

УДК 551.24.01:551.242:551.248

## ТЕКТОНИКА БАРЕНЦЕВОМОРСКОГО КОНТИНЕНТАЛЬНОГО ШЕЛЬФА (РОССИЯ): ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ФУНДАМЕНТА И ОСАДОЧНОГО ЧЕХЛА

© 2023 г. О. В. Грушевская<sup>1, \*</sup>, А. В. Соловьев<sup>1, 2</sup>, Е. А. Васильева<sup>3</sup>,  
Е. П. Петрушина<sup>3</sup>, И. В. Аксенов<sup>3</sup>, А. Р. Юсупова<sup>1</sup>, С. В. Шиманский<sup>4</sup>, И. Н. Пешкова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт (ВНИГНИ),  
д. 36, ш. Энтузиастов, 105118 Москва, Россия

<sup>2</sup>Геологический институт РАН,

д. 7, Пыжевский пер., 119017 Москва, Россия

<sup>3</sup>Акционерное общество “Севморнефтегеофизика” (АО “СМНГ”),  
д. 17, ул. Карла Маркса, 183025 Мурманск, Мурманская обл., Россия

<sup>4</sup>Федеральное агентство по недропользованию “Роснедра”,  
д. 4/6, ул. Большая Грузинская, 125993 Москва, Россия

\*e-mail: grushevskaya@vniigni.ru

Поступила в редакцию 19.06.2023 г.

После доработки 08.08.2023 г.

После повторной доработки 10.10.2023 г.

Принята к публикации 25.10.2023 г.

В настоящей статье приведены результаты полевых комплексных геофизических исследований в северо-западной части российского сектора Баренцевоморского шельфа, включая обработку и комплексную интерпретацию новых и ретроспективных геофизических материалов в объеме 25 500 пог. км и данных глубокого бурения скважин. В разрезе осадочного чехла Баренцева моря авторами выделены региональные тектоностратиграфические единицы между отражающими горизонтами (ОГ): (i) палеозойский комплекс (ОГ VI(PR?) и ОГ I<sub>2</sub>(P–T)); (ii) триасовый комплекс (ОГ I<sub>2</sub>(P–T) и ОГ Б(T–J)); (iii) юрский комплекс (ОГ Б(T–J) и ОГ В'(J<sub>3</sub>–K<sub>1</sub>)); (iv) мел–кайнозойский комплекс (ОГ В'(J<sub>3</sub>–K<sub>1</sub>) и дном моря). По результатам структурного анализа установлены три структурных этажа: нижний структурный этаж включает рифейские терригенно-эффузивные и нижнепалеозойские–нижнепермские терригенно-карбонатные отложения; средний структурный этаж сформирован преимущественно карбонатными отложениями верхнего девона–нижней перми; верхний структурный этаж объединяет терригенные отложения нижней и верхней перми, мезозойские и кайнозойские отложения. Авторами представлена новая тектоническая модель Баренцевоморского региона, включающая элементы всех выделенных структурных этажей. В соответствии с тектоническим районированием, палеоструктурным и палеотектоническим анализом, в статье рассмотрены основные этапы развития Баренцевоморского шельфа: этап компрессионного сжатия в позднем непротерозое и континентальный рифтогенез в раннем–среднем палеозое (I), этап позднепалеозойской стабилизации (II), раннемезозойский этап тектогенеза (III), среднемезозойский этап термического проседания (IV), позднеюрский этап стабилизации (V), меловой этап прогибания (VI) и завершающий этап развития шельфа – кайнозойский подъем (uplift) значительной части Баренцевоморского шельфа (VII). В северо-западной части российского сектора Баренцевоморского шельфа происходило синхронное погружение подошвы осадочного чехла, связанное со спредингом и образованием Северного Ледовитого океана.

**Ключевые слова:** тектоническое районирование, континентальный рифтогенез, Баренцевоморский шельф, Восточно-Баренцевский мегапрогиб, палеотектонический анализ, палеоструктурный анализ, компрессионный орогенез, комплексная интерпретация

**DOI:** 10.31857/S0016853X23060048, **EDN:** GXRVVK

### ВВЕДЕНИЕ

Данное исследование проведено в российской части шельфа Баренцева моря на площади 21 410 км<sup>2</sup>, расположенной между арх. Шпицберген, арх. Земля Франца-Иосифа (ЗФИ), арх. Новая

Земля, островом Колгуев и Кольским полуостровом. Западной границей российского сектора Баренцева моря является линия разграничения морских пространств между Российской Федерацией и Норвегией. Объем рассмотренных фактических

материалов составил 25500 пог. км профилей геофизических работ, из которых 23000 пог. км профилей составили ретропрофили сейсморазведки МОВ ОГТ 2D в современной цифровой обработке и 2500 пог. км новых профилей полевых геофизических работ 2020 г., включающих сейсморазведочные профили МОВ ОГТ 2D, гравиметрические и магнитометрические исследования.

Ранее проводились исследования особенностей тектоники Баренцевоморского шельфа, были разработаны различные модели геологического строения региона и определены основные этапы геологического развития Баренцевоморского региона, сделано предположение о существовании нескольких стадий рифтогенеза в архее—протерозое (проторифтогенез), рифее, ордовике—девоне, верхнем девоне—триасе и наличии кайнозойского подъема [6, 9, 13, 16, 24–26, 34, 35].

Для исследования тектоники и геодинамики Баренцевоморского шельфа, с его крупными запасами месторождениями углеводородов, является создание обоснованной современными данными геологии и геофизики модели образования и развития региона.

В нашем исследовании строения Баренцева моря были использованы данные, полученные ФГБУ “ВНИГНИ” (г. Москва, Россия) в 2020–2022 гг. по региональному геологическому изучению недр по объекту “Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазосности осадочных бассейнов Баренцева моря”:

- комплексной интерпретации новых полевых геофизических исследований (сейсморазведка МОВ ОГТ 2D, гравиметрия надводная и дифференциальная магнитометрия) в северо-западной части российского сектора Баренцевоморского шельфа в объеме 2500 пог. км;

- обработки и комплексной интерпретации ретроспективных геофизических материалов в объеме 23000 пог. км;

- глубокого бурения (скважины Мурманская-24, Куренцовская-1, Штокмановская-1, Ферсмановская-1, Северо-Кильдинская-82, Лудловская-1, Адмиралтейская-1).

Существенными элементами новизны в тектоническом строении региона являются использование единых структурных карт на всю российскую часть Баренцева моря в масштабе 2000000, в отличие от предшествующих мелкомасштабных построений 15000000–25000000 [18], создание двух тектонических карт по разным структурным этажам и сводной тектонической карты, открытие мощных осадочных комплексов – рифейского на юге площади и кайнозойского на севере Баренцева моря.

В истории геологического развития Баренцевоморского региона нашими исследованиями подтверждены и детально описаны стадия формирования фундамента Баренцевской плиты и эпиплатформенная стадия, включающая континентальный рифтогенез в раннем—среднем палеозое, позднепалеозойский этап стабилизации, раннемезозойский этап тектогенеза, средне-мезозойский этап термического проседания, позднеюрский этап стабилизации, меловой этап прогибания, кайнозойский аплифт и показано синхронное погружение в северо-западной части российского сектора Баренцевоморского шельфа.

Целью нашей работы является разработка геологической модели фундамента и осадочного чехла Баренцевоморского шельфа на основе тектонического районирования, палеоструктурного и палеотектонического анализа с обобщением ранее полученных геолого-геофизических данных.

### ПАЛЕОСТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ

В результате проведенной комплексной интерпретации новых и ретроспективных геофизических данных и данных глубокого бурения в Баренцевом море были прослежены 11 отражающих горизонтов (ОГ), построены карты изопакит (толщин) между опорными и целевыми горизонтами в масштабе 1 : 2000000 и выделены следующие региональные тектоностратиграфические единицы, разделенные несогласиями и перерывами в седиментации (рис. 1, профиль I–I'; рис. 2):

- палеозойский комплекс (между ОГ VI(PR?) и ОГ I<sub>2</sub>(P–T));

- триасовый комплекс (между ОГ (I<sub>2</sub>(P–T) и ОГ Б(Т–J));

- юрский комплекс (между ОГ Г Б(Т–J) и ОГ В'(J<sub>3</sub>–K<sub>1</sub>));

- мел–кайнозойский комплекс (между ОГ В'(J<sub>3</sub>–K<sub>1</sub>) и дном Баренцева моря).

#### *Палеозойский комплекс*

В палеозойский комплекс (между ОГ VI(PR?) и ОГ I<sub>2</sub>(P–T)) входят следующие подкомплексы:

- нижнепалеозойско—среднедевонский;
- верхнедевонско—каменноугольный (нижнепермский (?));
- пермский.

Максимальные мощности палеозойских отложений достигают:

- 16.6 км в Кармакульском мегапрогибе;
- 11.2 км в прогибе Иноземцева и Южно-Баренцевской синеклизе;
- 8.7 км в Северо-Баренцевской синеклизе.

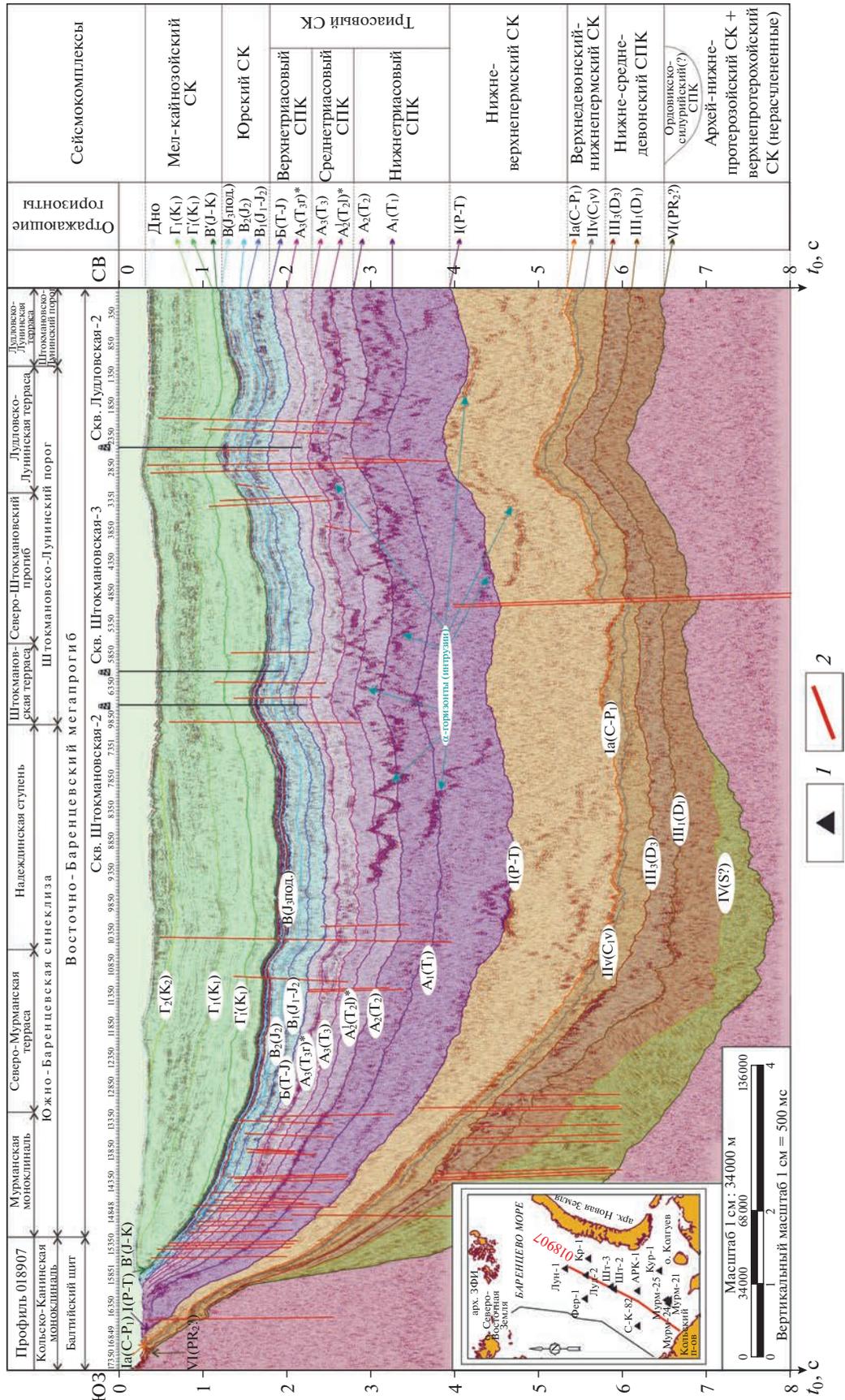


Рис. 1. Сейсмогеологический разрез Баренцевоморского шельфа вдоль профиля 018907. 1 – скважины; 2 – разломы

**Нижнепалеозойский—среднедевонский подкомплекс (между ОГ VI(PR?) и ОГ III<sub>3</sub>(D<sub>3</sub>)).** Данный подкомплекс характеризует процессы осадконакопления на рифтогенном этапе развития Баренцево-мурского шельфа в нижнем палеозое. Максимальные мощности подкомплекса установлены (см. рис. 2, а):

- ≤8.5 км в Южно-Баренцевской синеклизе;
- ≤8.5 км в Кармакульском мегапрогибе;
- ≤6.5 км в прогибе Иноземцева;
- не превышают 3.5 км в Северо-Баренцевской синеклизе.

Данный подкомплекс с минимальной мощностью (<500 м) выявлен на Кольско-Канинской моноклизе, в северной части Северо-Тиманского мегавала, на Адмиралтейском мегавале и на Северо-Малыгинской ступени. Нижнепалеозойско—среднедевонский подкомплекс выклинивается на выступе фундамента на поднятии Вербы (см. рис. 2, а).

**Верхнедевонско—каменноугольный подкомплекс (между ОГ III<sub>3</sub>(D<sub>3</sub>) и ОГ Ia(P<sub>1</sub>—C?).** Данный подкомплекс характеризуется образованием карбонатных платформ в краевых частях Баренцево-мурского бассейна. Мощность подкомплекса составляет:

- ≤3 км в Кармакульском мегапрогибе;
- 1–3.5 км в Южно-Баренцевской синеклизе;
- 2 км на Альбановско-Горбовском пороге.

Минимальной мощностью (<500 м) характеризуется южная часть Кольско-Канинской моноклизы, поднятия и валы Западно-Баренцевской региональной системы поднятий и прогибов. Порода верхнего девона—карбона отсутствуют на поднятии Вербы и в южной части Кольско—Канинской моноклизы (см. рис. 2, б).

В карбонатном верхнедевонско—каменноугольном (нижнепермском (?)) подкомплексе выделены области предполагаемых рифов, которые выражены сокращенными мощностями подкомплекса на поднятии Персея, в Центральной зоне поднятий, в бортовых частях Южно-Баренцевской синеклизы на Надеждинской и Мурманской мо-

ноклинали, на Печорской плите (вблизи ее границы с Южно-Баренцевской синеклизой), на юго-западном борту Адмиралтейского мегавала (вблизи его границы с Кармакульским мегапрогибом) (см. рис. 2, б).

**Пермский подкомплекс (между ОГ Ia(P<sub>1</sub>—C?) и ОГ I<sub>2</sub>(P—T)).** Данный подкомплекс характеризуется значительным объемом осадконакопления в связи с воздыманием Уральского орогена. Дополнительный снос осадочного материала происходил с Балтийской, Западно-Шпицбергенской палеосуши, а также с Североземельского поднятия. Максимальные мощности выявлены:

- ≤8 км в Кармакульском мегапрогибе;
- 2.5–4.5 км в Восточно-Баренцевском мегапрогибе;
- 1.5–2.5 км на Адмиралтейском мегавале.

Минимальной мощностью (<500 м) характеризуются Восточно-Шпицбергенская присклонная моноклираль и Северо-Малыгинская ступень (см. рис. 2, в).

#### Триасовый комплекс

Триасовый комплекс (между ОГ I<sub>2</sub>(P—T) и ОГ Б(Т—J)) представлен индским, оленекским, среднетриасовым и верхнетриасовым подкомплексами. Накопление триасового комплекса связано с процессами рифтогенеза в Восточно-Баренцевском мегапрогибе, Уральской складчатостью и активным прогибанием в пределах Северо-Штокмановского прогиба и Северо-Баренцевской синеклизы [3]. Максимальная мощность установлена:

- ≤4 км в бортовых частях Восточно-Баренцевского мегапрогиба;
- 1.6–4 км на Адмиралтейском мегавале.

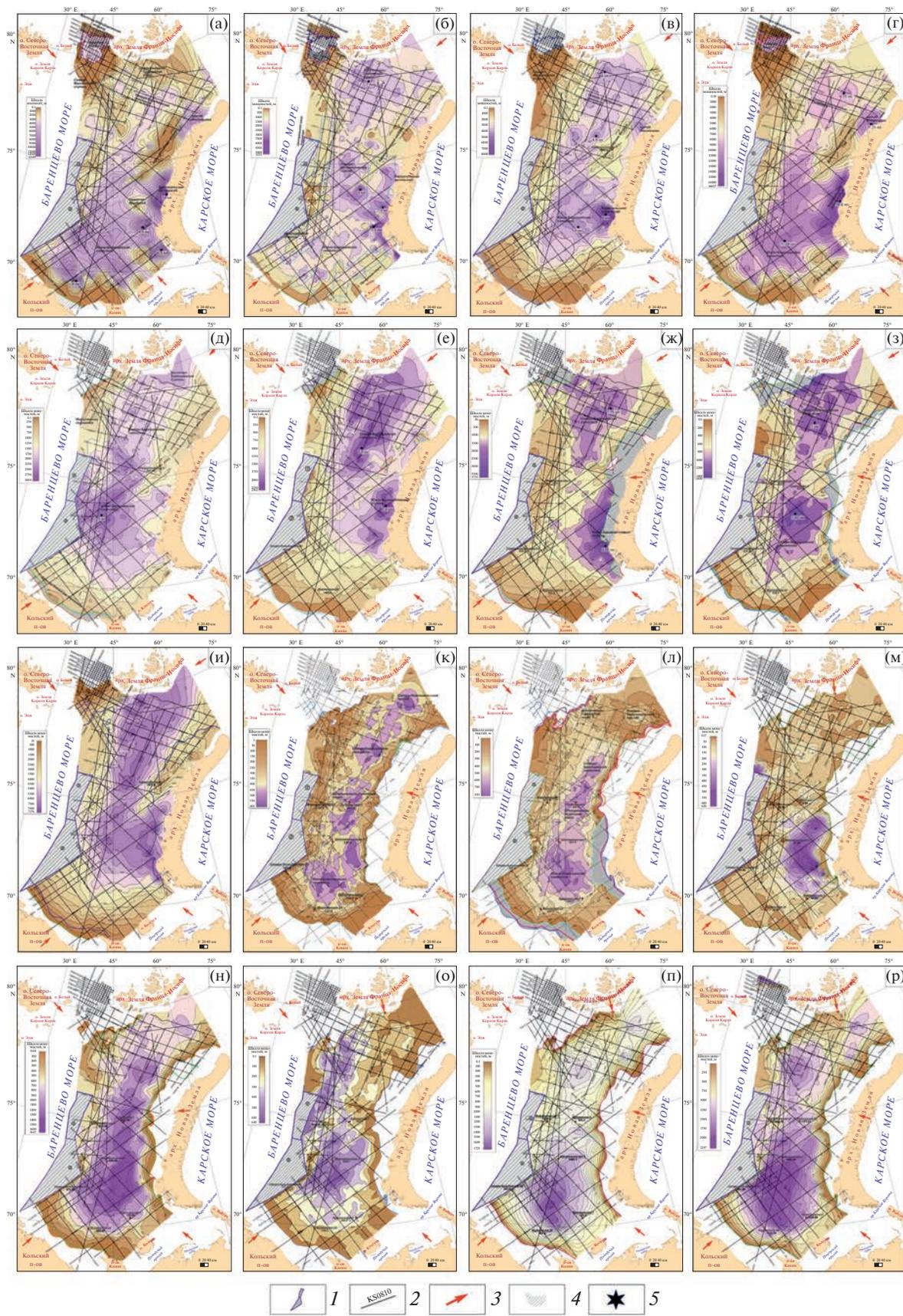
Минимальная мощность определена на юге и севере Баренцево-мурского шельфа (см. рис. 2, и).

