

ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ, ГЕОХИМИИ, НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ  
ОСАДОЧНЫХ БАССЕЙНОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

УДК 550.834.05,553.98

ИСТОРИЯ ТЕКТОНИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ АРКТИЧЕСКИХ ТЕРРИТОРИЙ  
И АКВАТОРИЙ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ

В.А. Конторович<sup>1,2</sup>, Д.В. Аюнова<sup>1</sup>, И.А. Губин<sup>1</sup>, А.Ю. Калинин<sup>1</sup>, Л.М. Калинина<sup>1,2</sup>,  
А.Э. Конторович<sup>1,2</sup>, Н.А. Малышев<sup>3</sup>, М.Б. Скворцов<sup>4</sup>, М.В. Соловьев<sup>1,2</sup>, Е.С. Сурикова<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН,  
630090, Новосибирск, просп. Академика Коптюга, 3, Россия

<sup>2</sup> Новосибирский государственный университет, 630090, Новосибирск, ул. Пирогова, 2, Россия

<sup>3</sup> Роснефть, 117997, Москва, Софийская наб., 26/1, Россия

<sup>4</sup> Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт,  
105118, Москва, шоссе Энтузиастов, 36, Россия

Настоящая работа посвящена Южно-Карской региональной депрессии, охватывающей южную часть Карского моря, проведен сравнительный анализ геологического строения основных нефтегазо-перспективных осадочных комплексов в акватории и на континенте, проанализированы региональные тектонические процессы, и восстановлены основные этапы формирования крупных тектонических элементов, приведен краткий сравнительный анализ антиклинальных ловушек в континентальной части исследуемой территории и в акватории Карского моря.

*Отражающий горизонт, сейсмогеологический комплекс, тектоника, структура, ловушка.*

TECTONIC EVOLUTION OF THE ARCTIC AREAS AND THE WATER AREAS  
OF THE WEST SIBERIAN PETROLIFEROUS PROVINCE

V.A. Kontorovich, D.V. Ayunova, I.A. Gubin, A.Yu. Kalinin, L.M. Kalinina, A.E. Kontorovich,  
N.A. Malyshev, M.B. Skvortsov, M.V. Solov'ev, and E.S. Surikova

The paper deals with the South Kara regional depression covering the southern part of the Kara Sea. A comparative analysis of the geologic structure of major petroleum-promising sedimentary complexes in the water area and on the land is carried out. Regional tectonic processes are considered, and the main stages of the formation of large tectonic elements are reconstructed. A brief comparative analysis of the anticline traps on the land of the study area and in the Kara Sea is made.

*Reflector, seismogeologic complex, tectonics, structure, trap*

ВВЕДЕНИЕ

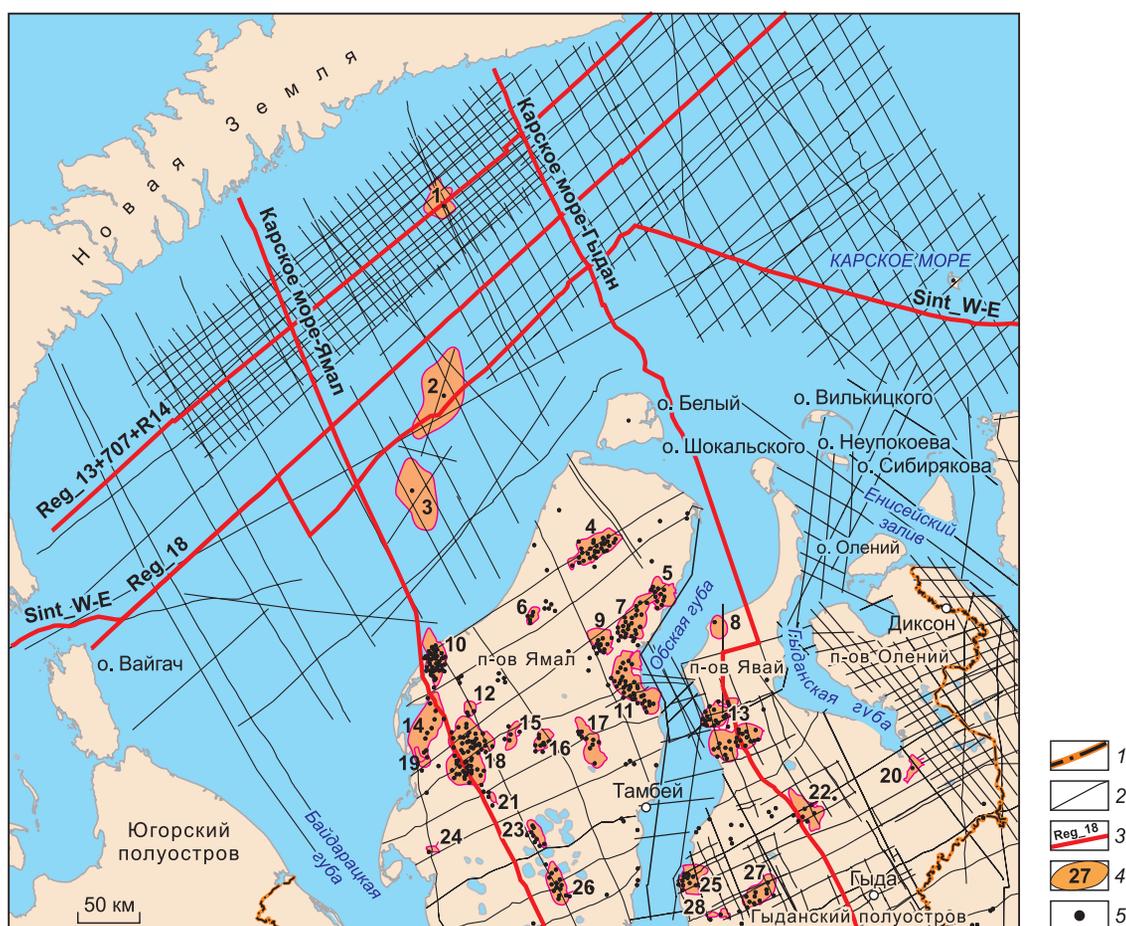
Западно-Сибирская нефтегазоносная провинция является объектом исследований геологов и геофизиков с конца 40-х годов прошлого столетия. За период интенсивного проведения нефтепоисковых работ на территории бассейна открыто более 700 нефтяных и газовых месторождений, и на протяжении пяти десятилетий Западная Сибирь остается основным нефтегазодобывающим регионом России.

Изучение Западной Сибири начиналось с южных, наиболее приближенных к крупным населенным пунктам районов и в дальнейшем продвигалось на север. В настоящее время одной из важнейших задач, стоящих перед российскими геологами, геофизиками и нефтяниками, является изучение геологического строения арктических регионов Западной Сибири и шельфа Карского моря, перспективы нефтегазоносности которых оцениваются чрезвычайно высоко [Бочкарев и др., 2010; Конторович и др., 2013; Казаненков и др., 2014].

© В.А. Конторович✉, Д.В. Аюнова, И.А. Губин, А.Ю. Калинин, Л.М. Калинина, А.Э. Конторович, Н.А. Малышев, М.Б. Скворцов, М.В. Соловьев, Е.С. Сурикова, 2017

✉e-mail: KontorovichBA@ipgg.sbas.ru

DOI: 10.15372/GiG20170307



**Рис. 1. Обзорная карта Карско-Ямального региона.**

1 — административные границы, 2 — региональные сейсмические профили МОГТ, 3 — сейсмические профили, разрезы по которым приведены в статье, 4 — месторождения, 5 — скважины.

Месторождения: 1 — Победа, 2 — Русановское, 3 — Ленинградское, 4 — Малыгинское, 5 — Тасийское, 6 — Сядорское, 7 — Северо-Тамбейское, 8 — Штормовое, 9 — Западно-Тамбейское, 10 — Харасавейское, 11 — Южно-Тамбейское, 12 — Северо-Бованенковское, 13 — Салмановское, 14 — Крузенштернское, 15 — Восточно-Бованенковское, 16 — Верхнетиутейское, 17 — Западно-Сеяхинское, 18 — Бованенковское, 19 — Южно-Крузенштернское, 20 — Ладертойское, 21 — Нерстинское, 22 — Гыданское, 23 — Нейтинское, 24 — Байдарацкое, 25 — Геофизическое, 26 — Арктическое, 27 — Солетское + Ханавейское, 28 — Восточно-Бугорное.

Настоящая работа посвящена анализу геологического строения Южно-Карской региональной депрессии, охватывающей южную часть Карского моря, и сравнительной характеристике перспектив нефтегазоносности акватории с арктической континентальной частью Западной Сибири, в пределах которой расположены п-ова Ямал и Гыдан. Площадь распространения мезозойских отложений на исследуемой территории составляет 530 тыс. км<sup>2</sup>, в том числе в акватории (без губ) 348 тыс. км<sup>2</sup>, на континенте — 182 тыс. км<sup>2</sup>.

В последние десятилетия в этих регионах выполнены большие объемы сейсморазведочных работ и глубокого бурения, которые привели к открытию нефтяных и газовых месторождений как на континенте, так и в акватории. В настоящее время в северной части п-ова Ямал открыты Арктическое, Антипаутиновское, Бованенковское, Крузенштернское, Малыгинское, Северо-Тамбейское, Харасавейское, Южно-Тамбейское и др. месторождения, на п-ове Гыдан — Геофизическое, Гыданское, Салмановское, Штормовое и др. [Ермилов и др., 2004]. В Карском море находятся три месторождения. Уникальные по запасам Русановское и Ленинградское газоконденсатные месторождения были открыты еще в советские годы соответственно в 1989 и 1990 гг. В 2013 г. бурением скважины на Университетской структуре, расположенной в непосредственной близости от архипелага Новая Земля, компанией ОАО «Роснефть» открыто нефтегазоконденсатное месторождение, получившее название «Победа» (рис. 1). На всех ме-

сторожениях рассматриваемого региона залежи углеводородов сконцентрированы в песчаных резервуарах юры и мела и контролируются антиклинальными структурами.

## СЕЙСМОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

В Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции на временных сейсмических разрезах традиционно выделяют палеозойский, триасовый, юрский, неокомский (берриас-нижнеаптский) и апт-альб-сеноманский сейсмогеологические мегакомплексы [Конторович и др., 2001, 2016; Конторович, 2009], которые по объему совпадают с основными осадочными нефтегазоперспективными мегакомплексами [Казаринов, 1958, 1963]. В кровлях нефтегазоперспективных мегакомплексов залегают региональные флюидоупоры — обладающие аномально низкими акустическими характеристиками глинистые пачки, на которых формируются энергетически выраженные отражающие сейсмические горизонты — сейсмические реперы, которые надежно прослеживаются на большей части Западно-Сибирского бассейна (табл. 1). В верхней части осадочного чехла залегает турон-кайнозойский мегакомплекс, в составе которого выделяются турон-маастрихтский и кайнозойский осадочные комплексы.

Анализ региональных временных сейсмических разрезов и данных глубокого бурения позволяет сделать вывод о том, что палеозойские и мезозойско-кайнозойские отложения в континентальной части севера Западной Сибири и в южной части Карского моря имеют аналогичное строение. На шельфе Карского моря получили развитие все традиционные для Западной Сибири сейсмогеологические осадочные мегакомплексы, и эта часть акватории представляет собой северное окончание Западно-Сибирского бассейна.

На рис. 2 приведены временные разрезы по двум региональным профилям, пересекающим п-ова Ямал и Гыдан и южную часть Карского моря, протяженность каждого из которых составляет 890 км.

Профиль Карское море—Ямал пересекает Татаринское и Западно-Маточкинское поднятия, расположенные в Карском море, а также Крузенштернское, Бованенковское, Среднеямальское и Новопортовское поднятия, находящиеся на континенте.

Профиль Карское море—Гыдан проходит через Кропоткинскую и Центрально-Карскую структуры Южно-Карской региональной депрессии, а также Салмановское и Гыданское месторождения, приуроченные к куполовидным поднятиям, расположенным на п-ове Гыдан.

