

УДК 551.73/78

DOI 10.41748/0016-7894-2023-3-25-45

## Условия формирования и развития клиноформных комплексов в Баренцевом море

© 2023 г. | О.В. Грушевская<sup>1</sup>, А.В. Соловьев<sup>1</sup>, Е.А. Васильева<sup>2</sup>, Е.П. Петрушина<sup>2</sup>, О.Н. Кот<sup>2</sup>, Г.Г. Крюкова<sup>2</sup>, С.В. Шиманский<sup>3</sup>, Ф.С. Щепелев<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБУ «ВНИГНИ», Москва, Россия; grushevskaya@vnigni.ru; soloviev@vnigni.ru; f.shepelev@vnigni.ru;

<sup>2</sup>АО «Севморнефтегеофизика», Мурманск, Россия; vasilvaea@rusgeology.ru; petrushinaep@rusgeology.ru; koton@rusgeology.ru; kryukovagg@rusgeology.ru;

<sup>3</sup>Федеральное агентство по недропользованию, Россия, Москва; sshimanskii@rosnedra.gov.ru

Поступила 14.04.2023 г.

Доработана 24.04.2023 г.

Принята к печати 02.05.2023 г.

**Ключевые слова:** Баренцево море; клиноформные комплексы; сейсмокомплексы; палеогеография; сейсмостратиграфия; геолого-разведочные работы.

**Аннотация:** В Баренцевом море по результатам комплексного обобщения накопленной геолого-геофизической информации, интерпретации более 25 тыс. км морских сейсмопрофилей МОВ ОГТ 2D с привлечением данных глубокого бурения, опубликованных и фондовых данных по геологическому строению прилегающей суши установлено развитие клиноформных комплексов практически по всему стратиграфическому разрезу осадочного чехла, а именно в пермских, триасовых, юрских, мел-неоген-четвертичных отложениях. Данные комплексы представляют особый интерес на Кольско-Канинской моноклинали, в пределах Печорской плиты, на своде Федынского, в северо-западной части Мурманской моноклинали, на Адмиралтейском мегавалу, в Южно-Баренцевской и Северо-Баренцевской синеклизах, на Альбановско-Горбовском пороге, где на доступных для бурения глубинах предполагаются зоны развития дельтовых, прибрежно-морских и мелководно-морских песчаных резервуаров. Клиноформное строение пермских, триасовых, юрских и мел-неоген-четвертичных отложений определяет одно из основных направлений поиска новых нефтегазопродуктивных объектов на Баренцевоморском шельфе. Однако строение, перспективы нефтегазоносности и области распространения клиноформных комплексов Баренцева моря до сих пор остаются слабоизученными. В статье рассмотрены особенности строения, условия формирования и развития клиноформных комплексов в Баренцевом море на основе сейсмостратиграфического, сейсмофациального, палеогеографического и литолого-фациального анализов.

Для цитирования: Грушевская О.В., Соловьев А.В., Васильева Е.А., Петрушина Е.П., Кот О.Н., Крюкова Г.Г., Шиманский С.В., Щепелев Ф.С. Условия формирования и развития клиноформных комплексов в Баренцевом море // Геология нефти и газа. – 2023. – № 3. – С. 25–45. DOI: 10.41748/0016-7894-2023-3-25-45.

**Благодарности:** Авторы выражают глубокую признательность сотрудникам АО «СМНГ» и АО «Росгео»: И.В. Аксенову, А.Р. Юсуповой, И.И. Никончук, А.А. Сумароковой, Л.И. Кожевниковой за помощь в структурных построениях, анализе мощностей, построении палеогеографических карт и оформлении графических материалов. Исследования выполнены при поддержке Российского научного фонда, проект № 22-27-00440.

## Clinoform sequences in the Barents Sea: settings of formation and evolution

© 2023 | O.V. Grushevskaya<sup>1</sup>, A.V. Soloviev<sup>1</sup>, E.A. Vasilyeva<sup>2</sup>, E.P. Petrushina<sup>2</sup>, O.N. Kot<sup>2</sup>, G.G. Kryukova<sup>2</sup>, S.V. Shimanskij<sup>3</sup>, F.S. Shchepelev<sup>1</sup>

<sup>1</sup>FSBI «VNIGNI», Moscow, Russian Federation; grushevskaya@vnigni.ru; soloviev@vnigni.ru; f.shepelev@vnigni.ru;

<sup>2</sup>JSC «СМНГ» JSC «RosGeo», Murmansk, Russian Federation; vasilvaea@rusgeology.ru; petrushinaep@rusgeology.ru; koton@rusgeology.ru; kryukovagg@rusgeology.ru;

<sup>3</sup>Federal Agency for Mineral Resources, Moscow, Russian Federation; sshimanskii@rosnedra.gov.ru

Received 14.04.2023

Revised 24.04.2023

Accepted for publication 02.05.2023

**Key words:** the Barents Sea; clinoform sequences; seismic sequence; paleogeography; seismic stratigraphy; geological exploration.

**Abstract:** The results of generalization of the available geological and geophysical data as well as integrated interpretation of more than 25 thousand km of 2D CDP sail lines and deep drilling data, published and archive data on geological structure of the neighbouring land, allowed identifying the clinoform sequences occurrence almost throughout the stratigraphic column of sedimentary cover; namely, in the Permian, Triassic, Jurassic, Cretaceous-Neogene-Quaternary deposits. These sequences are of particular interest within the Kol'sky-Kaninsky monocline, the Pechorsky plate, the Fedynsky arch, in the north-western part of the Murmansk monocline, within the Admiralteisky megaswell, in the North Barentsevsky synclises, at the Al'banovsky-Gorbovsky sill, where the zones of deltaic, coastal-marine, and shallow-marine sand reservoirs are expected at the depths available for drilling. Clinoform architecture of the Permian, Triassic, Jurassic, Cretaceous-Neogene-Quaternary deposits determines one of the major trends in exploration for new oil and gas bearing objects on the Barents Sea shelf. However, structure, petroleum potential, and areas of clinoform sequences occurrence in the Barents Sea

are still underexplored. Basing on seismic stratigraphy, seismic facies, paleogeography and lithofacies analyses, the authors discuss structural features, settings of clinoform sequences formation and evolution in the Barents Sea.

*For citation:* Grushevskaya O.V., Soloviev A.V., Vasilyeva E.A., Petrushina E.P., Kot O.N., Kryukova G.G., Shimanskij S.V., Shchepelev F.S. Clinoform sequences in the Barents Sea: settings of formation and evolution. *Geologiya nefi i gaza*. 2023;(3):25–45. DOI: 10.41748/0016-7894-2023-3-25-45. In Russ.

*Acknowledgments:* Authors express their appreciation to the colleagues from AO SMNG and AO Rosgeo — I.V. Aksenov, A.R. Yusupova, I.I. Nikonchuk, A.A. Sumarokova, and L.I. Kozhevnikova for their assistance in structural imaging, thickness analysis, creating paleogeographic maps, and preparing graphics. These studies are sponsored by the Russian Science Foundation under the Project No. 22-27-00440.

## Введение

Баренцевоморский регион обладает большим ресурсным потенциалом, в том числе значительными запасами газа и конденсата. Согласно Государственному балансу полезных ископаемых, на 01.01.2022 г. запасы газа по категории  $C_1$  оценены в 4214,7 млрд  $m^3$ ,  $C_2$  — 551,5 млрд  $m^3$  и конденсата по категории  $C_1$  — 4271,7 млн т,  $C_2$  — 554,8 млн т. По результатам бурения открыты: уникальные газоконденсатные месторождения Штокмановское и Ледовое, крупные газовые Лудловское и Мурманское и одно среднее по запасам газовое Северо-Кильдинское.

Особый интерес вызывает относительно новое направление исследований нефтяных и газовых месторождений в пределах приобтовых зон позднепалеозойских и мезозойских прогибов и впадин Баренцева моря, к которому относится поиск литологических, структурных ловушек в подводных конусах выноса и дельтовых фациях, куда обломочный материал поступал на склоны палеопргибов с более мелководного шельфа и прилегающей суши. На сейсмической записи такие осадочные комплексы, сформированные в условиях некомпенсированного осадконакопления, выделяются в виде клиноформ. По результатам сейсмостратиграфического, сейсмофациального, палеографического и литолого-фациального анализов установлено развитие клиноформных комплексов в широком стратиграфическом диапазоне осадочного чехла Баренцевоморского шельфа: от перми до неогена. Клиноформное строение пермских, триасовых, юрских и мел-неоген-четвертичных отложений определяет одно из основных направлений поиска новых нефтегазопродуктивных объектов на Баренцевоморском шельфе. Однако строение, перспективы нефтегазоносности и области распространения клиноформных комплексов Баренцева моря до сих пор остаются слабоизученными. Литолого-фациальные характеристики этих отложений, мощность и глубины их погружения относятся к главным критериям для прогноза нефтегазоносности.

Комплексы терригенных отложений, имеющие ярко выраженное клиноформное строение, представляют интерес на Кольско-Канинской моноклинали, в пределах Печорской плиты, на своде Федынского, в северо-западной части Мурманской моноклинали, на Адмиралтейском мегавалу, в Южно-Баренцевской синеклизе и в Северо-Баренцевской синеклизе, на Альбановско-Горбовском пороге, где на доступных для бурения глубинах предполагаются зоны развития дельтовых, при-

брежно-морских и мелководно-морских песчаных резервуаров.

## Изученность Баренцева моря сейсморазведкой и глубоким бурением

Сейсмические исследования на Баренцевоморском шельфе начались в конце 1960-х гг. с региональных работ методами МОВ и МОВ ЦД, а затем МОВ ОГТ 2D с 6-кратным перекрытием, которые позволили изучить разрез осадочного чехла до глубины 3–5 км. С применением методики МОВ ОГТ с 12- и 24-кратным перекрытием начался новый этап в исследовании Баренцева моря. С 2003 по 2014 г. на акватории Баренцева моря были выполнены значительные объемы работ различного характера: от редких каркасных профилей до съемок по достаточно плотной сети<sup>1</sup>. Плотность сейсмической изученности Баренцева моря варьирует от 0,29 до 1 км/км<sup>2</sup>. Средняя плотность сейсморазведки 2D составляет 0,5 км/км<sup>2</sup> (рис. 1).