**Индский подкомплекс (между ОГ I<sub>2</sub>(P—T) и ОГ A<sub>1</sub><sup>1</sup>(T<sub>1</sub>čb)).** Данный подкомплекс образовался при тектонической активизации, связанной со складчатостью на Урале и привнесом значительного

**Рис. 2.** Карты мощности осадочных отложений Баренцева моря.

Осадочные отложения: (а) — нижнепалеозойско—среднедевонские (между ОГ VI(PR?) и III<sub>3</sub>(D<sub>3</sub>)); (б) — верхнедевонско—каменноугольные (нижнепермские?) (между ОГ III<sub>3</sub>(D<sub>3</sub>) и ОГ Ia(P<sub>1</sub>—C?)); (в) — пермские (между ОГ Ia(P<sub>1</sub>—C?) и ОГ I<sub>2</sub>(P—T)); (г) — палеозойского комплекса (между ОГ VI(PR?) и ОГ I<sub>2</sub>(P—T) и между ОГ VI(PR?) и Ia(P<sub>1</sub>—C?) при отсутствии ОГ I<sub>2</sub>(P—T)); (д) — индские (между ОГ I<sub>2</sub>(P—T) и ОГ A<sub>11</sub>(T<sub>1</sub>čb)); (е) — оленекские (между ОГ A<sub>11</sub>(T<sub>1</sub>čb) и ОГ A<sub>1-2</sub>(T<sub>2an</sub>)); (ж) — среднетриасовые (между ОГ A<sub>1-2</sub>(T<sub>2an</sub>) и ОГ A<sub>3</sub>(T<sub>3</sub>)); (з) — верхнетриасовые (между ОГ A<sub>3</sub>(T<sub>3</sub>) и ОГ Б(Т—J)); (и) — триасовые (между ОГ I<sub>2</sub>(P—T) и ОГ Б(Т—J)); (к) — нижнеюрские (между ОГ Б(Т—J) и ОГ B<sub>1</sub>(J<sub>1</sub>—J<sub>2</sub>)); (л) — среднеюрско—кимериджские (между ОГ B<sub>1</sub>(J<sub>1</sub>—J<sub>2</sub>) и ОГ B(J<sub>3v</sub>)); (м) — волжские (титонские) (между ОГ B(J<sub>3v</sub>) и ОГ B'(J<sub>3</sub>—K<sub>1</sub>)); (н) — юрского комплекса (между ОГ Б(Т—J) и ОГ B'(J<sub>3</sub>—K<sub>1</sub>)); (о) — неокомские (между ОГ М(K<sub>1</sub>br) и ОГ B'(J<sub>3</sub>—K<sub>1</sub>)); (п) — апт—кайнозойские (между ОГ М(K<sub>1</sub>br) и дном Баренцева моря); (р) — мел—кайнозойского комплекса (между ОГ B'(J<sub>3</sub>—K<sub>1</sub>) и дном Баренцева моря).

1 — лицензионные участки (1 — Центрально-Баренцевский, 2 — Федынский); 2 — сейсморазведочные профили; 3 — направления (предполагаемые) сноса осадочного материала; 4 — область сокращения мощностей отложений; 5 — депозиты



количества осадочного материала в Восточно-Баренцевский мегапрогиб (см. рис. 2, д).

Мощность индских отложений составляет:

- 3 км в Южно-Баренцевской синеклизе;
- $\leq 1.5$  км в Предновоземельской структурной области.

Минимальные мощности индского яруса – на Малыгинской седловине, поднятии Вербы, Тиманской гряде и Кольско-Канинской моноклизе. На юге Баренцева моря наблюдается эрозионный срез индских отложений, а на северо-западе индские отложения выклиниваются вблизи подошвы триаса (см. рис. 2, д).

**Оленёкский подкомплекс (между ОГ  $A_1^1(T_1cb)$  и ОГ  $A_{1-2}(T_2an)$ ).** Данный подкомплекс формировался в условиях рифтогенеза и уральской складчатости. В Кармакульском мегапрогибе и в Северо-Баренцевской синеклизе мощность подкомплекса достигает 2.3 км. Сокращение мощности подкомплекса наблюдается на юге района исследований, а также на севере от 250 м до полного его отсутствия на Кольско-Канинской моноклизе и северо-западе Тиманской гряды, на поднятии Вербы, Восточно-Шпицбергенской присклоновой моноклинали и Малыгинской седловине (см. рис. 2, е).

**Среднетриасовый подкомплекс (между ОГ  $A_{1-2}(T_2an)$  и ОГ  $A_3(T_3)$ ).** Данный подкомплекс характеризуется осадконакоплением на фоне тектонической стабилизации. Максимальная мощность подкомплекса составляет:

- 3.2 км в Южно-Баренцевской синеклизе;
- $\leq 1.7$  км в Северо-Баренцевской синеклизе;
- $\leq 1$  км в пределах Штокмановско-Лунинского порога.

Минимальная мощность установлена в районе Тиманской гряды (250 м). Породы среднего триаса отсутствуют на поднятии Вербы и Восточно-Шпицбергенской присклоновой моноклинали, на Малыгинской седловине, Кольско-Канинской моноклизе и северо-западе Тиманской гряды и фрагментарно присутствуют в Предновоземельской структурной области (см. рис. 2, ж).

**Верхнетриасовый подкомплекс (между ОГ  $A_3(T_3)$  и ОГ Б(Т–J)).** Данный подкомплекс связан с общим поднятием Предновоземельской структурной области. В Южно-Баренцевской и Северо-Баренцевской синеклизах мощность подкомплекса достигает 1.4 км. Отложения верхнего триаса эрозионно срезаны на Северо-Малыгинской ступени, на Кольско-Канинской моноклизе и Тиманской гряде, а также в Предновоземельской структурной области (см. рис. 2, з).

### *Юрский комплекс*

Юрский комплекс (между ОГ Б(Т–J) и ОГ В'(J<sub>3</sub>–K<sub>1</sub>)) состоит из нижнеюрского, среднеюрско–кимериджского и волжского подкомплексов. Формирование юрского комплекса связано с тектонической активностью в районе Пайхойско–Новоземельской складчатой системы, откуда происходил значительный снос обломочного материала. Максимальная мощность пород составляет:

- 1.6 км в Южно-Баренцевской синеклизе;
- 1 км в Северо-Баренцевской синеклизе;
- 0.6 км на Альбановско-Горбовском пороге.

Минимальная мощность юрских отложений (150 м) определена на поднятии Федынского, на поднятии Персея, Северо-Малыгинской ступени и Кольско-Канинской моноклизе, в Предновоземельской структурной области (см. рис. 2, н).

**Нижнеюрский подкомплекс (между ОГ Б(Т–J) и ОГ В<sub>1</sub>(J<sub>1</sub>–J<sub>2</sub>)).** Данный подкомплекс формировался в условиях платформенного режима [3]. Максимальная мощность нижнеюрских пород распространена локально на площади Восточно-Баренцевского мегапрогиба и достигает 601 м. Минимальная мощность на обрамлении Восточно-Баренцевского мегапрогиба и сокращается до 0 м на поднятиях Вербы и Персея, на Восточно-Шпицбергенской присклоновой моноклинали, Северо-Малыгинской ступени и Кольско-Канинской моноклизе, а также в Предновоземельской структурной области (см. рис. 2, к).

**Среднеюрско–кимериджский подкомплекс (между ОГ В<sub>1</sub>(J<sub>1</sub>–J<sub>2</sub>) и ОГ В(J<sub>3v</sub>)).** Отложения данного комплекса накапливались на фоне прогибания с формированием локальных депоцентров с мощностью:

- 0.8 км на юге Северо-Баренцевской синеклизы, севере Штокмановско-Лунинского порога и в Южно-Баренцевской синеклизе;
- 0.3 км среднеюрско–кимериджского разреза на Альбановско-Горбовском пороге и Восточно-Баренцевской ступени;
- 0.4 км в Северо-Новоземельском прогибе.

Минимальной мощностью (100 м) характеризуются Предновоземельская структурная область, поднятия Персея и Федынского, Кольско-Канинская моноклиза и Малыгинский структурный нос (см. рис. 2, л).

**Волжский (титонский) подкомплекс (между ОГ В(J<sub>3v</sub>) и ОГ В'(J<sub>3</sub>–K<sub>1</sub>)).** На карте отражены объемы накопления глубоководных глин волжского подкомплекса. Мощность пород подкомплекса составляет 0.6 км в восточной части Южно-Баренцевской синеклизы. Породы титонского возраста эродированы на поднятиях Вербы и Персея, Восточно-Шпицбергенской присклоновой моноклинали, на Северо-Малыгинской и западном

окончании Западно-Альбановской ступени, в Восточно-Пинегинском прогибе, а также в Предновоземельской структурной области, на Кольско-Канинской моноклизе и Тиманской гряде (см. рис. 2, м).

#### *Мел–кайнозойский комплекс*

Мел–кайнозойский комплекс (между ОГ В'(J<sub>3</sub>–K<sub>1</sub>) и дном Баренцева моря) состоит из неокомского (клиноформного) и апт–кайнозойского подкомплексов. Формирование мел–кайнозойского комплекса происходило на фоне дальнейшего воздымания Пайхой–Новоземельской складчатой системы и синхронного прогибания структур Восточно-Баренцевского мегапрогиба. Максимальные мощности отложений достигают:

- 2.2 км в Южно-Баренцевской синеклизе;
- 2 км на Штокмановско-Лунином пороге (скв. Лудловская-1) и в Северо-Новоземельском прогибе;
- 1.5 км в Северо-Баренцевской синеклизе;
- 0.7 км на Альбановско-Горбовском пороге.

Наименьшая толщина мел–кайнозойских отложений накоплена на обрамлении Восточно-Баренцевского мегапрогиба, где она изменяется от 150 м до полного отсутствия в результате эрозии (см. рис. 2, р).

**Неокомский подкомплекс (между ОГ В'(J<sub>3</sub>–K<sub>1</sub>) и ОГ М(K<sub>1</sub>br)).** Данный подкомплекс формировался на фоне воздымания Пайхой–Новоземельской складчатой системы, восточной части Баренцевоморского шельфа, а также Тимано-Печорского региона. Мощность неокомского подкомплекса в Южно-Баренцевской синеклизе достигает 0.7 км. Минимальная мощность 100 м отмечается на обрамлении Восточно-Баренцевского мегапрогиба, Восточно-Баренцевской ступени и ступени мыса Желания (см. рис. 2, о).

**Апт–кайнозойский подкомплекс (между ОГ М(K<sub>1</sub>br) и дном Баренцева моря).** В апт–кайнозойские значительные объемы осадочного материала поступали с Балтийской палеосуши, Уральского и Пайхой–Новоземельского складчатых поясов – этим объясняется миграция депоцентра в пределы Южно-Баренцевской впадины. Мощность апт–кайнозойского подкомплекса во впадине достигает 1.7 км. Минимальная мощность отмечается вблизи зон выклинивания апт–верхнемеловых отложений и составляет менее 100 м (см. рис. 2, п).

## ТЕКТОНИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ

Для создания тектонической модели строения Баренцевоморского региона были построены структурные карты масштаба 1 : 2 000 000 по ос-

новным отражающим горизонтам: VI(PR?), III<sub>3</sub>(D<sub>3</sub>), Ia(P<sub>1</sub>–C?), I<sub>2</sub>(P–T), A<sub>1</sub><sup>1</sup>(T<sub>1</sub>čb), A<sub>1–2</sub>(T<sub>2</sub>an), A<sub>3</sub>(T<sub>3</sub>), Б(T–J), B<sub>1</sub>(J<sub>1</sub>–J<sub>2</sub>), B(J<sub>3</sub>v) и M(K<sub>1</sub>br) (см. рис. 1, рис. 3).

#### *Структурные этажи*

По результатам структурного анализа нами выделено три структурных этажа.

**Нижний структурный этаж.** Состоит из двух подэтажей, которые представлены:

- рифейскими терригенно-эффузивными отложениями;
- нижнепалеозойскими терригенно-карбонатными отложениями.

Терригенно-эффузивные отложения рифейского возраста выделены на юге площади под ОГ VI(PR?). Этот подэтаж вскрыт скважиной Пограничной-1 на п-ове Средний, пробуренной в 2004–2006 гг. до глубины 5200 м. В скважине Пограничная-1 встречены терригенно-эффузивные породы рифея мощностью 1100 м [22, 31].

Для рифейского комплекса отложений характерны следующие особенности:

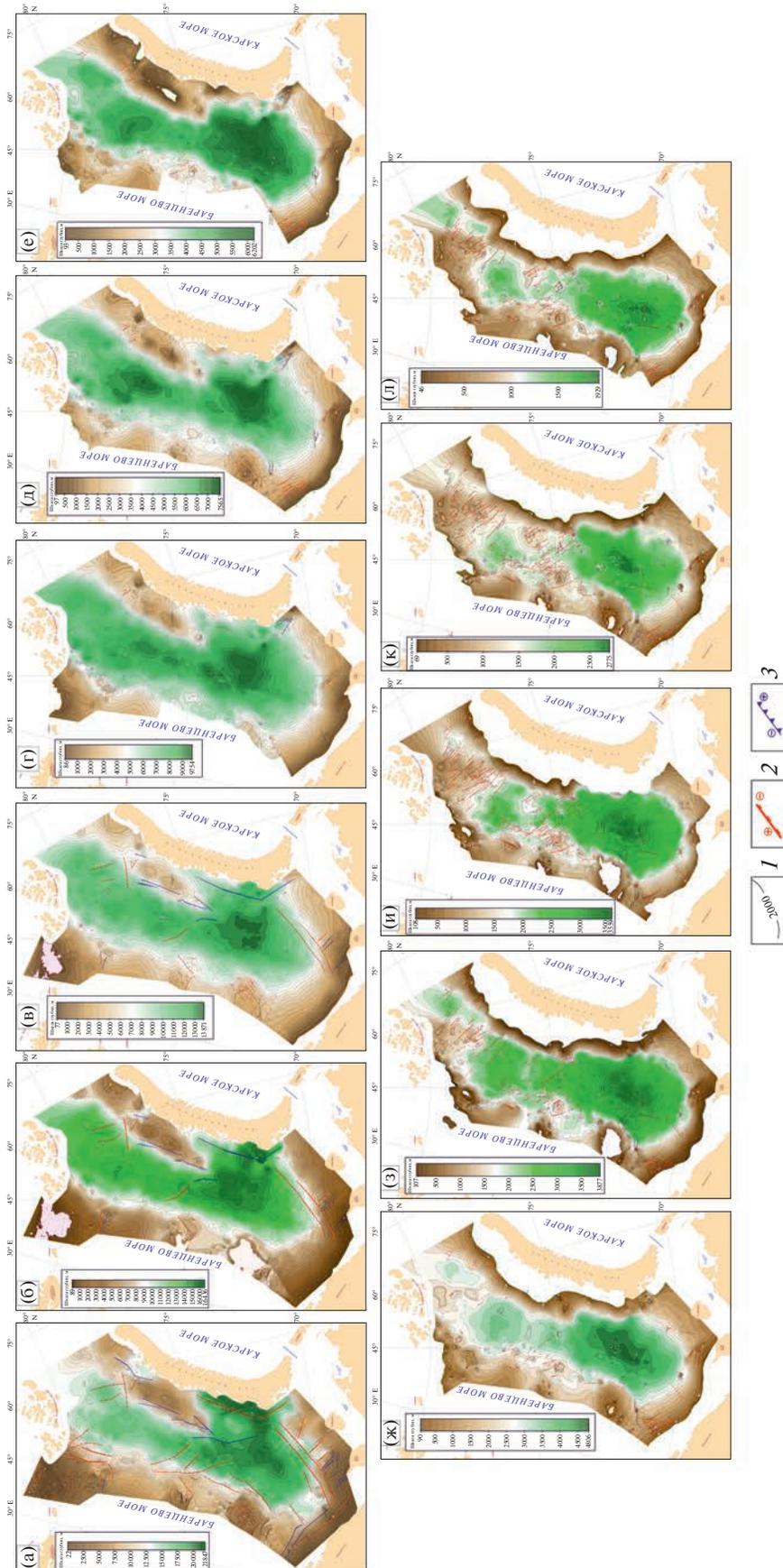
- большая ≥15 км мощность комплекса;
- значительная тектоническая расслоенность с образованием взбросо-надвиговых пластин;
- наличие поднадвиговых антиклиналей.

Рифейский комплекс изучен в пределах Тимано-Варангеровского складчато-надвигового пояса, протягивающегося от м. Варангер к п-ову Канин и далее на юго-восток. Рифейский комплекс выделен на временных и глубинных сейсмических разрезах и расположен под ОГ VI(PR?).

