

УДК 551.73(571.1)

В.А. Никишин<sup>1</sup>, Н.А. Малышев<sup>2</sup>, А.М. Никишин<sup>3</sup>, В.В. Обметко<sup>4</sup>

## ПОЗДНЕПЕРМСКО-ТРИАСОВАЯ СИСТЕМА РИФТОВ ЮЖНО-КАРСКОГО ОСАДОЧНОГО БАССЕЙНА

В пределах Южно-Карского бассейна на основе новых геофизических данных выделяется система рифтовых впадин. Время формирования рифтов по аналогии с Западно-Сибирским бассейном — поздняя пермь—ранний триас. Предположительно в середине триаса в рифтах, приближенных к Новой Земле, происходили инверсионные процессы. Морфологически рифты представлены в основном полуграбенами. В плане они образуют замкнутые изометричные впадины, сходные по форме с бассейнами типа pull-apart, образовавшиеся в результате левосторонней транстенсии. Образования верхнего триаса слагают нижнюю часть пострифтового чехла и распространены по всей площади бассейна.

*Ключевые слова:* Южно-Карский осадочный бассейн, рифт, транстенсия, инверсия.

The rift system was defined within the South Kara basin based on new geophysical data. The time of rift origin is Late Permian — Early Triassic by analogy with the West Siberian basin. Inversion movements took place in about Middle Triassic in rifts, close to the Novaya Zemlya archipelago. From a morphologic view, the rifts are mainly half grabens. In a plan view, the rift basins form close isometric depressions like pull-apart basins. They were formed as a result of left-side transtension. The Upper Triassic sediments represent the lowest part of the postrift sedimentary cover, overlaying the whole basin.

*Key words:* South Kara sedimentary basin, rift, transtension, inversion.

**Введение.** В пределах Западно-Сибирского мегабассейна хорошо известна пермско-триасовая рифтовая система, которая в основных чертах по данным грави-магниторазведки, бурения и сейсморазведки впервые была выделена в работах В.С. Суркова [Конторович, Сурков, 2000; Surkov et al., 2000]. Южно-Карский осадочный бассейн — северное продолжение Западно-Сибирского мегабассейна в акватории Карского моря. В его пределах ранее также были выделены многочисленные пермско(?)—триасовые рифты [Шипилов, Тарасов, 1998; Шаров и др., 2005; Шипилов, Шкарубо, 2010]. Наиболее четко они фиксируются по данным региональных сейсмических работ [Ivanova et al., 2006; Roslov et al., 2009; Никишин и др., 2011]. К настоящему времени в регионе выполнен значительный объем новых сейсмических исследований, в целом южная часть Карского моря изучена сравнительно хорошо (рис. 1). В ее пределах отработано 135,5 тыс. км профилей МОГТ 2D, проведены комплексные геолого-геофизические работы по региональным трансектам 3-АР (Белое море — о. Пионер) и 2-АР (арх. Новая Земля — п-ов Ямал). На островах Белый и Свердруп в пределах акватории пробурены поисково-разведочные скважины Белоостровские 1, 2 и Свердрупская 1. В 2007 г. ОАО «Севморнефтегеофизика» отработано 8000 км сейсмических профилей МОГТ в пределах приновоземельской части шельфа.

Наличие современных сейсмических материалов хорошего качества позволяет существенно уточнить структурный план основания Южно-Карского осадочного бассейна, выделить рифтовые прогибы, изучить их строение и историю формирования.

**Структура рифтовой системы в основании Южно-Карского бассейна.** В разрезе Южно-Карского осадочного бассейна выделяются два крупных осадочных комплекса: синрифтовый позднепермско(?)—среднетриасовый и пострифтовый терригенный позднепермско-кайнозойский (рис. 2).

Рифтовые прогибы и впадины в Южно-Карском бассейне представлены в морфологическом отношении в разрезах в основном полуграбенами, реже грабенами, группирующимися в рифтовую систему. В целом эта рифтовая система представлена обособленными прогибами и впадинами, которые протягиваются преимущественно в северо-восточном направлении параллельно Пайхойско-Новоземельской складчато-надвиговой области. Изометричные впадины имеют, как правило линейные размеры, 20×40 км или 60×80 км. Характерно, что впадины и депрессии не образуют единую линейно ориентированную погруженную область, а расположены обособленно, разделены небольшими узкими перемычками. В то же время депоцентры прогибов расположены либо в центральных частях впадин, местами распадаясь на два и более обособленных депоцентра, либо тяготе-

<sup>1</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра региональной геологии и истории Земли, аспирант, e-mail: nikishinvalera@gmail.com

<sup>2</sup> ОАО «НК Роснефть», докт. геол.-минер. н., e-mail: n\_malyshv@rosneft.ru

<sup>3</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, заведующий кафедрой региональной геологии и истории Земли, профессор, докт., геол.-минер. н., e-mail: nikishin@geol.msu.ru

<sup>4</sup> ОАО «РН СахалинНИПИморнефть», канд. геол.-минер. н., e-mail: v\_obmetko@rosneft.ru