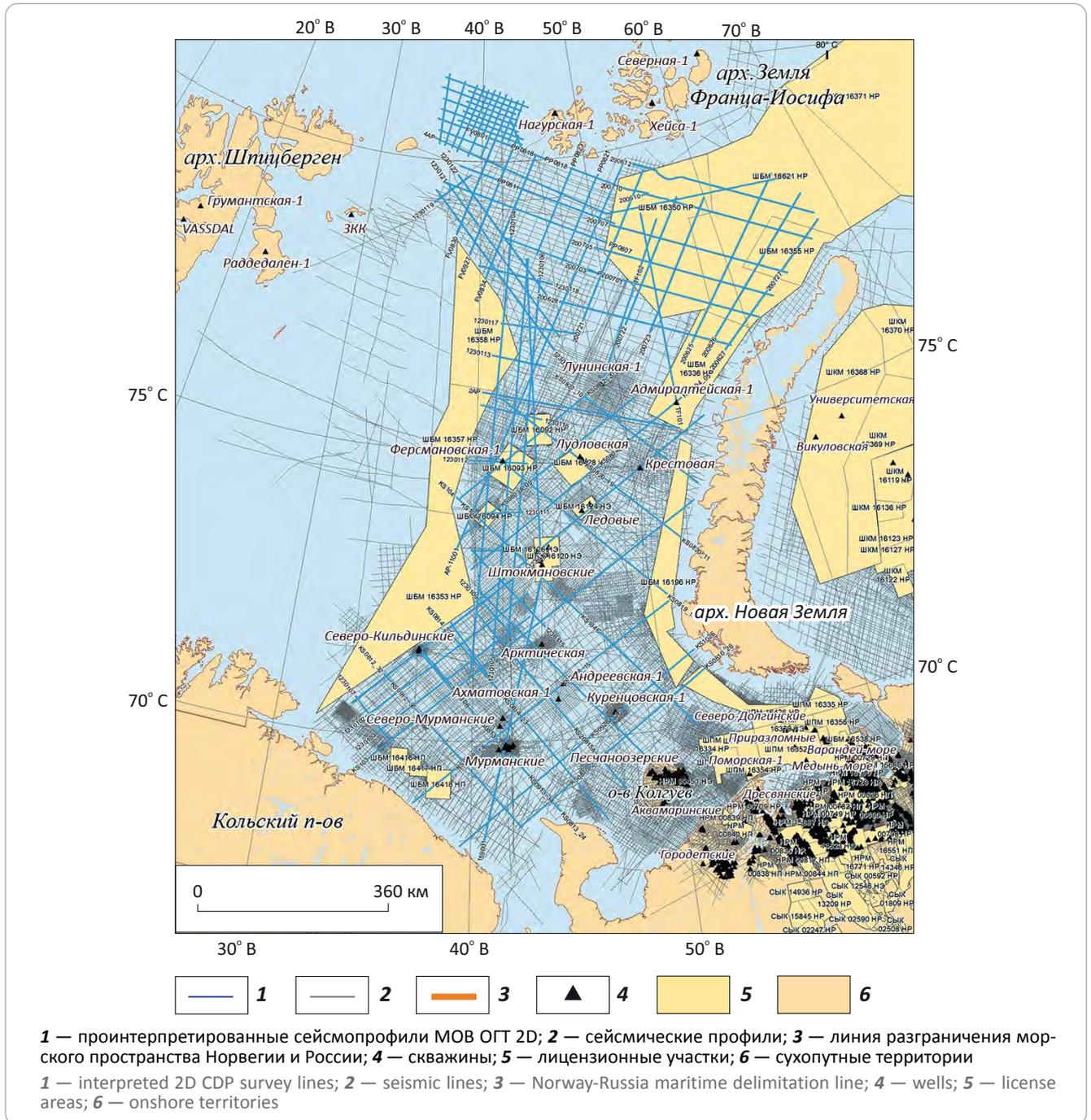
Высокая эффективность региональных работ придала импульс для резкого ускорения процесса лицензирования недр: на шельфе Баренцева моря выдано 18 лицензионных участков ПАО «Газпром» (Штокмановское, западная часть Штокмановского месторождения, Ферсмановский, Демидовский, Медвежий, Ледовое, Лудловское), ООО «Газпромнефть шельф» (Хейсовский участок), ОАО «Севернефтегаз» (Кольский-1, 2, 3) и ПАО «НК Роснефть» (Персеевский, Центрально-Баренцевский, Федынский, Альбановский, Варнецкий, Западно-Приновоземельский, Гусиноземельский), на которых недропользователи за время действия лицензий выполнили около 39 тыс. км сейсморазведки 2D и 24 тыс. км<sup>2</sup> сейсморазведки 3D. В российском секторе Баренцева моря пробурено 34 скважины (см. рис. 1).

## Сейсмогеологические модели клиноформных комплексов

Для определения строения, условий формирования и развития клиноформных комплексов в Баренцевом море авторы статьи проанализировали более 25 тыс. км морских сейсмопрофилей МОВ ОГТ 2D, выполнили сейсмостратиграфический, сейсмофациальный и палеогеографический анализы с привлечением данных глубокого бурения, опубликованных и фондовых данных по геологическому строению прилегающей суши.

<sup>1</sup>Фондовые материалы: Васильева Е.А. 2003 ф, 2005 ф, 2009 ф; Шлыкова В.В., 2009 ф, 2010 ф, 2012 ф, 2013 ф, Павлов С.П., 2005 ф, 2006 ф, 2008 ф, 2009 ф, 2011 ф; Величко Б.М., 2014 ф и др.

**Рис. 1.** Изученность Баренцева моря сейсморазведкой и глубоким бурением  
**Fig. 1.** Exploration maturity of the Barents Sea: seismics and deep drilling



Для идентификации, стратификации и передачи корреляции ОГ для палеозойской части разреза использовались скважины Приразломная-5, Северо-Гуляевская-1, Поморская-1, Паханчская-1, Нагурская-1, Раддедален-1 и сейсмические профили вблизи скважин, а также естественные обнажения прилегающей суши. Мезозойская часть разреза от мела до нижней части индских отложений нижнего триаса, по сравнению с нижней частью разреза, хорошо изучена бурением скважин Ферсмановская-1, Ледовая-1, Крестовая-1, Адмиралтейская-1, Арктическая-1, Куренцовская-1, Мурманские, Се-

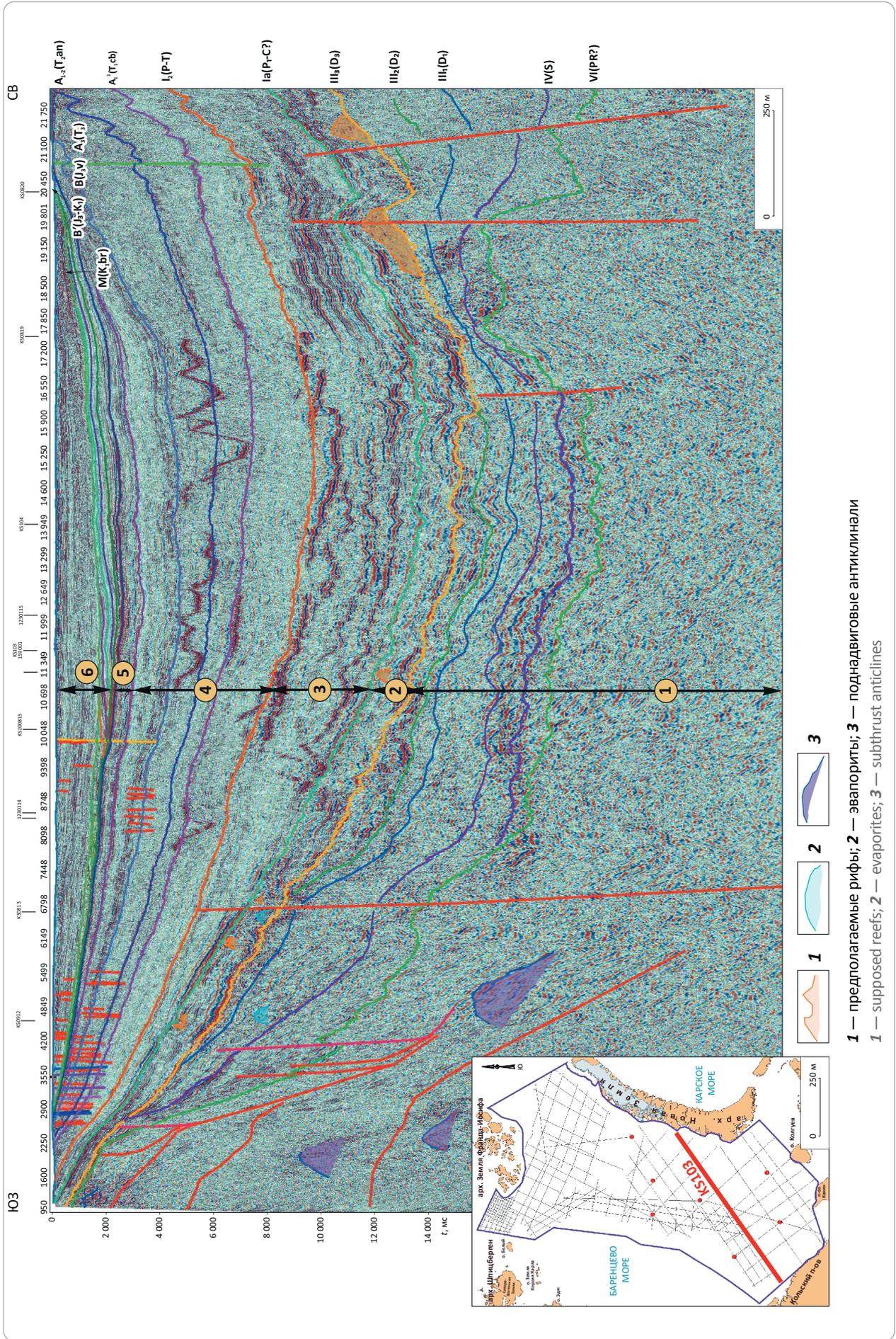
веро-Кильдинские, Лудловские и Северо-Мурманские [1].

На временных и глубинных сейсмических разрезах выделены сеймостратиграфические комплексы между границами угловых и стратиграфических несогласий (рис. 2):

- протерозой-среднедевонский (ниже ОГ III<sub>3</sub>(D<sub>3</sub>));
- верхнедевон-каменноугольный (нижнепермский) (между ОГ III<sub>3</sub>(D<sub>3</sub>) и Ia(P<sub>1</sub>-C?));
- пермский (между ОГ Ia(P<sub>1</sub>-C?) и I<sub>2</sub>(P-T));



**Рис. 2.** Глубинный сейсмический разрез по профилю KS103 сейсмостратиграфических комплексов Баренцева моря  
**Fig. 2.** Deep seismic section along KS103 survey line — seismic stratigraphy sequences of the Barents Sea



**1** — предполагаемые рифы; **2** — эвапориты; **3** — поднадвиговые антиклинали  
**1** — supposed reefs; **2** — evaporites; **3** — subthrust anticlines

– триасовый (между ОГ  $I_2(P-T)$  и  $B(T-J)$ ) представлен индским, оленекским, среднетриасовым и верхнетриасовым подкомплексами;

– юрский (между ОГ  $B(T-J)$  и  $V'(J-K_1)$ ) с нижнеюрским, среднеюрско-кимериджским и верхнеюрским подкомплексами;

– мел-неоген-четвертичный (между ОГ  $V'(J-K_1)$  и дном моря) с нижнемеловым неокомским, апт-верхнемеловым и четвертичным подкомплексами.

Установлено развитие клиноформных комплексов в отложениях пермского, триасового, юрского, мел-неоген-четвертичного сейсмостратиграфических комплексов.

**Пермский сейсмокомплекс** заключен между ОГ  $Ia(P_1-C)$  и  $I_2(P-T)$ , представлен преимущественно терригенным материалом. Отложения этого комплекса изучены в российской части Баренцево-морского шельфа только в скважинах Крестовая-1 и Адмиралтейская-1, в скважинах норвежской части этого шельфа на моноклинали Финнмарк (скважины 7128/6-1, 7128/12), во многих скважинах Печорской плиты, в том числе на о-ве Колгуев, а также в скв. Раддедален на о-ве Эдж архипелага Шпицберген.

Строение пермского сейсмокомплекса характеризуется серией клиноформ с выраженным направлением их проградации с юга и юго-востока Баренцево-морского шельфа в северном и северо-западном направлениях. Клиноформы наблюдаются в Южно-Баренцевской синеклизе, на Штокмановско-Лунинском пороге и на Печорской плите (рис. 3) (Грушевская О.В. и др., 2022 ф<sup>2</sup>). Для волновой картины типична косослоистая конфигурация с элементами сигмовидного рисунка. На северо-востоке Баренцево-морского шельфа отмечено схождение фаз ниже ОГ  $I_2(P-T)$  и выделена аномалия типа «яркое пятно», вероятно связанная с ундаформенной частью клиноформы в отложениях верхней перми.

В нижней терригенной части сейсмокомплекса, заключенной между ОГ  $Ia(P_1-C)$  и  $A-I(P-T)$ , наблюдаются косослоистые отражения, сменяемые вверх по разрезу горизонтальными субпараллельными отражениями по отношению к кровле клиноформного комплекса (см. рис. 3). Анализ рисунка отражений интервала позволяет предположить, что проградация клиноформ распространялась с юга на север и северо-восток при поступлении терригенного материала с территории Кольского полуострова и Кольско-Канинской моноклинали, с архипелага Новая Земля и Уральского орогена, с Печорской плиты и, возможно, со стороны севера Норвегии и платформы Финнмарк.

<sup>2</sup>Грушевская О.В., Васильева Е.А., Петрушина Е.П., Кот О.Н. и др. Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Баренцева моря: отчет в рамках государственного задания Федерального агентства по недропользованию. – ФГБУ «ВНИГНИ», 2022.