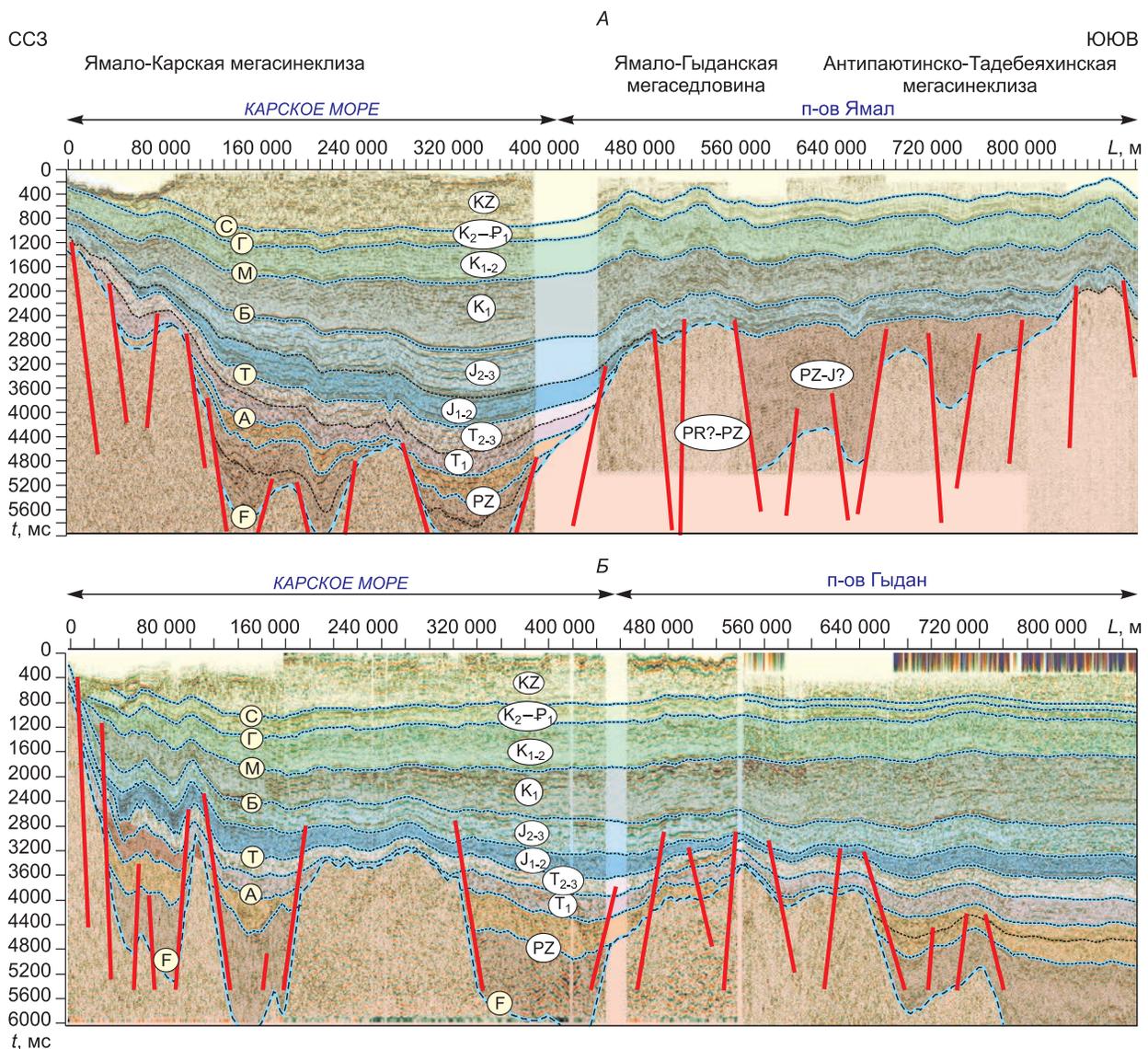
В рамках проведенных исследований на базе комплексной интерпретации материалов сейсморазведки и глубокого бурения сделано следующее:

1. По всем опорным стратиграфическим уровням осуществлено построение структурных карт и карт изопахит мезозойско-кайнозойских сейсмогеологических мегакомплексов. Учитывая, что на рассматриваемой территории наибольший интерес в отношении нефтегазоносности представляют юрские и меловые отложения, в работе наибольшее внимание уделено геологическому строению этих стратиграфических уровней (рис. 3).

2. Построены тектонические карты юрского и сеноманского структурных ярусов (рис. 4) и палеотектонические карты кровли юры на конец сеномана, и определены параметры структур различных порядков — площади ( $S$ ), амплитуды ( $A$ ) и оконтуривающие изогипсы ( $L$ ). При характеристике структур использовалась разработанная в ИНГГ СО РАН классификация тектонических элементов, которая максимально учитывает традиционные подходы, опубликованные в работах Ф.Г. Гурари, В.Д. Наливкина, И.И. Нестерова, М.Я. Рудкевича, Н.Н. Ростовцева и др., и одновременно позволяет несколько детализировать схему тектонического районирования и более однозначно выделять контуры структур различ-

Таблица 1. Стратификация реперных отражающих горизонтов

Индексация отражающих горизонтов	Стратиграфическая приуроченность (Западная Сибирь)
F	Кровля фундамента
A	Подшва терригенного триаса/кровля палеозойских платформенных отложений/кровля палеозойского мегакомплекса
T	Подшва юры/кровля триаса/кровля триасового мегакомплекса
B	Кровля баженовской (гольчихинской) свиты, верхняя юра, волжский ярус/кровля юрского мегакомплекса
M	Кровля кошайской (нейтинской) пачки, нижний мел, низы апта/кровля неокомского (берриас-нижнеаптского) мегакомплекса
G	Подшва кузнецовской свиты, верхний мел, кровля сеномана/кровля апт-альб-сеноманского мегакомплекса
C	Кровля ганькинской свиты, кровля мела/кровля турон-маастрихтского комплекса



**Рис. 2. Сейсмогеологические разрезы по композитным региональным сейсмическим профилям Карское море—Ямал (А), Карское море—Гыдан (Б).**

Красные вертикальные линии — разрывные нарушения.

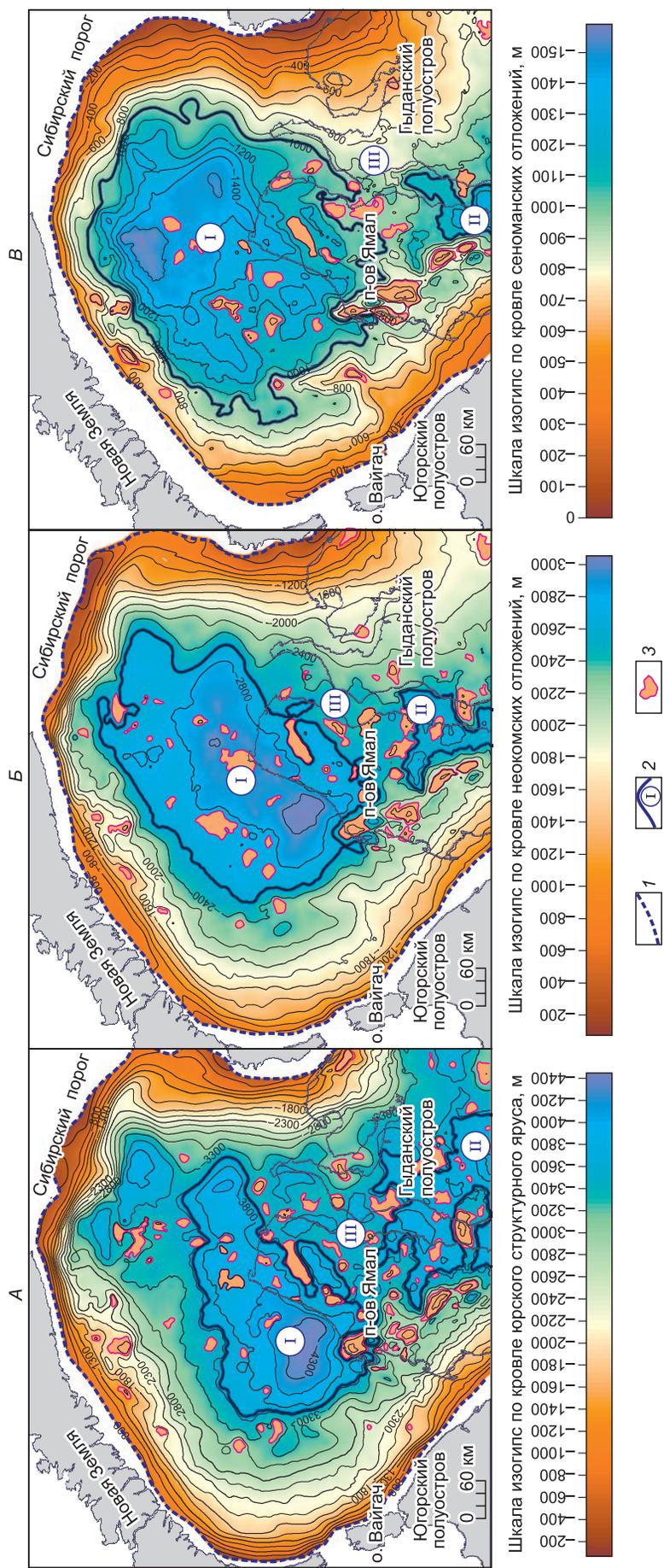
ных порядков [Конторович и др., 2001, 2004]. В качестве антиклинальных нефтегазоперспективных объектов — ловушек — в работе рассматривались поднятия III—IV порядков, площади которых составляют 25—2500 км<sup>2</sup>.

На рис. 3 приведены структурные карты по кровлям юрского, неокомского и апт-альб-сеноманского мегакомплексов, на которых показаны границы крупных депрессий — мегасинклиз и контуры замкнутых положительных структур III—IV порядков — потенциальных антиклинальных ловушек для залежей углеводородов.

Картографические материалы, а также сейсмогеологические разрезы и палеоразрезы послужили основой структурно-тектонического анализа, изучения региональных тектонических процессов и восстановления истории формирования антиклинальных ловушек на исследуемой территории.

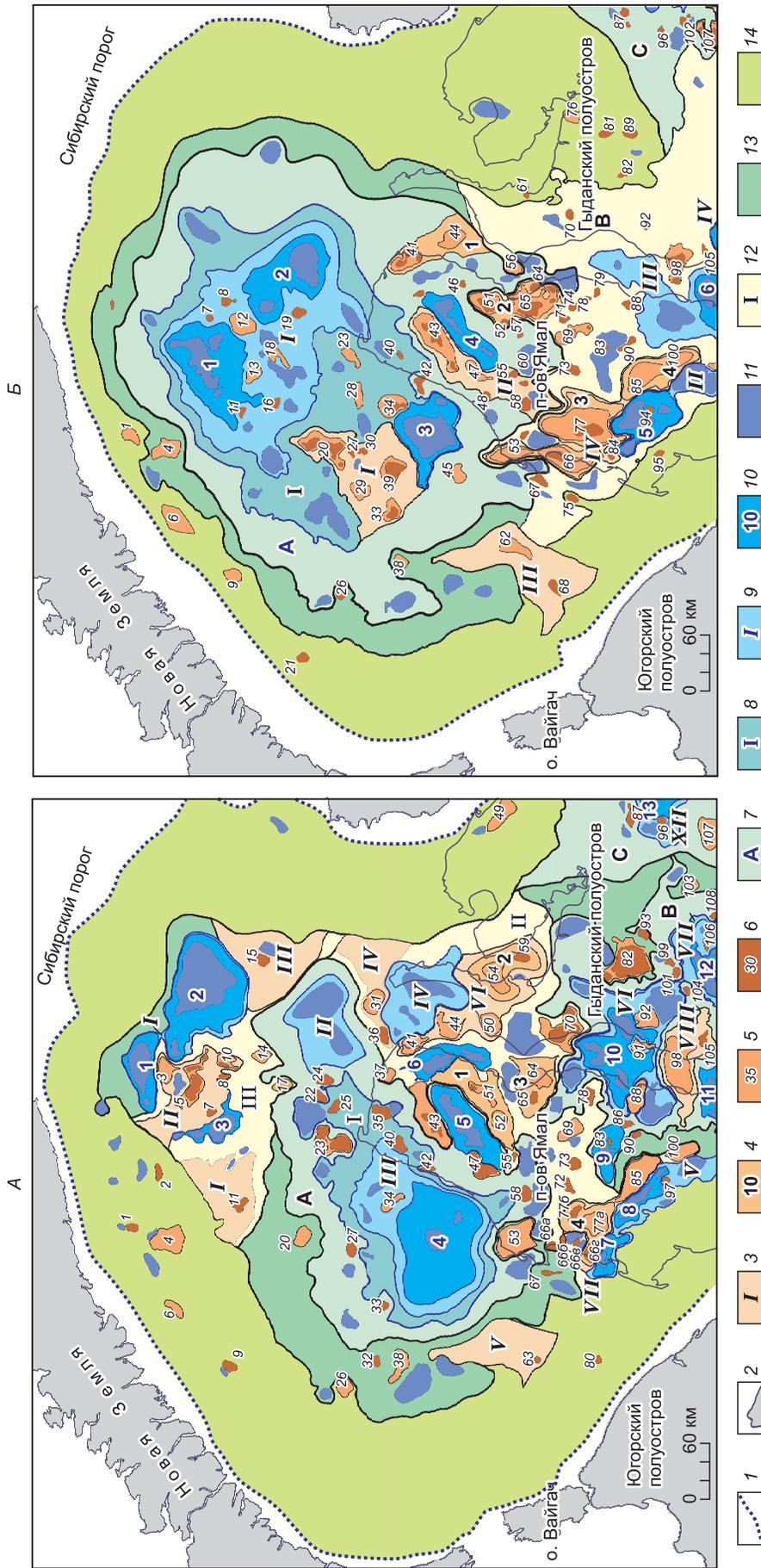
### СТРУКТУРНО-ТЕКТОНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

В тектоническом плане рассматриваемый регион охватывает Южно-Карскую мегасинклизу, северную часть Антипауитинско-Тадебежхинской мегасинклизы, разделяющую их Ямало-Гыданскую мегаседловину и расположенные по обрамлению этих структур мегамоноклинали. В рельефах различных сейсмогеологических реперов границы Южно-Карской мегасинклизы выделены по замкнутым оконтур-



**Рис. 3. Структурные карты по кровлям юрского (А), неогенского (Б) и апт-альб-сеноманского (В) мегакомплексов.**

1 — границы распространения мегакомплексов, 2 — границы метасинеклиз, 3 — поднятия III и IV порядка. I — Южно-Карская метасинеклиза, II — Антипаютинско-Гадбежская метасинеклиза, III — Ямало-Гыданская метаседловина.