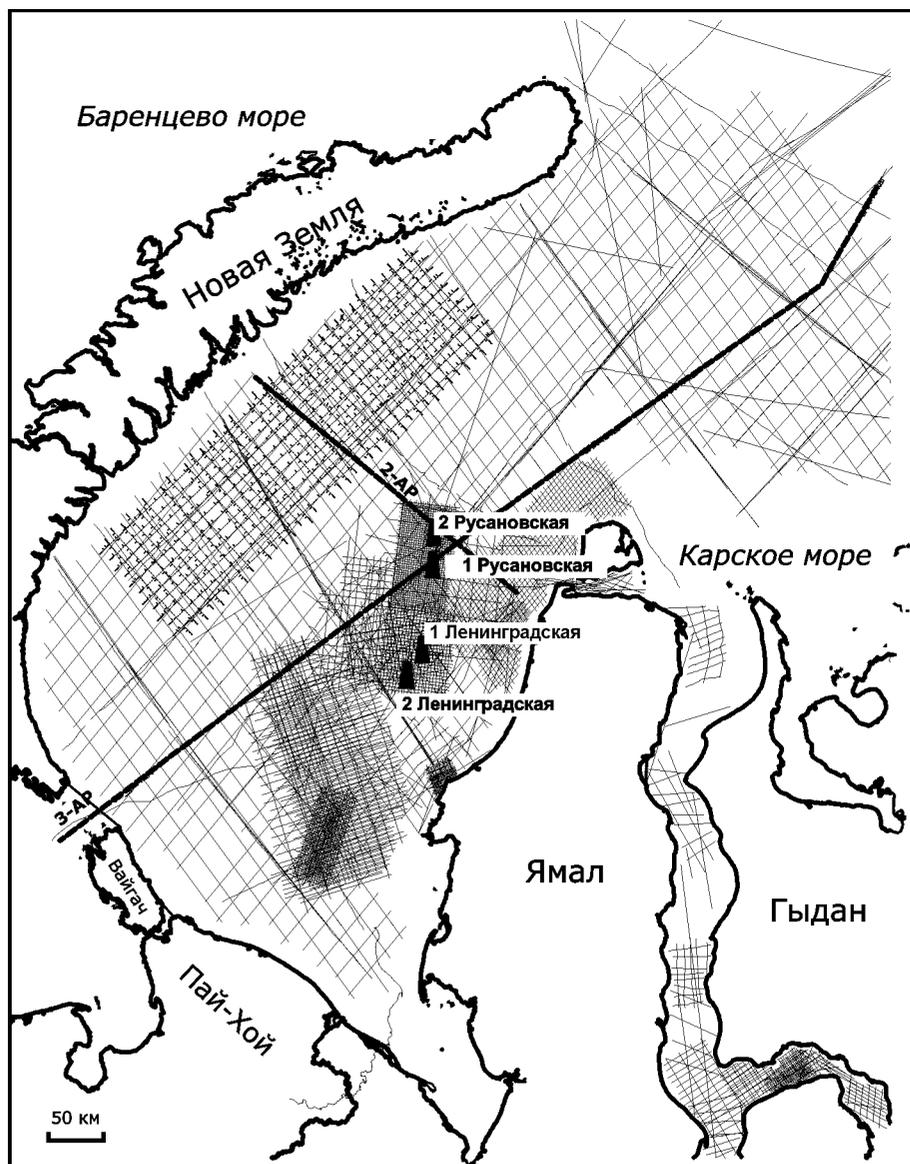


Рис. 1. Схема геолого-геофизической изученности Южно-Карского бассейна. Линии показывают положение сейсмических профилей. Показаны скважины, пробуренные в море, и их названия

ют к ограничивающему их разлому. Мощность их осадочного, предположительно позднепермско(?) - триасового выполнения изменяется от 1 до 5 км, а глубинные отметки современных депоцентров варьируют от 7 до 12 км.

С юга на север в составе Южно-Карской рифтовой зоны выделяются следующие грабенообразные прогибы: Медвежий, Южно-Ноябрьский и Северо-Ноябрьский, Благополучия, Дальний, Нансеновский, Северо-Нансеновский, Русановский и Ленинградский (рис. 3).

По особенностям строения рифтовые прогибы и впадины можно условно разделить на две группы. В первой группе отмечаются признаки инверсии тектонических движений, а во второй они отсутствуют. В первой группе рифтов синрифтовый комплекс осложнен антиклинальными складками конседиментационной природы. В сводах таких складок от-

мечены характерные «слои роста» и уменьшение мощности слоев.

Осадочное выполнение рифтовых прогибов и депрессий, где не выявлены процессы инверсии, представлено моноклиальной толщей пород с достаточно четкой параллельно-слоистой волновой картиной на сейсмических разрезах.

Прогиб Медвежий, расположенный в юго-западной части бассейна, представляет собой грабен, ограниченный двумя разломами (рис. 4, профиль А—А'). В его осадочном выполнении выделяется треугольная в разрезе толща, которая характеризует активную фазу грабенообразования. В Медвежьем прогибе отмечены инверсионные процессы, обусловившие образование антиклинальной складки. Характерно, что прогиб в плане имеет ромбовидную форму и ограничен, помимо главных разломов, второстепенными нарушениями, которые диктуют такую форму прогиба.