По данным бурения в норвежской части Баренцева моря, на платформе Финнмарк, скважин 7128/12-U-01, 7128/12-U-01 и 7128/4-1, *нижне-верхнепермский комплекс* с косослоистым рисунком отражений, идентичный клиноформной толще на Кольско-Канинской моноклинали, *отнесен к индским отложениям раннего триаса формации Хаверт* (Havert formation) группы Сассендален [2] (рис. 4). Сейсмокомплекс залегает на пермских кремнистых отложениях группы Темпельфьорден (Tempelfjorden Group), к которым на сейсмических разрезах приурочены аномалии волновой картины в виде холмообразных тел или построек, сложенных породами кремнистого состава и называемых «спикулитами». Отложения формации Хаверт на платформе Финнмарк подразделяются на две толщи. Нижней толще  $H_1$  соответствуют косослоистые сейсмофации, формирование которых связано с фазой регрессии. Предполагается, что толща  $H_2$  представлена серией клиноформ, проградация которых происходила с востока и юго-востока [3].

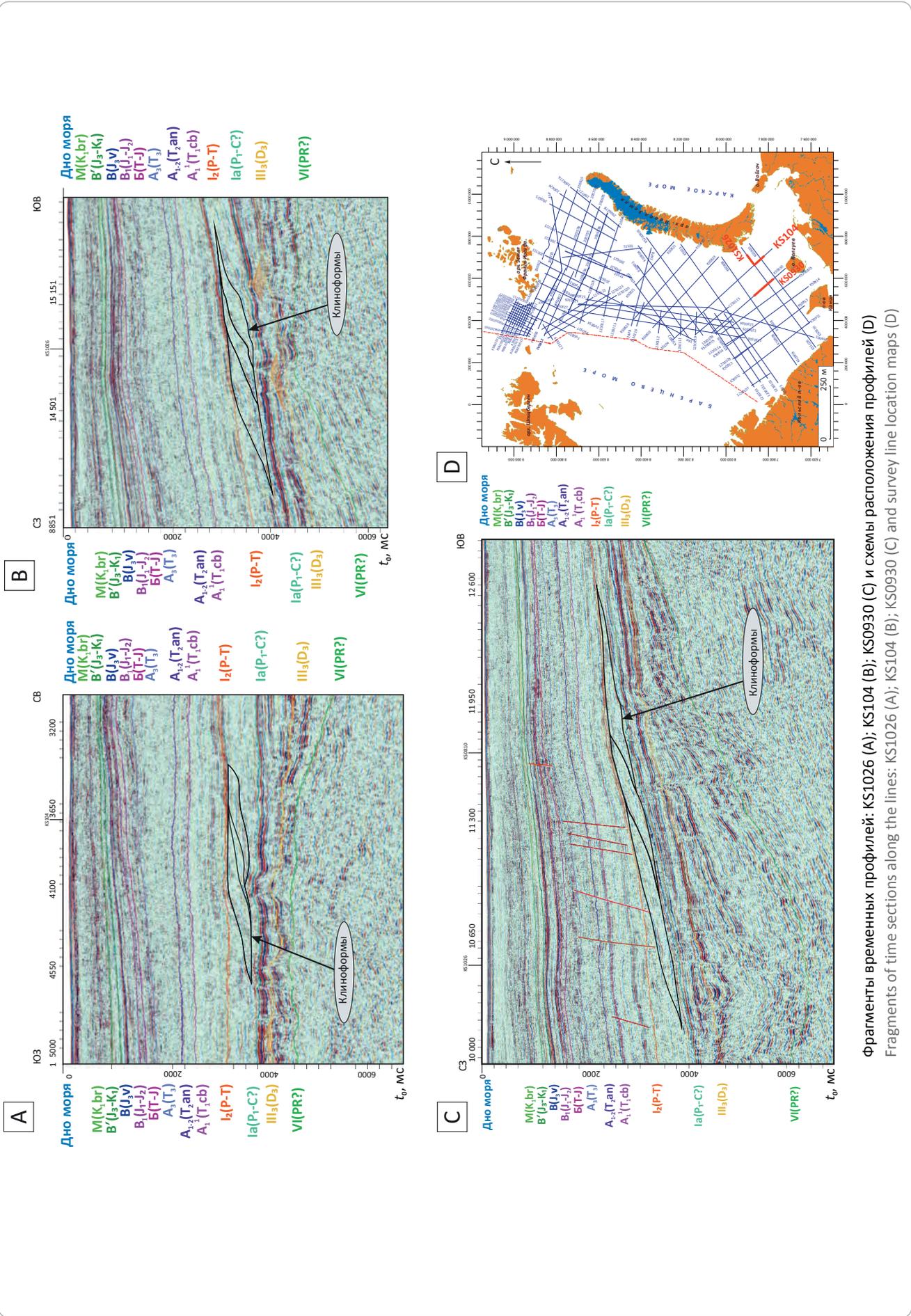
С учетом данных бурения на платформе Финнмарк прогнозируется, что на Кольской моноклинали относительно мощные терригенные толщи кунгура – верхней перми, по-видимому, постепенно замещаются кремнисто-карбонатным разрезом финнмаркенского типа. Мощность верхнепермских отложений составляет около 100 м. В скв. 7128/6-1, расположенной всего в 150 км к северо-западу, кунгурско-казанская часть разреза представлена кремнистыми известняками и спикулитами, т.е. отложениями относительно неглубоководных впадин мощностью до 120 м. Учитывая это обстоятельство, можно предположить, что клиноформная толща на Кольской моноклинали имеет более молодой возраст (татарский ярус поздней перми? – ранний триас) [4]. В норвежской части шельфа мощность кунгурских отложений, накопившихся в условиях иловых впадин с терригенной седиментацией, составляет 20–50 м.

В северо-западной части Баренцева моря, в *зоне прогибов Франц-Виктория, поднятия Персея*, вблизи архипелага Земля Франца-Иосифа (о-в Земля Александры), нижне-верхнепермские отложения в акваториальной части имеют незначительную мощность. При приближении к о-ву Земля Александры отложения терригенной перми, по-видимому, выклиниваются с налеганием на поверхность верхнекаменноугольных карбонатных отложений и в разрезе скв. Нагурская-1 не установлены. Здесь на верхнекаменноугольных отложениях залегают индские нижнетриасовые отложения белоземельской свиты.

На *Адмиралтейском мегавалу* терригенные нижнепермские отложения (скв. Адмиралтейская-1) представлены соколовской свитой, объединяющей отложения от ассельского отдела по кунгурский. Верхнепермские отложения выделены в объеме уфимского, казанского и татарского отделов. Мощность нижне-верхнепермского сейсмо-



**Рис. 3.** Особенности строения пермской части разреза Баренцева моря  
**Fig. 3.** Structural features of the Permian interval in the Barents Sea section



**Фрагменты временных профилей: KS1026 (A); KS104 (B); KS0930 (C) и схемы расположения профилей (D)**  
**Fragments of time sections along the lines: KS1026 (A); KS104 (B); KS0930 (C) and survey line location maps (D)**



комплекса увеличивается в Южно-Баренцевской и Северо-Баренцевской впадинах.

**Триасовый сейсмокомплекс** расположен между ОГ  $I_2(P-T)$  и  $B(T-J)$  и представлен индским, оленекским, среднетриасовым и верхнетриасовым подкомплексами. Разрез триаса изучен скважинами глубокого бурения на Мурманской, Северо-Кильдинской, Куренцовской, Арктической, Штокмановской, Ферсмановской, Лудловской, Крестовой и Адмиралтейской площадях.

Триасовый сейсмокомплекс связан с мощной толщей осадков, распространенных практически повсеместно в Баренцевом море, за исключением ее северо-западной части вблизи архипелага Шпицберген. Мощность отложений триаса колеблется от 0 до 7380 м.

Триасовый сейсмокомплекс представлен терригенными разнофациальными осадками и выражен высокоамплитудными, средне- и слабоамплитудными, косослоистыми, субпараллельными и хаотическими сейсмофациями.

Прослеживание отражающих горизонтов в волновом поле триасового комплекса в *Южно-Баренцевской и Северо-Баренцевской впадинах* в значительной мере осложняется присутствием высокоамплитудных ОГ группы  $\alpha$ , многофазных со сложной конфигурацией и связанных с интрузивными образованиями типа силлов (см. рис. 4).

Вероятнее всего, что триасовый бассейн северной части Баренцева моря и восточного Шпицбергена питался отложениями с юго-востока по крупной сложной системе проградирующих дельт [5]. Следует отметить, что по сейсмическим данным проследить в триасе клиноформы затруднительно из-за насыщенности высокоамплитудными отражениями от интрузий.

Выраженным клиноформным строением характеризуется только среднетриасовый подкомплекс (между ОГ  $A_2(T_2) - A_3(T_3)$ ) на Мальгинской седловине Западно-Баренцевской региональной системы поднятий и прогибов (см. рис. 4). Рисунок сейсмофаций — косослоистый и сигмовидный. Повышенные значения амплитуд наблюдаются в фундаформных и ортоформных частях клиноформных сейсмофаций. В основном сейсмофации в среднем триасе характеризуются слабой и средней динамической выразительностью. Проградация клиноформ среднего триаса, по-видимому, происходила с юго-востока в северо-западном направлении.

**Юрский терригенный сейсмокомплекс** выделяется между ОГ  $B'(J-K_1)$  и  $B(T-J)$  и состоит из нижнеюрского, среднеюрско-кимериджского и верхнеюрского подкомплексов. Разрез изучен скважинами разведочного и поисково-оценочного бурения в районах Штокмановско-Луниинского порога, Предновоземельской структурной области и Южно-Баренцевской впадины<sup>2</sup>. На прилегающих площадях юрские отложения присутствуют в скважинах о-ва Колгуев, в обнажениях на п-ове Канин, в сква-

жинах архипелага Земля Франца-Иосифа Хейса-1 и Северная-1.

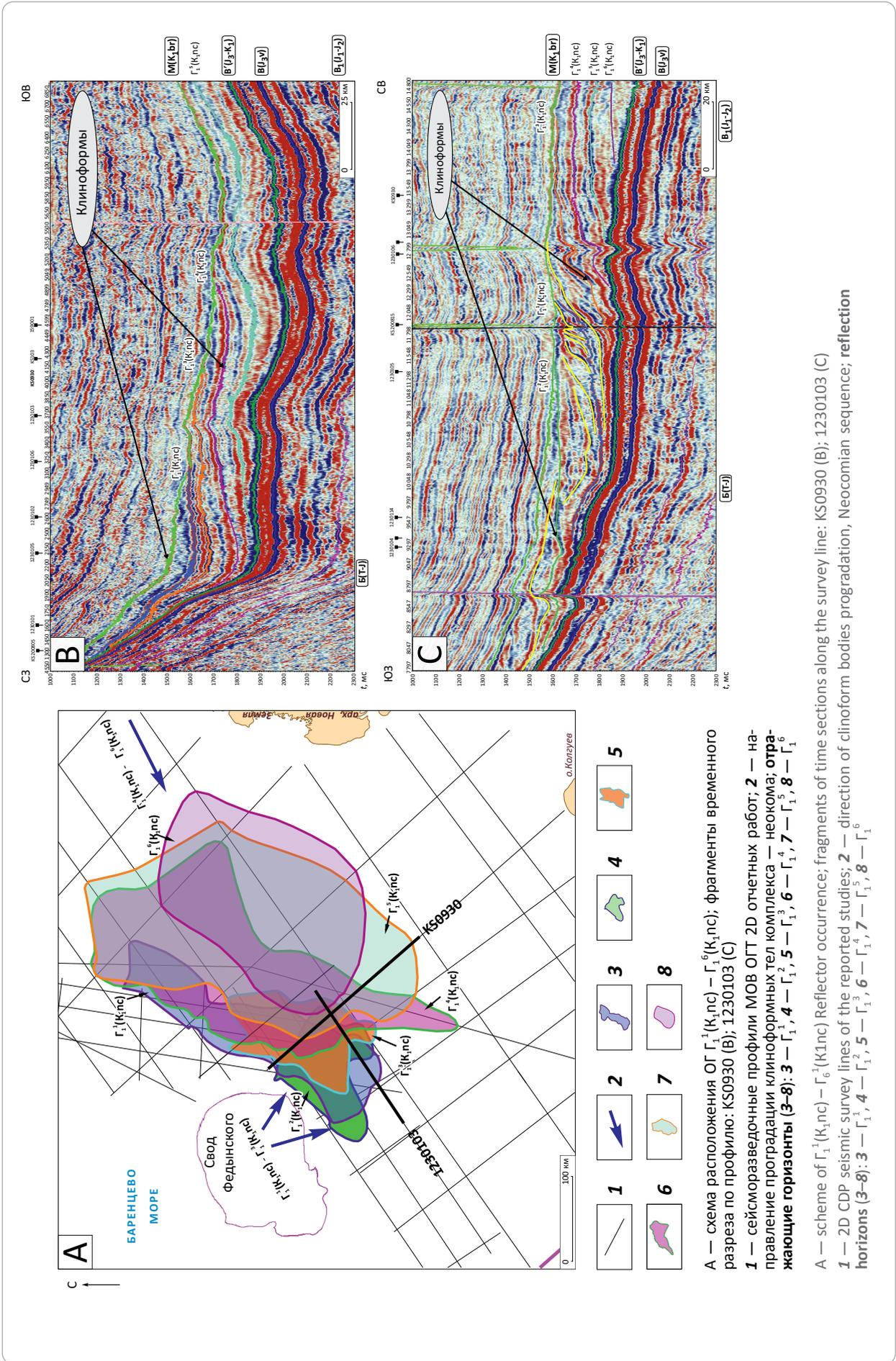
**Нижнеюрский подкомплекс** на временных сейсмических разрезах характеризуется преимущественно хаотичной записью. Хаотические сейсмофации свидетельствуют об аллювиально-дельтовом генезисе отложений, накапливавшихся в условиях озерной/аллювиальной равнины и периодически затапливаемой морем. Мощность нижнеюрских отложений изменяется от 0 до 600 м.