**Рис. 4. Тектонические карты юрского (А) и апт-альб-сеноманского (Б) мегакомплексов арктических областей Западно-Сибирского нефтегазонального бассейна.**

1 — границы бассейнов, 2 — береговая линия; положительные структуры: 3 — I порядка, 4 — II порядка, 5 — III порядка, 6 — IV порядка, 7 — надпорядковые, 8 — 0 порядка, 9 — I порядка, 10 — II порядка, 11 — III порядка; промежуточные структуры: 12 — мегаседловины, 13 — моноклизы Внутренней области, 14 — моноклизы Переходной зоны и Внешнего пояса.



ривающим изогипсам. В рельефе кровли юры Ямало-Карская мегасинеклиза ограничена на отметке –3600 м, в структурном плане кровли неокома на отметке –2600 м, в рельефе кровли сеномана на абсолютной глубине 1100 м. От нижних горизонтов к верхним площадь Южно-Карской мегасинеклизы увеличивается — депрессия постепенно расширяется в северо-восточном и южном направлениях. Площадь Южно-Карской мегасинеклизы в рельефе кровли юры составляет 83 130 км<sup>2</sup>, в структурных планах кровли неокома и сеномана соответственно 157 100 и 180 740 км<sup>2</sup>. Антипаютинско-Тадебеяхинская мегасинеклиза в пределах исследуемой территории, напротив, уменьшается в размерах от нижних горизонтов к верхним и постепенно смещается в южном направлении, в глубь Западно-Сибирского бассейна.

Изменение строения мегасинеклиз приводит к существенному изменению границ Ямало-Гыданской мегаседловины. В частности, расширение Южно-Карской мегасинеклизы в южном направлении приводит к тому, что Малыгинское, Пясейдайское, Преображенское и др. поднятия, которые в рельефе кровли юры расположены в северной части Ямало-Карской мегаседловины, в структурном плане кровли сеномана осложняют южную часть Южно-Карской мегасинеклизы (см. рис. 3, 4). При этом Южно-Карская мегаседловина также существенно расширяется на юг, и в рельефе кровли сеномана в ее пределах оказываются Геофизическое поднятие и Тадебеяхинская мегавпадина.

### **Ямало-Гыданская мегаседловина и северная часть Антипаютинско-Тадебеяхинской мегасинеклизы**

В континентальной части рассматриваемой территории, в географическом плане охватывающей п-ова Ямал и Гыдан, наиболее крупной замкнутой положительной структурой является Нурминский мегавал, расположенный в западной части Ямало-Гыданской мегаседловины (см. рис. 3, 4).

В рельефе кровли сеномана **Нурминский мегавал** контролируется изогипсой, проведенной на отметке –880 м, имеет площадь 10 845 км<sup>2</sup> и амплитуду 390 м. Структура осложнена двумя положительными тектоническими элементами III порядка — **Бованенковским мезоподнятием** и **Арктическим мезовалом**. Расположенное в северной части Нурминского мегавала Бованенковское мезоподнятие имеет площадь 6250 км<sup>2</sup>, амплитуду 355 м и осложнено Бованенковским куполовидным поднятием, Крузенштернской и Харасавейской локальными структурами.

Расположенный в южной части мегавала Арктический мезовал имеет площадь 2650 км<sup>2</sup> и амплитуду 315 м. **Мезовал осложнен Нейтинским куполовидным поднятием и Арктическим локальным поднятием**. Таким образом, в рельефе кровли сеномана в пределах Нурминского мегавала выделяется пять структур III—IV порядка — Харасавейская, Крузенштернская, Бованенковская, Нейтинская и Арктическая, с каждой из которых связаны одноименные месторождения.

Нурминский мегавал также надежно выделяется в структурном плане кровли юры, однако его площадь сокращается более чем в два раза, составляя в рельефе этой поверхности 4375 км<sup>2</sup>. Мегавал оконтурен на отметке –2950 м, имеет амплитуду 595 м и осложнен Бованенковским куполовидным мезоподнятием и Арктическим валом.

Бованенковское мезоподнятие, в пределах которого находятся Бованенковское, Южно-Крузенштернское, Крузенштернское и Восточно-Бованенковское локальные поднятия, в рельефе кровли юры имеет площадь 2385 км<sup>2</sup> и амплитуду 545 м. Расположенный в южной части мегавала Арктический вал локальными поднятиями не осложнен, имеет площадь 1195 км<sup>2</sup> и амплитуду 455 м.

К северу и югу от Нурминского мегавала в рельефе кровли юры расположены не входящие в его состав Харасавейское и Арктическое куполовидные поднятия.

К северо-востоку от Нурминского мегавала в центральной и западной частях Ямало-Гыданской мегаседловины выделяется серия относительно крупных положительных структур, с которыми также связаны залежи углеводородов. В рельефе кровли юры в центральной части мегаседловины расположены Северо-Тамбейский мезовал и Южно-Тамбейское куполовидное мезоподнятие. Северо-Тамбейский мезовал вытянут в северо-восточном направлении и осложнен Западно-Тамбейским и Северо-Тамбейским куполовидными поднятиями. Структура ограничена на абсолютной отметке –3500 м, имеет площадь 3515 км<sup>2</sup> и амплитуду 237 м. Южно-Тамбейское поднятие, контролируемое изолинией –3500 м, имеет изометричную форму, площадь структуры составляет 2539 км<sup>2</sup>, амплитуда 223 м.

В рельефе кровли сеномана Северо-Тамбейское и Южно-Тамбейское поднятия оконтурены единой изогипсой на абсолютной глубине 970 м и входят в состав замкнутой положительной структуры II порядка — Тамбейского куполовидного мезоподнятия, площадь которого составляет 3435 км<sup>2</sup> при амплитуде 55 м.

Севернее этих структур расположен вытянутый в северо-восточном направлении Верхнетамбейский мезопрогиб, к северу от которого находится Малыгинский вал. В рельефе кровли юры Малыгинский вал вытянут в северо-восточном направлении, контролируется изолинией –3530 м, имеет площадь 1450 км<sup>2</sup> и амплитуду 142 м. В структурном плане кровли сеномана Малыгинский вал, сохраняя свои очертания, несколько смещается в северо-восточном направлении. Структура ограничена на абсолют-

ной глубине 1100 м, имеет площадь 1405 км<sup>2</sup> и амплитуду 67 м. В структурном плане кровли апт-альб-сеноманского мегакомплекса Малыгинский вал расположен за пределами Ямало-Карской мегаседловины и входит в состав полузамкнутой положительной структуры I порядка — Пясейдайско-Мылыгинского мегавыступа, осложняющего южную часть Южно-Карской мегасинеклизы.

К юго-востоку от группы Тамбейских структур в рельефе кровли юры расположено Пэкседское куполовидное поднятие, имеющее площадь 1331 км<sup>2</sup> при амплитуде 95 м. В структурном плане кровли апт-альб-сеноманского мегакомплекса поднятие не выделяется. Аналогичным образом ведут себя расположенные к северо-востоку Штормовое и Северо-Гыданское поднятия.

В структурном плане кровли юры Северо-Гыданское мезоподнятие, Штормовое куполовидное поднятие, а также расположенные к северу Преображенское и Южно-Преображенское поднятия объединены в полузамкнутый тектонический элемент I порядка — Северо-Гыданский мегавыступ. Преображенское и Южно-Преображенское поднятия, в отличие от Северо-Гыданской и Штормовой структур, находят отражение в структурном плане кровли сеномана, где они входят в состав полузамкнутой положительной структуры II порядка — Северо-Гыданского мезовыступа, осложняющего южную часть Южно-Карской мегасинеклизы.

В рельефе кровли юры Северо-Гыданский мегавыступ с востока ограничен Дровяным мезопргибам, с запада — Северо-Гыданской мегавпадиной — отрицательной структурой I порядка, имеющей площадь 6213 км<sup>2</sup> и амплитуду 214 м. К северу от этой депрессии расположен Неупокоевский мегавыступ — вытянутая в широтном направлении полузамкнутая положительная структура I порядка, осложненная одноименным куполовидным поднятием и Халингским локальным поднятием. В рельефе кровли сеномана Неупокоевский мегавыступ и Северо-Гыданская мегавпадина не выделяются.

В южной части рассматриваемой территории, которая в рельефе кровли юры отвечает северной части Антипаютинско-Гадебяхинской мегасинеклизы, а в структурном плане кровли сеномана — южной части Ямало-Гыданской мегаседловины, расположена Геофизическая площадь, на которой открыто одноименное нефтегазоконденсатное месторождение. В структурном плане кровли юрского мегакомплекса на этой территории выделена вытянутая в широтном направлении крупная положительная структура — Геофизический мегавал, который имеет площадь 6100 км<sup>2</sup>, амплитуду 610 м и осложнен одноименным куполовидным поднятием и Трехбугорным локальным поднятием. В рельефе кровли сеномана мегавал отсутствует, и здесь выделяется осложненное локальными куполами Геофизическое куполовидное поднятие, площадь которого составляет 853 км<sup>2</sup>, амплитуда 60 м.

### **Южно-Карская региональная депрессия**

Южно-Карская региональная депрессия — крупная внепорядковая депрессия, включающая одноименную мегасинеклизу и обрамляющие ее с запада, севера и востока Припайхойскую, Приновоземельскую и Притаймырскую мегамоноклизы. В географическом плане Южно-Карская региональная депрессия охватывает расположенную к югу от архипелага Новая Земля и п-ова Таймыр акваторию Карского моря. На западе, севере и востоке Южно-Карская региональная депрессия ограничена структурами обрамления — п-овом Югорский, о. Вайгач, архипелагом Новая Земля, Сибирским порогом и п-овом Таймыр.

**В современном рельефе кровли юры** в Ямало-Карской региональной депрессии наибольшие абсолютные глубины фиксируются в южной, приближенной к континенту части, где они превышают 4500 м (см. рис. 3, 4). **К этой же зоне приурочена наибольшая по площади замкнутая депрессия** — Южно-Карская мегасинеклиза, оконтуренная на отметке –3550 м, имеющая площадь 83130 км<sup>2</sup> и амплитуду 900 м.

В структурном плане кровли юры южный борт Южно-Карской региональной депрессии очень крутой и не осложнен локальными структурами. На севере, западе и востоке получили развитие мегамоноклинали, в пределах которых поверхности всех мезозойских реперных уровней регионально выдвигаются в направлении структур обрамления. Северный, западный и восточные борта в рельефе кровли юры более пологие, осложнены серией террас, к которым приурочены положительные структуры III—IV порядков.

Южно-Карская мегасинеклиза осложнена двумя крупными замкнутыми депрессиями, оконтуренными на абсолютной глубине 3830 м. Впадина, расположенная в юго-западной части мегасинеклизы, по размерам отвечает структурам 0 порядка и выделена в качестве одноименной Южно-Карской синеклизы. Площадь этой депрессионной зоны, которая, в свою очередь, осложнена Западно-Карской мегавпадиной, составляет 34 375 км<sup>2</sup>. В восточной части мегасинеклизы выделена Восточно-Карская мегавпадина, площадь которой составляет 6165 км<sup>2</sup>.