Северо-восточнее расположена Южно-Ноябрьская впадина. Она ограничена разломом в западной части. Северо-Ноябрьский прогиб представляет собой в морфологическом отношении грабенообразный прогиб сложной геометрии (рис. 4, профиль В—В'). Он ограничен разломами в западной и северных частях. В осадочном выполнении здесь также выделяется треугольная линза пород, маркирующая главную фазу грабенообразования. Среди всех рифтовых прогибов и впадин

Южно-Карского бассейна погруженная область, образованная Северо-Ноябрьским прогибом и Южно-Ноябрьской впадиной, самая большая по площади. Ее западная и северо-западная границы контролируются разломами, пересекающимися под прямым углом.

Северо-западнее Ноябрьского прогиба расположен грабенообразный прогиб Благополучия, это полуграбен без признаков инверсии. Полуграбен дальний расположен ближе к арх. Новая Земля. Его линейные размеры существенно меньше вышеописанных. В прогибе наиболее ярко проявлены инверсионные складки (рис. 5, профиль С—С').

В северо-восточной части Южно-Карской рифтовой зоны расположены Нансеновский и Северо-Нансеновский прогибы. Нансеновский прогиб, как и большинство описанных выше впадин и прогибов, представлен полуграбеном без признаков инверсии (рис. 5, профиль D—D'). Северо-Нансеновский

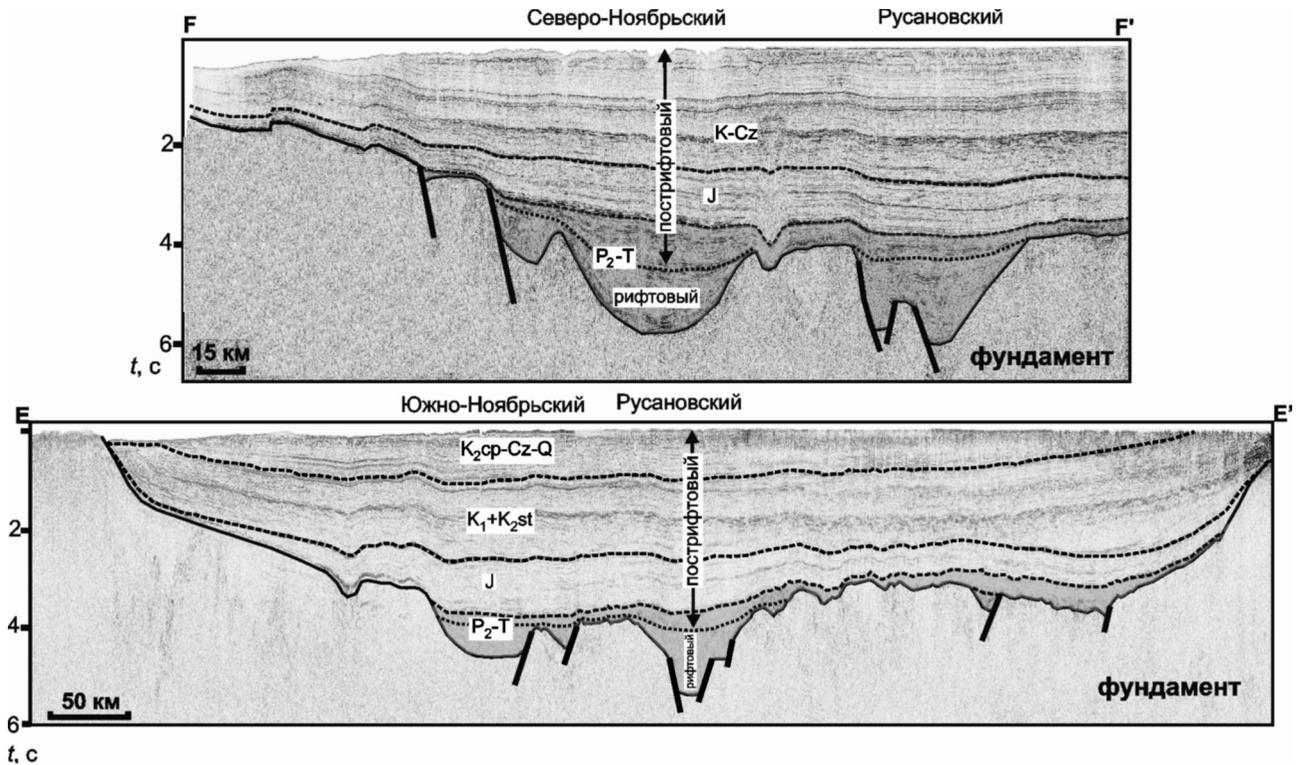


Рис. 2. Региональные трансекты 2-АР и 3-АР, иллюстрирующие основные осадочные комплексы Южно-Карского бассейна

прогиб построен проще. Он представлен узким, но не протяженным в плане грабеном, выполнен пологозалегающими осадочными толщами.

В юго-восточной части Южно-Карского бассейна выделяются Русановский и Ленинградский прогибы. Первый имеет в плане округлую форму с очень узким и локальным депоцентром. Ленинградский прогиб отделен от всех вышеперечисленных прогибов достаточно обширной в плане перемычкой. Он состоит из трех узких изолированных депоцентров, которые в плане образуют впадины почти правильной округлой формы с мощностью осадочного выполнения больше 5 км.

В целом синрифтовый комплекс представляет собой в разрезе призму отложений. При более тщательном рассмотрении ее в разрезе можно выделить осадочную толщу треугольного строения, накопленные которой совпадает с главной фазой наиболее активного формирования полуграбена. Такая толща прослеживается в разрезе многих прогибов.