**Среднеюрско-кимериджский подкомплекс** на временных сейсмических разрезах отличается в основном субпараллельными отражениями различной амплитуды. В верхней части комплекса отражения становятся более протяженными, их амплитуды увеличиваются. На сейсмических разрезах в низах комплекса фиксируются непротяженные слабонаклонные отражения. Со средней юры происходило постепенное становление морских условий на всем Баренцевоморском шельфе. Мощности среднеюрского подкомплекса отложенный на участке исследований изменяются от 0 м (в бортовых частях Восточно-Баренцевского прогиба) до 850 м (в центральной части Южно-Баренцевской впадины). В аалене и байосе на большей части Южно-Баренцевской синеклизы накапливались аллювиально-озерные и дельтовые осадки (рис. 5) [6]. В скважинах Арктическая-1, Штокмановская-1 и Лудловская-1 выделяются мощные глинистые пачки байосского возраста, которые были образованы в этапы высокого стояния уровня моря. К юго-западу (скважины Северо-Кильдинская-82, Мурманская-24, Куренцовская-1) глинистые пачки сменяются на алевролитовые, в разрезе появляется больше песчаных прослоев. Вероятно, это связано с их близостью к мощным источникам сноса — Восточно-Европейской платформе, Кольско-Канинской моноклинали и архипелагу Новая Земля, откуда шел снос терригенного потока развитыми аллювиально-дельтовыми системами [7]. В северном направлении эти фации глинизируются из-за удаленности от основных источников сноса.

**Верхнеюрский подкомплекс (волжский или титонский подъярус).** Формирование верхнеюрской терригенной формации Баренцевоморского шельфа происходило в морских условиях (мощность < 200 м) на большей части изученной площади обобщения и в более глубоководных обстановках (мощность > 200 м), на обширной ограниченной области в северо-восточной части Южно-Баренцевской синеклизы. В глубоких скважинах Баренцевоморского шельфа отложения верхней юры представлены терригенными породами, в основном глинами различной мощности. Мощность волжского подкомплекса изменяется в скважинах Баренцевоморского шельфа от 5 м в скв. Лудловская-1 до 40 м в скв. Куренцовская-1. Депоцентр для верхнеюрского подкомплекса приурочен к Южно-Баренцевской синеклизе, в кото-



Рис. 6. Особенности строения мел-четвертичной части разреза  
Fig. 6. Structural features of the Cretaceous-Quaternary interval



жений. Направления падения клиноформ — северо-западное, западное, восточное и северо-западное. Источники сноса располагались на Кольском полуострове и Кольско-Канинской моноклинали, архипелаге Новая Земля, своде Федынского и Ферсмановской структуре.

Клиноформы характеризуются различной интенсивностью отражений. Наблюдаемые «яркие пятна» могут быть связаны с линзами песчаников в отложениях мела и с их УВ-насыщением. В аналогичных клиноформах Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции обнаружены УВ. В норвежской части Баренцевоморского шельфа в нижнемеловых отложениях в скважинах на склоне поднятия Лоппа, в прогибе Тромсе было обнаружено нефтенасыщение по керну из валанжин-готеривских слоев и открыты газовые месторождения Скалле, Салина и Нунатак [8].

На склонах свода Федынского и локальных структурах Ферсмановская и Демидовская в волновом поле наблюдаются серии непротяженных косослоистых отражений. На профилях KS0813 и KS0814 выделяется область схождения этих клиноформ со встречными косослоистыми отражениями, связанными со сносом осадков с архипелага Новая Земля.

В Северо-Баренцевской синеклизе мощность отложений неокома также значительно возрастает. Здесь толща неокома разделяется на две подтолщи отражающим горизонтом  $\Gamma_1^{11}(K_1nc)$ . Нижняя подтолща характеризуется малоамплитудными низкочастотными ОВ и в ней выделяются клиноформенные тела (ОГ  $\Gamma_1^{12}(K_1nc)$ ), вероятно образованные за счет материала, сносимого с архипелага Земля Франца-Иосифа. В скважинах на архипелаге Земля Франца-Иосифа вскрытые нижнемеловые отложения представлены глинами и долеритами с прослоями известняков и эффузивных пород.

На западном борту Северо-Баренцевской впадины в основании разреза неокома также наблюдаются клиноформные единицы, характеризующиеся встречной, юго-западной, проградацией по отношению к северо-восточному направлению в Южно-Баренцевской синеклизе (см. рис. 6).

**Апт-верхнемеловой подкомплекс** расположен выше по разрезу с субпараллельными горизонтально-слоистыми, расходящимися, местами косослоистыми и сигмовидными отражениями, характерными для клиноформ. По сравнению с неокомским клиноформным комплексом, клиноформы барремско-альбского возраста раннего мела более пологие и имеют значительную протяженность, в связи с чем их клиноформный облик не столь выражен на Баренцевоморском шельфе.

Верхнемеловые отложения распространены локально и представлены в виде трех депоцентров, один из которых относится к Южно-Баренцевской впадине, а два, значительно уступающие по площади, — к Северо-Баренцевской впадине.

**Палеоген-четвертичный подкомплекс.** На большей части Баренцевоморского шельфа неоген-четвертичные отложения характеризуются незначительными мощностями. Только между архипелагами Шпицберген и Земля Франца-Иосифа выявлена Восточно-Шпицбергенская впадина с увеличенными мощностями палеоген-четвертичных отложений. В Восточно-Шпицбергенской впадине выделены клиноформы эоцена и плиоцена.

Эоценовые отложения залегают между ОГ  $L_2(P_1-P_2)$  и  $L_3(P_2-P_3)$  и представляют собой клиноформный комплекс, возможно накопленный при сносе осадочного материала с архипелага Новая Земля (рис. 7). Клиноформное осадконакопление, вероятнее всего, началось в палеоцене, получило свое максимальное развитие в эоцене и завершилось обширной мировой регрессией в миоцене. Максимальные мощности отмечены в Восточно-Шпицбергенской впадине, где они достигают 430 м. Верхи отложений эоцена эрозионно срезаны и перекрыты поверхностью мессинского несогласия. Состав отложений в Восточно-Шпицбергенской впадине предполагается терригенный, представленный оползнями и турбидитами.

В процессе эрозии были образованы «врезы» глубиной 400–600 м, заполненные косослоистыми осадками миоцена. Подобное осадконакопление было отмечено на месторождении УВ Зафиро в дельте р. Нигер в Экваториальной Гвинее [9, 10]. Месторождение Зафиро приурочено к русловым отложениям, заполняющим глубокий (более 600 м) «врез». Отложения миоцена перекрыты пологими клиноформами плиоцена с их погружением в юго-восточном направлении.

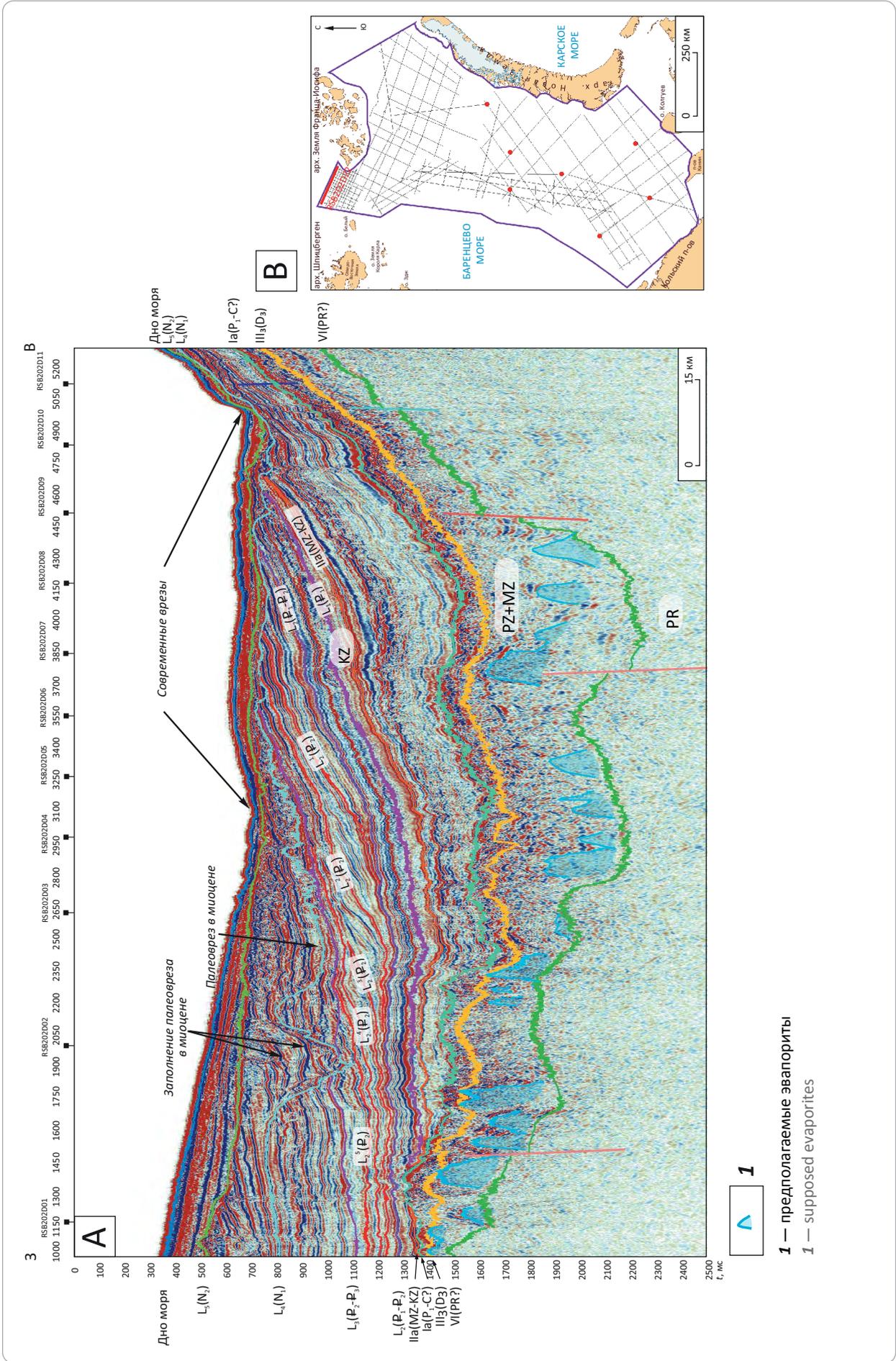
### Условия формирования клиноформных комплексов Баренцева моря

**Формирование пермских клиноформ** характеризуется значительным объемом осадконакопления в связи с воздыманием Уральского орогена, который являлся основным источником сноса. Дополнительный снос осадочного материала происходил с Балтийской, Западно-Шпицбергенской палеосуши, а также с Североземельского поднятия. Максимальные мощности терригенной перми — до 8030 м, отмечаются в Кармакульском мегапрогибе. Контуры Восточно-Баренцевского мегапрогиба, в котором толщины отложений перми изменяются от 2,5 до 4–4,5 км, протягиваются на север. Депоцентры в Восточно-Баренцевском мегапрогибе расположены в Южно-Баренцевской синеклизе и севернее нее (на месте образованных на последующих этапах Штокмановско-Лунинском и Альбановско-Горбовском порогах)<sup>2</sup>. Часть впадин в пермское время заполнялась с образованием клиноформ вплоть до полной компенсации. Другая часть депрессий осталась некомпенсированной (рис. 8).