В северо-восточной части Южно-Карской региональной депрессии расположена Предпороговая мегавпадина, оконтуренная на абсолютной отметке –3530 м. Площадь структуры составляет 6165 км<sup>2</sup>, амплитуда 282 м. Предпороговая мегавпадина вытянута в северо-западном направлении и осложнена

двумя отрицательными структурами II порядка, которые оконтурены на отметках –3520 и –3550 м, имеют площади 2305 и 8385 км<sup>2</sup> и амплитуды 260 и 420 м.

Южно-Карская мегасинеклиза и Предпороговая мегавпадина в структурном плане кровли юры разделены крупной промежуточной структурой Северной мегаседловиной, площадь которой составляет 32 800 км<sup>2</sup>. Северная мегаседловина осложнена тремя полузамкнутыми положительными структурами I порядка — Кропоткинским, Rogozинским и Северо-Таймырским мегавыступами, в пределах которых выделяется серия более мелких структур III—IV порядков.

Непосредственно в Южно-Карской мегасинеклизе расположены три структуры III порядка (Северо-Скуратовское, Пясейдайское куполовидные поднятия и Нярмейский вал) и 12 локальных поднятий IV порядка, остальные замкнутые положительные структуры находятся главным образом к северу от нее и осложняют Северную мегаседловину и террасы, раскрывающиеся в направлении архипелага Новая Земля и Сибирского порога. В частности, на этой территории в непосредственной близости архипелага Новая Земля расположено Университетское поднятие, с которым связано месторождение Победа. Выше было отмечено, что в центральной части Южно-Карской региональной депрессии открыто два месторождения — Ленинградское и Русановское, которые связаны с меловыми отложениями и контролируются антиклинальными структурами. В рельефе кровли юры Русановское куполовидное поднятие находится к северу от Южно-Карской синеклизы, оконтурено на отметке –3420 м, имеет площадь 339 км<sup>2</sup> и амплитуду 65 м. На расположенной южнее Ленинградской площади в рельефе кровли юры поднятие не выделяется, и месторождению в плане отвечает северный моноклиальный борт депрессии.

**В структурном плане кровли сеномана** строение Южно-Карской региональной депрессии существенно меняется. В рельефе этой поверхности размеры Южно-Карской мегасинеклизы значительно возрастают, площадь этой депрессии, контролируемой изогипсой –980 м, увеличивается более чем в два раза и достигает 180 740 км<sup>2</sup>, амплитуда составляет 610 м.

В структурном плане этой поверхности Южно-Карская мегасинеклиза на юге вплотную подходит к Нурминскому мегавалу и Тамбейскому мезовалу и включает серию положительных структур, таких как Малыгинский вал, Преображенское и Южно-Преображенское куполовидные поднятия и т.д., которые в рельефе кровли юры входили в состав Ямало-Гыданской мегаседловины.

По отношению к юрскому рельефу в структурном плане кровли сеномана Южно-Карская мегасинеклиза также расширяется на северо-восток, захватывая территорию, в пределах которой были расположены Северная мегаседловина и Предпороговая мегавпадина. При этом в структурном плане кровли сеномана Северная мегаседловина не выделяется, а наиболее погруженная часть Южно-Карской мегасинеклизы смещается относительно юрской на северо-восток, где выделяется одноименная синеклиза, осложненная Предновоземельской мегавпадиной.

В рельефе кровли сеномана Южно-Карская синеклиза оконтурена на отметке –1250 м, имеет площадь 78 957 км<sup>2</sup>, амплитуду 340 м и осложнена одной отрицательной структурой I порядка и серией депрессий II—IV порядков.

Предновоземельская мегавпадина, контролируемая изогипсой –1380 м, имеет площадь 37 000 км<sup>2</sup> и амплитуду 210 м. Мегавпадина осложнена двумя мезовпадинами, оконтуренными на отметке –1460 м, которые в плане не отвечают юрским депрессионным зонам. Северная мезовпадина имеет площадь 7180 км<sup>2</sup> и амплитуду 130 м, площадь Южной мезовпадины составляет 5610 км<sup>2</sup>, амплитуда 70 м.

Следует особо отметить, что наиболее погруженная часть сеноманской депрессии в плане не совпадает ни с Южно-Карской синеклизой, ни с Предпороговой мегавпадиной, которые в рельефе кровли юры были наиболее погружены, а расположена над относительно приподнятой Северной мегаседловиной, разделяющей эти депрессионные зоны. Непосредственно в пределах Предновоземельской мегавпадины в рельефе кровли сеномана выделены три положительные структуры III порядка — Западно-Кропоткинское, Кропоткинское и Рождественское куполовидные поднятия и пять локальных поднятий — Западно-Щитовое, Щитовое, Матусевича, Южно-Кропоткинское и Белое.

В южной и западной частях Южно-Карской синеклизы получили развитие еще две относительно крупные депрессионные зоны. Расположенная на западе Восточно-Воронинская впадина контролируется изогипсой –1320 м, имеет площадь 1287 км<sup>2</sup> и амплитуду 65 м. Южно-Карская мезовпадина, расположенная на юге рассматриваемой территории и оконтуренная на отметке –1260 м, имеет площадь 4325 км<sup>2</sup> при амплитуде 85 м.

Следует отметить, что в отличие от ситуации, имевшей место в структурном плане кровли юры, в рельефе кровли сеномана южный борт Южно-Карской мегасинеклизы относительно пологий и осложнен большим количеством положительных структур III-IV порядков, а северный, напротив, более крутой. На юго-западном борту депрессии расположены четыре положительные структуры III порядка — Русановское, Северо-Ленинградское, Ленинградское и Западно-Маточкинское куполовидные поднятия и два локальных поднятия Южно-Русановское-1 и Южно-Русановское-2.

Все эти структуры в рельефе кровли сеномана объединены в полузамкнутую положительную структуру I порядка — Ленинградско-Русановский мегавыступ, который с севера, запада и востока контролируется изогипсой –1250 м. Площадь мегавыступа составляет 9937 км<sup>2</sup>, амплитуда 170 м.

Следует отметить, что если в рельефе кровли юры Русановская площадь была расположена к северу от Южно-Карской мегасинеклизы, а Ленинградская внутри нее, то в структурном плане кровли сеномана они находятся к юго-западу от наиболее погруженной части территории.

К востоку от Русановско-Ленинградского мегавыступа расположены Скуратовское, Северо-Скуратовское и Нярмейское куполовидные поднятия, Западно-Мальгинское и Тарминское локальные поднятия, к юго-западу — Припайхойский мегавыступ, который в рельефе кровли сеномана имеет площадь 8403 км<sup>2</sup> и осложен Амдерминским куполовидным поднятием и Северо-Байдарицким локальным поднятием. В структурном плане кровли юры Припайхойский мегавыступ имеет аналогичное строение, однако замкнутыми положительными структурами не осложнен.

В рельефе кровли апт-альб-сеноманского мегакомплекса на северном и северо-западном бортах Южно-Карской региональной депрессии в пределах Приновоземельской мегамоноклинали расположены Власьевское, Университетское, Викуловское, Татаринское и Обручевское куполовидные поднятия, Восточно-Розьевское, Есиповское и Мининское локальные поднятия. Наиболее крупными здесь являются Университетская и Викуловская структуры. Университетское куполовидное поднятие расположено в пределах Внутренней области плиты и несколько вытянуто в северном направлении. В структурном плане кровли сеномана поднятие оконтурено изогипсой –800 м, имеет площадь 566 км<sup>2</sup> и амплитуду 127 м. В рельефе кровли юры площадь поднятия, контролируемого изогипсой –1890 м, несколько возрастает и составляет 913 км<sup>2</sup>, амплитуда структуры достигает 305 м.

Викуловское поднятие, напротив, увеличивается вверх по разрезу. В структурном плане кровли юры площадь поднятия, контролируемого изогипсой –1370 м, составляет 222 км<sup>2</sup>, амплитуда 84 м. В рельефе кровли сеномана площадь структуры, ограниченной на абсолютной отметке –530 м, возрастает более чем в три раза и достигает 722 м, амплитуда поднятия также увеличивается и составляет 164 м.

Подводя итог структурно-тектонического анализа, отметим, что в целом на исследуемой территории выделено 113 положительных структур III—IV порядков, в том числе в континентальной части 68 поднятий, в южной части Карского моря 45 поднятий.

## РЕГИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ, РЕГИОНАЛЬНЫЕ ТЕКТОНИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

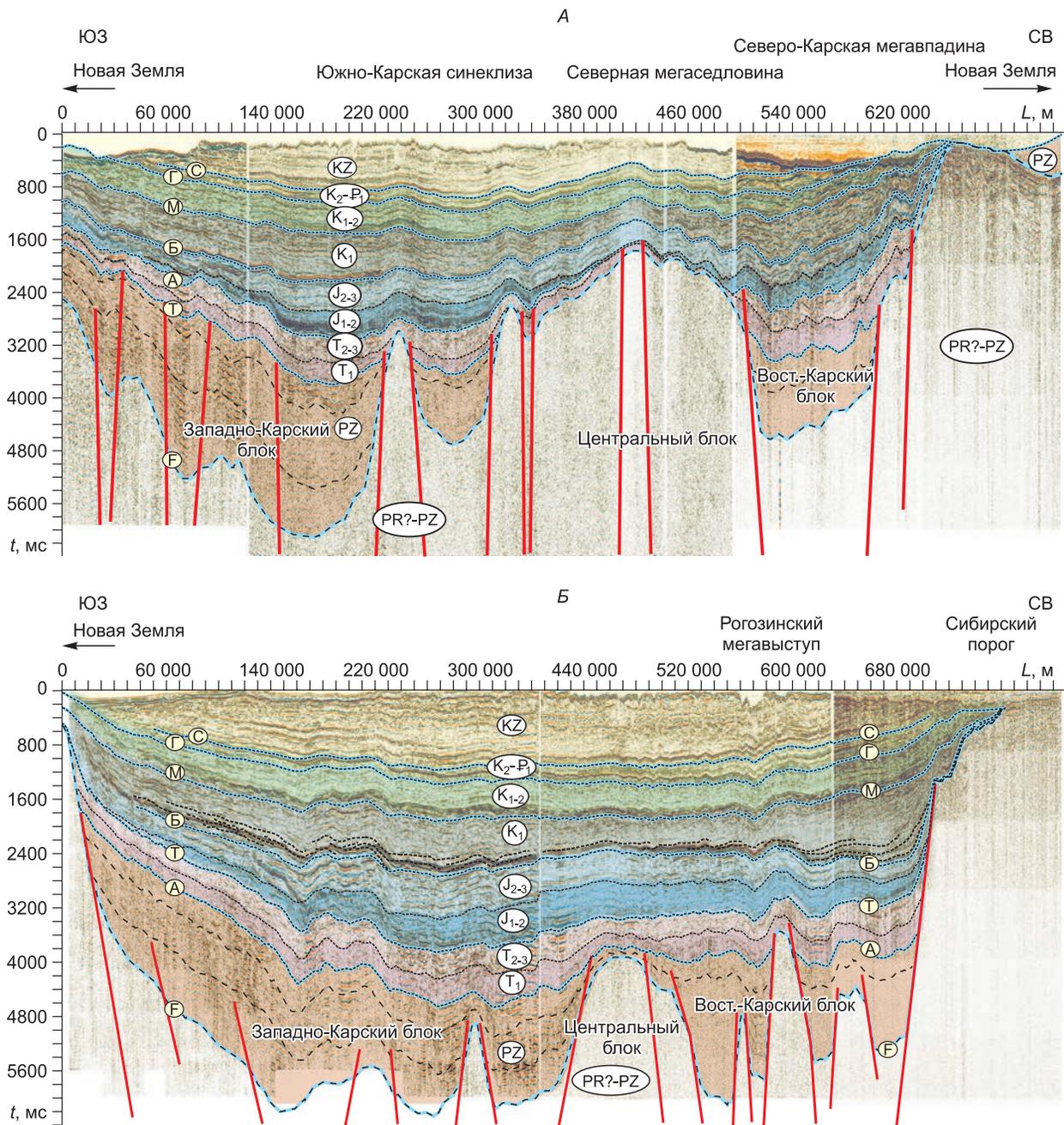
**Палеозой.** В Южно-Карской региональной депрессии на временных разрезах ниже отражающего горизонта А, приуроченного к кровле палеозоя, на отдельных участках фиксируются устойчивые сейсмические горизонты, подчеркивающие слоистый платформенный характер палеозойских отложений. Наиболее крупные блоки развития платформенного палеозоя мощностью до 5—7 км выделяются в западной и восточной частях Южно-Карской региональной депрессии (рис. 5).