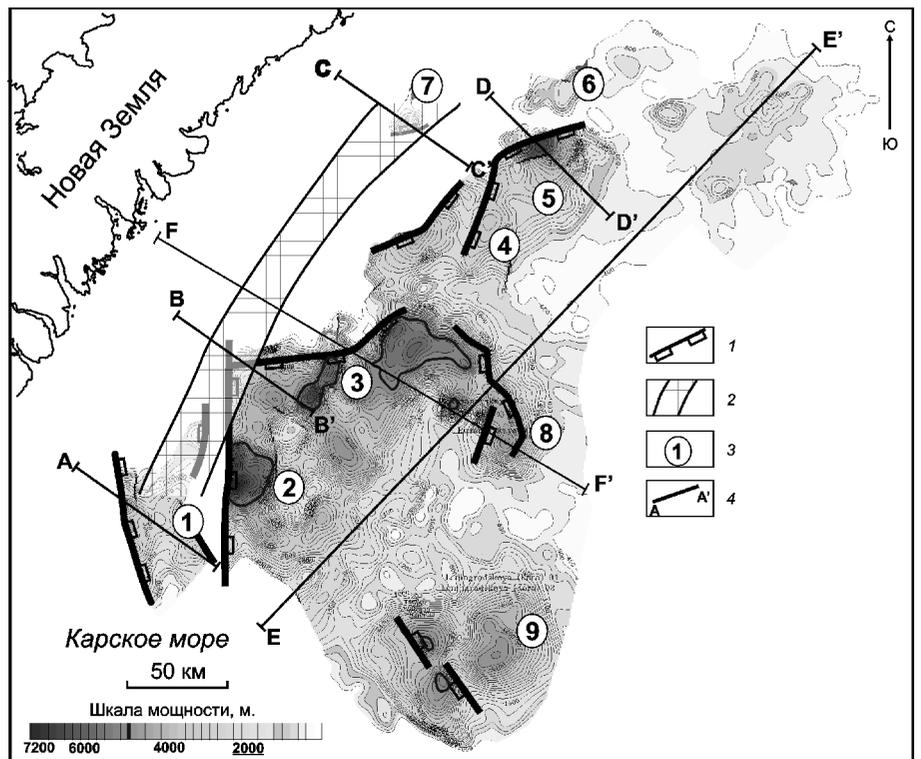


Рис. 3. Карта толщин отложений позднепермско(?)–триасового возраста. Составлена по данным ОАО «НК Роснефть»: 1 – основные сбросы; 2 – зона проявления инверсионных тектонических движений, предположительно в середине триаса; 3 – бассейны (1 – Медвежий, 2 – Южно-Новобрынский, 3 – Северо-Новобрынский, 4 – Благополучия, 5 – Нансеновский, 6 – Северо-Нансеновский, 7 – Дальний, 8 – Русановский, 9 – Ленинградский); 4 – положение линий сейсмических профилей, показанных на рис. 2, 4, 5