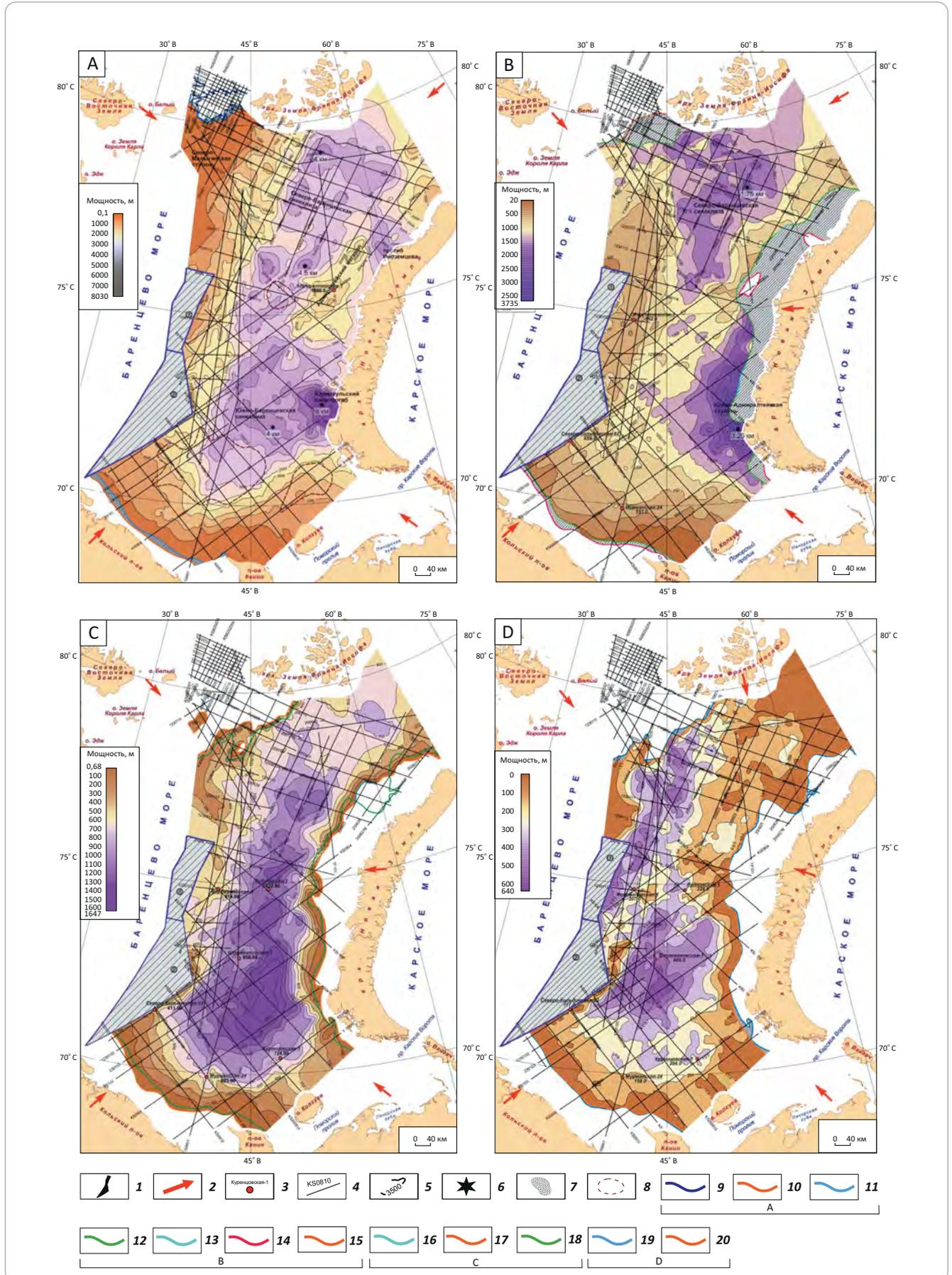
На Адмиралтейском мегавалу мощность пермских отложений составляет 1,5–2,5 км. Минимальными толщинами характеризуются Восточ-



Рис. 7. Временной сейсмический разрез по профилю RSB202D22 эоценовой части разреза (А) и схема расположения профиля (В)  
 Fig. 7. Seismic time section along RSB202D22 line, Eocene interval (A) and survey line location map (B)



**Рис. 8.** Карты мощности пермских (А), среднетриасовых (В), юрских (С), неокомских отложений (D) (между ОГ I<sub>1</sub>(P<sub>1</sub>-C?) и ОГ I<sub>2</sub>(P-T))  
**Fig. 8.** Thickness map of Permian (A), Middle Triassic (B), Jurassic (C), Neocomian (D) deposits (between I<sub>1</sub>(P<sub>1</sub>-C?) and I<sub>2</sub>(P-T) reflectors)



Усл. обозначения к рис. 8

Legend for Fig. 8

**1** — границы лицензионных участков (Центрально-Баренцевский и Федьинский); **2** — предполагаемые направления сноса осадочного материала; **3** — скважины; **4** — сейсморазведочные профили; **5** — изопахиты, м; **6** — депоцентры; **7** — области сокращенных мощностей отложений; **8** — клиноформы перми; **пермские отложения (А), линии прекращения прослеживания: ОГ I<sub>a</sub> (P<sub>1</sub>-C?) по типу: 9** — кровельного прилегания к ОГ VI (PR?), **10** — эрозионного среза в кайнозое; **ОГ I<sub>2</sub>(P-T): 11** — по эрозионному срезу в кайнозое; **среднетриасовые клиноформы (?) (В), линии прекращения прослеживания: ОГ A<sub>3</sub>(T<sub>3</sub>) по типу: 12** — эрозионного среза в кайнозое, **13** — эрозионного среза в мелу; **ОГ A<sub>1-2</sub>(T<sub>2an</sub>) по типу: 14** — эрозионного среза в кайнозое, **15** — подошвенного прилегания к ОГ I<sub>2</sub>(P-T); **юрские клиноформы (?) (С), линии прекращения прослеживания ОГ по типу: 16** — эрозионного среза ОГ Б(T-J) в мелу, **17** — эрозионного среза ОГ Б(T-J) в кайнозое, **18** — эрозионного среза ОГ В(J<sub>3</sub>-K<sub>1</sub>) в кайнозое; **неокомские клиноформы (?) (D), линии прекращения прослеживания ОГ по типу эрозионного среза в кайнозое: 19** — ОГ В(J<sub>3</sub>-K<sub>1</sub>); **20** — ОГ M(K<sub>1</sub>br) в кайнозое

**1** — boundaries of license areas (Central Barentsevsky and Fedynsky); **2** — supposed directions of sediment transportation; **3** — wells; **4** — seismic survey lines; **5** — isopachs, m; **6** — depocentres; **7** — areas of the formation thinning; **8** — Permian clinoforms; **Permian deposits (A), lines of tracing termination of: I<sub>a</sub> (P<sub>1</sub>-C?) Reflector by type of: 9** — toplap to VI (PR?) Reflector, **10** — truncation by erosion in Cenozoic; **line of termination of I<sub>2</sub>(P-T) Reflector tracing: 11** — associated with erosion in Cenozoic; **Middle Triassic clinoforms (?) (B), lines of tracing termination of: A<sub>3</sub>(T<sub>3</sub>) Reflector by type of: 12** — erosion in Cenozoic, **13** — erosion in Cretaceous; **A<sub>1-2</sub>(T<sub>2an</sub>) Reflector by type of: 14** — erosion in Cenozoic, **15** — downlap to I<sub>2</sub>(P-T) Reflector; **Jurassic clinoforms (C), lines of termination of the Reflector tracing by type of: 16** — erosion of Б(T-J) Reflector in Cretaceous, **17** — erosion of Б(T-J) Reflector in Cenozoic, **18** — erosion of В(J<sub>3</sub>-K<sub>1</sub>) Reflector in Cenozoic; **Neocomian clinoforms (?) (D), lines of termination of the Reflector tracing by type of erosion in Cenozoic: 19** — В(J<sub>3</sub>-K<sub>1</sub>) Reflector; **20** — M(K<sub>1</sub>br) Reflector in Cenozoic

но-Шпицбергенская присклонная моноклираль и Северо-Малыгинская ступень, где мощность комплекса составляет менее 500 м.

В поздней перми – раннем триасе с юга, юго-востока на север и с востока на запад происходило продвижение мощного комплекса дельтовых, авандельтовых разностей, а также образование подводных конусов выноса. По мере удаления от источников сноса на север континентальные отложения замещаются лагунно-континентальными (Северо-Кильдинская площадь). В центральной и северной частях региона предполагается зона субмеридионального простирания, где накапливались морские фации (Арктическая, Лудловская площади и архипелаг Земля Франца-Иосифа) (рис. 9).

**Формирование триасовых клиноформ** связано с процессами рифтогенеза. Погружение Баренцевоморского бассейна в раннем триасе было равномерным, в среднем триасе происходило активное погружение, а к позднему триасу погружение бассейна замедлилось.

Раннетриасовые отложения формировались в прибрежно-морских/мелководно-морских и глубоководных условиях. В индское время в Баренцевом море происходила обширная трансгрессия. Зона глубоководных условий осадконакопления занимает обширную часть Баренцева моря. В пределах *Кольско-Канинской моноклинали, Печорской плиты и на юге Пайхойско-Новоземельской складчатой системы* отложения накапливались на мелководье в условиях проделты или между дельтами. Мощности раннетриасовых отложений, сформировавшихся в прибрежно-морских/мелководно-морских условиях, изменяются в интервале от 0 до 1250 м, а в глубоководных условиях составляют более 1250 м.

Среднетриасовый этап наследует фациальную зональность и палеогеографические обстановки

раннетриасового периода<sup>5</sup> [11–15]. В среднем триасе выделяется два депоцентра — восточная часть *Южно-Баренцевской синеклизы и Северо-Баренцевская синеклизы*, разделенные *Штокмановско-Лунинским порогом*<sup>5</sup> [12, 14, 16]. Максимальная мощность комплекса в *Южно-Баренцевской синеклизе* достигает 3250 м. К северу, в пределах *Штокмановско-Лунинского порога*, толщина среднетриасовых отложений в среднем равна 1 км и увеличивается в *Северо-Баренцевской синеклизе* до 1750 м. Вскрытая мощность среднетриасового комплекса в скважинах Мурманская-24 и Северо-Кильдинская-82 отмечаются в районе *Тиманской гряды* (250 м). Породы среднего триаса отсутствуют на *поднятии Вербы и Восточно-Шпицбергенской присклонной моноклинали, на Малыгинской седловине, Кольско-Канинской моноклизе, северо-западе Тиманской гряды* и фрагментарно — в *Предновоземельской структурной области* (см. рис. 8).