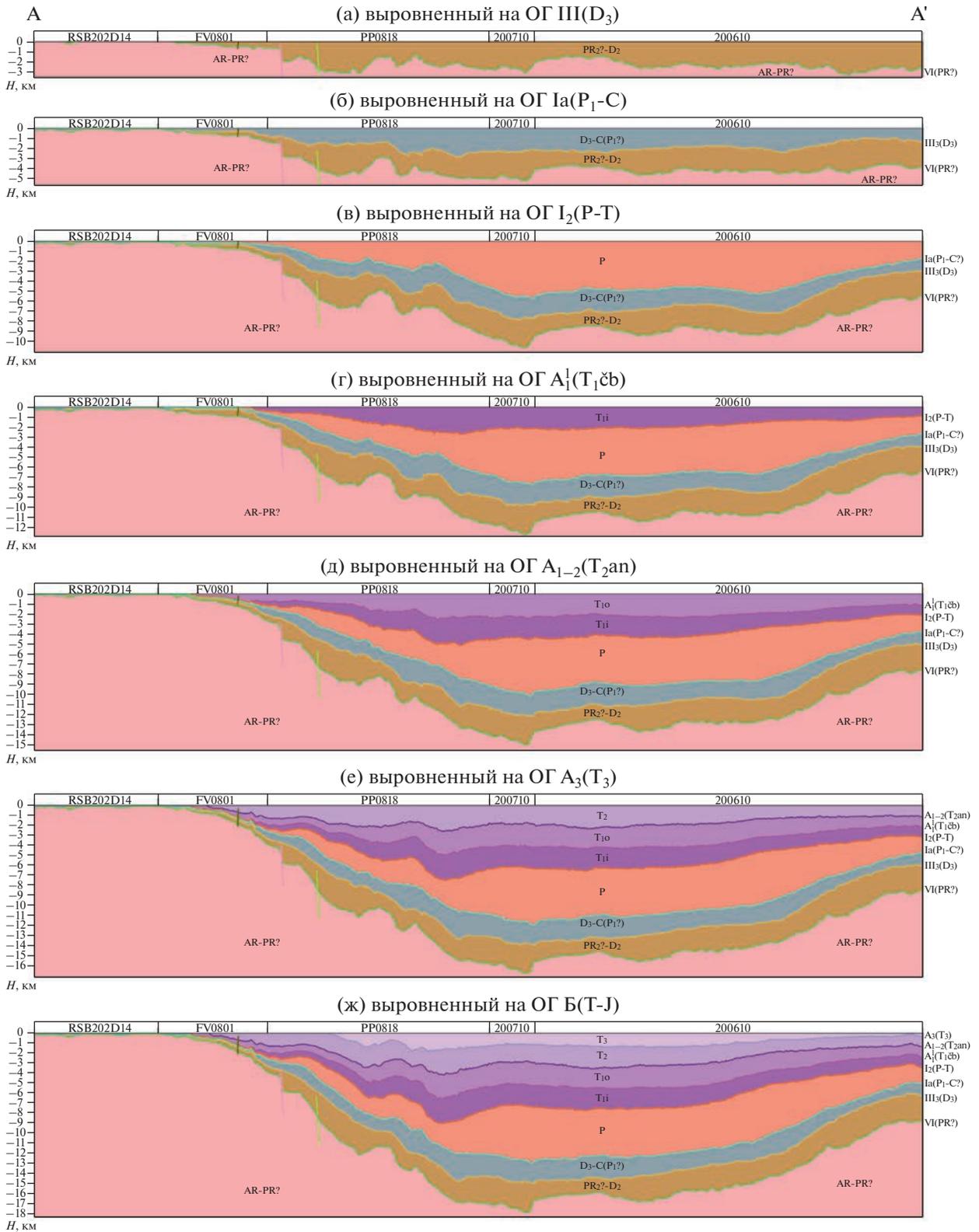
**Верхний структурный подэтаж нижнего структурного этажа.** В данную структуру входят терригенно-карбонатные отложения нижнего палеозоя–среднего девона, данный структурный этаж охарактеризован структурными построениями по ОГ VI(PR?) и III<sub>3</sub>(D<sub>3</sub>), являющимися его геологическими границами.

В соответствии с выполненной интерпретацией, в южной части района исследований расположена Южно-Баренцевская синеклиза с глубиной залегания подошвы осадочного чехла до 21.5 км. Форма Южно-Баренцевской синеклизы близка к изометричной, но ее наиболее глубокая часть вытянута в северо-восточном направлении.

Через перемычку в виде свода Крыловой Южно-Баренцевская синеклиза в низах осадочного чехла сопряжена с Кармакульским мегапрогибом, находящимся в центральной части Новой Земли. Продолжение Кармакульского мегапрогиба предполагается на арх. Новая Земля, где суммарная мощность нижнепалеозойско-среднеде-



**Рис. 3.** Структурные карты Баренцева моря. По отражающим горизонтам: (а) – VI(PR?), (б) – Ш<sub>3</sub>(D<sub>3</sub>), (в) – Ia(P<sub>1</sub>–C<sub>2</sub>?), (г) – I<sub>2</sub>(P–T); (д) – A<sub>1</sub>(T<sub>1</sub>δб); (е) – A<sub>3</sub>(T<sub>3</sub>); (ж) – Б(T–J), (и) – В<sub>1</sub>(J<sub>1</sub>–J<sub>2</sub>); (к) – В(J<sub>3</sub>v); (л) – M(K<sub>1</sub>br). 1 – изогипсы по OГ; 2 – сбросы; 3 – взбросы



**Рис. 4** (начало). Схемы палеотектонических реконструкций по композитному профилю А–А'. Профиль выровнен на отражающий горизонт (ОГ): (а) – ОГ III (D<sub>3</sub>); (б) – ОГ Ia (P<sub>1</sub>–C); (в) – ОГ I<sub>2</sub> (P–T); (г) – ОГ A<sub>11</sub>(T<sub>1</sub>Сб); (д) – ОГ A<sub>1–2</sub>(T<sub>2an</sub>); (е) – ОГ A<sub>3</sub>(T<sub>3</sub>); (ж) – ОГ Б(Т–J); (з) – ОГ В<sub>1</sub>(J<sub>1</sub>–J<sub>2</sub>); (и) – ОГ В<sub>3</sub>(J<sub>3v</sub>); (к) – ОГ М (K<sub>1br</sub>); (л) – выровненный на дно Баренцева моря. 1 – границы отражающих горизонтов, 2 – тектонические нарушения, 3 – возраст комплекса

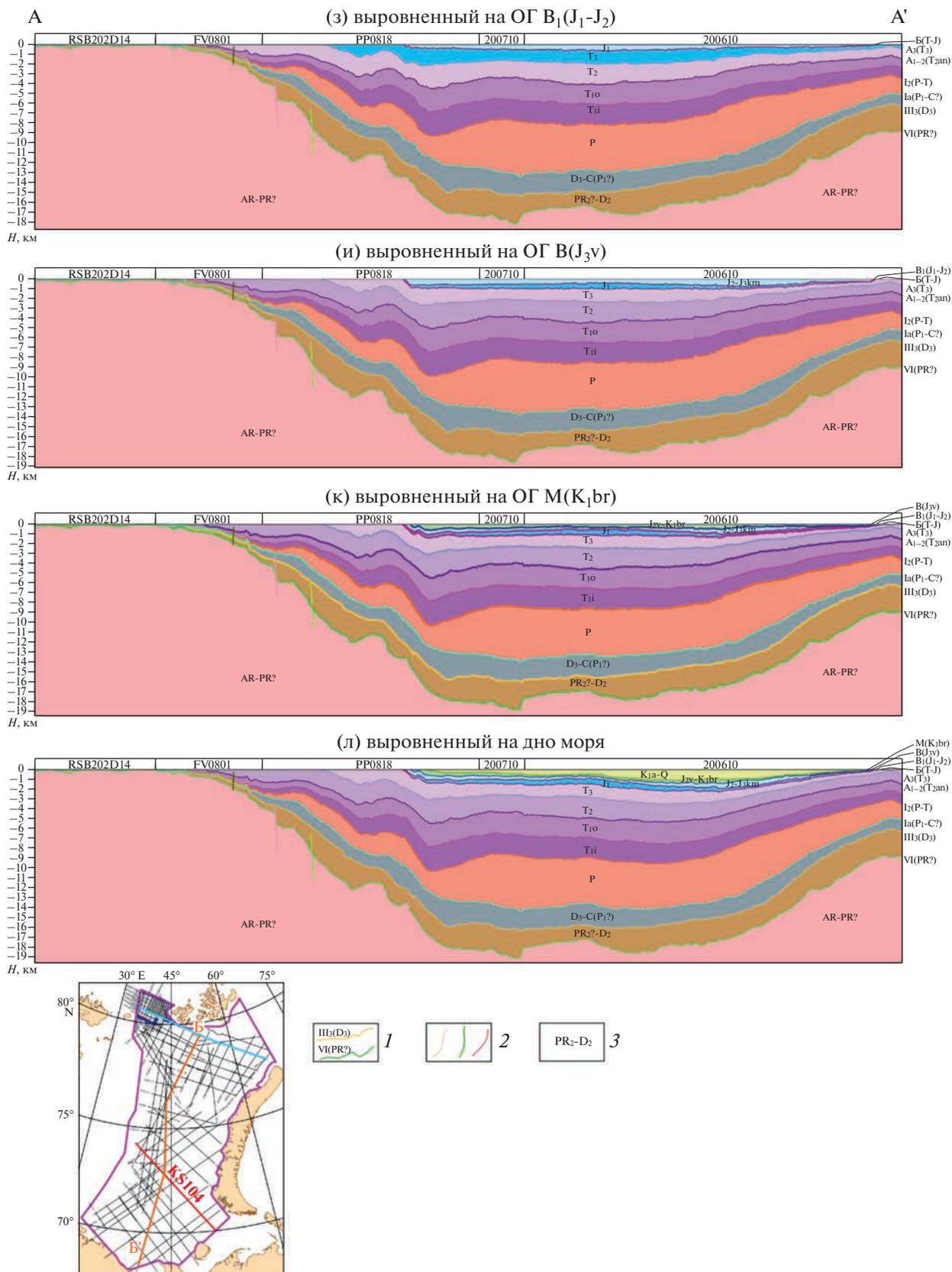
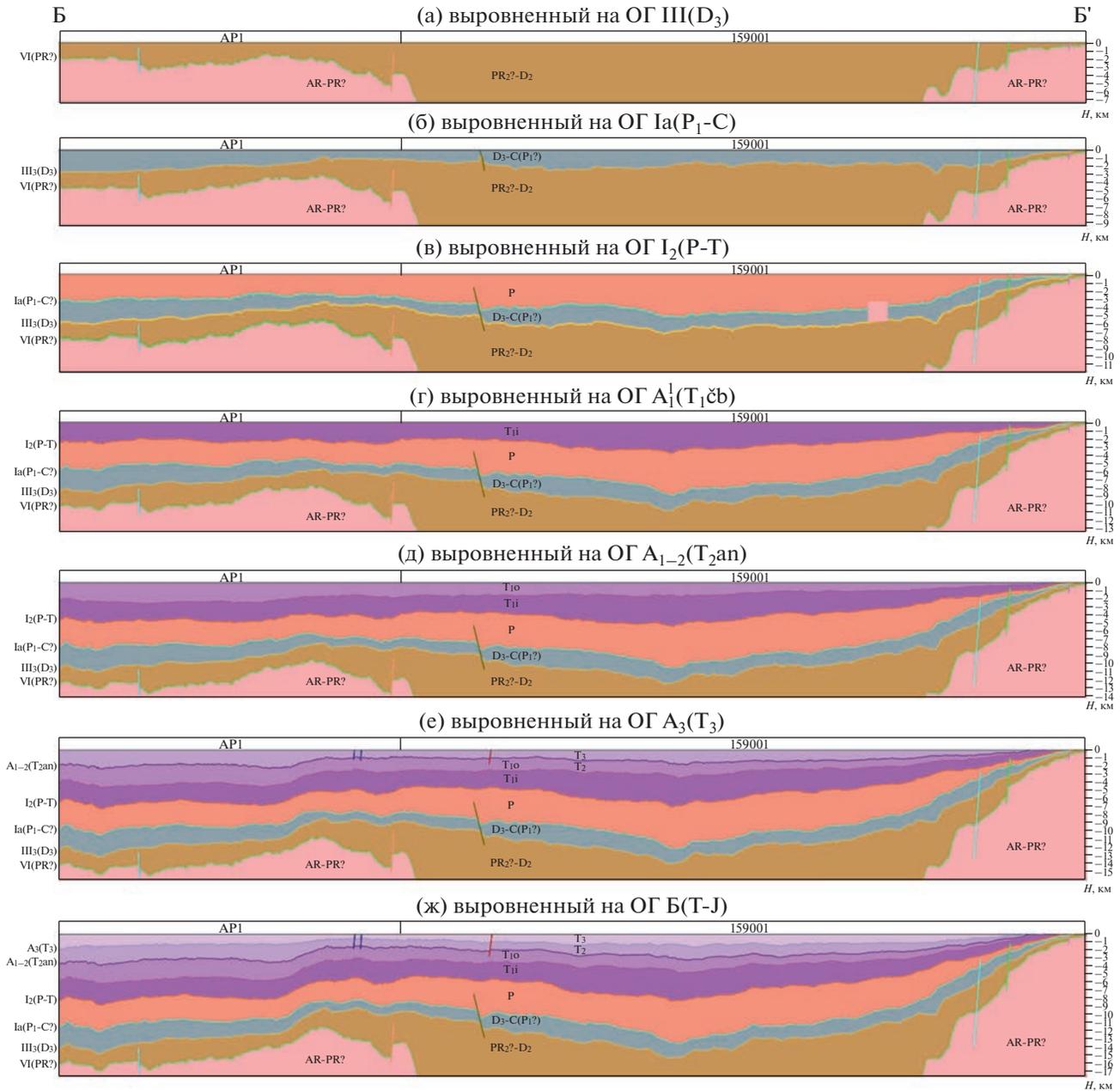


Рис. 4. Окончание



**Рис. 5** (начало). Схемы палеотектонических реконструкций по композитному профилю Б–Б'. Профиль выровнен на отражающий горизонт (ОГ): (а) – ОГ III ( $D_3$ ); (б) – ОГ Ia ( $P_1-C$ ); (в) – ОГ I<sub>2</sub> ( $P-T$ ); (г) – ОГ A<sub>11</sub> ( $T_1\check{C}b$ ); (д) – ОГ A<sub>1-2</sub> ( $T_{2an}$ ); (е) – ОГ A<sub>3</sub> ( $T_3$ ); (ж) – ОГ Б ( $T-J$ ); (з) – ОГ B<sub>1</sub> ( $J_1-J_2$ ); (и) – ОГ B ( $J_3v$ ); (к) – ОГ М ( $K_1br$ ); (л) – выровненный на дно Баренцева моря. 1 – границы отражающих горизонтов, 2 – тектонические нарушения, 3 – возраст комплекса

вонских отложений достигает 12 км (см. рис. 2, рис. 4, рис. 5).

Южно-Баренцевский и Кармакульский рифтогенные бассейны разделены по профилю KS103 сводом Крыловой высотой >3 км (см. рис. 5).

Свод Крыловой назван в честь инженера I категории геофизической камеральной партии Ларисы Анатольевны Крыловой (годы жизни 1966–2022), которая была первой, кто исследовал данную структуру.

Таким образом, ранне-среднепалеозойская Южно-Баренцевская рифтогенная область прогибания по нашим построениям характеризуется северо-восточной направленностью (см. рис. 2, см. рис. 4, см. рис. 5).

Мы полагаем, что Южно-Баренцевская рифтогенная область прогибания имела тесную связь с тектоническими элементами Печорской плиты (Печоро-Колвинским авлакогеном) северо-за-

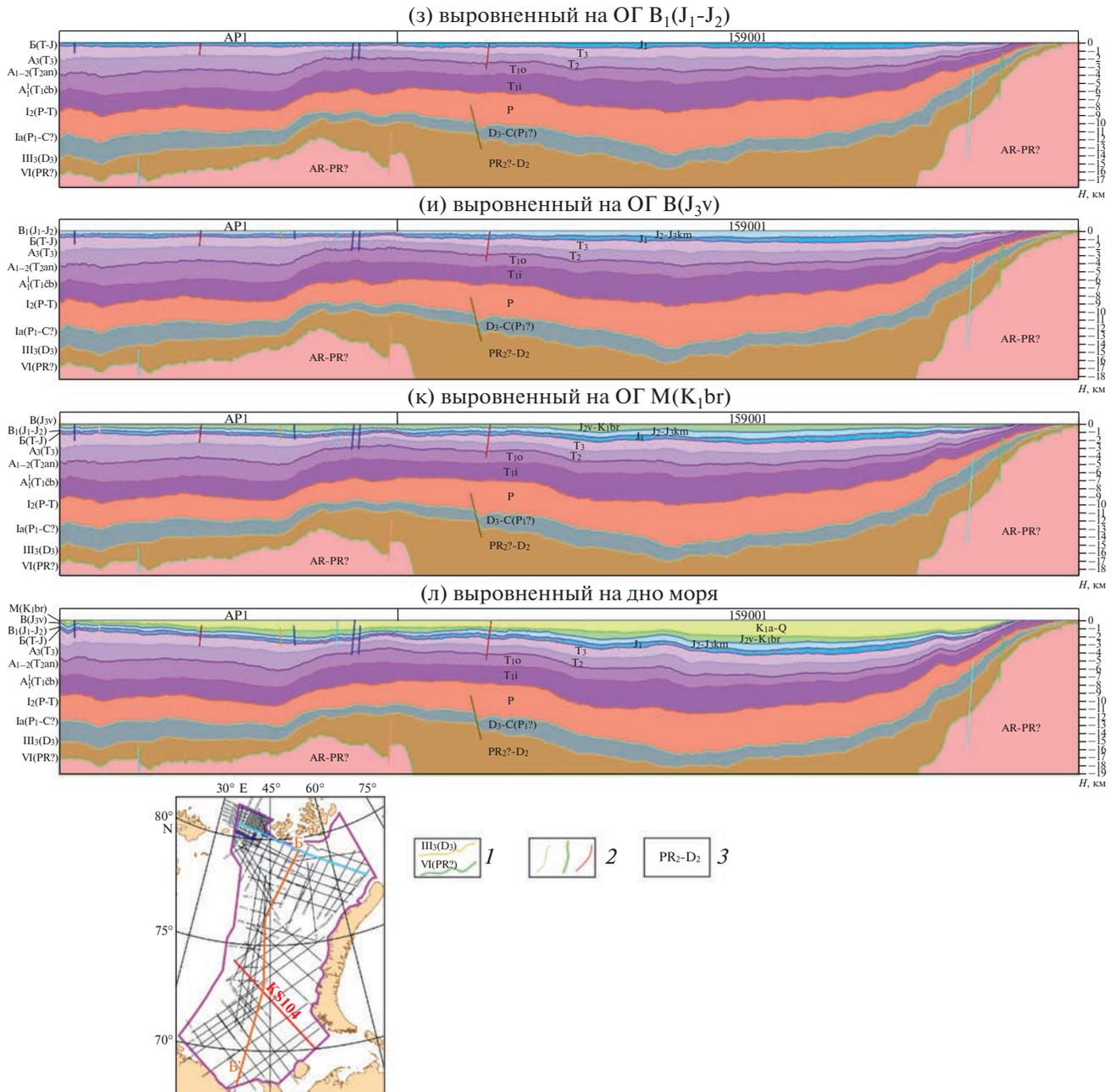


Рис. 5. Окончание

падного простирания и образует с авлакогеном единый рифтогенный комплекс.