Западно-Карский и Восточно-Карский макроблоки разделены крупным Центрально-Карским выступом фундамента, сложенным дислоцированными породами, характеризующимися на временных разрезах хаотическим рисунком сейсмической записи. Аналогичный дислоцированный блок залегает в основании юры на большей части территории, отвечающей западной части Ямало-Карской мегаседловины, в географическом плане — п-ову Ямал. На значительной части территории Гыданского полуострова палеозойский комплекс также представлен мощной толщей слабодислоцированных платформенных отложений.

Палеозойские платформенные блоки и Центрально-Карский выступ фундамента ограничены крупными разломами и, в свою очередь, осложнены разрывными нарушениями, контролирующими локальные выступы. Анализ сейсмических материалов позволяет констатировать, что и в континентальной и в морской частях исследуемой территории именно над выступами фундамента было сформировано большинство замкнутых положительных структур, выделяемых в современных структурных планах мезозойских отражающих горизонтов.

**Триас и юра.** Анализ сейсмогеологических разрезов и карты изопакит триас-юрских отложений позволяет констатировать, что на этих этапах развития Южно-Карская мегасинеклиза испытывала тенденцию к погружению относительно структур обрамления и Ямало-Карской мегаседловины (рис. 2, 5, 6, А). В западной части Ямало-Гыданской мегаседловины на Бованенковской, Новопортовской и др. площадях палеозойские образования с перерывом перекрыты юрскими отложениями, в разрезе отсутствует триас, а на большей части Ямало-Карской региональной депрессии в основании мезозоя залегает триасовый комплекс, мощность которого в наиболее погруженных частях депрессии превышает 2000 м.

В направлении обрамления Южно-Карского суббассейна мощность триаса постепенно сокращается вплоть до полного выклинивания отложений на выступы палеозойских пород в пределах архипела-



**Рис. 5. Сейсмогеологические разрезы по региональным профилям Reg\_13 + 707 + R14 (А), Reg\_18 (Б).**

га Новая Земля и Сибирского порога (см. рис. 3, 5). Аналогичным образом происходит выклинивание триасовых отложений на приподнятый Ямало-Гыданский палеозойский макроблок (см. рис. 3).

В юрское время процессы, имевшие место в триасе, протекали унаследованно, и Ямало-Карская региональная депрессия продолжала погружаться. Это привело к тому, что в континентальной части исследуемой территории, в пределах Ямало-Гыданской мегаседловины мощность юры составляет 1500—1600 м, а в наиболее погруженной части Южно-Карской региональной депрессии достигает 2500 м.

В триасе и юре области наиболее интенсивного погружения территории, в пределах которых накопилось наибольшее количество осадков, располагались на западе Южно-Карской депрессии в зоне, в плане совпадающей с наиболее погруженной частью Южно-Карской мегавпадины, выделяемой в современном рельефе кровли юры, и на севере, где зона увеличенных толщин триаса и юры протягивается вдоль архипелага Новая Земля (см. рис. 3).

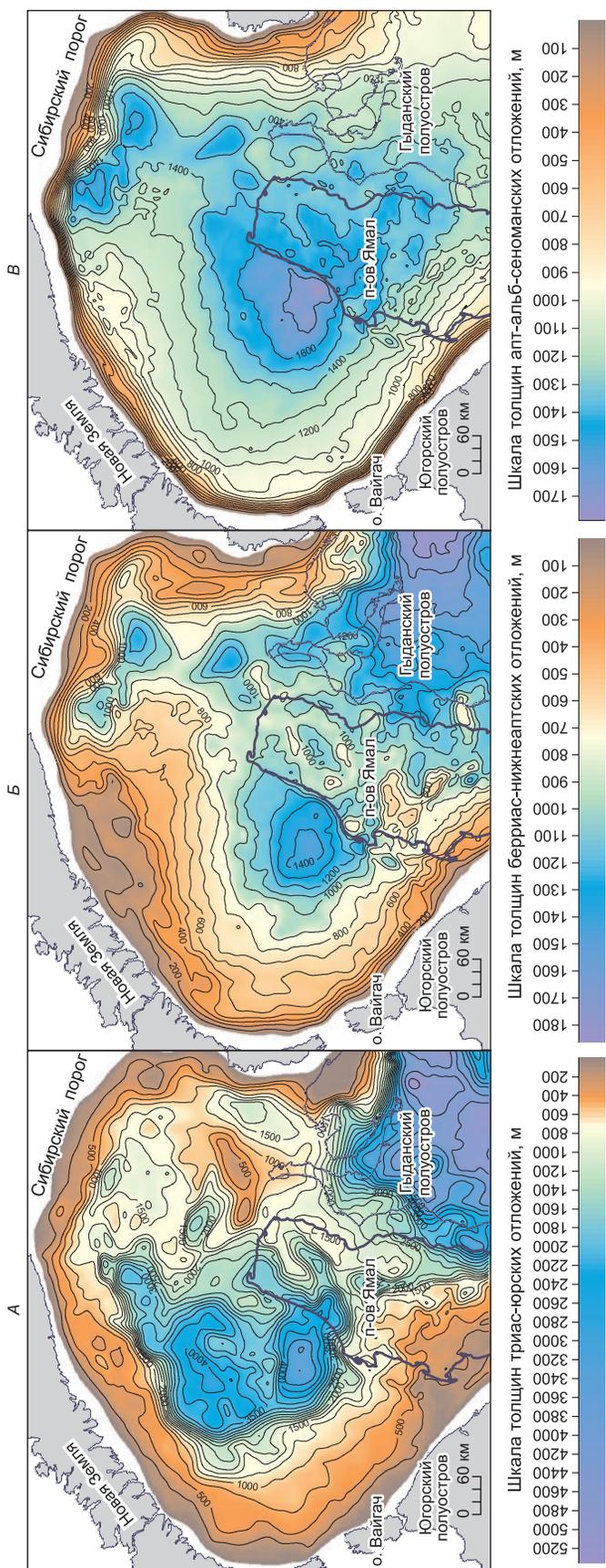


Рис. 6. Карты толщин триас-юрских (А), берриас-нижнеаптских (Б) и апт-альб-сеноманских (В) отложений.

Анализ геолого-геофизических материалов по южным и центральным районам Западной Сибири позволяет сделать вывод, что на ранних этапах формирования мезозоя на этой территории существовал контрастный дифференцированный рельеф, базальные горизонты осадочного чехла резко выклиниваются на эрозионно-тектонические выступы домезозойского основания — базальные горизонты примыкают, «втыкаются» в приподнятые блоки фундамента.

В Южно-Карской региональной депрессии ситуация выглядит иначе. На этой территории характерной особенностью поведения юрского и триасового комплексов является то, что процесс уменьшения толщин этих отложений происходит не за счет выклинивания базальных горизонтов, а за счет сокращения мощности всех комплексов, входящих в состав триаса и юры. В направлении приподнятых блоков фундамента толщина триас-юрских отложений уменьшается постепенно, при этом даже при существенном сокращении мощности этих толщ базальные горизонты осадочного чехла присутствуют в разрезе. Это позволяет сделать вывод, что в Южно-Карском суббассейне на протяжении всей триас-юрской истории процесс погружения депрессии происходил постепенно и монотонно.

**Неоком.** На территории Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции неокомский комплекс пород формировался в условиях недокомпенсированного волжского погружения центральной части бассейна и имеет клиноформное строение [Наумов и др., 1977; Нежданов, 1988]. На этом этапе развития Сибирская платформа и юго-восточное обрамление Западно-Сибирской плиты существенно воздымались над Уралом, и именно эти структуры являлись основным поставщиком терригенного материала в Западно-Сибирский осадочный бассейн. Это обстоятельство предопределило тот факт, что на большей части Западной Сибири неокомские клиноформы регионально погружаются в северо-западном направлении.

В Южно-Карской региональной депрессии неокомские отложения также имеют клиноформное строение — на временных разрезах фиксируются косослоистые отражающие горизонты, последовательно приближающиеся к горизонту Б. В то же время в неокоме Южно-Карская депрессия заполнялась не за счет поступления осадков с восточного и юго-восточного обрамления плиты, а за счет сноса терригенного материала с архипелага Новая Земля и с расположенного на северо-востоке Сибирского порога. На временных сейсмических разрезах широтного простирания фиксируются клиноформы, погружающиеся в западном и в восточном направлениях; на меридиональных профилях косослоистые отражающие горизонты погружаются в южном направлении. Анализ временных разрезов, связывающих континентальную и морскую части рассматриваемой территории, позволяет отметить, что граница, в пределах которой сходятся клиноформы северного и южного падения, проходит вблизи береговой линии.

Со структурно-тектонических позиций на исследуемой территории в берриас-раннем апте произошло два важных процесса.

1. Области интенсивного прогибания территории отодвинулись от структур обрамления, в первую очередь от Новой Земли и Сибирского порога, и захватили значительную часть Ямало-Карской мегаседловины. Учитывая, что в это время Южно-Карская региональная депрессия заполнялась осадками, сносимыми главным образом с севера, можно предполагать, что в берриас-готериве Новая Земля и Сибирский порог испытывали тенденцию к интенсивному росту.

2. На неокомском этапе в Южно-Карской региональной депрессии были сформированы две области интенсивного погружения. Западная депрессия в плане отвечала наиболее погруженной части современной Южно-Карской синеклизы, восточная — современной Предпороговой мегавпадине. На фоне интенсивного погружения этих зон тенденцию к относительному росту испытывала разделяющая эти депрессионные зоны Северная мегаседловина (см. рис. 6).

Анализ карты изопахит неокомских отложений позволяет отметить, что в пределах Северной мегаседловины мощность накопившихся берриас-нижеаптских отложений на 400 м меньше, чем в сопредельных палеодепрессиях, и на 200 м меньше, чем в Ямало-Гыданской мегаседловине, которая на этом этапе развития также испытывала тенденцию к относительному погружению. Отметим, что в современном рельефе кровли неокома и юры Северная мегаседловина залегает примерно на 300 м глубже структур Ямало-Гыданской мегаседловины.

Процесс формирования Северной мегаседловины четко фиксируется на современных временных разрезах и палеоразрезах, пересекающих Южно-Карскую региональную депрессию в широтном направлении (рис. 7).

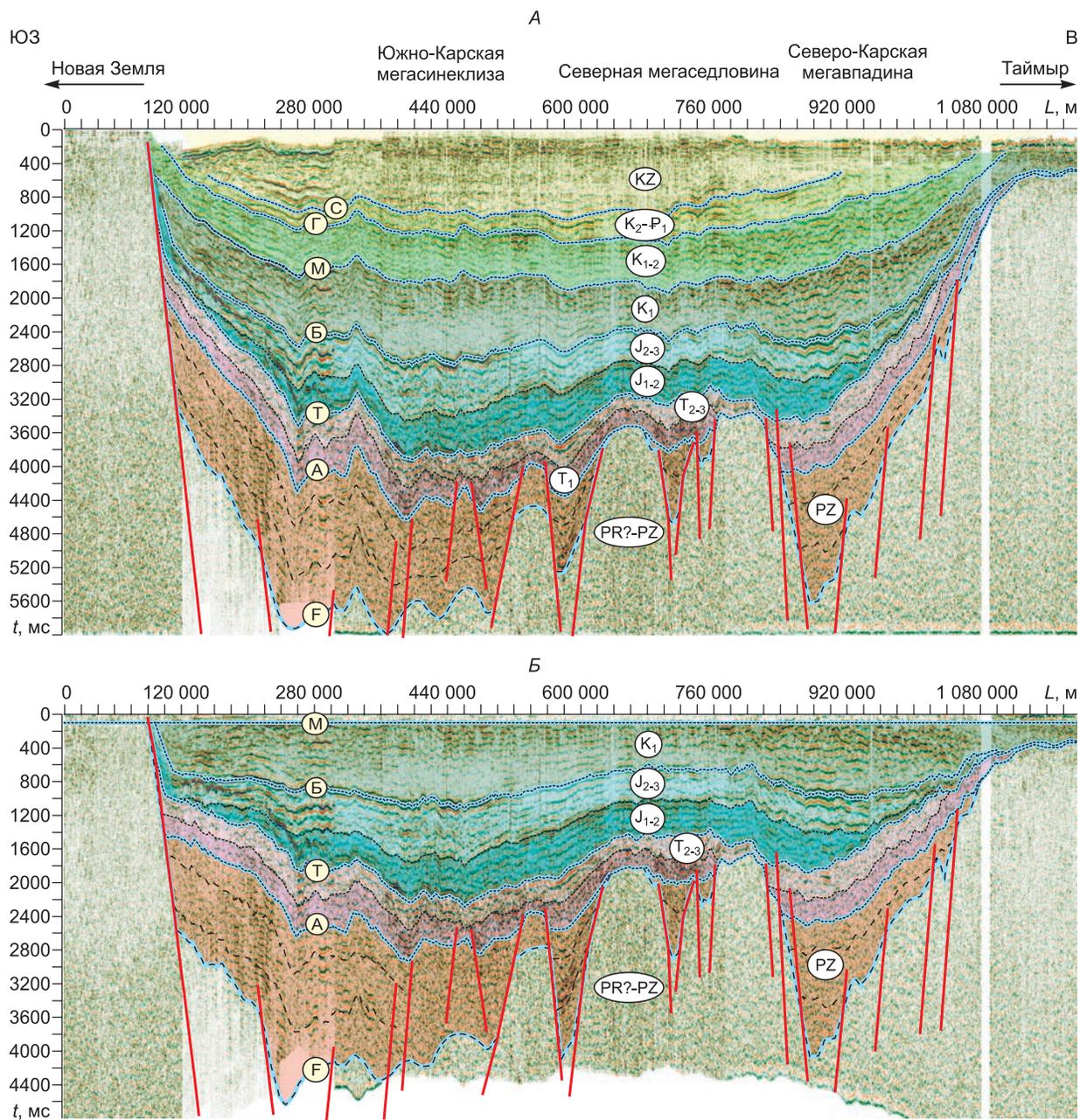
Неокомские области прогибания Южно-Карской региональной депрессии имеют под собой глубинные корни, поскольку сформированы над Западно-Карским и Восточно-Карским палеозойскими макроблоками, сложенными мощной толщей платформенных отложений; Северная мегаседловина в плане отвечает Центрально-Карскому выступу дислоцированных палеозойских пород (см. рис. 5, 7).