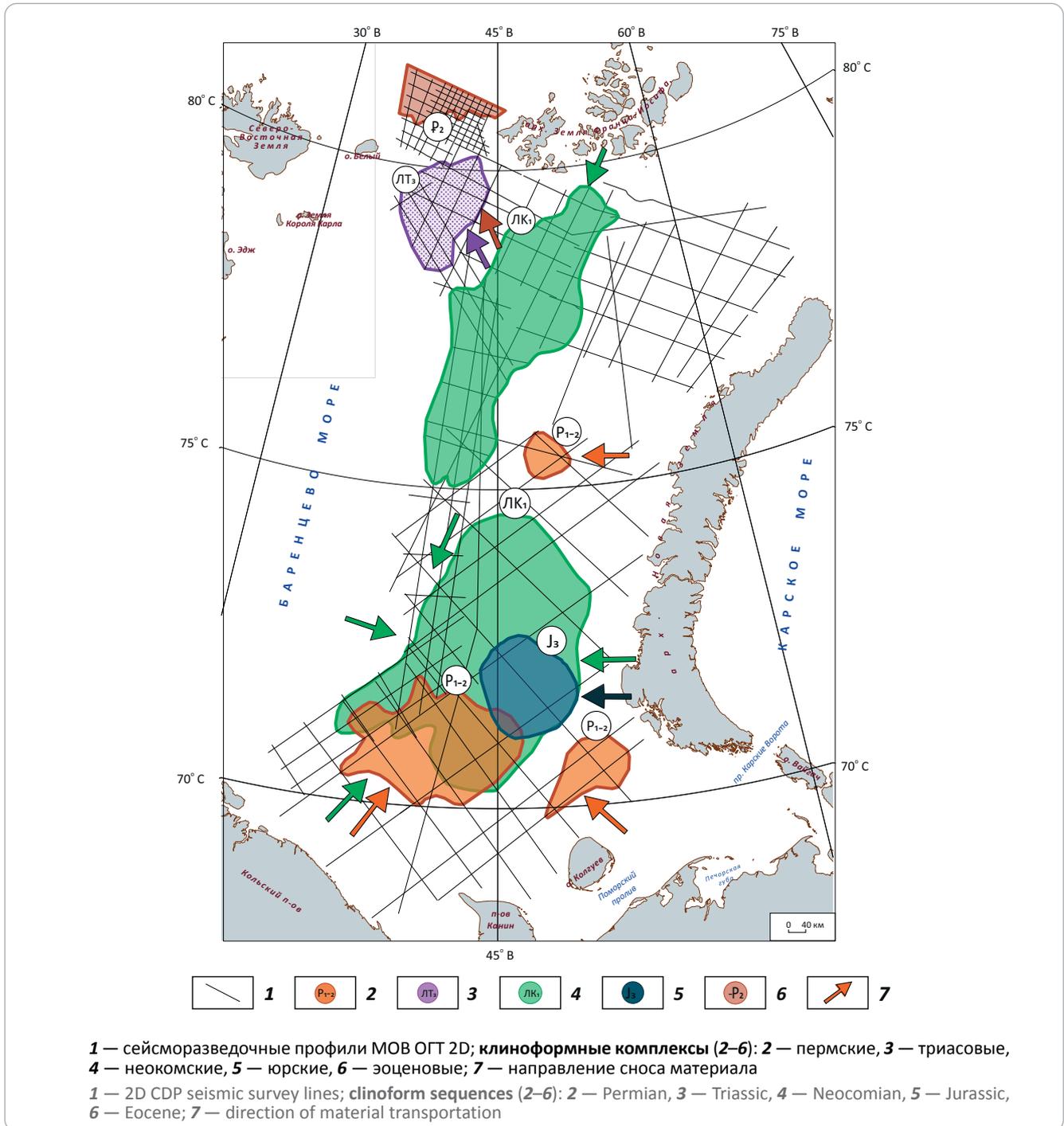
В позднем триасе, в результате активизации тектонической деятельности в Баренцевоморском регионе, отмечается смена климатических условий (с аридного на гумидный). В этот период происходит сокращение морских и преобладание континентальных обстановок осадконакопления (см. рис. 9). Мелководная зона шельфа сохраняется лишь в западной части Баренцева моря<sup>5</sup> [12]. На значительной площади Баренцевоморского шельфа накапливались сероцветные толщи алевроитовых, песчаных и глинистых осадков, обогащенных растительным детритом с прослоями углей [11, 13, 14, 17, 18].

Область максимального осадконакопления пород всех отделов триаса приурочена к депоцентру,

<sup>5</sup>Петров Е.О. Условия формирования мезозойских отложений Баренцевоморского региона: автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. — М., 2010. — 25 с.



**Рис. 10.** Клиноформы перми – эоцена на Баренцевоморском шельфе  
**Fig. 10.** Permian-Eocene clinoforms on the Barents Sea shelf



который, вероятно, связан с Центрально-Новоземельским палеоогибом. Триасовый седиментационный этап закончился региональным перерывом в осадконакоплении в позднем нории [11, 13, 14, 18].

Основными источниками сноса в триасовое время были Уральско-Новоземельская, Балтийская и Западно-Шпицбергенская палеосуши и, вероятно, Североземельская складчатая область на востоке Карского моря [11]. Максимальные мощности отмечаются на локальных участках и достигают 7380 м, в бортовых частях Восточно-Баренцевского мегапро-

гиба мощность комплекса составляет около 4 км. На юге и на севере площади мощность комплекса постепенно уменьшается, составляя менее 500 м, и достигает нулевых значений. На Адмиралтейском мегавалу мощность изменяется от 1670 м в центральной части, в скв. Адмиралтейская-1, до 4 км на его склонах.

**Формирование юрских клиноформ** связано с тектонической активностью в районе Пайхойско-Новоземельской складчатой системы, откуда происходил значительный привнос обломочного материала в депоцентры *Восточно-Баренцевского*

*мегапрогиба*. Основной объем осадочного материала был накоплен в триасе, что привело к уменьшению аккомодационного пространства к началу юры и значительно меньшим мощностям юрских отложений в депоцентрах.

В ранне-среднеюрском периоде обширные континентальные низменности покрывали большую часть шельфа Баренцева моря. Мелководно-морские отложения накапливались в локальных депоцентрах на западе, где прибрежные равнины периодически затоплялись морем. С Уральского и Новоземельского орогенов и архипелага Шпицберген происходило продвижение мощного комплекса аллювиальных отложений в *Восточно-Баренцевский мегапрогиб* (см. рис. 8).

Максимальное затопление региона в этот период приходится на келловейское время, когда почти на всем шельфе формировались глинистые и алевроглинистые отложения [11, 15].

Позднеюрский комплекс отличается от ранне-среднеюрского более мористыми условиями осадконакопления. Морской режим седиментации присутствовал практически на всей площади Баренцевоморского шельфа (см. рис. 8). Прибрежные условия существовали в юго-западной части района и на его северном окончании, где отлагались песчано-алевритовые разности. Морской режим осадконакопления привел к отложению преимущественно глинистых и карбонатно-кремнисто-глинистых разностей с высоким содержанием ОВ [11–14, 19, 20].

Позднеюрский комплекс на всем протяжении развивался в однотипных и выдержанных фациальных условиях, что подтверждается микропалеонтологическими и литологическими показателями. Наиболее выразительным примером однотипных кондиций являются «черные глины» волжского яруса. Они распространены по всему Баренцевоморскому региону и обладают высокой латеральной изменчивостью [2, 11, 19].

Максимальная мощность пород юрского возраста наблюдается в *Южно-Баренцевской синеклизе* и составляет 1645 м, в *Северо-Баренцевской синеклизе* она уменьшается до 1050 м. *Альбановско-Горбовский порог* характеризуется сокращением толщин до 600 м. Минимальные мощности юрских отложений отмечаются на *поднятиях Федынского, Персея, Северо-Малыгинской ступени и Кольско-Канинской моноклизе, в Предновоземельской структурной области*, где мощность комплекса изменяется от 150 м до полного выклинивания (см. рис. 8).

**Формирование неокомских и неоген-четвертичных клиноформ** происходило на фоне воздымания Пайхойско-Новоземельской складчатой системы, восточной части Баренцевоморского шельфа, а также Тимано-Печорского региона, что привело к перемещению депоцентра к западу. Тектоническая обстановка отразилась на характере седиментации неокомских толщ — образовании клиноформного комплекса в результате лавинной

седиментации и проградации заполняющих толщ *Восточно-Баренцевского мегапрогиба*. Мощность неокомского подкомплекса в *Южно-Баренцевской синеклизе* достигает 710 м. Толщина неокомских отложений изменяется от 117 м в скв. Северо-Кильдинская-82 до 468 м в скв. Штокмановская-1. Минимальные мощности (100 м и менее) отмечаются на обрамлении *Восточно-Баренцевского мегапрогиба* и на северо-востоке охватывают площадь *Восточно-Баренцевской ступени и ступени мыса Желания* (см. рис. 8).

На архипелаге Шпицберген в обнажениях наблюдается смена морских алевроглинистых отложений берриас – готерива на баррем-аптскую песчаную толщу континентального генезиса. На архипелаге Земля Франца-Иосифа берриасские отложения имеют преимущественно песчаный состав.

В барремском веке отмечены существенные изменения палеогеографической обстановки из-за тектонических подвижек архипелага Шпицберген. Произошел общий спад уровня моря, который на севере повсеместно привел к переходу от морского к лагунно-континентальному и континентальному режиму седиментации. В юго-западной части Баренцевоморского шельфа преобладали дистальные условия с преимущественно илистыми отложениями. Заметная региональная трансгрессия отмечена в середине баррема. Она привела к сдвигу фаций от карбонатных к темным сланцам на структурных поднятиях и платформенных участках (см. рис. 9) [2, 12, 21].

Активная стадия регрессии в раннем мелу произошла в середине апта, когда на значительной части Баренцевоморского региона наблюдался континентальный режим седиментации и накапливались озерно-аллювиальные глинисто-песчаные отложения [11, 22, 23].

К концу раннего мела происходит затопление морем Баренцевского региона и отложение алевроглинистых разностей мощностью более 500 м. В северной части района повышается роль алевро-топесчаных разностей, что свидетельствует о более мелководном режиме. Альбские отложения по всему разрезу сложены однотипным комплексом пород [2, 11, 24].

В позднем мелу начался этап апlifта шельфовой области, связанный с зарождением Атлантического и Северного Ледовитого океанов. В этот период Баренцевоморский регион подвергся длительной эрозии ранее накопленных отложений, которая продолжилась в кайнозое<sup>3</sup> [11, 15, 25].

Прибортовые части Баренцевоморского шельфа (*Адмиралтейский вал и Центрально-Баренцевская зона поднятий*) были подвержены обширной эрозии, включая мезозойские отложения. В эоцене и плиоцене происходит прогибание региона с некомпенсированным осадконакоплением. Мощность неоген-четвертичных отложений в Восточно-Шпицбергенской впадине достигает 1660 м.

Формирование континентального склона, связанного с раскрытием в конце мезозоя – начале кайнозоя Евразийского бассейна, привело к накоплению толщ осадков оползневого генезиса, перекрытой крутыми клиноформами эоцена и пологими клиноформами палеоцена. В миоцене в результате эрозии были образованы «врезы», заполненные ко-сослоистыми осадками миоцена. Клиноформы палеоцена и эоцена погружаются в северо-западном направлении в сторону котловины Нансена ортогонально хребту Гаккеля. Источником сноса для этих клиноформ служили поднятие Вербы и архипелага Новая Земля (см. рис. 8).

### Заключение

На Баренцевоморском шельфе перспективные зоны, связанные с клиноформами, намечены в отложениях перми, среднего триаса, юры, неокома (нижнего мела) и эоцена.

1. Клиноформы перми расположены на глубинах 4–9 км в Южно-Баренцевской синеклизе, на Штокмановско-Лунинском пороге и на Печорской плите. Пермский этап характеризуется значительным объемом осадконакопления в связи с воздыманием Уральского орогена, который являлся основным источником сноса. Дополнительный снос осадочного материала происходил с Балтийской, Западно-Шпицбергенской палеосуши, а также с Североземельского поднятия.