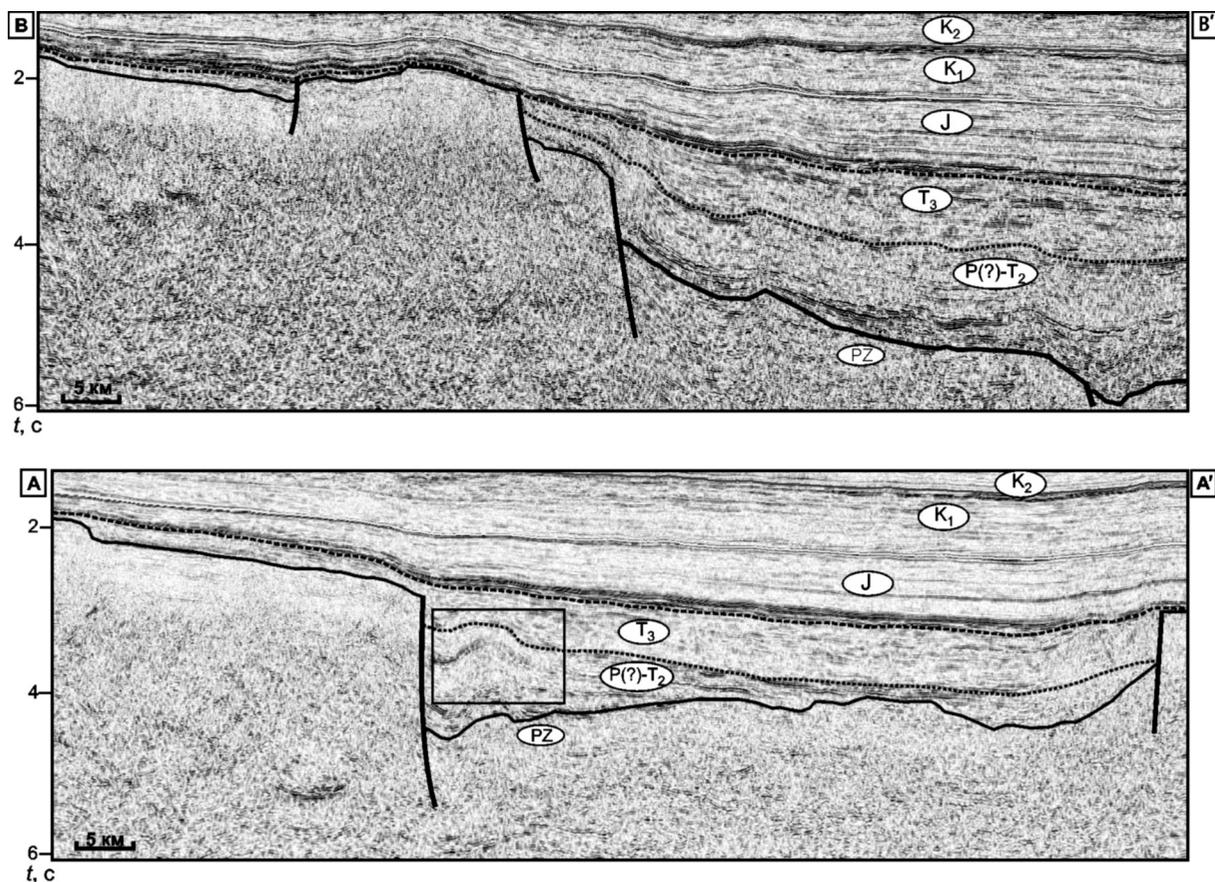


Рис. 4. Выраженность Медвежьего и Северо-Ноябрьского рифтовых прогибов на сейсмических профилях А—А' и В—В' соответственно

Инверсия тектонических процессов устанавливается по осложнению синрифтового комплекса антиклинальными складками конседиментационной природы. Как правило, они представлены высокоамплитудными ярко выраженными складками либо сериями малоамплитудных поднятий. Характерно, что в конце формирования антиклинальных поднятий, судя по сейсмическим данным, прослеживается эпизод эрозии, который устанавливается по срезанию кровли сводов некоторых антиклиналей (рис. 6). В целом антиклинальные поднятия не прослеживаются в вышележащих отложениях и перекрываются моноκлиально залегающей поздне триасовой(?) маломощной толщей. Рифты с признаками инверсии расположены на западе Южно-Карского бассейна вдоль полосы, параллельной Новой Земле. По этим признакам мы связываем процессы инверсии в рифтах с тангенциальным сжатием в процессе формирования Пайхойско-Новоземельской складчато-надвиговой области. Вполне вероятно, что инверсия рифтовых прогибов на западе Южно-Карского бассейна и фаза киммерийской складчатости на Новой Земле происходили синхронно примерно в середине триасового времени. Этот вывод уточняет время начала складчатости на Новой Земле, ранее относимое примерно к границе триаса и юры [Кораго и др., 1992].

**Возраст рифтинга.** Известно, что в позднепермско-раннетриасовое время в большом масштабе проявился

базальтовый магматизм на Сибирской платформе и на территории Западной Сибири. На платформе в большом количестве изливались базальты. В пределах Западной Сибири магматические образования выполняли основание рифтовых прогибов [Сараев и др., 2009; Surkov et al., 2000; Saunders et al., 2005].

Известно, что в основании Западно-Сибирского мегабассейна выделяется серия рифтогенных зон (Худосейская, Худотейская и Колтогорско-Уренгойская). По результатам анализа всех сейсмических данных в пределах Южно-Карского бассейна выделяется одноименная рифтовая зона.

Рифты Западной Сибири изучены неравномерно. Типичный пример — Колтогорско-Уренгойская рифтовая зона, в пределах которой пробурена Тюменская сверхглубокая скважина (ТСГ-6). Рифтовый комплекс имеет здесь толщину более 1 км (полностью не вскрыт) и представлен в основном базальтами со значением изотопного возраста в диапазоне  $250 \pm 2$  млн лет [Сараев и др., 2009; Reichov et al., 2005, 2009; Kuzmin et al., 2010]. Эти датировки показывают, что формирование рифтогенных прогибов началось на рубеже перми и триаса.

На северном продолжении Колтогорско-Уренгойской рифтовой зоны (или одной из ее ветвей) пробурена Ен-Яхинская скважина (СГ-7) глубиной 8250 м (данные НПО «Недра», Ярославль). Она вскрыла весь пермотриасовый разрез. В его основании залегают