**Апт-альб-сеноман.** В апт-альб-сеномане тектонические процессы, имевшие место в неокоме, протекали унаследованно, но существенно менее интенсивно (см. рис. 6, В). В это время в рельефе кровли юры и неокома продолжала активно формироваться Южно-Карская мегасинеклиза, которая еще больше расширилась на юг и захватила значительную часть Ямало-Гыданской мегаседловины, которая, в свою очередь, продолжала располагаться гипсометрически ниже Северной мегаседловины и, по сути, входила в состав Ямало-Карской депрессионной зоны.

**Постсеноманские тектонические процессы** находят отражения на современной структурной карте по отражающему горизонту Г (см. рис. 3, В). В постсеноманское время направленность тектонических движений изменилась. На этом этапе вновь тенденцию к относительному росту начала испытывать Ямало-Гыданская мегаседловина, и на этом фоне активно формировались расположенные в ее пределах контрастные положительные структуры — Тамбейское, Южно-Тамбейское поднятия и др. Чрезвычайно активно в это время также происходило формирование Нурминского мегавала и осложняющих его поднятий — Бованенковского, Харасавейского, Арктического и др.

Постсеноманский рост Ямало-Гыданской мегаседловины полностью не компенсировал региональное прогибание этой территории, имевшее место в неокоме и апт-альб-сеномане. Это обстоятельство предопределило тот факт, что в структурном плане кровли сеномана площадь Южно-Карской мегасинеклизы существенно превышает площадь юрской депрессии, и в ее состав попадает часть структур юрской Ямало-Гыданской мегаседловины — Мальгинское, Преображенское поднятия и т.д.

В Ямало-Карской региональной депрессии в конце позднего мела—кайнозое эпицентр погружения территории сместился на северо-восток и располагался над Северной мегаседловиной, где в это время в рельефе кровли сеномана формировалась Предновоземельская мегавпадина и осложняющие ее Северная и Южная мезовпадины.



**Рис. 7.** Современный сейсмогеологический разрез (А) и палеоразрез, выровненный по отражающему горизонту М (кошайская пачка, нижний мел, апт) (Б) по региональному композитному профилю Sint\_W-E.

Именно в постсеноманское время в юго-западной части Южно-Карской региональной депрессии происходило формирование Ленинградско-Русановского мегавыступа и осложняющих его поднятий III-IV порядков — Русановского, Ленинградского, Северо-Ленинградского и др.

Подводя итог анализа региональных тектонических движений, отметим, что в целом исследуемая территория, по аналогии с Западно-Сибирским бассейном, испытывала тенденцию к погружению на протяжении всей мезозойско-кайнозойской истории. В то же время нельзя говорить о полной унаследованности тектонических процессов. Области интенсивного относительного погружения и воздымания на разных этапах располагались в различных частях региона, и именно совокупность этих движений предопределила современное тектоническое строение региона в целом и существенное отличие тектонического строения различных осдочных мегакомплексов.

## ИСТОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУР—АНТИКЛИНАЛЬНЫХ ЛОВУШЕК ДЛЯ ЗАЛЕЖЕЙ УГЛЕВОДОРОДОВ

В Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции подавляющее большинство залежей нефти и газа сконцентрировано в юрских и меловых отложениях и контролируются антиклинальными ловушками — положительными структурами III—IV порядков, площади которых не превышают 2500 км<sup>2</sup>. Аналогичная ситуация имеет место на рассматриваемой территории, где, несмотря на наличие в рельефах юрских и меловых горизонтов положительных структур I и II порядков, все залежи углеводородов контролируются куполовидными, локальными поднятиями и валами.

Учитывая, что на исследуемой территории интерес в отношении нефтегазоносности представляют структуры, выделенные в рельефах кровли юры и вышележащих меловых стратиграфических уровней, ниже будут рассмотрены главным образом постюрские тектонические процессы. Как было отмечено ранее, в рамках проведенных исследований были построены тектонические карты по кровлям юрского и апт-альб-сеноманского мегакомплексов, палеотектоническая карта юрского структурного яруса на туронский век и определены площади и амплитуды всех замкнутых положительных структур III—IV порядков. Параметры юрских структур характеризуют влияние всех постюрских тектонических процессов на их формирование; параметры сеноманских структур — влияние постсеноманского этапа развития; параметры объектов, выделенных на палеотектонической карте, отображают вклад берриас-сеноманских тектонических процессов.

### Типы антиклинальных структур

В Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции формирование антиклинальных структур — ловушек — происходило по разным законам, что, наряду с литологическим фактором, предопределило перспективы нефтегазоносности поднятий в отношении различных осадочных комплексов.

**Структуры Герасимовского типа (I тип)** — структуры, сформированные над относительно монолитными эрозионно-тектоническими выступами фундамента, которые испытывали тенденцию к относительному росту в юре, унаследованно формировались в раннем мелу и не развивались в позднем мелу и кайнозое. Поднятия I типа выделяются в рельефах кровли юры и неокома и отсутствуют в структурных планах альб-сеноманских горизонтов. Амплитуды этих поднятий, как правило, уменьшаются вверх по разрезу.

**Структуры Бованенковского типа (II тип)** приурочены к эрозионно-тектоническим выступам фундамента, которые испытывали тенденцию к росту на протяжении всей мезозойско-кайнозойской истории. Поднятия II типа выделяются в структурных планах всех мезозойских горизонтов и представляют интерес в отношении нефтегазоносности всех нефтегазоперспективных осадочных комплексов — юрского, неокомского и апт-альб-сеноманского. Размеры и амплитуды этих структур могут как уменьшаться, так и увеличиваться от нижних горизонтов к верхним.

**Структуры Ванкорского типа (III тип)** — структуры, приуроченные к выступам (в ряде случаев внутривосточными, не выходящими под осадочный чехол) фундамента, которые не испытывали тенденцию к росту в триасе — раннем мелу и активно формировались в постсеноманское время [Конторович, Конторович, 2005].

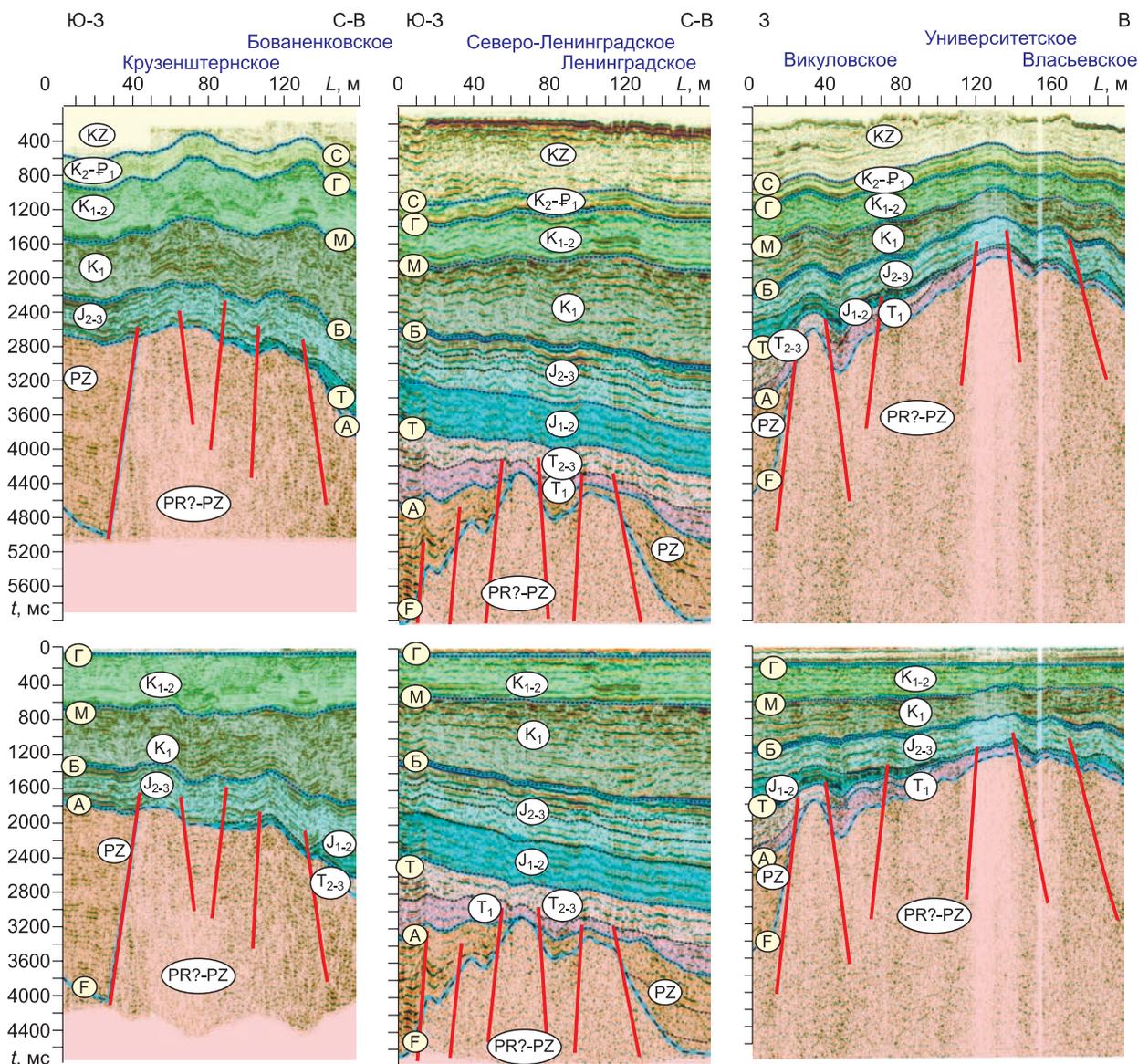
**Структуры Медвежьего типа (IV тип)** представляют собой безкорневые, не приуроченные к крупным выступам фундамента поднятия, формирование которых связано исключительно с постсеноманскими, в первую очередь с кайнозойскими тектоническими движениями [Конторович и др., 2016].

Поднятия III и IV типов в обязательном порядке присутствуют в рельефе кровли сеномана и в зависимости от интенсивности постсеноманских тектонических движений и палеоструктурной обстановки могут как присутствовать, так и отсутствовать в структурных планах нижележащих горизонтов. Размеры и амплитуды этих поднятий, как правило, увеличиваются вверх по разрезу.

### Структуры континентальной части

Расположенный в западной части Ямало-Гыданской мегаседловины Нурминский мегавал приурочен к крупному выступу фундамента, разбитому разрывными нарушениями на серию блоков. Приуроченность Нурминского мегавала к приподнятому блоку фундамента предопределила тот факт, что эта структура и осложняющие ее поднятия унаследованно развивались на протяжении всего мезозоя и кайнозоя. Анализ выполненных построений показал, что уже к аптскому веку в рельефе баженовской свиты Нурминский мегавал и осложняющие его поднятия были сформированы и имели очертания, близкие к современным. В начале апта, к моменту формирования нейтинской пачки, амплитуда мегавала в палеорельефе кровли юры уже составляла порядка 200 м.

Как было отмечено ранее, в апт-альб-сеномане доминирующим был процесс регионального погружения всей исследуемой территории, входящей в состав Внутренней области плиты, относительно



**Рис. 8.** Современные временные разрезы и палеоразрезы, выровненные по горизонту Г, по профилям, пересекающим Крузенштернское, Бованенковское, Ленинградское, Северо-Ленинградское, Университетское и Викуловское куполовидные поднятия.