2. Клиноформа среднего триаса выявлена на глубинах 2–3 км на северо-востоке Баренцева моря на Малыгинской седловине Западно-Баренцевской региональной системы поднятий и прогибов. Триасовый этап связан с процессами рифтогенеза. Основными источниками сноса в триасовое время были Уральско-Новоземельская, Балтийская и Западно-Шпицбергенская палеосуши, и, вероятно, Североземельская складчатая область на востоке Карского моря.

3. Юрские клиноформы установлены на глубинах 1,5–2 км в Южно-Баренцевской синеклизе и в Северо-Баренцевской синеклизе. В юрское время происходит активное становление Новоземельского складчатого сооружения и Восточно-Баренцевского мегапрогиба, ортогонально наложенных на древние структурные элементы. Наряду со структурной перестройкой в Баренцевоморском регионе произошли изменения в условиях осадконакопления и источниках сноса. Формирование осадков проис-

ходило в платформенном режиме с гумидным типом климата. Помимо основной Уральской области сноса, активный привнос материала происходил с архипелага Новая Земля.

4. Клиноформы неокома прослежены в южной и в северной частях Баренцева моря на глубинах 1–3 км в Северо-Баренцевской синеклизе, на западном борту Северо-Баренцевской впадины, на своде Федынского, Кольско-Канинской моноклинали, в северо-западной части Мурманской моноклинали. В начале раннемелового этапа (позднекиммерийская фаза) происходит прогибание Восточно-Баренцевского мегапрогиба, орогенез Новоземельской складчатой области и становление других крупных структурных элементов, активный снос обломочного материала и заполнение позднеюрских впадин на востоке Баренцевоморского шельфа. В разрезе это отображено несогласной границей волжских «черных глин» с берриас-барремским клиноформным дельтовым комплексом. Начинается смена обстановок осадконакопления от морского к лагунно-континентальному и континентальному режиму, что приводит к изменению минерального состава слагаемых отложений и формированию клиноформных тел и конусов выноса. В позднем мелу начался этап аплифта шельфовой области, связанный с зарождением Атлантического и Северного Ледовитого океанов. В этот период площадь Баренцевоморского региона подверглась длительной эрозии.

Клиноформы эоцена приурочены к Восточно-Шпицбергенской впадине и залегают на глубинах 1–2 км. Кайнозойский этап Баренцевоморского региона озаменован всеобщим доплиоценовым аплифтом, связанным с активным раскрытием Северного Ледовитого океана и эрозией ранее сформировавшихся толщ. В палеогене Восточно-Шпицбергенская впадина была заполнена пологими клиноформами палеоцена и более крутыми клиноформами эоцена. Клиноформы эоцена погружаются в северо-западном направлении. Источником сноса для этих клиноформ служили поднятие Вербы и Печорская плита. Клиноформы палеоцена и эоцена подверглись глубокой эрозии в миоцене. Состав отложений в Восточно-Шпицбергенской впадине предполагается терригенный, представленный оползнями и турбидитами.

### Литература

1. Соловьев А.В., Соболев П.О., Грушевская О.В., Васильева Е.А., Левочская Д.В., Хисамутдинова А.И., Прокофьев И.Н., Шиманский С.В., Белова М.А., Хоуриган Дж.К. Эволюция источников сноса и нефтегазоносность мезозойских отложений Баренцева моря: датирование обломочных цирконов из скважины Ферсмановская-1 и палеогеографические реконструкции // Геология нефти и газа. – 2023. – № 3. – С. 0–0. DOI: 10.31087/0016-7894-2023-3-0-0.
2. Алексин С.В., Верба М.Л., Грамберг И.С., Остистый Б.К., Сороков Д.С. Баренцевская шельфовая плита. – Л.: Недра, 1988. – 263 с.
3. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1: 1 000 000 (третье поколение). Серия Северо-Карско-Баренцевоморская. Лист R-(35), 36 — Мурманск: Объяснительная записка / Астафьев Б.Ю., Богданов Ю.Б., Вискунова К.Г., Воинова О.А., Глазнев В.Н. и др. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2007, 281 с. 3 вкл.

4. Ню Т., Lundschieen B.A. Triassic deltaic sequences in the northern Barents Sea // *Arctic Petroleum Geology*. Geological Society, London, Memoirs. – 2011. – № 35. – С. 249–260. DOI: 10.1144/M35.15.
5. Сулова А.А. Сейсмостратиграфический анализ и перспективы нефтегазоносности юрских отложений Баренцевоморского шельфа [Электронный ресурс] // *Нефтегазовая геология. Теория и практика*. – 2014. – Т. 9. – № 2. – Режим доступа: [https://ngtp.ru/rub/4/24\\_2014.pdf](https://ngtp.ru/rub/4/24_2014.pdf) (дата обращения 10.04.2023 г.).
6. Сулова А.А. Нефтегазоносность арктических морей. Верхнеюрские и нижнемеловые клиноформные комплексы баренцево-карского шельфа // «Neftegaz.RU». – 2019. – Т. 89. – № 5. – С. 26–33.
7. Мордасова А.В., Ступакова А.В., Сулова А.А., Ершова Д.К., Сидоренко С.А. Условия формирования и прогноз природных резервуаров в клиноформном комплексе нижнего мела Баренцево-Карского шельфа // *Георесурсы*. – 2019. – Т. 21. – № 2. – С. 63–79. DOI: 10.18599/grs.2019.2.63-79.
8. Манго И.К. Нефтегазоносность шельфа Гвинейского залива // *Международный научно-исследовательский журнал*. – 2021. – № 5. – С. 30–35. DOI: 10.23670/IRJ.2021.107.5.040.
9. Ондо Айвенвеге Л.М. Запасы и новые перспективы углеводородного сырья Республики Экваториальной Гвинеи. *Международный научно-исследовательский журнал*. – 2022. – № 4. – С. 7–14. DOI: 10.23670/IRJ.2022.118.4.071.
10. Басов В.А., Василенко Л.В. и др. Эволюция обстановок осадконакопления Баренцево-Северо-Карского палеобассейна в Фанерозое [Электронный ресурс] // *Нефтегазовая геология. Теория и практика*. – 2009. – Т. 4. – № 1. – Режим доступа: [https://ngtp.ru/rub/2/3\\_2009.pdf](https://ngtp.ru/rub/2/3_2009.pdf) (дата обращения 10.04.2023 г.).
11. Basov, V.A., Ebbing J., Gernigon L. и др. Atlas «Geological history of the Barents Sea» – Trondheim, Norway : Geological Survey of Norway, 2009. – 138 с.
12. Маргулис Е.А. Эволюция Баренцевоморского региона и его углеводородные системы [Электронный ресурс] // *Нефтегазовая геология. Теория и практика*. – 2009. – Т. 4. – № 2. – Режим доступа: [https://www.ngtp.ru/upload/iblock/edc/24\\_2009.pdf](https://www.ngtp.ru/upload/iblock/edc/24_2009.pdf) (дата обращения 10.04.2023 г.).
13. Маргулис Е.А. История формирования осадочного чехла Баренцево-Карского региона [Электронный ресурс] // *Нефтегазовая геология. Теория и практика*. – 2014. – Т. 9. – № 4. – Режим доступа: [http://www.ngtp.ru/rub/2/52\\_2014.pdf](http://www.ngtp.ru/rub/2/52_2014.pdf) (дата обращения 10.04.2023 г.).
14. Захаров В.А., Шурыгин Б.Н., Курушин Н.И. и др. Мезозойский океан в Арктике: палеонтологические свидетельства // *Геология и геофизика*. – 2002. – Т. 43. – № 2. – С. 155–181.
15. Glørstad-Clark E., Birkeland E.P., Nystuen J.P., Faleide J.I., Midtkandal I. Triassic platform-margin deltas in the western Barents Sea // *Marine and Petroleum Geology*. – 2011. – Т. 7. – № 28. – С. 1294–1314. DOI: 10.1016/j.marpetgeo.2011.03.006.
16. Henriksen E., Ryseth A.E., Larssen G.B., Heide T., Rønning K., Sollid K., Stoupakova A.V. Tectonostratigraphy of the greater Barents Sea: implications for petroleum systems // *Arctic Petroleum Geology*. Geological Society, London, Memoirs. – 2011. – № 35. – С. 163–195. DOI: 10.1144/M35.10.
17. Gilmullina A., Klausen T.G., Doré A.G., Sirevaag H., Suslova A., Haug E.C. Arctic sediment routing during the Triassic: sinking the Arctic Atlantis // *Journal of the Geological Society*. – 2023. – Т. 180. – № 1. – С. 1–16. DOI: 10.1144/jgs2022-018.
18. Michael A., Pointon H.S., Morton A.C. и др. A Multi-proxy Provenance Study of Late Carboniferous to Middle Jurassic Sandstones in the Eastern Sverdrup Basin and Its Bearing on Arctic Palaeogeographic Reconstructions // *Geosciences*. – 2023. – Т. 13. – № 1. DOI: 10.3390/geosciences13010010.
19. Атлас палеогеографических карт. Шельфы Евразии в мезозое и кайнозое / Под ред. М.Н. Алексеева. – М. : Геологический институт АН СССР, 1991. – Т. 1, 2. – 104 с.
20. Eide Ch.H., Klausen T.G., Katkov D., Suslova A.A., Helland-Hansen W. Linking an Early Triassic delta to antecedent topography: Source-to-sink study of the southwestern Barents Sea margin // *Geological Society of America Bulletin*. – 2017. – Т. 129. – № 8. – С. 1025–1045. DOI: 10.1130/B31639.1.
21. Rojo L.A., Marín D., Cardozo N., Escalona A., Koyi H. The influence of halokinesis on prograding clinoforms: Insights from the Tiddlybanken Basin, Norwegian Barents Sea // *Basin Research*. – 2019. – Т. 32. – № 5. – С. 979–1004. DOI: 10.1111/bre.12411.
22. Лисицын А.П. и др. Система Баренцева моря. – М. : ГЕОС, 2021. 672 с.
23. Никишин А.М. и др. Сейсмостратиграфия, палеогеография и палеотектоника Арктического глубоководного бассейна и его российских шельфов / Отв. ред. Н.Б. Кузнецов. – М. : ГИН РАН, 2022. – 156 с.
24. Шкарубо С.И., Бургутто А.Г., Зуйкова О.Н., Костин Д.А. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1: 1 000 000 (третье поколение). Серия Северо-Карско-Баренцевоморская. Лист S-38 – Баренцево море (вост. часть). Объяснительная записка. – СПб. : Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2017. 160 с.
25. Казанин Г.С., Шипилов Э.В., Прищепа О.М., Казанин А.Г., Шкарубо С.И., Шлыкова В.В. Шельфовые осадочные бассейны Российской Арктики: геология, геоэкология, минерально-сырьевой потенциал. – СПб. : Реноме, 2020. – 544 с. DOI: 10.25990/DHW6-9X41.

## References

1. Solov'ev A.V., Sobolev P.O., Grushevskaya O.V., Vasil'eva E.A., Levochskaya D.V., Khisamutdinova A.I., Prokof'ev I.N., Shimanskii S.V., Belova M.A., Khouirigan Dzh.K. Berriasian-Aptian deposits of the Yenisei-Khatanga region of Western Siberia: stratigraphy, correlation and zoning. *Geologiya nef'ti i gaza*. 2023;(3):0–0. DOI: 10.31087/0016-7894-2023-3-0-0. In Russ.
2. Alekhin S.V., Verba M.L., Gramberg I.S., Ostistiy B.K., Sorokov D.S. Barentsevskaya shelfovaya plita [The Barents shelf plate]. Leningrad: Nedra; 1988. 263 p. In Russ.
3. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiiskoi Federatsii. Masshtab 1: 1 000 000 (tret'e pokolenie). Seriya Severo-Karsko-Barentsevomorskaya. List R-(35), 36 — Murmansk: Ob'yasnitel'naya zapiska [State geological map of Russian Federation. Scale 1: 1 000 000 (third generation). North-Kara and Barents Sea series. Sheet R-(35), 36 — Murmansk: Explanatory note]. In: Astaf'ev B.Yu., Bogdanov Yu.B., Viskunova K.G., Voinova O.A., Glaznev V.N. et al., eds. Saint Petersburg : Izd-vo VSEGEI; 2007; 281 p. 3 vkl. In Russ.
4. Ню Т., Lundschieen B.A. Triassic deltaic sequences in the northern Barents Sea. *Arctic Petroleum Geology*. Geological Society, London, Memoirs. 2011;(35):249–260. DOI: 10.1144/M35.15.