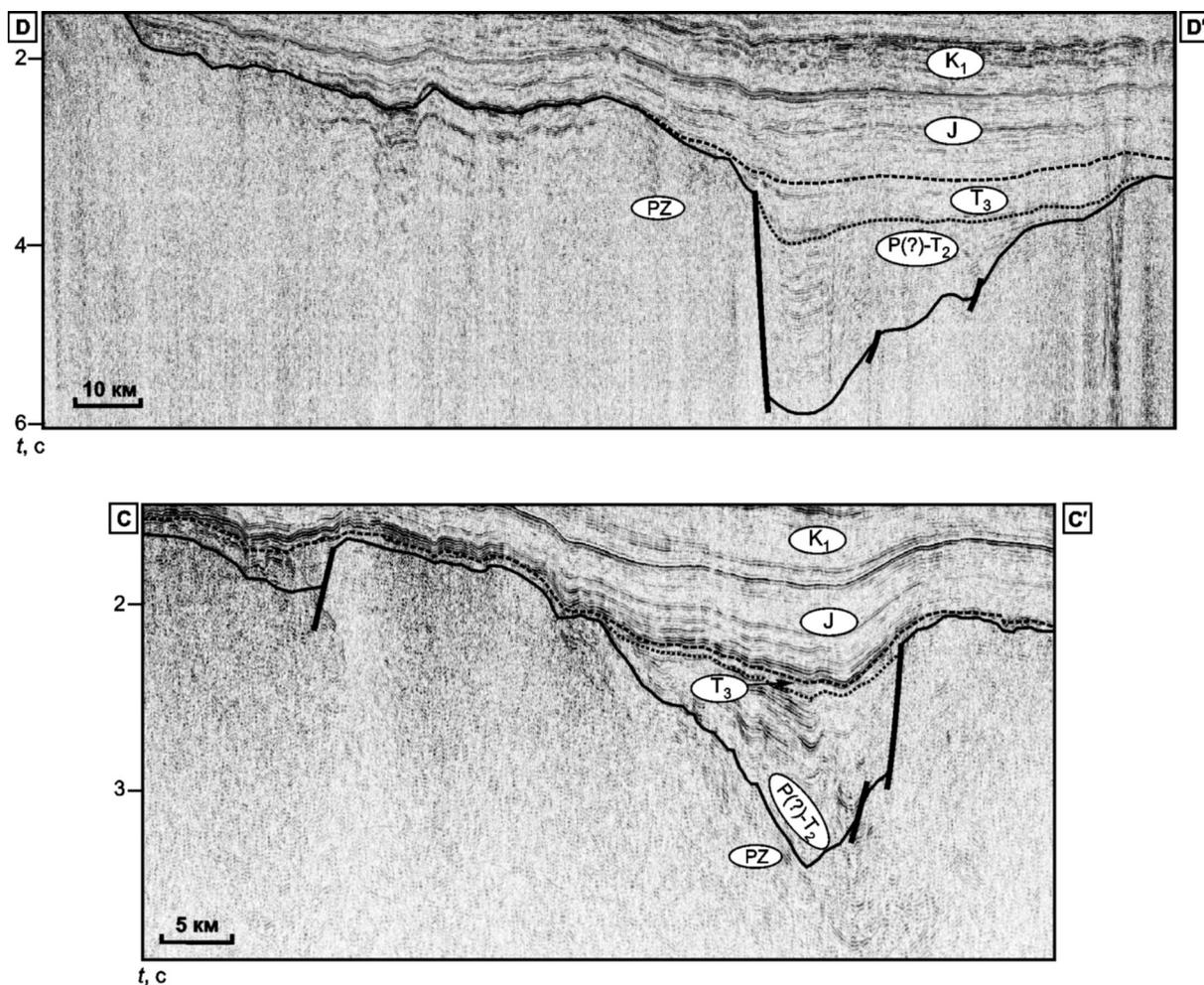


Рис. 5. Выраженность Дальнего и Нансеновского рифтовых прогибов на сейсмических профилях С—С' и D—D' соответственно

толща базальтов толщиной более 1,3 км (основание прогиба не вскрыто). Эта толща подобна той, которая установлена в скважине ТСГ-6. Вполне вероятно, что эти базальты имеют аналогичный возраст ( $250 \pm 2$  млн лет), хотя точных датировок их возраста пока нет. Выше базальтов залегают толща глин, алевролитов, песчаников и карбонатов толщиной около 1250 м с возрастными датировками от середины раннего триаса до конца триаса. Отложения нижнего триаса можно отнести к синрифтовому комплексу, а разрез начиная со среднего триаса — к пострифтовым образованиям.

На южном продолжении Колтогорско-Уренгойской рифтовой зоны пробурена скважина Никольская-1, она вскрыла около 1100 м пермотриасового и триасового синрифтового комплекса, сложенного базальтами, вулканогенно-осадочными и осадочными породами [Сараев и др., 2009]. По образцам из базальтов керна получены следующие Ar—Ar-датировки возраста:  $272,9 \pm 10$ ,  $249 \pm 3$  и  $247,5 \pm 2,9$  млн лет [Сараев и др., 2009], что также свидетельствует о возможном начале рифтинга в конце перми—начале триаса. На южном окончании Худосейской рифтовой зоны получены возрастные датировки базальтов  $250 \pm 1,5$  млн лет [Бочкарев и др., 2010б; Kuzmin et al., 2010].

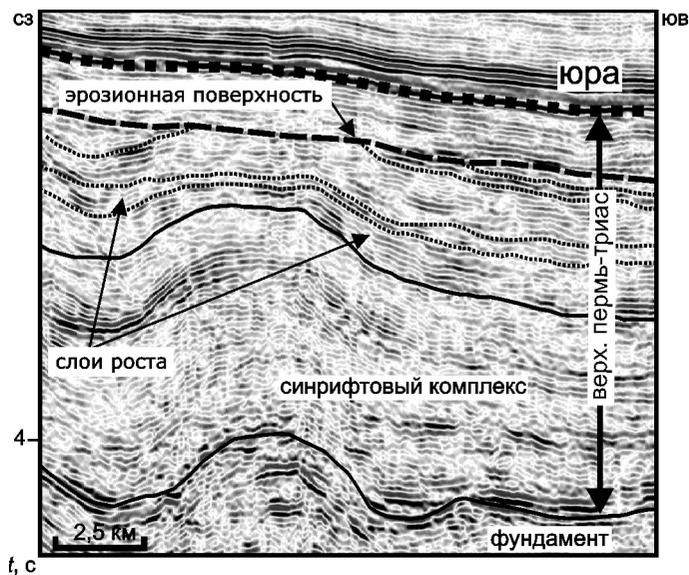


Рис. 6. Инверсионная структура в пределах Северо-Ноябрьского прогиба, показанная прямоугольником на рис. 4 (профиль А—А')