структур обрамления. Причем на этом этапе развития интенсивно погружалась не только Южно-Карская мегасинеклиза, но и Ямало-Карская мегаседловина (см. рис. 6, В). На фоне этих процессов локальные структуры, осложняющие Нурминский мегавал, продолжали испытывать тенденцию к относительному росту, и наиболее интенсивно в это время развивалось Арктическое поднятие. Несмотря на это, апт-альб-сеноманские процессы не только не увеличили амплитуду Нурминского мегавала, но даже привели к ее уменьшению — в туронском веке амплитуда Нурминского мегавала в палеорельефе кровли юры составляла 160 м.

Существенный вклад в формирование Нурминского мегавала и осложняющих его Бованенковско-го, Крузенштернского, Арктического и др. поднятий внес постсеноманский, в первую очередь кайнозойский, этап развития. Если к турону амплитуда Нурминского мегавала в палеорельефе кровли юры составляла 160 м, то в современном рельефе кровли юрского структурного яруса она достигает 595 м, т. е. в постсеноманское время амплитуда поднятия увеличилась более чем в 3.5 раза.

На рис. 8 приведен палеоразрез, выровненный по отражающему горизонту Г, и современный временной разрез, пересекающий Бованенковское и Крузенштернское поднятия. Анализ материалов позволяет отметить, что эти структуры, приуроченные к выступам фундамента, испытывали тенденцию к

росту в юре и берриас–раннем апте и наиболее интенсивно формировались в конце позднего мела и в кайнозое.

В пределах расположенной к востоку от Нурминского мегавала территории получили развитие структуры, которые по-разному формировались в мезозое и кайнозое. Большинство объектов, в частности группа Тамбейских структур, Мылыгинский вал, Преображенское, Геофизическое, Южно-Преображенское и другие поднятия, относятся к структурам Бованенковского типа и развивались по тем же законам, что и поднятия Нурминского мегавала, т. е. формировались в юрское и берриас-сеноманское время и продолжали унаследованно развиваться в конце позднего мела и в кайнозое.

В то же время ряд структур, наиболее крупными из которых являются Восточно-Зеленомыское, Моховое, Штормовое, Южно-Гыданское и Новолунное куполовидные поднятия, к турону были полностью сформированы и в постсеноманское время не испытывали тенденции к росту. В пределах Ямало-Гыданской мегаседловины к Герасимовскому типу структур также относятся 14 локальных поднятий.

В континентальной части исследуемой территории также находятся 18 поднятий Медвежьего типа, которые выделяются в рельефе кровли сеномана и отсутствуют в структурном плане кровли юры. К этому классу объектов относятся две структуры III порядка — Ханебчетойское и Хортыгское куполовидные поднятия, площади которых составляют соответственно 248 и 229 км<sup>2</sup> и 16 локальных поднятий.

### Структуры Карского моря (Южно-Карская региональная депрессия)

**Структуры Ванкорского и Бованенковского типов.** Выше было отмечено, что Ленинградское и Русановское куполовидные поднятия, с которыми связаны уникальные залежи газа, в рельефе кровли сеномана расположены в пределах Ленинградско-Русановского мегавыступа, который кроме этих структур осложнен также Северо-Ленинградским и Западно-Маточкинским куполовидными поднятиями. Параметры этих структур приведены в табл. 2.

Анализ геолого-геофизических материалов позволяет сделать вывод о том, что все структуры Ленинградско-Русановского мегавыступа приурочены к выступам фундамента, но не находят отражения на карте изопахит берриас-сеноманских отложений, т. е. в туронском веке в палеорельефе кровли юры и неокома этих структур не существовало, и их формирование связано исключительно с постсеноманскими тектоническими движениями.

Русановское и Западно-Маточкинское поднятия выделяются в современных структурных планах всех мезозойских реперных уровней. При этом площадь Русановской структуры возрастает от кровли юры к кровле сеномана в 3.2 раза, а Западно-Маточкинское поднятия в 4.6 раза. Амплитуда Русановского поднятия вверх по разрезу несколько сокращается с 65 до 42 м, а Западно-Маточкинское увеличивается с 33 до 45 м.

Сделанные выводы о постсеноманском времени формирования этих объектов в рельефах мезозойских горизонтов подтверждаются и результатами палеореконокструкций, выполненных с использованием временных сейсмических разрезов. На рис. 8 приведен современный временной разрез и палеоразрез, выровненный по горизонту Г (кузнецовская свита, турон), по профилю, пересекающему Ленинградское и Северо-Ленинградское поднятия.

В современном рельефе кровли юры, как и в туронском палеорельефе кровли юрского мегакомплекса, Ленинградская и Северо-Ленинградская площади расположены в пределах моноклинали, погружающейся на юг в направлении центральной части Южно-Карской мегавпадины, при этом на обоих разрезах положительные структуры в рельефе горизонта Б отсутствуют. На современном временном разрезе отражающие горизонты М и Г не испытывают регионального погружения, и на них четко выделяются Ленинградская и Северо-Ленинградская структуры, амплитуды которых возрастают вверх по разрезу.

Таблица 2. Параметры структур Ленинградско-Русановского мегавыступа

Поднятие	Кровля юры				Кровля неокома				Кровля сеномана				Толщина берриас-сеноманских отложений			
	Порядок	S	A	L	Порядок	S	A	L	Порядок	S	A	L	Порядок	S	A	L
Русановское	III	339	65	3420	III	1836	96	2720	III	1107	42	1220	—	—	—	—
Ленинградское	—	—	—	—	III	151	9	2740	III	698	56	1140	—	—	—	—
Северо-Ленинградское	—	—	—	—	III	474	51	2730	III	348	75	1170	—	—	—	—
Западно-Маточкинское	IV	80	33	3760	III	388	46	2690	III	371	45	1140	—	—	—	—

Примечание. S — площадь, км<sup>2</sup>; A — амплитуда, м; L — изогипсы, м.

Рассмотренные выше структуры Ленинградско-Русановского мегавыступа приурочены к выступам фундамента, которые не испытывали тенденцию к росту в юре и раннем мелу и активно формировались в конце позднего мела и в кайнозое, т. е. история их формирования полностью повторяет историю формирования Ванкорского поднятия [Конторович, Конторович, 2005].

В приновоземельской части Южно-Карской региональной депрессии четыре положительные структуры III порядка — Власьевское, Университетское, Викуловское и Татаринское куполовидные поднятия. Все эти структуры приурочены к выступам фундамента и отображаются в рельефах всех мезозойских реперных уровней, однако в туронском палеорельефе кровли юры находят отражение только Викуловское и Университетское поднятия.

Амплитуда Власьевской структуры в туронском палеорельефе кровли юры составляла 12 м, в то время как в современных структурных планах кровли юры, неокома и сеномана она достигает 60 м, т. е. увеличивается в 5 раз.

**Татаринское куполовидное поднятие**, которое также не выделяется на карте изопахит берриас-сеноманских отложений, в современном структурном плане кровли юры имеет площадь 164 км<sup>2</sup>, и его амплитуда составляет 46 м. Вверх по разрезу площадь структуры возрастает и в рельефе кровли сеномана достигает 240 км<sup>2</sup>, при этом амплитуда поднятия практически не меняется. Таким образом, формирование Татаринской и Власьевской структур в рельефах мезозойских горизонтов связано исключительно с постсеноманским этапом развития, и эти поднятия относятся к Ванкорскому типу.

**Структуры Бованенковского типа.** Университетское и Викуловское поднятия фиксируются не только в современных рельефах мезозойских реперных отражающих горизонтов, но и находятся на карте изопахит берриас-сеноманских отложений.

Университетское поднятие, с которым связано месторождение Победа, приурочено к контрастному эрозионно-тектоническому выступу фундамента, который испытывал тенденцию к росту на протяжении всей мезозойско-кайнозойской истории. В районе структуры, надежно выделяемой по горизонту Г, сокращены мощности триасовых, юрских, неокомских, апт-альб-сеноманских и турон-кайнозойских отложений (см. рис. 8). Анализ палеотектонической карты и результатов палеореконструкций позволяет констатировать, что к концу сеномана Университетское поднятие в рельефе кровли юры уже существовало, и его площадь составляла 753 км<sup>2</sup>, а амплитуда достигала 120 м. В современных рельефах мезозойских горизонтов площадь Университетской структуры сокращается вверх по разрезу с 913 км<sup>2</sup> в кровле юры до 566 км<sup>2</sup> в кровле сеномана, амплитуда поднятия уменьшается с 305 до 127 м.

Таким образом, Университетская структура развивалась на протяжении юры и мела и продолжала испытывать тенденцию к росту в кайнозое, что предопределило формирование поднятия в структурном плане кровли сеномана и привело к существенному увеличению амплитуды структуры в рельефах юрского и неокомского мегакомплексов.

По аналогичному сценарию формировалось Викуловское поднятие, которое является одним из наиболее крупных в Южно-Карской региональной депрессии (см. рис. 8). Анализ палеоразреза, выровненного по горизонту Г, свидетельствует о том, что Викуловская структура к моменту формирования кузнецовской свиты уже существовала. В то же время площадь поднятия, которое также приурочено к палеозойскому выступу, от кровли юры к кровле сеномана возрастает более чем в 3 раза с 222 до 722 км<sup>2</sup>, а амплитуда увеличивается в 2 раза с 84 до 164 м.

В Ямало-Карской региональной депрессии к структурам Бованенковского типа помимо Университетской и Викуловской относятся Северо-Скуратовское, Тарминское, Северо-Скуратовское, Южно-Русановское, Западно-Малыгинское и Тарминское поднятия, которые находят отражения как в туронском палеорельефе кровли юры, так и в современных рельефах кровли юры, неокома и сеномана.

**Структуры Герасимовского типа** — поднятия, выделяемые в рельефе кровли юры и отсутствующие в структурном плане кровли сеномана, также получили развитие в Южно-Карской региональной депрессии. Выше при анализе региональных тектонических процессов, предопределивших современное строение рассматриваемой территории, было отмечено, что существенное влияние на строение юрского структурного яруса оказал неокомский этап развития, когда была сформирована Северная мегаседловина, которая в постсеноманское время оказалась в зоне интенсивного прогибания. Все расположенные в пределах Северной мегаседловины положительные структуры III порядка — Рагозинское, Северо-Таймырское, Таймырское, Центральное-Карское куполовидные поднятия и Копьевский вал относятся к структурам Герасимовского типа. Амплитуды этих поднятий существенно уменьшаются вверх по разрезу, они четко фиксируются в структурном плане кровле юры и не находят отражения в рельефе кровли апт-альб-сеноманского комплекса.

Наиболее крупными в этом классе структур являются Рагозинское куполовидное поднятие и Копьевский вал. Рагозинское поднятие выделяется на палеотектонической карте, а также в структурных планах кровли юры и неокома. В рельефе кровли сеномана поднятие отсутствует. От кровли юры к

кровле неокома площадь Рагозинской структуры увеличивается со 164 до 658 м, а амплитуда уменьшается со 164 до 107 м.

Копьевский вал — положительная структура III порядка, осложненная Флиссингским и Западно-Флиссингским локальными поднятиями, выделяется только в рельефе кровли юры. Площадь этой структуры составляет 897 км<sup>2</sup>, амплитуда 74 м. Наиболее крупной структурой, осложняющей Копьевский вал, является Западно-Флиссингское поднятие, которое находит отражение в туронском палеорельефе кровли юры, а также в структурных планах кровли юры и неокома. Площадь поднятия от кровли юры к кровле неокома сокращается с 314 до 125 м, амплитуда уменьшается с 54 до 23 м.

**Структуры Медвежьего типа.** На территории Южно-Карской региональной депрессии также выделяются безкорневые структуры, не приуроченные к выступам фундамента, не развивавшиеся на протяжении большей части мезозоя и сформированные исключительно благодаря постсеноманским тектоническим движениям. К структурам этого типа относятся Западно-Кропоткинское, Колчановское, Рождественское куполовидные поднятия и серия локальных структур, которые находят отражение только в рельефе кровли апт-альб-сеноманского комплекса.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований на базе комплексной интерпретации материалов сейсморазведки и глубокого бурения для северных областей Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции, включающих полуострова Ямал и Гыдан и южную часть Карского моря:

– осуществлено построение структурных, тектонических и палеотектонических карт, карт изопхит сейсмогеологических мегакомплексов и набора сейсмогеологических разрезов и палеоразрезов;

– проведен сравнительный анализ геологического строения основных нефтегазоперспективных осадочных комплексов в акватории и на континенте;

– выполнен анализ тектонического строения исследуемой территории: в структурных планах юрско-меловых горизонтов выделены тектонические элементы различных порядков, выполнен сравнительный анализ структурно-тектонического строения юрского и апт-альб-сеноманского мегакомплексов;

– проанализированы региональные тектонические процессы, восстановлены основные этапы формирования крупных тектонических элементов, предопределивших современное структурно-тектоническое строение исследуемой территории;

– в структурных планах кровли юры и сеномана выделены поднятия III-IV порядков, которые представляют собой реальные и потенциальные ловушки для залежей углеводородов, проанализирована история их формирования.