– средний структурный этаж сформирован преимущественно карбонатными отложениями верхнего девона–нижней перми и ограничен ОГ  $III_3(D_3)$  и ОГ  $Ia(P_1-C?)$ ;

– верхний структурный этаж объединяет терригенные отложения нижней и верхней перми, мезозойские и кайнозойские отложения.

Границами комплекса являются ОГ  $Ia(P_1-C?)$  и дно Баренцева моря. Верхний структурный этаж состоит из двух подэтажей, границей между которыми является ОГ  $IIa(MZ-KZ)$ . В нижнем подэтаже верхнего структурного этажа, помимо его подошвы, представленной ОГ  $Ia(P_1-C?)$ , прослежены отражающие горизонты в мезозойских отложениях:  $I_2(P-T)$ ,  $A_1'(T_1cb)$ ,  $A_{1-2}(T_{2an})$ ,  $A_3(T_3)$ ,  $B(T-J)$ ,  $V_1(J_1-J_2)$ ,  $V_3(J_3v)$ ,  $M(K_1br)$ .

*Баренцевская континентальная плита*

Значительная часть Баренцевоморского шельфа в региональном плане принадлежит Баренцевской плите. Баренцевская плита ограничена:

- Восточно-Европейской платформой (Балтийский щит) на юге;
- Печорской плитой на юго-востоке;
- Пайхой–Новоземельской складчатой системой на востоке.

Баренцевская плита содержит три надпорядковых элемента:

- Шпицбергенскую антеклизу;
- Западно-Баренцевскую систему поднятий и прогибов;
- Восточно-Баренцевский мегапрогиб и Кольско-Канинскую моноклизу.

**Шпицбергенская антеклиза.** Данная структура представляет собой полосу, субширотно простирающуюся на крайнем севере района исследований на 900 км. Южная граница Шпицбергенской антеклизы проведена по подошве осадочного чехла – по ОГ VI(PR?) изогипсе –1000 м, севернее которой происходит резкий подъем подошвы осадочного чехла до 100 м и более с выходом фундамента на дно моря.

Шпицбергенская антеклиза по подошве осадочного чехла – по ОГ VI(PR?) включает в себя следующие тектонические элементы I-го порядка:

- Шпицбергенское сводовое поднятие;
- поднятие Вербы;
- Восточно-Шпицбергенская присклоновая моноκлираль;
- сводовое поднятие Земля Франца-Иосифа.

**Сводовые поднятия Шпицбергенское и Земля Франца-Иосифа (ЗФИ).** Эти сводовые поднятия объединяют одноименные архипелаги Шпицберген и ЗФИ, выраженные в современном рельефе. На северо-востоке нами выделена по сейсморазведочным материалам небольшая часть периклиналы поднятия арх. ЗФИ.

**Восточно-Шпицбергенская присклоновая моноκлираль.** Моноκлираль выявлена по материалам полевых комплексных геофизических работ 2020 г. Моноκлираль на западе сопряжена со сводом Вербы, на востоке – со сводовым поднятием ЗФИ. Восточно-Шпицбергенская присклоновая моноκлираль осложнена небольшими депрессиями и антиκлиналами.

**Поднятие Вербы.** Поднятие Вербы было выявлено по материалам полевых комплексных геофизических работ 2020 г. и названо в честь российского морского геолога Марка Леонидовича Вербы (годы жизни 1935–2019).

Данное поднятие в подошве осадочного чехла представляет собой изометричную структуру размерами 140 × 134 км с амплитудой около 400 м,

выделенную по изогипсе –500 м и осложненную двумя куполами на западе и на востоке поднятия. На поднятии Вербы осадочный чехол представлен, в основном, маломощным слоем палеозойских и мезозойских отложений. Только на северном склоне поднятия Вербы и в Восточно-Шпицбергенской впадине, предположительно, накопились отложения кайнозойского возраста.

**Восточно-Шпицбергенская впадина.** Данная впадина выявлена по горизонтам кайнозоя над северной частью Восточно-Шпицбергенской присклоновой моноκлинали, отмеченной в подошве осадочного чехла. Размеры Восточно-Шпицбергенской впадины оставляют около 160 км × 60 км.

Мы полагаем, что ее формирование связано с раскрытием Евразийского бассейна и ее северной границей является котловина Нансена. На юго-западе Восточно-Шпицбергенская впадина граничит с поднятием Вербы, на востоке ее граница совпадает с линией эрозионного среза миоценовых отложений.

*Западно-Баренцевская система поднятий и прогибов*

Данная система включает в себя поднятия, прогибы и седловины. Свод Федынского и Нордкапский прогиб протягиваются в норвежскую часть Баренцевоморского шельфа, Центральная зона поднятий переходит в норвежскую моноκлираль Бьямерлэнд, свод Маловицкого – в поднятия Централбанкен, Западно-Кольская седловина – в прогиб Тидлибанкен, Северо-Малыгинская ступень – в моноκлираль Короля Карла. Остальные тектонические элементы норвежской части Баренцева моря, в частности прогиб Ольги, не имеют продолжения в российской части Баренцевоморского шельфа. Но, возможно, что близко расположенные положительные тектонические элементы: поднятие Персея и поднятие Сторбанкен – это единый крупный тектонический элемент.

Западно-Баренцевская система поднятий и прогибов включает в себя тектонические элементы I-го порядка:

- седловины Малыгинскую, Демидовскую и Западно-Кольскую;
- поднятие Федынского;
- Центральную зону поднятий;
- Нордкапский прогиб.

**Малыгинская седловина.** Она расположена на севере Западно-Баренцевской системы поднятий и прогибов и представлена тектоническими элементами II-го порядка:

- поднятием Персея;
- Северо-Малыгинской ступенью;
- Южно-Малыгинским структурным носом;
- валом Пинегина.

Южно-Малыгинский структурный нос и вал Пинегина разделены Западно-Пинегинским и Восточно-Пинегинским прогибами.

Поднятие Персея, Северо-Малыгинская ступень и Восточно-Пинегинский прогиб находятся севернее линии эрозионного среза верхнеюрских отложений, — эти тектонические элементы показаны по подошве осадочного чехла — по ОГ VI(PR?) (рис. 6).

На структурно-тектонической схеме по ОГ В(J<sub>3v</sub>) присутствует южная часть поднятия Персея, а центральная и северная часть поднятия Персея отображены по структурно-тектонической карте по ОГ VI(PR?) (см. рис. 6).

Западный борт поднятия Персея не изучен и, возможно, он расположен в норвежской части Баренцева моря.

**Центральная зона поднятий.** Она расположена южнее Малыгинской седловины и включает в себя свод Маловицкого и Ферсмановскую террасу с Ферсмановской локальной структурой. Свод Маловицкого в российской части шельфа выражен структурным носом и, предположительно, замыкается в норвежской части Баренцева моря.

**Демидовская седловина.** Она разделяет Центральную зону поднятий и поднятие Федынского. Демидовская седловина осложнена одноименной локальной структурой.

**Поднятие Федынского.** Оно расположено к югу от Демидовской седловины и представляет собой крупную положительную структуру, замыкающуюся в норвежской части шельфа.

**Нордкапский прогиб.** Данный прогиб выделен к северу от свода Федынского и представлен северо-западной центриклиналью.

**Западно-Кольская седловина.** Она расположена на юге Западно-Баренцевской зоны поднятий и прогибов и осложнена локальными структурами Курчатовской, Варяжской и Северо-Кильдинской.

#### *Восточно-Баренцевский мегапрогиб*

Восточно-Баренцевский мегапрогиб является III-ей надпорядковой структурой Баренцевской плиты. Он вытянут в северо-восточном направлении на 1300 км. Восточно-Баренцевский мегапрогиб ограничен:

— Кольско-Канинской моноклизой и Печорской плитой на юге;

— Западно-Баренцевской системой поднятий и прогибов на западе;

— Пайхойско-Новоземельской складчатой системой на востоке;

— поднятием Вербы и архипелагом Земля Франца-Иоифа на севере.

Ширина Восточно-Баренцевского мегапрогиба изменяется от 400 км в его южной части до 200 км на севере площади. В Восточно-Баренцевском мегапрогибе выделены синеклизы и прогиб, разделенные порогами. В Восточно-Баренцевском прогибе расположена Южно-Баренцевская синеклиза, которая отделена от Северо-Баренцевской синеклизы Штокмановско-Лунинским порогом. Между Северо-Баренцевской синеклизой и Северо-Новоземельским прогибом расположен Альбановско-Горбовский порог.

**Южно-Баренцевская синеклиза.** Она является структурой с формой, близкой к изометричной. Ее размеры составляют около 400 км × 400 км, глубина подошвы верхней юры достигает 2.7 км. Южно-Баренцевская синеклиза состоит из вытянутой в северо-восточном направлении Южно-Баренцевской впадины, окруженной с юга Куренцовской террасой и Мурманской моноклиналиью. С запада Южно-Баренцевская впадина ограничена Надеждинской ступенью.

**Штокмановско-Лунинский порог.** Он расположен севернее Южно-Баренцевской синеклизы. Он обладает размерами около 240 км × 400 км и осложнен террасами: Штокмановско-Ледовой, Лудловской, Лунинской и Медвежим валом. Террасы и вал разделены Северо-Штокмановским и Западно-Медвежинским прогибами и Северо-Лудловской седловиной.

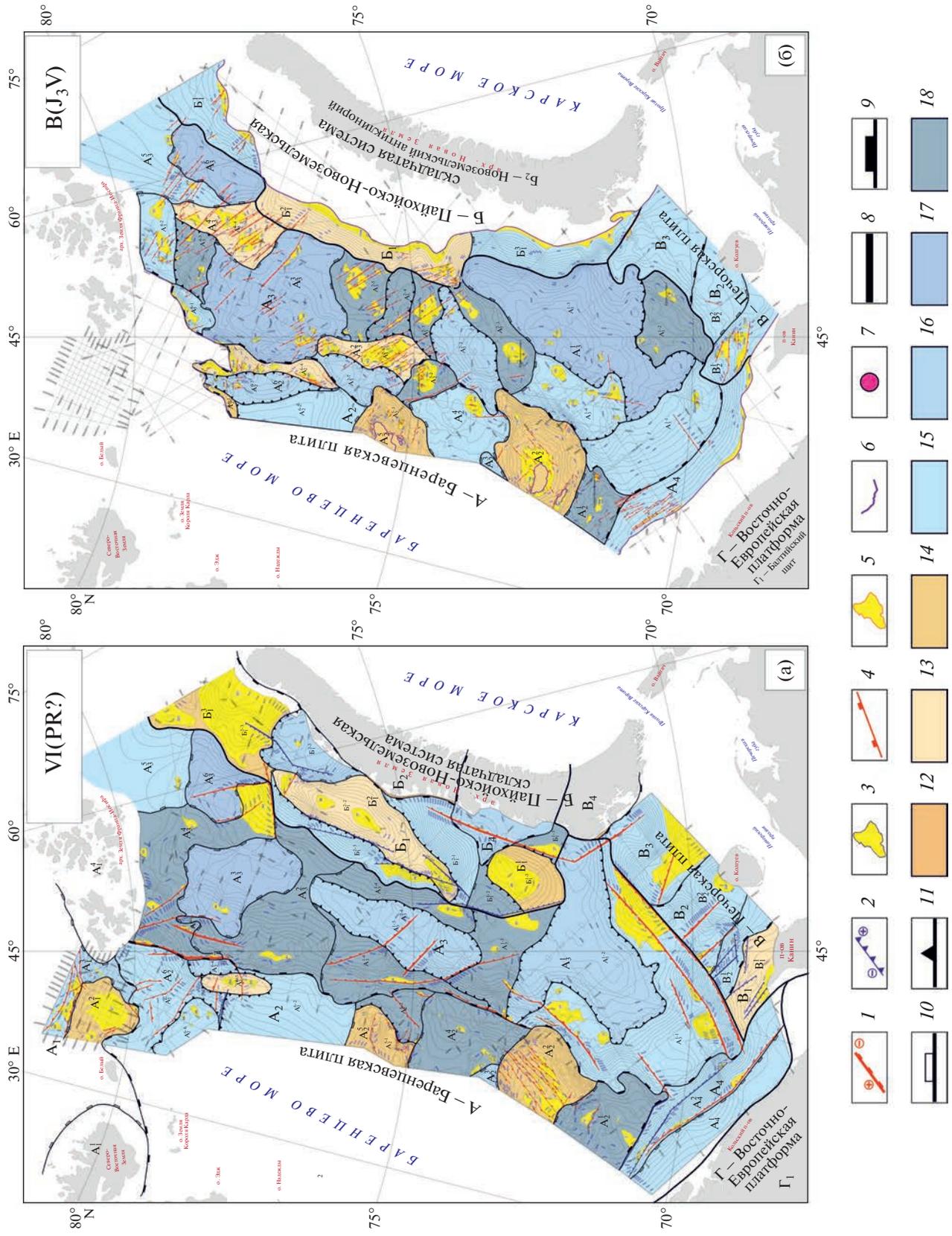
**Северо-Баренцевская синеклиза.** Она также, как и Южно-Баренцевская синеклиза, имеет форму, близкую к изометричной. Размеры Северо-Баренцевской синеклизы меньше, чем у Южно-Баренцевской синеклизы и составляют 260 км × 320 км. Северо-Баренцевская синеклиза погружена по подошве верхней юры до 2 км.

**Альбановско-Горбовский порог.** Он граничит на юге с Северо-Баренцевской синеклизой и Адмиралтейским мегавалом в составе Пайхойско-Новоземельской складчатой системы. На западе Альбановско-Горбовский порог граничит с

**Рис. 6.** Схемы структурно-тектонического районирования:

По кровле: (а) — фундамента ОГ VI(PR?); (б) — верхнеюрских глин ОГ В(J<sub>3v</sub>).

1 — сбросы; 2 — взбросы; 3 — локальные структуры по ОГ VI(PR?); 4 — разломы; 5 — локальные структуры по ОГ В(J<sub>3v</sub>); 6 — линия прекращения прослеживания ОГ (J<sub>3v</sub>); 7 — скважины глубокого бурения; 8–11 — тектонические элементы: 8 — региональные, 9 — надпорядковые, 10 — I-го порядка, 11 — II-го порядка; 12–18 — структуры: 12 — антиклинории, 13 — валы, 14 — поднятия, своды, 15 — моноклинали, ступени, моноклизы, структурные носы, 16 — прогибы, 17 — синеклизы, впадины, 18 — седловины, террасы



Малыгинской седловиной, входящей в Западно-Баренцевскую систему поднятий и прогибов. На востоке Альбановско-Горбовский порог ограничен Восточно-Баренцевской ступенью и Северо-Новоземельским прогибом. Северной границей Альбановско-Горбовского порога является южная граница сводового поднятия ЗФИ, входящего в состав Шпицбергенской антеклизы.

Альбановско-Горбовский порог включает в себя Западно-Альбановскую и Сальмскую ступени и Южно-Сальмскую седловину, отделяющую эти ступени от вала Трубяччинского.

**Восточно-Баренцевская ступень.** Она находится на северо-востоке района исследования и слабо изучена сейсморазведочными работами.

**Северо-Новоземельский прогиб.** Он граничит с Восточно-Баренцевской ступенью с севера и со ступенью мыса Желания, относящейся к Пайхойско-Новоземельской складчатой системе.

**Кольско-Канинская моноклиза.** Она расположена на юге площади и состоит из Тимано-Варангерского складчато-надвигового пояса (в подошве осадочного чехла) и Кольско-Канинской моноклинали (в подошве осадочного чехла и в подошве верхнеюрских отложений). Ширина моноклизы около 140 км. На западе в норвежской части шельфа Кольско-Канинская моноклинал переходит в Финмаркенскую моноклинал.

**Пайхойско-Новоземельская складчатая система.** Она расположена на востоке площади. Она представлена Предновоземельской структурной областью и Новоземельским антиклинорием.

**Предновоземельская структурная область.** Она состоит из поднятий — мыса Желания и Южно-Адмиралтейского, а также Адмиралтейского мегавала.

### *Печорская плита*

На юге Баренцевская плита граничит с Печорской плитой, на которой выделены Тиманская гряда, Малоземельско-Колгуевская моноклиза и Северо-Печороморская моноклиза.

Схема структурно-тектонического районирования в основном, характеризует собой строение верхнего структурного этажа по ОГ В ( $J_3v$ ), дополненное тектоническими элементами нижнего по ОГ VI (PR?) и среднего ОГ Ia ( $P_1-C?$ ) структурных этажей в местах эрозионных срезов верхнеюрских отложений (см. рис. 6, рис. 7).

Приведена иерархия тектонических элементов от региональных к надпорядковым, далее к тектоническим элементам I и II порядков (табл. 1, табл. 2, табл. 3).

## ПАЛЕОТЕКТОНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

В рифейско-вендское время в северо-восточной части Восточно-Европейской платформы формировались грабеновые структуры северо-западного простирания, которые получили развитие в Тимано-Канинско-Варангерском палеобассейне и в рифтах Мезенской синеклизы. Эти прогибы совпадают по направлению с палеорифтами Печорской плиты.

В позднем венде-раннем кембрии в результате байкальской складчатости произошла инверсия Тимано-Канинско-Варангерского прогиба и его последующий надвиг на Восточно-Европейскую платформу [8, 22, 35].

В кембрии-раннем силуре в обстановке пассивной континентальной окраины на территории Баренцевской плиты накапливались терригенно-карбонатные и карбонатные отложения мощностью 2–3 км.

Кембрийско-ордовикские отложения характеризуются низкой степенью дислоцированности на арх. Шпицберген и в Тимано-Печорской провинции. Это может свидетельствовать о слабой интенсивности каледонской орогении в этот период на всей площади Баренцевоморского шельфа.

