197.

Budanov G.F. Paleozojskie formacii Evropejskogo severa SSSR i ih neftegazonosnost' // Prirodnye rezervuary Evropejskogo severa SSSR i ih neftegazonosnost'. - L., VNIGRI, 1987. - S.6-18.

Gavšin V.M., Zaharov V.A. Baženovity na norvežskom kontinental'nom šel'fe // Geologiâ i geofizika, 1991. - #1. - S. 62-70.

Gosudarstvennaâ geologičeskaâ karta Rossijskoj Federacii. List S-38-40-Matočkin Šar. Masštab 1:1000000 (novaâ seriâ). Ob"âsnitel'naâ zapiska. – SPb.: Izd-vo VSEGEI, 1999. - 203 s.

Gosudarstvennaâ geologičeskaâ karta Rossijskoj federacii. Masštab 1:1 000 000 (novaâ seriâ). List S-36, 37 - Barencevo more. Ob"âsnitel'naâ zapiska. – SPb.: Izd-vo VSEGEI, 2000. - 165s.+5vkl.

Zaharov V.A., Šurygin B.N., Kurušin N.I., Meledina S.V., Nikitenko B.L. Mezozojskij okean v Arktike: paleontologičeskie svidetel'stva // Geologiâ i geofizika, 2002. - T.43, #2. - S.155-181.

Ivanova N.M. Predpolagaemye paleozojskie rify v ũžnoj i central'noj častâh Barencevskogo šel'fa // Meždunarodnaâ konferenciâ po potencialu nefti i gaza v Barencevom i Karskom morâh i prilagaâšej suši. - Murmansk, 1992. - S.29.

Kalantar I.Z. Korrelâciâ razrezov triasa Predural'skogo progiba, severo-vostoka Vostočno-Evropejskoj platformy i sopredel'nyh territorij // Stratigrafiâ triasa Urala i Predural'â. - Sverdlovsk. UNC AN SSSR, vyp.147, 1979. - S.52-59.

Kalantar I.Z., Tanasova S.D. Facial'nye kriterii pri stratifikacii kontinental'nyh otloženiij triasa // Stratigrafiâ i litologiâ neftegazonosnyh otloženiij Timano-Pečorskoj provincii. - L., VNIGRI, 1988. - S.127-134.

Kalantar I.Z., Šabanova G.A. Paleogeografiâ i istoriâ geologičeskogo razvitiâ Severnogo Predural'â v ũre i melu // Otečestvennaâ geologiâ, 2001, #2. - S. 20-26

Kravec V.S., Čirva S.A. Paleogeografiâ Timano-Ural'skoj oblasti v pozdnej ũre // Mezozoj Sovetskoj Arktiki. Tr. In-ta geol. i geof. SO AN SSSR, Vyp.555. – Novosibirsk: Izd-vo Nauka, SO, 1983. - S.165-180.

Kuznecov V.G. Geodinamičeskaâ i formacionnaâ priuročennost' paleozojskich rifov Rossii i smežnyh territorij // DAN, 1996. - T.351, #3. - S.366-369.

Menner V.V. Litologičeskie kriterii neftegazonosnosti paleozojskich tolš severo-vostoka Russkoj platformy. - M., Nauka, 1989. - S.133.

Nepomiluev V.F. Harakteristika organičeskogo vešestva osadočnyh tolš Ūžnogo ostrova Novoj Zemli // Geologiá Ūžnogo ostrova Novoj Zemli. - L.: PGO «Sevmorgeologiá», 1982. - S.125-132.

Osadočnye paleozojskie formacii Paj-Hoâ // Trudy Komi filial RAN, vyp.56. - Syktyvkar, 1986. - 80s.

Platonov E.G., Černâk G.E. Kamennougol'nye otloženíâ Ūžnogo ostrova Novoj Zemli // Geologiá Ūžnogo ostrova Novoj Zemli. - L.: PGO «Sevmorgeologiá», 1982. - S. 25-37.