Так как рифтовая зона в Южно-Карском бассейне, вероятно, представляет продолжение системы рифтов Западной Сибири, то можно предположить, что основ-

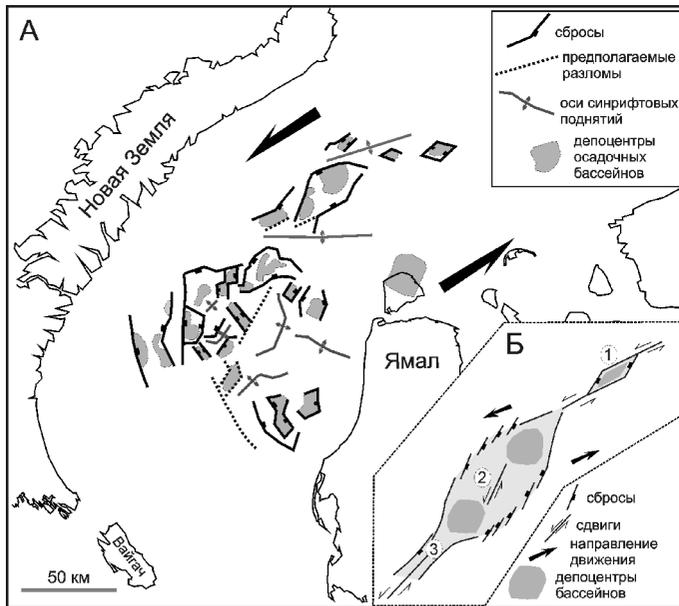


Рис. 7. Схема строения рифтовой системы Южно-Карского бассейна (А). Стрелки показывают примерную ориентировку сдвиговых смещений в пределах бассейна. На врезке (Б) показана модель строения осадочных прогибов, сформированных в обстановке трансенсии (сдвига-растяжения), по [Wu et al., 2009; Leeder, 2011]: 1 — бассейн типа чистый пулл-апарт, 2 — трансензионный бассейн, 3 — отрицательная цветковая структура

ная фаза рифтинга имела место примерно в конце перми—раннем триасе. Кроме того, можно также предположить, что в низах разрезов рифтов Южно-Карского бассейна будут развиты толщи базальтов.

На ряде сейсмических разрезов видно, что отражающий горизонт, приуроченный к подошве плитного юрско-мелового комплекса, хорошо прослеживается с суши в акваторию Карского моря, и юрские отложения перекрывают рифтовый комплекс [Конторович, 2009]. Таким образом, можно с достаточной степенью уверенности констатировать, что возраст формирования рифтовых прогибов в пределах Южно-Карского бассейна доюрский.

Доюрский комплекс пород в Южно-Карском бассейне в свою очередь мы подразделяем на синрифтовый и пострифтовый. Возрастных датировок границы между ними на настоящий момент нет. Граница предположительно прослежена нами на сейсмических профилях в средней части триаса. Примерно в этой же средней части разреза на сейсмических профилях отмечаются признаки инверсии тектонических движений в рифтах, расположенных вблизи арх. Новая Земля. На основе этих данных можно сделать вывод, что фаза инверсии в рифтах приходилась примерно на середину триасового периода.

**Генезис прогибов.** Морфология и пространственное расположение рифтовых прогибов указывают на особый механизм их формирования. Как отмечено выше, рифтовые прогибы не образуют в плане единую линейно вытянутую погруженную область, а расположены относительно удаленны один от другого и имеют изометричную форму в плане. Все эти при-

знаки не характерны для классических как палео-, так и современных рифтовых структур.

В настоящее время осадочные бассейны, ограниченные в основном сбросами (так называемые бассейны растяжения), делятся на три типа, охарактеризованные, например, в [Wu et al., 2009; Leeder, 2011; Никишин, 2002]: 1) рифтовые (прогибы и впадины ограничены сбросами, не связанными сдвигами между собой); 2) бассейны типа pull-apart (бассейны в зоне изгиба сдвига в плане, при этом направление главного сдвига параллельно направлению движения блоков); 3) трансензионные бассейны (бассейны сдвига-растяжения, направление движения блоков не параллельно направлению движения по сдвигам). Исходя из этой классификации отдельные позднепермско(?)—триасовые прогибы и впадины Южно-Карского бассейна можно рассматривать как трансензионные или как прогибы и впадины типа pull-apart. Этот вывод следует из анализа расположения позднепермско-триасовых разломов и депоцентров бассейнов (рис. 7). Отметим, что в настоящее время по имеющимся данным невозможно однозначно наметить зоны сдвигов, однако, исходя из общего структурного рисунка, можно допустить, что бассейны формировались в условиях левосторонней трансенсии.