В позднем силуре-среднем девоне преобладали растягивающие напряжения. В пределах Тимано-Канинских байкалид происходит унаследованное заложение системы девонских авлакогенов, на арх. Шпицберген — девонского грабена и в Центральной зоне поднятий — Демидовского грабена [2, 5, 6, 35]. В этот период происходит заложение сбросов северо-восточного простирания, которые имеют ортогональное положение относительно рифтов рифейского возраста.

Общая мощность кембрий-среднедевонского комплекса достигает 7 км (см. рис. 5, рис. 8).

В позднем девоне-раннем карбоне на Баренцевской плите происходит заложение Восточно-Баренцевского мегапрогиба. Выявленные на его юго-восточном борту высокоамплитудные сбросы указывают на рифтовую природу происхождения бассейна [5, 35] (см. рис. 4, см. рис. 5).

**Рис. 7.** Сводная структурно-тектоническая схема Баренцева моря.

1 — разломы; 2 — линия прекращения прослеживания ОГ ( $J_3v$ ); 3 — линия прекращения прослеживания ОГ  $N_1$ ; 4 — скважины глубокого бурения; 5–10 — тектонические элементы: 5 — региональные, 6 — надпорядковые, 7 — I-го порядка (достоверные), 8 — I-го порядка (предполагаемые), 9 — II-го порядка (достоверные), 10 — II-го порядка (предполагаемые); 11–18 — структуры: 11 — антиклинории, складчато-надвиговые пояса и зоны, 12 — валы, мегавалы, 13 — поднятия, своды, платформы, 14 — системы поднятий, структурные области, структурно-тектонические зоны, 15 — моноклинали, ступени, моноклизы, структурные носы, 16 — прогибы, 17 — синеклизы, впадины, 18 — седловины, террасы

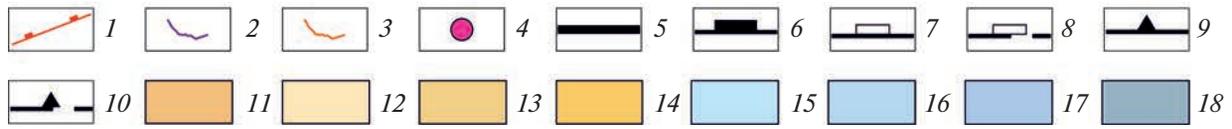
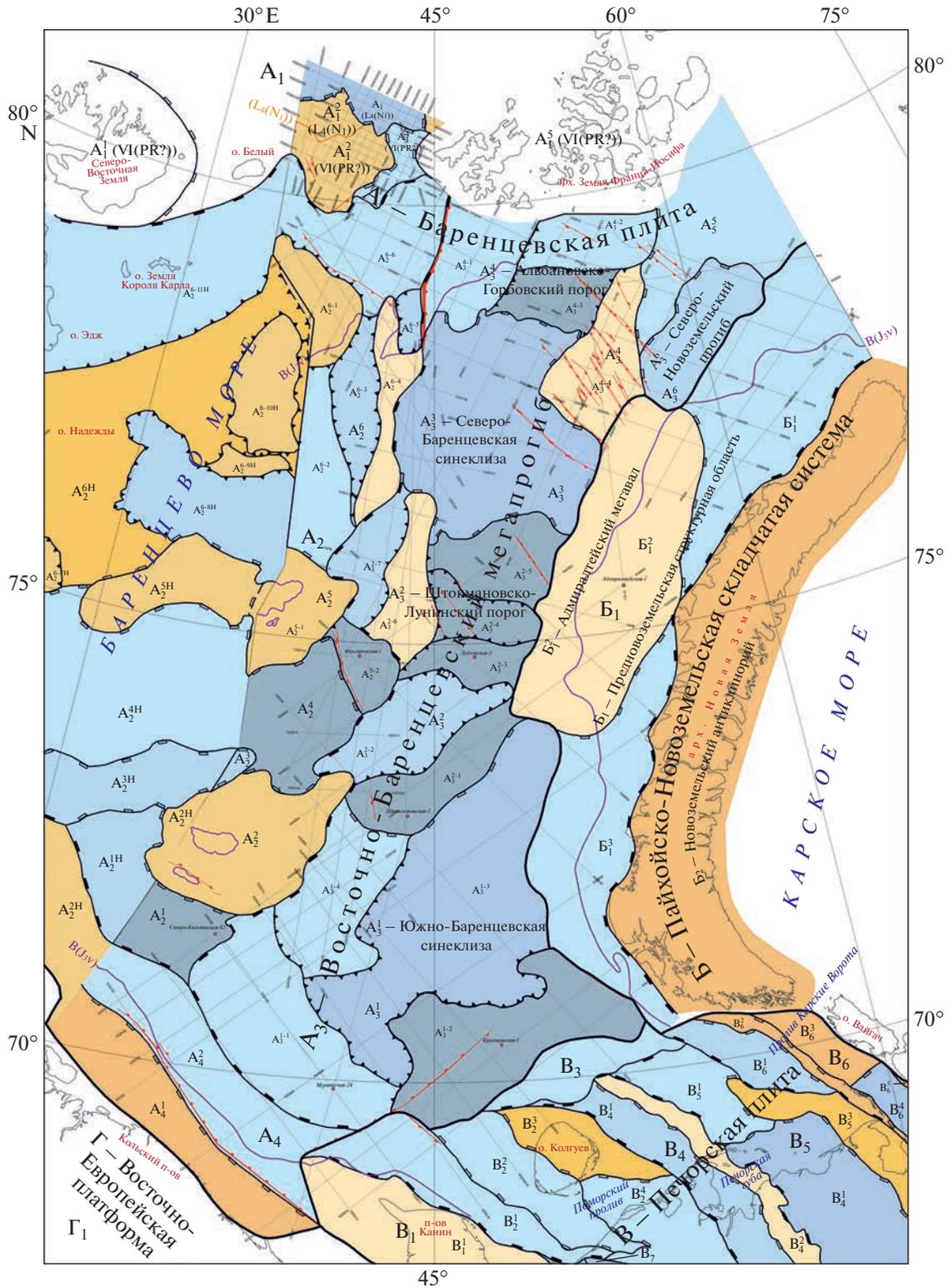


Таблица 1. Схема структурно-тектонического районирования по кровле фундамента ОГ VI(PR?).

Баренцевская плита	$A_1$ – Шпицбергенская антеклиза
	$A_1^1$ – Шпицбергенское сводовое поднятие
	$A_1^2$ – поднятие Вербы
	$A_1^3$ – Восточно-Шпицбергенская присклоновая моноклираль
	$A_1^4$ – сводовое поднятие ЗФИ
	$A_2$ – Западно-Баренцевская региональная система поднятий и прогибов
	$A_2^1$ – Западно-Кольская седловина
	$A_2^2$ – поднятие Федынского
	$A_2^3$ – Нордкапский прогиб
	$A_2^4$ – Демидовская седловина
	$A_2^5$ – Центральная зона поднятий
	$A_2^{5-1}$ – свод Маловицкого
	$A_2^{5-2}$ – Ферсмановская терраса
	$A_2^6$ – Малыгинская седловина
	$A_2^{6-1}$ – поднятие Персея
	$A_2^{6-2}$ – Южно-Малыгинская ступень
	$A_2^{6-3}$ – вал Пинегина
	$A_2^{6-4}$ – Восточно-Пинегинский прогиб
	$A_2^{6-5}$ – Северо-Малыгинская ступень
	$A_3$ – Восточно-Баренцевский мегапрогиб
	$A_3^1$ – Южно-Баренцевская синеклиза
	$A_3^{1-1}$ – Мурманская ступень
	$A_3^{1-2}$ – Северо-Мурманский прогиб
	$A_3^{1-3}$ – Штокмановская терраса
	$A_3^{1-4}$ – Медвежья терраса
	$A_3^{1-5}$ – Северо-Штокмановский прогиб
	$A_3^{1-6}$ – Лудловско-Лунинская терраса
	$A_3^2$ – Северо-Лунинский порог
	$A_3^3$ – Северо-Баренцевская синеклиза
	$A_3^4$ – Альбановско-Горбовский порог
$A_3^5$ – Восточно-Баренцевская ступень	
$A_3^6$ – Северо-Новоземельский прогиб	
$A_4$ – Кольско-Канинская моноклиза	
$A_4^1$ – Тимано-Варангеровский складчато-надвиговый пояс	
$A_4^2$ – Кольско-Канинская моноклираль	

Таблица 1. Окончание

Пайхой–Новоземельская складчатая система	$B_1$ – Предновоземельская структурная область $B_1^1$ – Южно-Адмиралтейское поднятие $B_1^{1-1}$ – свод Крыловой $B_1^{1-2}$ – седловина Седова $B_1^{1-3}$ – Южно-Адмиралтейская седловина $B_1^2$ – Адмиралтейский мегавал $B_1^{2-1}$ – Восточно-Адмиралтейская ступень $B_1^{2-2}$ – Адмиралтейский вал $B_1^{2-3}$ – Западно-Адмиралтейская ступень $B_1^3$ – поднятие мыса Желания $B_1^{3-1}$ – прогиб Иноземцева $B_1^{3-2}$ – свод мыса Желания $B_2$ – Новоземельский антиклинорий $B_3$ – Кармакульский мегапрогиб
Печорская плита	$V_1$ – Тиманская гряда $V_1^1$ – Северо-Тиманский мегавал $V_2$ – Малоземельско-Колгуевская моноклиза $V_2^1$ – Коргинская ступень $V_2^2$ – Западно-Колгуевская моноклираль $V_3$ – Северо-Печороморская ступень $V_4$ – Южно-Новоземельская складчатая область
Восточно-Европейская платформа	$\Gamma_1$ – Балтийский щит

На западном борту Баренцевоморского шельфа, сопряженном с блоками Центральной зоны поднятий, по геолого-геофизическим данным выполненных работ, подобных разломно-блоковых структур не прослеживается.

В позднем карбоне–ранней перми отмечается период стабилизации Баренцевоморского региона. В западной и центральной частях формируются мелководные условия осадконакопления и образование карбонатного шельфа.

В пределах Восточно-Баренцевского мегапрогиба сформировался палеобассейн с глубиной погружения до 1.5 км. Полагаем, что здесь происходило замещение карбонатов глинистыми разностями. В кунгуре–поздней перми начинается активизация тектонической деятельности, которая привела к смене обстановок осадконакопления с преимущественно карбонатного на терригенный. В Восточно-Баренцевский мегапрогиб поступало большое количество обломочного

материала. Основным источником сноса были Уральские горы, образованные в результате герцинской складчатости. Частично отложения поступали с Балтийского щита. Мощность накопленных, в основном, верхнепермских пестроцветных терригенных пород составила [5, 35] 3–5 км (см. рис. 4, см. рис. 5).

Заполнение глубоководных впадин и прогибов в условиях лавинной седиментации продолжилось в триасе (см. рис. 4, см. рис. 5). В это время на юге-востоке накапливаются субконтинентальные прибрежно-морские фации, которые сменяются морскими фациями в северном направлении к арх. Шпицберген и арх. Земля Франца-Иосифа [2, 5, 35].

В раннем и среднем триасе продолжалось активное прогибание Южно-Баренцевской синеклизы. Оно связано с уплотнением пород нижней части коры в результате глубокого метаморфизма и большим внедрением магмы в нижние горизон-

Таблица 2. Схема структурно-тектонического районирования по ОГ В(J<sub>3v</sub>).

Баренцевская плита	A <sub>2</sub> – Западно-Баренцевская региональная система поднятий и прогибов
	A <sub>2</sub> <sup>1</sup> – Западно-Кольская седловина
	A <sub>2</sub> <sup>2</sup> – поднятие Федынского
	A <sub>2</sub> <sup>3</sup> – Нордкапский прогиб
	A <sub>2</sub> <sup>4</sup> – Демидовская седловина
	A <sub>2</sub> <sup>5</sup> – Центральная зона поднятий
	A <sub>2</sub> <sup>5-1</sup> – свод Маловицкого
	A <sub>2</sub> <sup>5-2</sup> – Ферсмановская терраса
	A <sub>2</sub> <sup>6</sup> – Малыгинская седловина
	A <sub>2</sub> <sup>6-1</sup> – поднятие Персея
	A <sub>2</sub> <sup>6-2</sup> – Малыгинский структурный нос
	A <sub>2</sub> <sup>6-3</sup> – Западно-Пинегинский прогиб
	A <sub>2</sub> <sup>6-4</sup> – вал Пинегина
	A <sub>3</sub> – Восточно-Баренцевский мегапрогиб
	A <sub>3</sub> <sup>1</sup> – Южно-Баренцевская синеклиза
	A <sub>3</sub> <sup>1-1</sup> – Мурманская моноклираль
	A <sub>3</sub> <sup>1-2</sup> – Куренцовская терраса
	A <sub>3</sub> <sup>1-3</sup> – Южно-Баренцевская впадина
	A <sub>3</sub> <sup>1-4</sup> – Надеждинская ступень
	A <sub>3</sub> <sup>2</sup> – Штокмановско-Лунинский порог
	A <sub>3</sub> <sup>2-1</sup> – Штокмановско-Ледовая терраса
	A <sub>3</sub> <sup>2-2</sup> – Северо-Штокмановский прогиб
	A <sub>3</sub> <sup>2-3</sup> – Лудловская терраса
	A <sub>3</sub> <sup>2-4</sup> – Северо-Лудловская седловина
	A <sub>3</sub> <sup>2-5</sup> – Лунинская терраса
	A <sub>3</sub> <sup>2-6</sup> – Медвежий вал
	A <sub>3</sub> <sup>2-7</sup> – Западно-Медвежинский прогиб
A <sub>3</sub> <sup>3</sup> – Северо-Баренцевская синеклиза	
A <sub>3</sub> <sup>4</sup> – Альбановско-Горбовский порог	
A <sub>3</sub> <sup>4-1</sup> – Западно-Альбановская ступень	
A <sub>3</sub> <sup>4-2</sup> – Сальмская ступень	
A <sub>3</sub> <sup>4-3</sup> – Южно-Сальмская седловина	
A <sub>3</sub> <sup>4-4</sup> – вал Трубятчинского	
A <sub>3</sub> <sup>5</sup> – Восточно-Баренцевская ступень	
A <sub>3</sub> <sup>6</sup> – Северо-Новоземельский прогиб	
A <sub>4</sub> – Кольско-Канинская моноклиза	

Таблица 2. Окончание

Пайхой–Новоземельская складчатая система	$B_1$ – Предновоземельская структурная область $B_1^1$ – ступень мыса Желания $B_1^2$ – Адмиралтейский мегавал $B_1^3$ – Южно-Адмиралтейская ступень $B_2$ – Новоземельский антиклинорий
Печорская плита	$B_2$ – Малоземельско-Колгуевская моноклиза $B_2^1$ – Коргинская ступень $B_2^2$ – Западно-Колгуевская моноклираль $B_3$ – Северо-Печороморская моноклиза
Восточно-Европейская платформа	$\Gamma_1$ – Балтийский щит

ты осадочного чехла и консолидированную кору бассейна [1, 24, 29, 35].

Процессы растяжения в Южно-Баренцевской синеклизе оказывали влияние на Демидовскую седловину, выразившиеся интенсивным прогибанием и, вероятно, внедрением магм в верхнюю кору. Центральная зона поднятий и свод Федьинского в этот период характеризуются медленным погружением и невысокими темпами осадконакопления [5, 35].

На рубеже позднего триаса–юры главные тектонические процессы, определяющие геодинамический режим Баренцевоморского региона, происходили в области Пайхойско-Новоземельского складчатого пояса. Активный орогенез привел к интенсивному сжатию восточного борта Восточно-Баренцевского мегапрогиба и образованию сдвиго-надвиговых чешуи и складок (см. рис. 4, см. рис. 5).

Транспрессия сопровождалась обильным внедрением мантийного вещества в шельфовой области и на арх. ЗФИ в виде силлов основного состава, на Новоземельском орогене она сопровождалась внедрением гранитоидов [2, 13, 14, 25, 29, 36]. Ширина зоны деформации варьируется от 30 до 150 км. В это время происходит активное становление Новоземельского складчатого сооружения (киммерид) и Восточно-Баренцевского мегапрогиба, ортогонально наложенных на древние структурные элементы. В конце позднего триаса произошел перерыв (рэтский век) в осадконакоплении на обширной площади Баренцевоморского шельфа [5, 35]. Суммарная мощность триаса составляет от первых десятков метров на бортовых и приподнятых частях до 8 км в прогибах и впадинах.

В юрско–меловое время произошла стабилизация тектонических движений и частично унаследованное воздымание ранее возникшего Новоземельского орогена (см. рис. 4, см. рис. 5).

Терригенный материал, поступающий с востока, юга и севера, постепенно заполнил обширный шельфовый бассейн [2].

В поздней юре завершается становление структурного плана Баренцевоморского региона: обособляются Южно- и Северо-Баренцевские синеклизы за счет появления Штокмановско-Лунинского порога. Устанавливается режим бескислородного осадконакопления. В этой обстановке формировались насыщенные органикой черные глины [5, 29, 35]. Суммарная мощность юрских отложений – до 2 км.

В раннем мелу Баренцево море характеризовалось эпиконтинентальным режимом с шельфовыми условиями осадконакопления. С апт–альбского времени темпы седиментации в Восточно-Баренцевском мегапрогибе и на прилегающей площади Центральной зоны поднятий заметно снижаются. Этот период характеризуется относительной стабилизацией тектонического режима. В конце позднего мела началось раскрытие Евразийского океанического бассейна, что привело к подъему (uplift) территории Баренцевского шельфа. В этот период рассматриваемая площадь подверглась длительной эрозии ранее накопленных отложений [2, 5, 35]. Общая мощность меловых отложений достигает 2 км.

#### ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ФУНДАМЕНТА И ОСАДОЧНОГО ЧЕХЛА БАРЕНЦЕВА МОРЯ

В результате комплексной интерпретации геолого-геофизических данных и данных бурения скважин, палеоструктурного и палеотектонического анализов в истории геологического развития Баренцевоморского региона определены две основные стадии: стадия становления фундамента Баренцевской плиты и эпиплатформенная стадия.

Таблица 3. Сводная структурно-тектоническая схема по ОГ VI(PR?), Ia(P<sub>1</sub>-C?), B(J<sub>3v</sub>), L<sub>4</sub>(N<sub>1</sub>).