Завершая характеристику выполненных исследований, приведем краткий сравнительный анализ антиклинальных ловушек в континентальной части исследуемой территории и в акватории Карского моря.

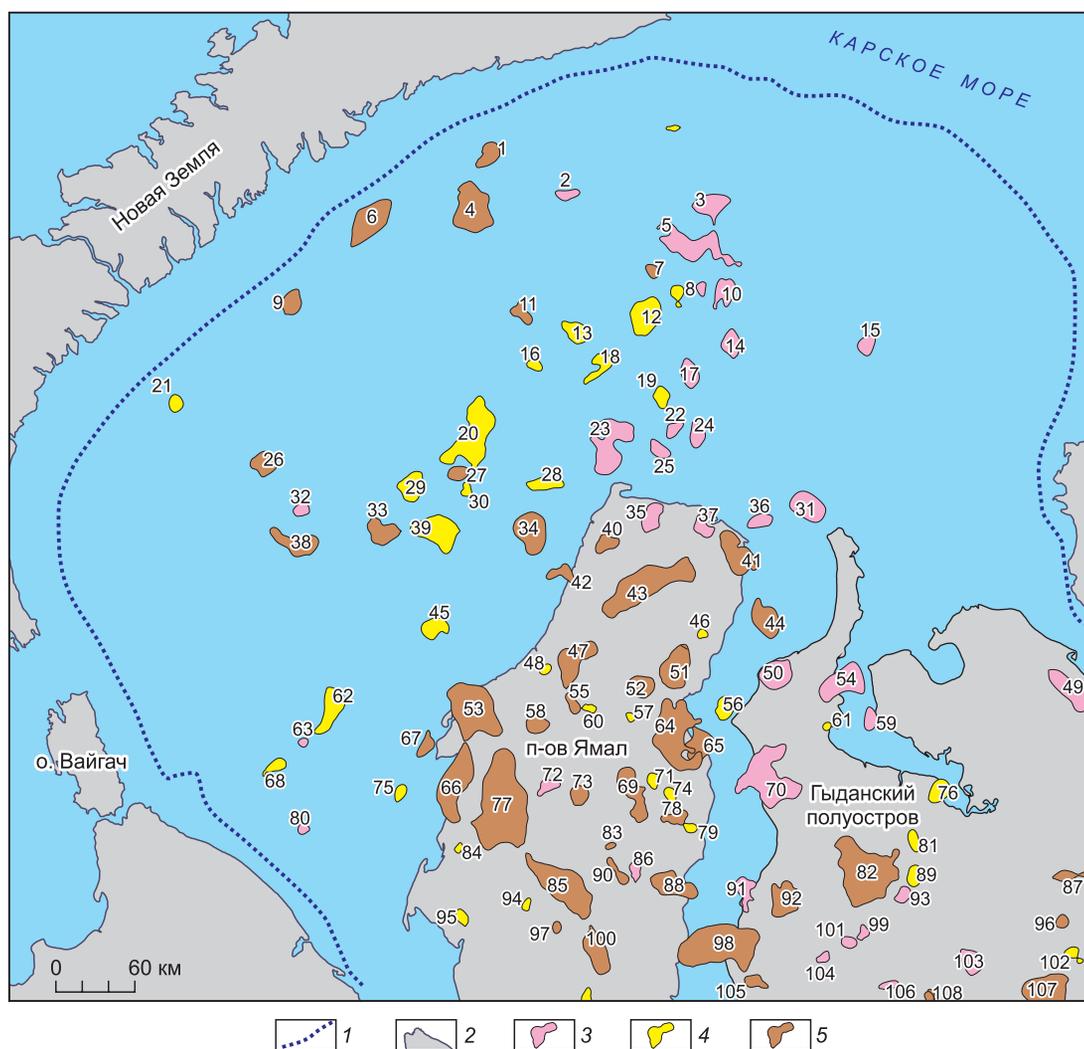
1. В северных частях полуостровов Ямал и Гыдан и в южной части Карского моря в структурных планах юрско-меловых горизонтов выделено 113 антиклинальных ловушек, в том числе 68 на континенте и 45 в акватории (без губ) (рис. 9, табл. 3).

2. В континентальной части исследуемой территории находятся одна замкнутая положительная структура I порядка — Нурминский мегавал и четыре замкнутые положительные структуры II порядка; в Южно-Карской региональной депрессии крупные замкнутые положительные структуры отсутствуют.

3. В акватории южной части Карского моря (без губ), площадь которой составляет 180 км<sup>2</sup>, выделено 45 замкнутых положительных структур III—IV порядка, в том числе в рельефе кровли юры — 32; в рельефе кровли сеномана — 28; из них 15 поднятий являются сквозными — выделяются в структурном плане кровли юры и сеномана.

Таблица 3. Параметры антиклинальных ловушек III—IV порядков

Кровля	Структуры				S, км <sup>2</sup>			A, м			H, м		
	кол-во	III порядка	IV порядка	сквозные	мин.	макс.	ср.	мин.	макс.	ср.	мин.	макс.	ср.
<b>Акватория Карского моря</b>													
Юры	32	15	17	15	43	923	270	12	305	57	1370	4030	3108
Сеномана	28	16	12	15	33	1107	304	10	164	38	530	1450	1084
<b>Континет</b>													
Юры	50	21	29	31	35	1742	361	10	480	108	1340	3950	3341
Сеномана	49	16	33	31	25	2402	312	10	300	40	600	1430	920



**Рис. 9. Антиклинальные ловушки крайнего севера Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции.**

1 — граница распространения юрско-меловых отложений, 2 — береговая линия, 3 — структуры, выделяющиеся только в рельефе баженовской свиты, 4 — структуры, выделяющиеся только в рельефе кровли сеномана, 5 — структуры, выделяющиеся во всех стратиграфических уровнях. Названия структур приведены на рис. 4.

В континентальной части плотность размещения структур почти в 3 раза выше, чем в акватории; здесь на территории площадью 180 тыс. км<sup>2</sup> выделены 68 поднятий, в том числе в рельефе кровли юры 50, в рельефе кровли сеномана 49, сквозных 31.

4. В акватории Карского моря в рельефе кровли юры площади структур лежат в диапазоне 43—923 км<sup>2</sup> (минимальная площадь анализируемых структур 25 км<sup>2</sup>), амплитуды поднятий составляют 12—305 м. В рельефе кровли сеномана диапазон площадей 33—1107 км<sup>2</sup>, диапазон амплитуд 10—164 м.

В континентальной части в кровле юрского мегакомплекса площади поднятий составляют 35—1742 км<sup>2</sup>, амплитуды 10—480 м, в структурном плане кровли сеномана соответственно 35—1742 км<sup>2</sup> и 10—300 м.

5. Средние площади и амплитуды замкнутых положительных структур III—IV порядков в Южно-Карской региональной депрессии составляют в рельефе кровли юры 270 км<sup>2</sup> и 57 м, в рельефе кровли сеномана соответственно 304 км<sup>2</sup> и 38 м.

По размерам и контрастности поднятия Южно-Карской региональной депрессии уступают структурам, расположенным на континенте, где средние площади поднятий составляют в рельефах кровли юры и сеномана соответственно 361 и 312 км<sup>2</sup>, амплитуды 108 и 40 м.

Учитывая современную степень изученности Южно-Карской региональной депрессии, в заключение можно сформулировать два утверждения.

1. На большей части Южно-Карской региональной депрессии по мере проведения дополнительных геолого-геофизических исследований будет выявлено достаточно большое количество новых положительных структур III и IV порядков, а конфигурация и параметры выявленных структур будут уточняться.

2. В Южно-Карской региональной депрессии рассчитывать на наличие крупных тектонических элементов, соизмеримых по размерам со структурами, расположенными на континенте в пределах Ямало-Гыданской мегаседловины, или в Надым-Тазовском междуречье, нет оснований. Структуры, соизмеримые по размерам с Медвежим или Бованенковским поднятиями, безусловно, были бы выявлены уже на современной стадии изученности региона. Исключения могут составлять только юго-восточная прибайдарская и юго-западная приенисейская части Карского моря, характеризующиеся низкой степенью изученности.

#### ЛИТЕРАТУРА

**Бочкарев В.С., Брехунцов А.М., Кочергин М.О., Нестеров И.И. (мл.), Огнев Д.А.** Особенности геологического строения зоны сочленения Карского моря и Гыданского полуострова и прогноз ее нефтегазоносности // Горные ведомости, 2010, № 10, с. 6—18.

**Ермилов О.М., Карогодин Ю.Н., Конторович А.Э., Тер-Саакян Ю.Г., Агалаков С.Е., Беляев С.Ю., Борисова Л.С., Букреева Г.Ф., Бурштейн Л.М., Гордеев В.Н., Дмитрук В.В., Жилина И.В., Конторович В.А., Красавчиков В.О., Супруненко О.И., Чупова И.М., Фурсенко Е.А.** Особенности геологического строения и разработки уникальных залежей газа крайнего севера Западной Сибири. Новосибирск, Изд-во СО РАН, 2004, 141 с.

**Казаненков В.А., Ершов С.В., Рыжкова С.В., Борисов Е.В., Пономарева Е.В., Попова Н.И., Шапорина М.Н.** Геологическое строение и нефтегазоносность региональных резервуаров юры и мела в Карско-Ямальском регионе и прогноз распределения в них ресурсов углеводородов // Геология нефти и газа, 2014, № 1, с. 27—49.

**Казаринов В.П.** Мезозойские и кайнозойские отложения Западной Сибири. М., Гостоптехиздат, 1958, 324 с.

**Казаринов В.П.** Этажи нефтегазоносности в мезозойских осадках Западной Сибири // Проблемы сибирской нефти. Новосибирск, Изд-во СО АН СССР, 1963, с. 46—57.

**Конторович А.Э., Бурштейн Л.М., Малышев Н.А., Сафронов П.И., Гуськов С.А., Ершов С.В., Казаненков В.А., Ким Н.С., Конторович В.А., Костырева Е.А., Меленевский В.Н., Лившиц В.Р., Поляков А.А., Скворцов М.Б.** Историко-геологическое моделирование процессов нефтидогенеза в мезозойско-кайнозойском осадочном бассейне Карского моря (бассейновое моделирование) // Геология и геофизика, 2013, т. 54 (8), с. 1179—1226.

**Конторович В.А.** Мезозойско-кайнозойская тектоника и нефтегазоносность Западной Сибири // Геология и геофизика, 2009, т. 50 (4), с. 461—474.

**Конторович В.А., Конторович Д.В.** История формирования Ванкорского поднятия — ловушки для уникальной залежи углеводородов на северо-востоке Западной Сибири // Геология нефти и газа, 2005, № 5, с. 92—100.

**Конторович В.А., Беляев С.Ю., Конторович А.Э., Красавчиков В.О., Конторович А.А., Супруненко О.И.** Тектоническое строение и история развития Западно-Сибирской геосинеклизы в мезозое и кайнозое // Геология и геофизика, 2001, т. 42 (11—12), с. 1832—1845.

**Конторович В.А., Беляев С.Ю., Конторович А.Э.** Критерии классификации платформенных структур // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. М., ВНИИОЭНГ, 2004, с. 47—58.

**Конторович В.А., Аюнова Д.В., Губин И.А., Ершов С.В., Калинин А.Ю., Калинина Л.М., Кананов М.С., Соловьев М.В., Сурикова Е.С., Шестакова Н.И.** Сейсмостратиграфия, история формирования и газонасность структур Надым-Пурского междуречья // Геология и геофизика, 2016, т. 57 (8), с. 1583—1585.

**Наумов А.Л., Онищук Т.М., Биншток М.М.** Об особенностях формирования разреза неоконских отложений Среднего Приобья // Геология и разведка нефтяных и газовых месторождений Западной Сибири. Тюмень, ТИИ, 1977, с. 39—49.

**Нежданов А.А.** Основные закономерности строения сейсмостратиграфических комплексов неокома Западной Сибири // Геофизические методы при обосновании объектов нефтепоисковых работ в центральных районах Западной Сибири. Тюмень, ЗапСибНИГНИ, 1988, с. 62—70.

*Поступила в редакцию  
29 августа 2016 г.*