Povyševa L.G., Ustrickij V.I. O facial'noj zanal'nosti v verhneperskich otloženíâh Novoj Zemli // Litologiá i poleznye iskopaemye, 1988. - #4. - S.105-111.

Povyševa L.G., Ustrickij V.I. Permskie otloženíâ Novoj Zemli // Stratigrafiâ. Geologičeskaâ korreláciâ, 1996. - T.4, # 5. - S.25-34.

Preobraženskaâ È.N., Ustinov N.V., Solov'eva M.F., Matigorov A.A. Razrez paleozojskich i mezozojskich otloženij Gulâevskogo vala // Neftegazonosnost' Barencevo-Karskogo šel'fa (po materialam bureniâ na more i ostrovah). - L.: PGO «Sevmorgeologiá», 1988. - S.125-139.

Preobraženskaâ È.N., Ustrickij V.I., Bro E.G. Paleozojskie otloženíâ o.Kolguev (Barencevo more) // Stratigrafiâ. Geologičeskaâ korreláciâ, 1995. - T.3, # 5. - S.75-85.

Preobraženskaâ È.N., Škola I.V., Korčinskaâ M.V. Stratigrafiâ triasovyh otloženij arh. Zemlâ Franca Iosifa // Stratigrafiâ i paleontologiá mezozojskich osadočnyh bassejnov Severa SSSR. - L., 1985. - S. 5-16.

Pčelina T.M. Triasovye otloženíâ o. Medvežij // Mezozojskie otloženíâ Sval'barda. - L., 1972. - S. 5-20.

Pčelina T.M. Permskie i triasovye otloženíâ o.Èdž // Stratigrafiâ i paleontologiá dokembriâ i pealeozoâ Severa Sibiri. - L., 1977. - S. 59-71.

Pčelina T.M. Istoriâ triasovogo osadkonakopleníâ na Špicbergene i priligaûšem šel'fe // Stratigrafiâ i paleontologiá mezozojskich osadočnyh bassejnov Severa SSSR. L.: PGO «Sevmorgeologiá», 1985. - S.135-152.

Pčelina T.M. Neftenosnost' devonskich otloženij rajona Mimmerdalen (arh. Špicbergen) // Geologičeskoe stroenie i neftegazonosnost' Arktičeskich morej Rossii. - SPb.: VNIIOkeangeologiâ, 1994. - S.39-47.

Pčelina T.M. Paleogeografičeskie rekonstrukcii Barencevo-Karskogo regiona v triasovom periode v svâzi s neftegazonosnost'û // Tr. Tret'ej Meždunarodnoj konf. Osvoenie šel'fa Arktičeskich morej Rossii. SPb.: CNII im. akad. A.N.Krylova, 1998. - S. 261-263.

Severnaâ Zemlâ. Geologičeskoe stroenie i minerageniâ / Pod red. I.S.Gramberga, V.I.Ušakova. - SPb.: VNIIOkeangeologiâ, 2000. - 187 s.

Sobolev N.N., Ustrickij V.I., Černâk G.E. Stroenie paleozojskoj passivnoj kontinental'noj okrainy na Novoj Zemle // Geologičeskoe stroenie Barencevo-Karskogo šel'fa.- L.: PGO «Sevmorgeologiâ», 1985. - S.34-44.

Sobolev N.N., Šekoldin R.A. Unificirovannaâ regional'naâ shema verhnedevonskich otloženij Novoj Zemli // Geologiá Ūžnogo ostrova Novoj Zemli. L.: PGO «Sevmorgeologiâ», 1982. - S. 5-24.

Tektonika i metallogeniâ rannih kimmerid Novoj Zemli / Pod red. Ū.E. Pogrebickogo. - SPb.: Nedra, 1992. - 196 s.

Ustrickij V.I. Triasovye i verhneperskie otloženíâ poluostrova Admiraltejstva (Novaâ Zemlâ) // Litologiá i paleogeografiâ Barencevaa i Karskogo morej. L.: NIIGA, 1981. - S.55-65.