Баренцевская плита	A <sub>1</sub> – Шпицбергенская антеклиза
	A <sub>1</sub> <sup>1</sup> – Шпицбергенское сводовое поднятие
	A <sub>1</sub> <sup>2</sup> – поднятие Вербы
	A <sub>1</sub> <sup>3</sup> – Восточно-Шпицбергенская впадина
	A <sub>1</sub> <sup>4</sup> – Восточно-Шпицбергенская присклоновая моноклираль
	A <sub>1</sub> <sup>5</sup> – сводовое поднятие ЗФИ
	A <sub>2</sub> – Западно-Баренцевская региональная система поднятий и прогибов
	A <sub>2</sub> <sup>1</sup> – Западно-Кольская седловина
	A <sub>2</sub> <sup>2</sup> – поднятие Федынского
	A <sub>2</sub> <sup>3</sup> – Нордкапский прогиб
	A <sub>2</sub> <sup>4</sup> – Демидовская седловина
	A <sub>2</sub> <sup>5</sup> – Центральная зона поднятий
	A <sub>2</sub> <sup>5-1</sup> – свод Маловицкого
	A <sub>2</sub> <sup>5-2</sup> – Ферсмановская терраса
	A <sub>2</sub> <sup>6</sup> – Малыгинская седловина
	A <sub>2</sub> <sup>6-1</sup> – поднятие Персея
	A <sub>2</sub> <sup>6-2</sup> – Южно-Малыгинский структурный нос
	A <sub>2</sub> <sup>6-3</sup> – Западно-Пинегинский прогиб
	A <sub>2</sub> <sup>6-4</sup> – вал Пинегина
	A <sub>2</sub> <sup>6-5</sup> – Восточно-Пинегинский прогиб
	A <sub>2</sub> <sup>6-6</sup> – Северо-Малыгинская ступень
	A <sub>3</sub> – Восточно-Баренцевский мегапрогиб
	A <sub>3</sub> <sup>1</sup> – Южно-Баренцевская синеклиза
	A <sub>3</sub> <sup>1-1</sup> – Мурманская моноклираль
	A <sub>3</sub> <sup>1-2</sup> – Куренцовская терраса
	A <sub>3</sub> <sup>1-3</sup> – Южно-Баренцевская впадина
	A <sub>3</sub> <sup>1-4</sup> – Надеждинская ступень
	A <sub>3</sub> <sup>2</sup> – Штокмановско-Лунинский порог
	A <sub>3</sub> <sup>2-1</sup> – Штокмановско-Ледовая терраса
	A <sub>3</sub> <sup>2-2</sup> – Северо-Штокмановский прогиб
	A <sub>3</sub> <sup>2-3</sup> – Лудловская терраса
	A <sub>3</sub> <sup>2-4</sup> – Северо-Лудловская седловина
	A <sub>3</sub> <sup>2-5</sup> – Лунинская терраса
	A <sub>3</sub> <sup>2-6</sup> – Медвежий вал
	A <sub>3</sub> <sup>2-7</sup> – Западно-Медвежинский прогиб
	A <sub>3</sub> <sup>3</sup> – Северо-Баренцевская синеклиза

Таблица 3. Продолжение

Баренцевская плита	$A_3^4$ – Альбановско-Горбовский порог $A_3^{4-1}$ – Западно-Альбановская ступень $A_3^{4-2}$ – Сальмская ступень $A_3^{4-3}$ – Южно-Сальмская седловина $A_3^{4-4}$ – вал Трубятчинского $A_3^5$ – Восточно-Баренцевская ступень $A_3^6$ – Северо-Новоземельский прогиб $A_4$ – Кольско-Канинская моноклиза $A_4^1$ – Тимано-Варангеровский складчато- надвиговой пояс $A_4^2$ – Кольско-Канинская моноклираль
Пайхой–Новоземельская складчатая система	$B_1$ – Предновоземельская структурная область $B_1^2$ – Адмиралтейский мегавал $B_1^3$ – Южно-Адмиралтейская ступень $B_2$ – Новоземельский антиклинорий
Печорская плита	$B_1$ – Тиманская гряда $B_1^1$ – Северо-Тиманский мегавал $B_2$ – Малоземельско-Колгуевская моноклиза $B_2^1$ – Коргинская ступень $B_2^2$ – Западно-Колгуевская моноклираль $B_2^3$ – Восточно-Колгуевская структурная область $B_2^4$ – Малоземельская моноклираль $B_3$ – Северо-Печороморская моноклиза $B_4$ – Печоро-Колвинский авлакоген $B_4^1$ – Денисовский прогиб $B_4^2$ – Колвинский мегавал $B_5$ – Хорейверско-Печороморская синеклиза $B_5^1$ – Русская моноклираль $B_5^2$ – Хорейверская впадина $B_5^3$ – Варандей-Адзвинская структурно-тектоническая зона $B_6$ – Припайхойско-Приюжноновоземельский мегапрогиб $B_6^1$ – Южно-Приновоземельский прогиб $B_6^2$ – Вашуткина-Талотинская складчато-надвиговая зона $B_6^3$ – Русановская складчато-надвиговая зона $B_6^4$ – Кортаихинская впадина $B_6^5$ – Васьягинско-Сабриягинская складчато-надвиговая зона $B_7$ – Ижма-Печорская синеклиза
Восточно-Европейская платформа	$\Gamma_1$ – Балтийский щит

Таблица 3. Окончание

Баренцевская плита в северо-западной (норвежской) части Баренцевоморского шельфа	$A_2$ – Западно-Баренцевская региональная система поднятий и прогибов
	$A_2^{1H}$ – прогиб Тидлибанкен
	$A_2^{3H}$ – Нордкапский прогиб
	$A_2^{4H}$ – моноклираль Бьярмелэнд
	$A_2^{5H}$ – поднятие Централбанкен
	$A_2^{6H}$ – система поднятий северо-западной (норвежской) части Баренцевоморского шельфа
	$A_2^{6-7H}$ – поднятие Гарденбанкен
	$A_2^{6-8H}$ – прогиб Ольги
	$A_2^{6-9H}$ – поднятие Хопен
	$A_2^{6-10H}$ – поднятие Сторбанкен
	$A_2^{6-11H}$ – моноклираль Короля Карла
	$A_4$ – Кольско-Канинская моноклиза
$A_4^{2H}$ – платформа Финмарк	

Эпиplatformенная стадия или стадия формирования осадочного чехла включает в себя следующие этапы развития (см. рис. 8, рис. 9):

I – этап континентального рифтогенеза в раннем–среднем палеозое;

II – позднепалеозойский этап стабилизации;

III – раннемезозойский этап тектогенеза;

IV – среднемезозойский этап термического проседания;

V – позднеюрский этап стабилизации;

VI – меловой этап прогибания;

VII – кайнозойский этап подъема (uplift).

*Стадия становления фундамента  
(сжатие в позднем протерозое)*

Фундамент Баренцевоморского региона представляет собой отдельные крупные блоки и соединяющие их ослабленные линейные зоны рифейско-раннепалеозойской (доордовикской) и реже дорифейской консолидации [7]. Одновременно существует мнение, что пояс каледонских структур (деформаций), которые выделяются в юго-западной части Баренцева моря, был наложен на северную (акваториальную) часть Печорской плиты [20]. Это позволяет допустить, что бассейны Баренцева моря были заложены на коре, затронутой каледонскими деформациями [16, 20, 36]. В наиболее погруженных частях Баренцевоморского региона, где глубина залегания основания достигает 20 км и более, не исключено наличие коры переходного типа, которая образо-

валась вследствие глубокой переработки фундамента в палеозое–мезозое [12].

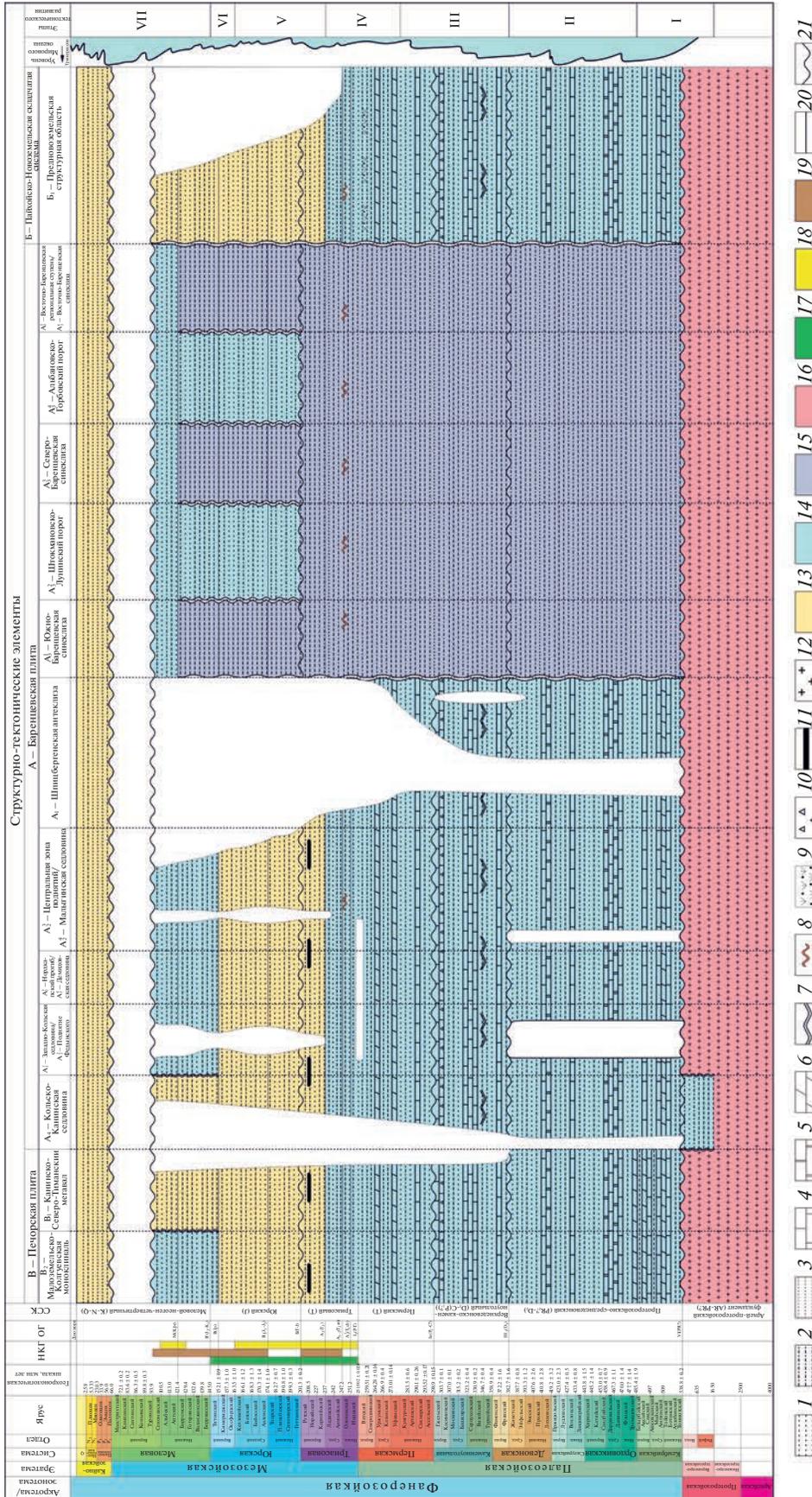
Фундамент гренвилльского возраста встречен в обнажениях на о. Северный арх. Новая Земля. Он выполнен комплексом мраморов и кристаллических сланцев с амфиболитами. Видимая мощность кристаллического основания 1100 м [7]. Развитие фундамента эпохи байкальской складчатости предполагается в области Баренцевской (Свальбардской) плиты в пределах узкой полосы пограничного с Тимано-Печорской плитой флексурно-сбросового пояса [12].

На Кольском п-ове кристаллическое основание имеет блоково-глыбовое строение и выполнено комплексом пород архей–протерозойского возраста. Видимая мощность пород фундамента превышает 10 км [4].

На п-ове Рыбачий кристаллический фундамент состоит из архейских плагиогнейсов, плагиогранитов и долеритов вскрытой мощностью 3100 м [22, 31].

На о. Земля Александры (арх. ЗФИ) в скв. Нагурская-1 вскрыты породы фундамента протерозойского возраста. Они представлены микрокварцитами, филлитами и кварцит-силицитовыми микросланцами мощностью 1309 м [4, 29].

На арх. Шпицберген фундамент представлен архей–нижнепротерозойскими гранат-биотитовыми гнейсами и плагиогнейсами с подчиненным количеством мраморов, кальцифиров и кварцитов, а также верхнепротерозойским комплексом слюдяных и гранат-слюдяных сланцев. Мощность толщи составляет не менее 5 км [11].



**Рис. 8.** Тектоностратиграфическая схема Баренцева моря. 1 – песок, песчаники; 2 – алевролит, алевроит; 3 – глины, аргиллит; 4 – известняки; 5 – доломиты; 6 – мергель; 7 – глинистые сланцы; 8 – силлы (габбро-долериты); 9 – туфопесчаники; 10 – гипсы, ангидриты; 11 – прослои и линзы углей; 12 – нерасчлененные образования (гнейсы, амфиболиты, кристаллические сланцы, интрузивные породы и др.); 13 – прибрежно-морские фации; 14 – мелководно-морские фации; 15 – глубоководные фации; 16 – кристаллический фундамент; 17 – нефтегазоматеринская толща; 18 – коллектор; 19 – покрывка; 20–21 – залегающие; 20 – согласные, 21 – несогласные

Таким образом, фундамент Баренцевской (Свальбардской) плиты представляет собой систему блоков с преимущественно рифейско-раннепалеозойской консолидацией, различающихся возрастом и интенсивностью преобразований [35] (рис. 10).

Наличие разновозрастных и занимающих различное гипсометрическое положение блоков в фундаменте Баренцевской (Свальбардской) плиты оказало определяющее влияние на развитие седиментационных бассейнов региона.

### *Эпи́платформенная стадия*

Для Баренцевоморского региона эпи́платформенная стадия возникла под влиянием интенсивного процесса рифтогенеза [2, 3, 7, 13, 16, 24, 27, 34].

В рельефе поверхности фундамента выделяют контуры палеорифтовой системы, состоящей из Южно- и Северо-Баренцевских впадин с глубинами 16–20 км и разделенных Штокмановско-Лунинской перемычкой (см. рис. 6). При этом основную часть осадочно-вулканогенного выполнения (до 10–14 км) палеорифтовой системы составляют терригенные отложения верхней перми–триаса.

В подстилающей толще уверенно прослеживаются отложения перми–карбона (Ia (P<sub>1</sub>–C<sub>?</sub>)) и верхнего девона (III<sub>3</sub> (D<sub>3</sub>)). Однако, возраст и генезис нижележащей толщи до сих пор являются предметом научных дискуссий, особенно в части наличия в ее составе нижнепалеозойских отложений [30, 34].

Стратиграфическая привязка более древних отражающих горизонтов является достаточно проблематичной не только из-за отсутствия данных бурения, но и в связи с большой глубиной залегания осадочного чехла, затрудняющего изучение его глубинных горизонтов, что приводит к отсутствию непрерывной корреляции сейсмических данных [32].

**Этап (I) континентального рифтогенеза в ранне–среднем палеозое.** Континентальный рифтогенез ордовикско–ранне-среднедевонского времени привел к образованию авлакогенов. Положение, простирание и время образования авлакогенов, в некоторой степени, отличаются у разных исследователей.

По мнению А.В. Ступаковой [24–26] таким авлакогеном является Центрально-Баренцевский авлакоген субширотного простирания силурий-

ско–девонского возраста, пересекающий арх. Новая Земля в районе Кармакульского прогиба.

В работе И.С. Грамберга [8] выделен Баренцево-Ямальский мегапрогиб северо-западного простирания, уходящий через Кармакульский прогиб в Карское море.

Однако, Южно-Баренцевский рифт значительно отличается по простиранию от субширотного Центрально-Баренцевского авлакогена [24–26] и от северо-западного простирания Баренцево-Ямальского мегапрогиба [8], но все эти варианты рифтов, включая наш вариант, объединяет раннепалеозойское время заложения – силурийско–девонское [24–26] и рифей–кембрийское [8].

В работе Е.А. Маргулис рифт имеет название Центрально-Новоземельского рифта среднепалеозойского–позднедевонского заложения. Он протягивается через Южно-Баренцевскую синеклизу и арх. Новая Земля в северо-восточном направлении [13, 14]. Положение и простирание выделенного по нашим исследованиям Южно-Баренцевского рифта и наличие Кармакульского мегапрогиба совпадает с представлениями Е.А. Маргулис [13, 14]. Различия состоят во времени заложения рифта – раннепалеозойский по нашим работам и среднедевонский по мнению Е.А. Маргулис [13, 14].

По типам континентальных рифтовых зон, выделяемых Е.Е. Милановским [15], эти рифты относятся к ступенчатым грабенам и вместе с горстом Крыловой формируют клавиатуру блоков. Южно-Баренцевский и Кармакульский ранне-среднепалеозойские рифты нарушены сбросами с амплитудами около 400–1000 м.

**Позднепалеозойский этап (II) стабилизации.** Позднедевонско–каменноугольный (раннепермский) этап развития для восточной части Баренцевоморского шельфа явился этапом стабилизации (ослабление тектонической деятельности), в течение которого на значительной части площади на эродированной поверхности ниже-среднепалеозойских отложений в мелководных условиях формировались карбонатные платформы и образовывались эвапоритовые бассейны (см. рис. 2, см. рис. 4, см. рис. 5).

В пределах Восточно-Баренцевского мегапрогиба существовал палеобассейн с глубиной погружения до 1.5 км. Режим растяжения сохранялся в норвежской части Баренцева моря, в частности, – в Нордкапском прогибе.