5. Suslova A.A. Seismostratigraphic analysis and petroleum potential prospects of Jurassic deposits, Barents sea shelf. *Neftegazovaya geologiya. Teoriya i praktika*. 2014;9(2). Available at: [https://ngtp.ru/rub/4/24\\_2014.pdf](https://ngtp.ru/rub/4/24_2014.pdf) (accessed on 16.04.2023). In Russ.
6. Suslova A.A. Neftegazonosnost' arkticheskikh morei. Verkhneyurskie i nizhnemelovye klinofornnye komplekсы barentsevo-karskogo shel'fa [Hydrocarbon potential of the Arctic seas. Upper Jurassic and Lower Cretaceous clinoforn sequences of the Barents Sea shelf]. «*Neftegaz. RU*». 2019;89(5):26–33. In Russ.
7. Mordasova A.V., Stupakova A.B., Suslova A.A., Ershova D.K., Sidorenko S.A. Conditions of formation and forecast of natural reservoirs in clinoforn complex of the Lower Cretaceous of the BarentsKara shelf. *Georesursy*. 2019;21(2):63–79. DOI: 10.18599/grs.2019.2.63-79. In Russ.
8. Mango I.K. On the oil and gas potential of the gulf of Guinea shelf. *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal*. 2021;(5):30–35. DOI: 10.23670/IRJ.2021.107.5.040. In Russ.
9. Ondo Aivenvege L.M. Reserves and new prospects of hydrocarbon raw materials of the Republic of Equatorial Guinea. *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal*. 2022;(4):7–14. DOI: 10.23670/IRJ.2022.118.4.071. In Russ.
10. Basov V.A., Vasilenko L.V. et al. Evolution of sedimentary environments of the Barents-North kara palaeobasins in the phanerozoic. *Neftegazovaya geologiya. Teoriya i praktika*. 2009;4(1). Available at: [https://ngtp.ru/rub/2/3\\_2009.pdf](https://ngtp.ru/rub/2/3_2009.pdf) (accessed on 16.04.2023). In Russ.
11. Basov V.A., Ebbing J., Gernigon L. et al. Atlas «Geological history of the Barents Sea». Trondheim, Norway : Geological Survey of Norway; 2009. 138 p.
12. Margulis E.A. Evolution of the Barents sea region and its hydrocarbon systems. *Neftegazovaya geologiya. Teoriya i praktika*. 2009;4(2). Available at: [https://www.ngtp.ru/upload/iblock/edc/24\\_2009.pdf](https://www.ngtp.ru/upload/iblock/edc/24_2009.pdf) (accessed on 16.04.2023). In Russ.
13. Margulis E.A. History of formation of sedimentary cover of the Barents-Kara region. *Neftegazovaya Geologiya. Teoriya I Praktika*. 2014;9(4). Available at: [http://www.ngtp.ru/rub/2/52\\_2014.pdf](http://www.ngtp.ru/rub/2/52_2014.pdf) (accessed on 16.04.2023).
14. Zakharov V.A., Shurygin B.N., Kurushin N.I. et al. Mezozoiskii okean v Arktike: paleontologicheskie svidetel'stva [Mesozoic Ocean in the Arctic: paleontological evidence]. *Geologiya i geofizika*. 2002;43(2):55–181. In Russ.
15. Glørstad-Clark E., Birkeland E.P., Nystuen J.P., Faleide J.I., Midtkandal I. Triassic platform-margin deltas in the western Barents Sea. *Marine and Petroleum Geology*. 2011;7(28):1294–1314. DOI: 10.1016/j.marpetgeo.2011.03.006.
16. Henriksen E., Ryseth A.E., Larssen G.B., Heide T., Rønning K., Sollid K., Stoupakova A.V. Tectonostratigraphy of the greater Barents Sea: implications for petroleum systems. *Arctic Petroleum Geology*. Geological Society, London, Memoirs. 2011;(35):163–195. DOI: 10.1144/M35.10.
17. Gilmullina A., Klausen T.G., Doré A.G., Sirevaag H., Suslova A., Haug E.C. Arctic sediment routing during the Triassic: sinking the Arctic Atlantis. *Journal of the Geological Society*. 2023;180(1):1–16. DOI: 10.1144/jgs2022-018.
18. Michael A., Pointon H.S., Morton A.C., et al. A Multi-proxy Provenance Study of Late Carboniferous to Middle Jurassic Sandstones in the Eastern Sverdrup Basin and Its Bearing on Arctic Palaeogeographic Reconstructions. *Geosciences*. 2023;13(1). DOI: 10.3390/geosciences13010010.
19. Atlas paleogeograficheskikh kart. Shel'fy Evrazii v mezozoe i kainozoe [Atlas of paleogeographic maps. Shelves of Eurasia in Mesozoic and Cenozoic]. In: M.N. Alekseev, ed. Moscow : Geologicheskii institut AN SSSR; 1991. V. 1, 2. 104 p. In Russ.
20. Eide Ch.H., Klausen T.G., Katkov D., Suslova A.A., Helland-Hansen W. Linking an Early Triassic delta to antecedent topography: Source-to-sink study of the southwestern Barents Sea margin. *Geological Society of America Bulletin*. 2017;129(8): 1025–1045. DOI: 10.1130/B31639.1.
21. Rojo L.A., Marin D., Cardozo N., Escalona A., Koyi H. The influence of halokinesis on prograding clinoforns: Insights from the Tiddlybanken Basin, Norwegian Barents Sea. *Basin Research*. 2019;32(5): 979–1004. DOI: 10.1111/bre.12411.
22. Lisitsyn A.P. et al. Sistema Barentseva moray [The Barents shelf plate]. Moscow: GEOS, 2021. 672 p. In Russ.
23. Nikishin A.M. et al. Seismostratigrafiya, paleogeografiya i paleotektonika Arkticheskogo glubokovodnogo basseina i ego rossiiskikh shel'fov [Arctic deepwater basin and its Russian shelf: seismic stratigraphy, paleogeography, and paleotectonics]. In: N.B. Kuznetsov, ed. Moscow: GIN RAN, 2022. 156 p. In Russ.
24. Shkarubo S.I., Burguto A.G., Zuikova O.N., Kostin D.A. et al. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiiskoi Federatsii. Mashtab 1: 1 000 000 (tret'e pokolenie). Seriya Severo-Karsko-Barentsevomorskaya. List S-38 – Barentsevo more (vost. chast'). Ob'yasnitel'naya zapiska [State geological map of Russian Federation. Scale 1: 1 000 000 (third generation). North-Kara and Barents Sea series. Sheet S-38 – the Barents Sea (eastern part). Explanatory note]. Saint Petersburg: Kartograficheskaya fabrika VSEGEI; 2017. 160 p. In Russ.
25. Kazanin G.S., Shipilov Eh.V., Prishchepa O.M., Kazanin A.G., Shkarubo S.I., Shlykova V.V. Shel'fovye osadochnye basseiny Rossiiskoi Arktiki: geologiya, geoekologiya, mineral'no-syr'evoi potentsial [Sedimentary shelf basins of Russian Arctic: geology, geoecology, and mineral resource potential]. Saint Petersburg: Renome; 2020. 544 p. DOI: 10.25990/DHW6-9X41. In Russ.

### Информация об авторах

#### Грушевская Олеся Владимировна

Кандидат геолого-минералогических наук,  
старший научный сотрудник

ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский  
геологический нефтяной институт»,

105118 Москва, ш. Энтузиастов, д. 36

e-mail: [grushevskaya@vnigni.ru](mailto:grushevskaya@vnigni.ru)

ORCID ID: 0000-0003-1645-7518

### Information about authors

#### Olesya V. Grushevskaya

Candidate of Geological and Mineralogical Sciences,  
Senior Researcher

All-Russian Research  
geological Oil Institute,

36, Shosse Entuziastov, Moscow, 105118, Russia

e-mail: [grushevskaya@vnigni.ru](mailto:grushevskaya@vnigni.ru)

ORCID ID: 0000-0003-1645-7518

**Соловьев Алексей Викторович**

Доктор геолого-минералогических наук, профессор,  
заместитель генерального директора  
ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский  
геологический нефтяной институт»,  
105118 Москва, ш. Энтузиастов, д. 36  
e-mail: soloviev@vnigni.ru  
ORCID ID: 0000-0003-3744-2593  
Scopus: 7103242983

**Васильева Елена Алексеевна**

Начальник камеральной партии  
АО «Севморнефтегеофизика»,  
183025 Мурманск, ул. Карла Маркса, д. 17  
e-mail: vasil'evaEA@rusgeology.ru

**Петрушина Елена Павловна**

Главный геофизик  
АО «Севморнефтегеофизика»,  
183025 Мурманск, ул. Карла Маркса, д. 17  
e-mail: petrushinaep@rusgeology.ru

**Кот Оксана Николаевна**

Ведущий геофизик  
АО «Севморнефтегеофизика»,  
183025 Мурманск, ул. Карла Маркса, д. 17  
e-mail: koton@rusgeology.ru

**Крюкова Галина Геннадьевна**

Ведущий геофизик  
АО «Севморнефтегеофизика»,  
183025 Мурманск, ул. Карла Маркса, д. 17  
e-mail: kyukovagg@rusgeology.ru

**Шиманский Сергей Владимирович**

Кандидат геолого-минералогических наук,  
Федеральное агентство по недропользованию,  
125993 Москва, ул. Б. Грузинская, д. 4/6, ГСП-3  
e-mail: sshimanskii@rosnedra.gov.ru  
ORCID ID: 0000-0003-3744-2593

**Щепелев Федор Сергеевич**

Геолог  
ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский  
геологический нефтяной институт»,  
105118 Москва, ш. Энтузиастов, д. 36  
e-mail: f.shepelev@vnigni.ru

**Aleksei V. Solov'ev**

Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, professor  
Deputy General Director  
All-Russian Research  
geological Oil Institute,  
36, Shosse Entuziastov, Moscow, 105118, Russia  
e-mail: soloviev@vnigni.ru  
ORCID ID: 0000-0003-3744-2593  
Scopus: 7103242983

**Elena A. Vasil'eva**

Начальник камеральной партии  
Sevmorneftegeofizika,  
17, ul. Karla Marksa, Murmansk, 183025, Russia  
e-mail: vasil'evaEA@rusgeology.ru

**Elena P. Petrushina**

Chief Geophysicist  
Sevmorneftegeofizika,  
17, ul. Karla Marksa, Murmansk, 183025, Russia  
e-mail: petrushinaep@rusgeology.ru

**Oksana N. Kot**

Leading Geophysicist  
Sevmorneftegeofizika,  
17, ul. Karla Marksa, Murmansk, 183025, Russia  
e-mail: koton@rusgeology.ru

**Galina G. Kryukova**

Leading Geophysicist  
Sevmorneftegeofizika,  
17, ul. Karla Marksa, Murmansk, 183025, Russia  
e-mail: kryukovagg@rusgeology.ru

**Sergei V. Shimanskii**

Candidate of Geological and Mineralogical Sciences,  
Federal Agency for Mineral Resources,  
4/6, building 1, ul. Bolshaya Gruzinskaya, Moscow, 125993, Russia  
e-mail: sshimanskii@rosnedra.gov.ru  
ORCID ID: 0000-0003-3744-2593

**Fyodor S. Shchepelev**

Geologist  
All-Russian Research  
geological Oil Institute,  
36, Shosse Entuziastov, Moscow, 105118, Russia  
e-mail: f.shepelev@vnigni.ru