Hajcer L.L., Virbickas A.B. Novoe o vozraste bazal'tov Pečorskogo ugol'nogo bassejna // Stratigrafiâ triasa Urala i Predural'â. - Sverdlovsk: UNC AN SSSR, 1979. - S. 72-82.

Čerkesov O.V., Makarov K.K. Ob"edinennye verhneperskie i nižnetriasovye krasnocvetnye otloženíâ na poluostrove Gusinaâ Zemlâ // Geologiá Ūžnogo ostrova Novoj Zemli. - L.: PGO «Sevmorgeologiâ», 1982. - S.47-57.

Beauchamp B. Carboniferous and Permian reefs of Sverdrup Basin, Canadian Arctic: an aid to Barents Sea exploration. In Vorren, T.O. et al. (eds.): Arctic Geology and Petroleum Potential, 1993,. Norwegian Petroleum Society (NPF), Special Publication № 2, Elsevier, Amsterdam, p.217-241

Bergan M., Knorud R Apparent changes in clastic mineralogy of the Triassic-Jurassic succession, Norwegian Barents Sea: possible implications for paleodrainage and subsidence. Arctic Geology and

Petroleum Potential, 1993, Norwegian Petroleum Society (NPF), Special Publication № 2, Elsevier, Amsterdam, p.481-483.

Blendinger W., Bowlin B., Zijp F.R., Darke G., Ekroll M. Carbonate buildup flank deposits: an example from the Permian (Barents Sea, northern Norway) challenges classical facies models. - *Sedimentary Geology*, 112 (1997), p. 89-103.

Bruce J.R. and Toomey D.F. Late Paleozoic bioherm occurrences of the Finnmark Shelf, Norwegian Barents Sea analogues and regional significance. In Vorren T.O. et al. (eds.): *Arctic Geology and Petroleum Potential*, 1993, Norwegian Petroleum Society (NPF), Special Publication № 2, Elsevier, Amsterdam, p.377-392.

Bugge T., Fanavoll S. The Svalis Dome, Barents Sea geological playground for shallow stratigraphic drilling. *First break* vol. 13, N6, June 1995/237, p.1-15.

Dypvik H., Fjellså B., Pcelina T. et al. The diagenesis of the Triassic succession of Franz Josef Land // *Geological aspects of Franz Josef Land and the Northernmost Barents Sea.-The northern Barents Sea Geotraverse-Meddelelser N 151*, Oslo, 1998, p.83-105.

Dypvik H., Hakansson E. and Heinberg C. Jurassic and Cretaceous palaeogeography and stratigraphic comparisons in the North Greenland – Svalbard region // *Polar Research*, 2002, 21 (I) p. 91-108

Geology and Petroleum Resources in the Barents Sea. - The Norwegian Petroleum Directorate, October 1996, 53 p. - *Marine and Petroleum Geology*, 15, 1998, p.73-102.

Gjelberg J. and Steel R.: An outline of Lower -Middle Carboniferous sedimentation on Svalbard: effects of tectonic, climatic and sea level changes in rift basin sequences. In Kerr, J. W. et al. (eds.): *Geology of the North Atlantic Borderlands*, Canadian Society of Petroleum Geology Memoir, 1981, N7, p.543-561.

Lønøy A. Environmental setting and diagenesis of Lower Permian paleoaplisinid build-ups and associated sediments from Bøjrøya: implications for exploration of the Barents Sea. *Journal of Petroleum Geology* 11, 1988, p.141-156.

Nøttvedt A., Livbjerg F., Midbøe P.S. and Rasmussen, E.: Hydrocarbon potential of the Central Spitsbergen Basin // *Arctic Geology and Petroleum Potential*, 1993, Norwegian Petroleum Society (NPF), Special Publication № 2, Elsevier, Amsterdam, 1992, p.333-361.