В позднем девоне завершилась рифтовая активизация на Печорской плите и ее продолжении в

**Рис. 9.** Этапы тектонического развития Баренцевоморского шельфа.

1–3 – фации: 1 – прибрежно-морские, 2 – мелководно-морские, 3 – глубоководные; 4 – кристаллический фундамент; 5 – песок, песчаник; 6 – алеврит, алевролит; 7 – глины, аргиллиты; 8 – известняки; 9 – прослой и линзы углей; 10 – гнейсы (нерасчлененные образования); 11 – зона отсутствия отложений

Акотема/эпохема	Эрагема	Система	Оддел	Литологический состав	Процесс	Этапы тектонического развития	Область развития, тектонические элементы	Уровень Мирового океана									
Фанерозой	Палеозойская PZ	C	C <sub>3</sub>	Синтектонический комплекс	стабилизация, образование рифов	IV – Этап стабилизации, образование карбонатных платформ	Рифы и эвапориты на обрамлении Восточно-Баренцевого мегапрогиба	Уровень Мирового океана									
			C <sub>2</sub>														
			C <sub>1</sub>														
			D <sub>3</sub>														
			D <sub>1</sub>														
			S <sub>2</sub>														
			S <sub>1</sub>														
			O <sub>1</sub>														
			O <sub>2</sub>														
			O <sub>3</sub>														
Мезозойская MZ	J	J	J <sub>3</sub>	Синтектонический комплекс	образование сбросов и взбросов	VI – Изостатическое чередование относительно воздымания и погружения	Восточно-Баренцевский мегапрогиб	Уровень Мирового океана									
			J <sub>2</sub>														
			J <sub>1</sub>														
			T <sub>3</sub>														
			T <sub>2</sub>														
			T <sub>1</sub>														
			P <sub>3</sub>														
			P <sub>2</sub>														
			P <sub>1</sub>														
			Кайнозойская KZ						K	K	K <sub>2</sub>	Синтектонический комплекс	воздымание	VII – Магматизм, неоконное компенсированное прогибание, клиноформы неокома	Восточно-Баренцевский мегапрогиб	Уровень Мирового океана	
K <sub>1</sub>																	
P <sub>1</sub>																	
P <sub>2</sub>																	
P <sub>3</sub>																	
F <sub>3</sub>																	
F <sub>2</sub>																	
F <sub>1</sub>																	
N <sub>2</sub>																	
N <sub>1</sub>																	
Q																	
Кайнозойская KZ	Q	Q	H	Синтектонический комплекс	воздымание	Програция хребта Гаккеля, образование СЛО, апфит на обрамлении СЛО, эрозия, речные каналы	С северо-Тиманский метавал, Адмиралтейский метавал, поднятие Персея, Кольско-Канинская моноклинал	Уровень Мирового океана									
			P														
			P <sub>1</sub>														
			P <sub>2</sub>														
			P <sub>3</sub>														
			R														
			V														
			Тимано-Варангеровский край шов						PR <sub>2</sub>	PR <sub>2</sub>	PR <sub>2</sub>	Синтектонический комплекс	сжатие, образование наливов и взбросо-наливов, сдвигов	I – Столкновение Баренцево-Карской плиты и Восточно-Европейской платформы (Балтийского щита)	Тимано-Варангеровский край шов	Уровень Мирового океана	
																	R
																	V
O <sub>3</sub>																	
O <sub>2</sub>																	
O <sub>1</sub>																	
S <sub>2</sub>																	
S <sub>1</sub>																	
D <sub>1</sub>																	
D <sub>3</sub>																	





акваторию Баренцева моря. В настоящее время наиболее распространено мнение о допозднепермском времени рифтогенеза в восточном секторе Баренцева моря. Обоснованием этого является сейсмостратиграфическая экстраполяция опорных сейсмических горизонтов Печорской плиты в пределы Южно-Баренцевской впадины и соответствующая временная привязка тектонических событий [32].

В кунгуре—поздней перми происходила активизация тектонической деятельности, которая привела к смене обстановок осадконакопления с преимущественно карбонатного на терригенный. В Восточно-Баренцевский мегапрогиб поступало большое количество обломочного материала. Главным источником сноса были Уральские горы, образованные в результате герцинской складчатости. Частично отложения поступали с Балтийского щита. Мощность накопленных, в основном, верхнепермских пестроцветных терригенных пород составила 3–5 км.

Одновременно в западной (норвежской) части Баренцевской плиты широкое развитие получили средне-позднепалеозойские рифтогенные структуры. На Шпицбергене с девона по средний карбон был сформирован крупный окраинно-континентальный Западно-Шпицбергенский грабен. Позднедевон-раннекарбонатная фаза растяжения, охватившая всю западную часть Баренцева моря, привела к образованию Нордкапского прогиба, прогиба Ольги, Девонского грабена и складчатым деформациям на арх. Шпицберген [45, 53].

После этих событий на временном отрезке карбон—поздняя пермь в западной части Баренцева моря установился платформенный режим с развитием обширного карбонатного шельфа. Это позволяет говорить о проградации единой грабен-рифтовой системы от Печорской плиты (поздний кембрий—ранний девон) через Южно-Баренцевскую впадину (ордовик—средний девон) в западную часть Баренцевской плиты (поздний девон—ранний карбон) [32, 34].

**Этап (III) раннемезозойского континентального рифтогенеза.** Пермско—ранне-среднетриасовый этап характеризуется началом столкновения Южно-Карской и Баренцевской плит, что привело к образованию раннекеммерийского (на рубеже триаса и юры) Пайхой-Новоземельского орогена, осложненного взбросами и взбросо-надвигами [7, 8, 24–26, 32, 43, 44].

В тылу протяженной зоны трансрессионных деформаций произошло формирование меридионально вытянутого Восточно-Баренцевского рифтогенного мегапрогиба, ортогонально наложенного на структуру ранне-среднепалеозойского рифта. В результате этого в южной части площади был образован тектонический узел при пе-

ресечении древней ранне-среднепалеозойской и наложенной пермско-триасовой рифтовых систем.

Стремительное погружение фундамента Восточно-Баренцевского мегапрогиба, сопровождаемое быстрым нарастанием мощности до 10–12 км верхнепермско—триасовых отложений, привело к обособлению тектонических элементов восточной части Баренцевской плиты от ее западной части (Центрально-Баренцевская зона поднятий) до Тимано-Печорской плиты (Мурманско-Куренцовская флексурно-сбросовая зона).

Накопление отложений происходило в условиях лавинной седиментации и внедрения магм основного состава. Некомпенсированная природа Южно-Баренцевского бассейна в позднепермское время подчеркивается клиноформной проградацией в западном направлении [32]. Основными источниками сноса осадков на протяжении всего триаса являлись Уральская, Балтийская и Западно-Шпицбергенская палеосуши, а также Североземельское горное сооружение и Тиманский кряж [3, 9, 18].

На большей части исследуемой площади комплекс триаса залегает с размывом на разновозрастных породах карбона—перми. На Адмиралтейском поднятии и на западе арх. Новая Земля наблюдается постепенный переход от пермских карбонатных отложений к терригенным триасовым. В триасовых отложениях Баренцевоморского шельфа по материалам сейсморазведочных работ выделяются многочисленные динамически выраженные субсогласно и несогласно залегающие специфические отражения группы “α”, связанные с пластовыми интрузиями (силлов) габбро-долеритового состава. Подобные интрузии распространены на арх. Земля Франца-Иосифа.

В поздней перми—начале триаса происходит резкая смена обстановок осадконакопления, главным образом, с карбонатного на терригенное. Это связано с активной орогией Уральского складчатого пояса (герцинская складчатость). С юга—юго-востока на север в условиях лавинной седиментации происходило продвижение мощного комплекса дельтовых, авандельтовых разностей, а также образование подводных конусов выноса [43]. По мере удаления от источников сноса на север континентальные отложения замещаются лагунно-континентальными (Северо-Кильдинская площадь) отложениями.

В центральной и северной частях региона предполагается зона субмеридионального простираения, где накапливались морские фации (Арктическая, Лудловская площади и арх. ЗФИ). Размеры и глубина залегания зон менялись на всем триасовом этапе [3, 13, 14, 36].

**Этап (IV) среднемезозойского этапа термического проседания.** В раннем и среднем триасе продолжалось активное прогибание Южно-Ба-

ренцевской синеклизы одновременно с ростом Новоземельского орогена [49]. Мощность отложений триаса в Южно-Баренцевской синеклизе на профиле KS104 равна 6 км (см. рис. 5, ж). Центральная зона поднятий и свод Федынского в этот период характеризуются медленным погружением и невысокими темпами осадконакопления [2, 3].

На рубеже позднего триаса—юрты главные тектонические процессы, определяющие геодинамический режим Баренцевоморского региона, смещаются в область Пайхой-Новоземельского складчатого пояса. Активный орогенез привел к интенсивному сжатию восточного борта Восточно-Баренцевского мегапрогиба и образованию сдвига-надвиговых чешуй и складок. Транспрессия сопровождалась на Новоземельском орогене внедрением гранитоидов [13, 14, 21, 25, 27]. Ширина зоны деформации варьируется от 30 до 150 км. В тылу (на западе) зоны регионального сжатия продолжалось формирование субмеридионально расположенного Восточно-Баренцевского мегапрогиба, ортогонально наложенного на древние структурные элементы.

**Позднеюрский этап (V) стабилизации.** В юрско—меловое время произошла стабилизация тектонических движений и частично унаследованное воздымание ранее возникшего Новоземельского орогена. Терригенный материал, поступающий с востока, юга и севера, постепенно заполнил обширный Баренцевоморский шельфовый бассейн [2]. В поздней юре завершается становление структурного плана Баренцевоморского региона: обособляются Южно-Баренцевская и Северо-Баренцевская синеклизы за счет появления Штокмановско-Лунинского порога, формирование которого было начато в триасе.

Позднеюрский этап заключается в обширной региональной трансгрессии с накоплением глинистых толщ и выражен на сейсмических разрезах опорными сейсмическими горизонтами в кровле и в подошве верхнеюрских глин. Морской режим седиментации присутствовал практически на всей площади Баренцевоморского шельфа. Устанавливается режим бескислородного осадконакопления. Морской режим осадконакопления привел к отложению преимущественно глинистых и карбонатно-кремнисто-глинистых разностей с высоким содержанием органического вещества [3, 13, 14, 36]. Суммарная мощность юрских отложений — до 2 км.

**Меловой этап (VI).** Меловой этап развития характеризуется дальнейшим прогибанием Восточно-Баренцевского мегапрогиба и некомпенсированным осадконакоплением в неокме (см. рис. 2, см. рис. 4, см. рис. 5).

В раннем мелу Баренцево море характеризовалось эпиконтинентальным режимом с шельфовыми условиями осадконакопления. С апт—альб-

ского времени темпы седиментации в Восточно-Баренцевском мегапрогибе и на прилегающей площади Центральной зоны поднятий заметно снижаются. Этот период характеризуется относительной стабилизацией тектонического режима [40].

Накопление клиноформ в неокме в Южно-Баренцевской синеклизе осуществлялось, в основном, при сносе осадков с арх. Новая Земля и, частично, — с поднятий Федынского и Ферсмановской террасы. Область схождения встречных клиноформ расположена на западном склоне Южно-Баренцевской синеклизы. На севере снос осадков в нижнем мелу предполагается с арх. Земля Франца-Иосифа (см. рис. 2, см. рис. 4, см. рис. 5). Общая мощность меловых отложений достигает 2 км.

В конце позднего мела началось раскрытие Евразийского океанического бассейна, что привело к подъему (uplift) Баренцевоморского шельфа. В этот период площадь Баренцевоморского региона подверглась длительной эрозии ранее накопленных отложений, которая продолжилась в кайнозойе [2, 3, 18, 32].

**Кайнозойский этап (VII) подъем Баренцевоморского шельфа.** В конце позднего мела началось раскрытие Евразийского океанического бассейна. В этот период рассматриваемая площадь подверглась длительной эрозии ранее накопленных отложений. Отсутствие на бортах Восточно-Баренцевского мегапрогиба и его обрамлении позднемелового комплекса и на большей площади района палеогенового комплекса подтверждает продолжительное воздымание площади. На северо-западе российского сектора Баренцевоморского шельфа в кайнозойе, одновременно с образованием Северного Ледовитого океана, сформирована Восточно-Шпицбергенская впадина с мощностью осадков эоцена—плиоцена, достигающей 2500 м.

В плиоцене происходит прогибание региона и возобновление седиментации. Вскрытая мощность пород плиоцен—четвертичного возраста — не более 110 м.

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Комплексная интерпретация полевых и ретроспективных геофизических данных, включающих сейсморазведку МОВ ОГТ 2D, гравиметрию надводную, дифференциальную магнитометрию, и данных глубокого бурения позволила нам выполнить следующие исследования.

Мы провели палеоструктурный анализ и выделили следующие региональные тектоно-стратиграфические единицы, разделенные несогласиями и перерывами в седиментации:

— палеозойский комплекс (между горизонтами VI(PR?) и I<sub>2</sub>(P–T));

– триасовый комплекс (между горизонтами  $I_2(P-T)$  и  $OГ B(T-J)$ );

– юрский комплекс (между горизонтами  $B(T-J)$  и  $B'(J_3-K_1)$ );

– мел–кайнозойский комплекс (между горизонтом  $B'(J_3-K_1)$  и дном Баренцева моря.

Авторами настоящей статьи разработана тектоническая модель Баренцевоморского региона, включающая в себя элементы всех структурных этажей с подэтажами с основой по  $OГ B(J_3v)$ , дополненная в областях эрозионных срезов верхнеюрских отложений тектоническими элементами по другим уровням –  $OГ VI(PR?)$ ,  $L_4(N_1)$  и  $Ia(P_1-C?)$ . Мы провели сопоставление тектонических элементов норвежской и российской частей Баренцева моря и уточнили границы ранее известных тектонических элементов региональных, надпорядковых, I-го и II-го порядков.

В проведенном исследовании выделены новые тектонические элементы:

– Западно-Баренцевская региональная система поднятий и прогибов;

– поднятие Вербы;

– Восточно-Шпицбергенская присклонная моноклираль (в подошве осадочного чехла);

– Восточно-Шпицбергенская впадина (в кайнозое);

– Северо-Лунинский порог (в подошве осадочного чехла);

– Южно-Адмиралтейское поднятие со сводом Крыловой;

– Кармакульский прогиб (в подошве осадочного чехла).

Выполнен палеотектонический анализ и установлены основные этапы развития Баренцева моря:

I – Компрессионное сжатие в позднем протерозое связано с столкновением Баренцево-Карской плиты и Восточно-Европейской платформы, в результате чего произошла инверсия рифейского Тимано-Канинско-Варангерского прогиба и его последующий надвиг на Восточно-Европейскую платформу.

Континентальный рифтогенез в раннем-среднем палеозое привел к образованию рифтогенного Южно-Кармакульского мегапрогиба северовосточного простирания, имеющего тесную связь с тектоническими элементами Печорской плиты (Печоро-Колвинским авлакогеном) и образуя с ними единую рифтогенную систему.

II – Позднепалеозойская стабилизация выразилась в формировании в мелководных условиях верхнедевонско-каменноугольной (нижнепермской) карбонатной платформы. В кунгуре–поздней перми наблюдается активизация тектонической деятельности, которая привела к смене об-

становок осадконакопления с преимущественно карбонатного на терригенный.

III – Раннемезозойский этап тектогенеза выразился в начале формирования меридионально вытянутого Восточно-Баренцевского рифтогенного мегапрогиба, ортогонально наложенного на структуру ниже-среднепалеозойского рифта, в тылу протяженной Пайхойско-Новоземельской зоны транспрессионных деформаций. Стремительное погружение фундамента Восточно-Баренцевского мегапрогиба, сопровождаемое быстрым ростом толщины (до 10–12 км) верхнепермско-триасовых отложений привело к обособлению тектонических элементов восточной части Баренцевской плиты от ее западной части (Центрально-Баренцевская зона поднятий) и Тимано-Печорской плиты (Мурманско-Куренцовская флексурно-сбросовая зона).

IV – Среднемезозойский этап термического проседания характеризуется продолжением активного прогибания Восточно-Баренцевской синеклизы с одновременным ростом Новоземельского киммерийского орогена. Образование этих крупных тектонических элементов сопровождалось обильным внедрением мантийного вещества в шельфовую область и на арх. ЗФИ в виде силлов основного состава, а на Новоземельском орогене – гранитоидами.

V – Позднеюрский этап стабилизации привел к завершению становления современного структурного плана Баренцевоморского региона: обособляются Южно-Баренцевская и Северо-Баренцевская синеклизы за счет появления Штокмановско-Лунинского порога, формирование которого было начато в триасе.

VI – Меловой этап прогибания характеризуется относительной стабилизацией тектонического режима, дальнейшим прогибанием Восточно-Баренцевского мегапрогиба и некомпенсированным осадконакоплением в неокме.

VII – Кайнозойский подъем (uplift) был связан с активным раскрытием Северного Ледовитого океана, что привело к доплиоценовому подъему большей части Баренцевоморского региона со значительным пригибанием фундамента до глубины 3 км на северо-западе российской части Баренцевоморского шельфа. В плиоцене произошло прогибание региона и возобновление седиментации.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате обобщения имеющихся геолого-геофизических данных нами предложен новый сценарий тектонической истории восточной части Баренцевоморского региона.

Стадия становления фундамента Баренцевской (Свальбардской) плиты преимущественно

рифейско-раннепалеозойской консолидации оказала определяющее влияние на развитие седиментационных бассейнов региона.

Эпиплатформенная стадия для Баренцево-морского региона сформировалась под влиянием интенсивных процессов рифтогенеза.

Континентальный рифтогенез ордовикско-ранне-среднедевонского времени привел к образованию авлакогенов. Наиболее ярко в структурном плане выражены Южно-Баренцевский и Кармакульский рифтогенные бассейны, разделенные сводом Крыловой высотой >3 км. По нашим построениям ранне-среднепалеозойская Южно-Баренцевская рифтогенная область прогибания имела северо-восточную направленность. И, вероятнее всего, являлась ответвлением тектонических элементов Печорской плиты (Печоро-Колвинским авлакогеном и др.), ориентированным в северо-западном направлении, образуя единую рифтогенную систему.

Позднедевонско-каменноугольный (нижнепермский) этап развития для восточной, российской, части Баренцево-морского шельфа явился этапом стабилизации (ослабление тектонической деятельности), в течение которого на значительной части площади на эродированной поверхности ниже-среднепалеозойских отложений в мелководных условиях формировались карбонатные платформы и образовывались эвапоритовые бассейны. Одновременно в западной (Норвежской) части Баренцевской плиты широкое развитие получили средне-позднепалеозойские рифтогенные структуры (Нордкапский прогиб, прогиб Ольги, Девонский грабен и др.). Это позволило предположить проградацию единой грабен-рифтовой системы от Печорской плиты (поздний кембрий-ранний девон) через Южно-Баренцевскую впадину (ордовик-средний девон) в западную часть Баренцевской плиты (поздний девон-ранний карбон).

Пермско-ранне-среднетриасовый этап характеризуется началом столкновения Южно-Карской и Баренцевской плит, что привело к образованию раннекеммерийского (на рубеже триаса и юры) Пайхой-Новоземельского орогена, осложненного взбросами и взбросо-надвигами. В тылу протяженной зоны транспрессионных деформаций происходило формирование меридионально вытянутого Восточно-Баренцевского рифтогенного мегапрогиба, ортогонально наложенного на структуру ранне-среднепалеозойского рифта.

В раннем и среднем триасе продолжалось активное прогибание Южно-Баренцевской синеклизы, одновременно с ростом Новоземельского орогена. На рубеже позднего триаса-юры главные тектонические процессы, определяющие геодинамический режим Баренцево-морского региона, смещаются в область Пайхой-Новоземельского

складчатого пояса. В тылу зоны регионального сжатия продолжалось формирование субмеридионально расположенного Восточно-Баренцевского мегапрогиба, ортогонально наложенного на древние структурные элементы.

В юрско-меловое время произошла стабилизация тектонических движений и частично унаследованное воздымание ранее возникшего Новоземельского орогена. В поздней юре завершается становление структурного плана. Обособляются Южно-Баренцевская и Северо-Баренцевская синеклизы за счет появления Штокмановско-Лунинского порога, формирование которого было начато в триасе.

В конце позднего мела началось раскрытие Евразийского океанического бассейна, что привело к подъему (uplift) Баренцево-морского шельфа. В эоцене образована Восточно-Шпицбергенская впадина, сопряженная с котловиной Нансена и заполненная 2500-метровой толщей осадков. В этот период рассматриваемая площадь подверглась длительной эрозии ранее накопленных отложений. В плиоценовую эпоху произошло прогибание региона и возобновление седиментации.

**Благодарности.** Авторы благодарны сотрудникам АО "СМНГ"—АО "Росгеология" (г. Мурманск, Мурманская обл., Россия) О.Н. Кот, Г.Г. Крюковой, С.А. Поповой, Е.Н. Сорокиной, А.А. Сумароковой, И.И. Никончук, Т.С. Жегалкиной, Л.И. Кожевниковой, О.А. Васильевой, участвовавшим в 2022 г. в обобщении материалов геофизических работ на российском шельфе Баренцева моря.

Авторы признательны рецензету А.С. Балуюеву (ГИН РАН, г. Москва, Россия) и анонимному рецензенту за полезные комментарии и редактору М.Н. Шуплецову (ГИН РАН, г. Москва, Россия) за тщательное редактирование.

**Финансирование.** Исследования выполнены ФГБУ "ВНИГНИ" в соответствии с приказом Федерального агентства по недропользованию за счет субсидии на финансовое обеспечение выполнения государственного задания на 2020–2022 гг. по региональному геологическому изучению недр по объекту: "Создание региональной сети опорных геолого-геофизических профилей с целью изучения геологического строения, структуры и оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Баренцева моря". Исследования выполнены при поддержке Российского научного фонда, проект № 22-27-00440.

**Соблюдение норм научной этики.** Авторы заявляют, что не имеют конфликта интересов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Артюшков Е.В., Беляев И.В., Казанин Г.С. и др.* Механизмы образования сверхглубоких прогибов:

- Северо-Баренцевская впадина. Перспективы нефтегазоносности. // Геология и геофизика. 2014. Т. 55. № 5–6. С. 821–846.
2. *Баренцевская шельфовая плита.* – Под ред. И.С. Грамберга. – Л.: Недра, 1988. 263 с. (Тр. ВНИИ-океангеология. 1988. Т. 196).
  3. *Басов В.А., Василенко Л.В., Вискунова К.Г. и др.* Эволюция обстановок осадконакопления Баренцево-Северо-Карского палеобассейна в фанерозое // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2009. № 4. С.1–44. [http://www.ngtr.ru/gub/2/3\\_2009.pdf](http://www.ngtr.ru/gub/2/3_2009.pdf)
  4. *Богданов Ю.Б.* Государственная геологическая карта Российской Федерации. – М-б 1 : 1000000 (третье поколение). – Серия Северо-Карско–Баренцевоморская. – Лист R-(35), 36 – Мурманск. – Объяснительная записка. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2007. 281 с.
  5. *Бургутто А.Г., Журавлев В.А., Заварзина Г.А., Зинченко А.Г. и др.* Государственная геологическая карта Российской Федерации. – Масштаб 1 : 1000000 (третье поколение). Серия Северо-Карско–Баренцевоморская. – Лист S-(36), 37 – Баренцево море (западн., центр. части). – Объяснительная записка. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2016. 144 с.
  6. *Верба М.Л.* Современное билатеральное растяжение земной коры в Баренцево–Карском регионе и его роль при оценке перспектив нефтегазоносности // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2007. № 2. С. 1–37.
  7. *Геология и полезные ископаемые России.* – Т. 5. Арктические и дальневосточные моря. – Кн. 1. – Арктические моря. – Под ред. И.С. Грамберга, В.Л. Иванова, Ю.Е. Погребницкого. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2004. 468 с.
  8. *Грамберг И.С., Супруненко О.И., Шипелькевич Ю.В.* Штокмановско–Лунинская Мегаседловина – высокоперспективный тип структур Баренцево-Карской плиты // Геология нефти и газа. 2001. № 1. С. 10–16.
  9. *Григорьева В.А., Назарова Л.Н.* Палеогеография и нефтегазоносность триасовых отложений шельфа Печорского и Баренцева морей // Геология нефти и газа. 1998. № 9. С. 10–17.
  10. *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. № 4. С. 25–45.
  11. *Казанин Г.С., Тарасов Г.А., Федухина Т.Я. и др.* Новые данные геолого-геофизических исследований в прогибе Атка (Западно-Шпицбергенский шельф // ДАН. 2005. Т. 405. № 5. С. 646–651.
  12. *Лопатин Б.Г., Астафьев Б.Ю., Вискунова К.Г., Воинова О.А. и др.* Государственная геологическая карта Российской Федерации. – М-б 1 : 1000000 (третье поколение). – Серия Северо-Карско–Баренцевоморская. – Лист R-37, 38 – м. Святой Нос, м. Канин Нос. – Объяснительная записка. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2008. 251 с.
  13. *Маргулис Е.А.* Эволюция Баренцевоморского региона и его углеводородные системы // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2009. № 4. С. 1–14.
  14. *Маргулис Е.А.* История формирования осадочного чехла Баренцево-Карского региона // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2014. Т. 9. № 4. С. 1–25.
  15. *Милановский Е.Е.* Рифтогенез и его роль в развитии Земли // Соросовский образовательный журнал, № 8. 1999. Науки о Земле.
  16. *Никишин А.М., Петров Е.И., Старцева К.Ф. и др.* Сейсмостратиграфия, палеогеография и палеотектоника Арктического глубоководного бассейна и его российских шельфов. – Отв. ред. Н. Б. Кузнецов. – М.: ГИН РАН, 2022. 156 с. doi:
  17. *Петров Е.О.* Условия формирования мезозойских отложений Баренцевоморского региона. – Автореф. дис. ... к. г.-м. н. – М.: ВСЕГЕИ, 2010. С. 1–23.
  18. *Пчелина Т.М.* Палеогеографические реконструкции Баренцево-Карского региона в триасовом периоде в связи с нефтегазоносностью – Тр. Третьей Междунар. конф. “Освоение шельфа Арктических морей России”, г. Санкт-Петербург 23–26 сент. 1997 г. – СПб.: КГНЦ, 1998. С. 261–263.
  19. *Симонов Д.М., Губерман Д.М., Яковлев Ю.Н. и др.* Полуостров Рыбачий (Баренцево море): новые данные о тектонике и перспективах нефтегазоносности рифейских отложений прибрежной зоны Кольского полуострова // ДАН. 2002. Т. 384. № 6. С. 795–801.
  20. *Соборнов К.О.* Региональная структура, диапиризм солей и нефтегазоносный потенциал акваториальной части Тимано-Печорского бассейна // Научный журнал Российского газового общества. 2023. Т. 37. № 1. С. 18–31.
  21. *Соловьев А.В., Соболев П.О., Грушевская О.В., Васильева Е.А., Левочская Д.В., Хисамутдинова А.И., Проккофьев И.Н., Шиманский С.В., Белова М.А., Хоуриган Дж.К.* Эволюция источников сноса и нефтегазоносность мезозойских отложений Баренцева моря: U/Pb LA ICP-MS датирование обломочных цирконов из скважины Фермановская-1 // Геология нефти и газа. 2023. №3. С. 118–120.
  22. *Сорохтин Н.О., Козлов Н.Е., Глазнев В.Н. и др.* Геологическое строение и потенциальная нефтегазоносность западной части Тимано-Варангерского пояса // Вестн. КНЦ РАН. 2015. Т. 23. № 4. С. 3–11.
  23. *Сорохтин Н.О., Лобковский Л.И., Козлов Н.Е. и др.* Нефтегазоносность неопротерозойских осадочных комплексов Тимано-Варангерского пояса // Вестн. МГТУ. 2014. Т. 17. № 2. С. 349–363.
  24. *Ступакова А.В.* Развитие осадочных бассейнов древней континентальной окраины и их нефтегазоносность (на примере Баренцевоморского шельфа) // Геология нефти и газа. 2000. № 4. С. 51–57.
  25. *Ступакова А.В., Кирюхина Т.А.* Нефтегазоносность Баренцевоморского шельфа. – В кн.: *Геология, методы поисков, разведки и оценки месторождений топливно-энергетического сырья.* – Вып.6 – Обзор-

- ная информация — М.: Геоинформмарк, 2001. С. 1–60.
26. *Ступакова А.В.* Развитие бассейнов Баренцево-морского шельфа и их нефтегазоносность. — Автореф. дис. ... д. г.-м.н. — М.: МГУ, 2001. 238 с.
  27. *Ступакова А.В.* Структура и нефтегазоносность Баренцево-Карского шельфа и прилегающих территорий // Геология нефти и газа. 2011. № 6. С. 99–115.
  28. *Ступакова А.В., Кирюхина Т.А., Сулова А.А. и др.* Перспективы нефтегазоносности мезозойского разреза Баренцево-морского бассейна // Георесурсы. 2015. Т. 61. № 2. С. 13–27.
  29. *Сулова А.А., Ступакова А.В., Мордасова А.В. и др.* Структурные перестройки восточного сектора Баренцева моря на мезо-кайнозойском этапе его развития и их влияние на перспективы нефтегазоносности // Георесурсы. 2021. Т. 23. № 1. С. 78–84. <https://doi.org/10.18599/grs.2021.1.8>
  30. *Устрицкий В.И.* Геология полярных областей Земли. — В кн.: *Возраст и генезис Восточно-Баренцевского Мегатрогиба*. — Мат-лы XLII Тектонического совещания, — М.: ГЕОС, 2009. С. 253–256.
  31. *Шаров Н.В.* Природа сейсмических границ в кристаллической коре с учетом материалов сверхглубокого бурения // Современные проблемы механики. 2018. Т. 33. № 3. С. 51–59.
  32. *Шельфовые осадочные бассейны Российской Арктики: геология, геоэкология, минерально-сырьевой потенциал*. — Под ред. Г.С. Казанина — СПб.: Реноме, 2020. 544 с.
  33. *Шипилов Э.В., Тарасов Г.А.* Региональная геология нефтегазоносных осадочных бассейнов Западно-Арктического шельфа России. — Апатиты: ММБИ КНЦ РАН, 1998. 306 с.
  34. *Шипилов Э.В., Шкарубо С.И., Лобковский Л.И.* Средне-позднепалеозойский дуплетный рифтинг Баренцево-морской континентальной окраины и его роль в формировании Восточно-Баренцевского мегабассейна // ДАН. 20186. Т. 482. № 5. С. 572–576.
  35. *Шкарубо С.И., Бурзуто А.Г., Зуйкова О.Н., Костин Д.А. и др.* Государственная геологическая карта Российской Федерации. — М-6 1 : 1 000 000 (третье поколение). — Серия Северо-Карско-Баренцево-морская. — Лист S-38 — Баренцево море (вост. часть). — Объяснительная записка. — СПб.: ВСЕГЕИ, 2017. 160 с. + 10 вкл.
  36. Atlas “*Geological history of the Barents Sea*”. — (Geol. Surv. Norway, Trondheim, Norway. 2009), P.1–138.
  37. *Corseri R., Faleide T., Faleide J. et al.* A diverted submarine channel of Early Cretaceous age revealed by high-resolution seismic data, SW Barents Sea // *Marin. Petrol. Geol.* 2018. Vol. 98. P. 462–476.
  38. *Eide Ch.H., Klausen T.G., Katkov D., Suslova A.A., Heland-Hansen W.* Linking an Early Triassic delta to antecedent topography: Source-to-sink study of the southwestern Barents Sea margin // *GSA Bull.* 2017. Vol. 129. № 8. P. 272–273.
  39. *Eldholm O., Talwani M.* The sediment distribution and structural framework of the Barents Sea // *GSA Bull.* 1977. Vol. 88. № 7. P. 1015–1029.
  40. *Faleide J.I., Pease V., Curtis M., Klitzke P., Minakov A., Scheck-Wenderoth M., Kostyuchenko S., Zayonchek A.* Tectonic implications of the lithospheric structure across the Barents and Kara shelves // *Geol. Soc. London, Spec. Publ.* 2018. Vol. 460. № 1. P. 285–314.
  41. *Gee D.G., Bogolepova O.K., Lorenz H.* The Timanide, Caledonide and Uralide orogens in the Eurasian high Arctic, and relationships to the palaeo-continent Laurentia, Baltica and Siberia. — In: *European Lithosphere Dynamics*. — Ed. by D.G. Gee, R.A. Stephenson, (Geol. Soc., London, Mem. 2006. № 32), P. 507–520.
  42. *Gilmullina A., Klausen T., Paterson N., Suslova A., Eide C.* Regional correlation and seismic stratigraphy of Triassic strata in the Greater Barents Sea: Implications for sediment transport in Arctic basins // *Basin Research.* 2020. Vol. 33. P. 1546–1579. <https://doi.org/10.1111/br.12526>
  43. *Hassaan M., Faleide J., Gabrielsen R., Tsikalas F.* Carboniferous graben structures, evaporite accumulations and tectonic inversion in the southeastern Norwegian Barents Sea // *Marin. Petrol. Geol.* 2020. Vol. 112. P. 104038. <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2019.104038>.
  44. *Ivanova N.M., Sakulina T. S., Belyaev I.V., Matveev Y.I., Roslov Y.V.* Depth model of the Barents and Kara seas according to geophysical surveys results // *Geol. Soc. London. Mem.* 2011. Vol. 35. P. 209–221.
  45. *Lutz R., Klitzke P., Weniger P.* Basin and petroleum systems modelling in the northern Norwegian Barents Sea // *Marin. Petrol. Geol.* 2021. Vol. 130. P. 2–17.
  46. *Marello L., Ebbing J., Gernigon L.* Magnetic basement study in the Barents Sea from inversion and forward modelling // *Tectonophysics.* 2010. Vol. 493. P. 153–171.
  47. *Nikishin A., Ziegler P., Stephenson R., Cloetingh S., Furne A., Fokin P., Ershov A., Bolotov S., Korotaev M., Alekseev A., Gorbachev V., Shipilov E., Lankreijer A., Bembinova E., and Shalimov I.* 1996. Late Precambrian to Triassic history of the East-European Craton: dynamics of sedimentary basin evolution. *Tectonophysics*, 268, 23–63.
  48. *Pease V., Drachev S., Stephenson R., Zhang X.* Arctic lithosphere: A review // *Tectonophysics.* 2014. Vol. 628. P. 1–25. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2014.05.033>
  49. *Startseva K.F., Nikishin A.M., Malyshev N.A., Nikishin V.A., Valyushcheva A.A.* Geological and geodynamic reconstruction of the East Barents megabasin from analysis of the 4-AR regional seismic profile // *Geotectonics.* 2017. Vol. 51. P. 383–397.
  50. *Zastrozhnov D., Abdelmalak M.M., Schmid D.W., Faleide J.I., Gernigon L.*, 2017. Tectonic evolution and extension at the Møre Margin — Offshore mid-Norway // *Tectonophysics.* Vol. 721. P. 227–238. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2017.09.00>
  51. *Windfriend K., Dallman, Andresen A., Bergh S.G. et al.* Tertiary fold-and-thrust belt of Spitsbergen Svalbard. — (Norsk PolarInstitut, Oslo, Norway. 1993). P. 5–50.

## Tectonics of the Continental Barents Sea Shelf (Russia): Formation Stages of Basement and Sedimentary Cover

O. V. Grushevskaya<sup>a, \*</sup>, A. V. Soloviev<sup>a, b</sup>, E. A. Vasilyeva<sup>c</sup>, E. P. Petrushina<sup>c</sup>,  
I. V. Aksenov<sup>c</sup>, A. R. Yusupova<sup>c</sup>, S. V. Shimanskiy<sup>d</sup>, I. N. Peshkova<sup>a</sup>

<sup>a</sup>All-Russian Geological Research and Development Oil Institute, 105118 Moscow, Russia

<sup>b</sup>Geological Institute, Russian Academy of Sciences, 119017 Moscow, Russia

<sup>c</sup>JSC "Sevmorneftegeofizika", 183025 Murmansk, Murmansk Oblast, Russia

<sup>d</sup>Federal Subsoil Resources Management Agency "Rosnedra", 125993 Moscow, Russia

\*e-mail: grushevskaya@vnigni.ru

Based on the results of field complex geophysical studies in the northwestern part of the Russian sector of the Barents Sea shelf, as well as on the processing and comprehensive interpretation of new and retrospective geophysical materials in the volume of 25 500 linear kilometers and deep well drilling data in the section of the Barents Sea sedimentary cover identified regional tectonostratigraphic units: (i) Paleozoic complex (between reflecting horizons VI(PR?) and I<sub>2</sub>(P–T)); (ii) the Triassic complex (between reflecting horizons I<sub>2</sub>(P–T) and B(T–J)); (iii) the Jurassic complex (between reflecting horizons B(T–J) and V'(J<sub>3</sub>–K<sub>1</sub>)); (iv) the Cretaceous–Cenozoic complex (between reflecting V'(J<sub>3</sub>–K<sub>1</sub>) and the Barents sea floor). According to the structural analysis' results, three structural floors are established: the lower structural floor, which includes Rhiphean terrigenous-affusive sediments and Lower Paleozoic–Lower Permian terrigenous-carbonate sediments; the middle structural floor is formed mainly by carbonate sediments of Upper Devonian–Lower Permian; the upper structural floor combines terrigenous sediments of Lower and Upper Permian, Mesozoic and Cenozoic sediments. The authors present a new tectonic model of the Barents Sea region, including elements of all structural floors with subfloors. In accordance with the tectonic zoning, paleostructural and paleotectonic analyses, the article outlines the main stages of the Barents Sea shelf development: stage of the Late Proterozoic compression and Early-Middle Paleozoic continental rifting (I), Late Paleozoic stabilization stage (II), Early Mesozoic tectogenesis stage (III), Middle Mesozoic thermal subsidence stage (IV), Late Jurassic stabilization stage (V), Cretaceous sagging stage (VI) and the final stage as a Cenozoic uplift over a large part of the Barents Sea shelf (VII). In the northwestern part of the Russian sector of the Barents Sea shelf, synchronous dipping of the sedimentary cover basement took place, associated with spreading and formation of the Arctic Ocean.

*Keywords:* tectonic zoning, continental rifting, Barents Sea shelf, East Barents mega-deflection, paleotectonic analysis, paleostructural analysis, compressional orogenesis, complex interpretation