На территории позднепермско(?)—триасовой рифтовой системы Южно-Карского бассейна предполагается наличие позднепалеозойского (герцинского) фундамента, сформировавшегося в результате складчато-надвиговых процессов к середине перми [Drachev et al., 2010; Бочкарев и др., 2010a]. Таким образом, если в середине пермского периода в регионе еще имели место крупномасштабные складчато-надвиговые деформации, а в конце перми уже проявилась фаза растяжения со сбросообразованием, можно предположить, что такой тип рифтинга был связан с коллапсом орогена [Никишин, 2002]. Для рифтовых бассейнов, образованных в результате коллапса орогенов, типичны значительные сдвиговые процессы [Никишин, 2002]

**Выводы.** 1. В основании Южно-Карского бассейна проявлена рифтовая система, которая формировалась, вероятно, в конце перми(?)—раннем триасе. Предполагается, что время формирования этой рифтовой зоны было синхронно со сходными событиями в Западно-Сибирском мегабассейне.

2. Примерно в середине триаса рифты Южно-Карского бассейна, расположенные ближе в Пайхойско-Новоземельской складчато-надвиговой области, испытали конседиментационные инверсионные движения с формированием антиклинальных складок. Середина триасового периода — это вероятное время проявления фазы сжатия и складчатости и на Новой Земле.

3. Пострифтовое региональное погружение Южно-Карского бассейна предположительно началось с середины триаса.

4. Толщина синрифтового комплекса достигает 3–5 км.

5. Геометрия отдельных рифтовых впадин и всей зоны указывает на то, что они имеют в основном трансензионную природу и некоторые из них, вероятно, являются бассейнами типа pull-apart.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Бочкарев В.С., Брехунцов А.М., Кочергин М.О.* и др. Особенности геологического строения зоны сочленения Карского моря и Гыданского полуострова и прогноз ее нефтегазодности // Горные ведомости. 2010а. № 10. С. 6–18.

*Бочкарев В.С., Брехунцов А.М., Ларичев А.И.* и др. О западной границе распространения сибирских траппов и их геотектонической природе // Горные ведомости. 2010б. № 11. С. 6–26.

*Конторович В.А.* Мезозойско-кайнозойская тектоника и нефтегазодность Западной Сибири // Геология и геофизика. 2009. Т. 50, № 4. С. 461–474.

*Конторович А.Э., Сурков В.С.* Западная Сибирь. Геология и полезные ископаемые России: В 6 т. Т. 2. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2000. 477 с.

*Кораго Е.А., Ковалева Г.Н., Ильин В.Ф.* и др. Тектоника и металлогения ранних киммерид Новой Земли. Пб.: Недра, 1992. 196 с.

*Никишин А.М.* Тектонические обстановки. Внутриплитные и окраинноплитные процессы. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2002. 366 с.

*Никишин В.А., Малышев Н.А., Обметко В.В.* Строение и история формирования пермско-триасовой системы рифтов Южно-Карского осадочного бассейна // Современное состояние наук о Земле: Мат-лы Междунар. конф., посвящ. памяти Виктора Ефимовича Хаина, Москва. М., 2011. С. 1326–1329.

*Сараев С.В., Батурина Т.П., Пономарчук В.А., Травин А.В.* Пермьтриасовые вулканы колтогорско-уренгойского рифта Западно-Сибирской геосинеклизы // Геология и геофизика. 2009. Т. 50, № 1. С. 4–20.

*Шаров Н.В., Баянова Т.Б., Булаткин А.В.* и др. Строение литосферы российской части Баренц-региона. Петрозаводск: КНЦ РАН, 2005. 318 с.

*Шипилов Э.В., Тарасов Г.А.* Региональная геология нефтегазоносных осадочных бассейнов Западно-Арктического шельфа России. Апатиты: КНЦ РАН, 1998. 306 с.

*Шипилов Э.В., Шкарубо С.И.* Современные проблемы геологии и тектоники осадочных бассейнов Евразийско-Арктической континентальной окраины. Т. 1. Литолого- и сейсмостратиграфические комплексы осадочных бассейнов Баренцево-Карского шельфа. Апатиты: КНЦ РАН. 2010. 266 с.

Позднепермско(?)–триасовая рифтовая зона Южно-Карского бассейна формировалась, видимо, в условиях левосторонней трансензии.

Авторы благодарны компании НК «Роснефть» за предоставленные материалы.

*Drachev S.S., Malyshev N.A., Nikishin A.M.* Tectonic history and petroleum geology of the Russian Arctic Shelves: an overview // Petroleum geology: from mature basins to new frontiers // Proceed. of the 7th Petroleum Geology Conference. Petroleum Geology Conferences Ltd. B.A. Vining, S.C. Pickering (Eds). L., Publ. the Geological Society, 2010. P. 591–619.

*Ivanova N.M., Sakoulina T.S., Roslov Yu.V.* Deep seismic investigation across the Barents-Kara region and Novozemel'skiy Fold Belt (Arctic Shelf) // Tectonophys. 2006. Vol. 420. P. 123–140.

*Kuzmin M.I., Yarmolyuk V.V., Kravchinskiy V.A.* Phanerozoic hot spot paleogeographic reconstructions of the Siberian continental based on interaction with the African large low shear velocity province // Earth.-Sci. Rev. 2010. Vol. 102. P. 25–29.

*Leeder M.R.* Tectonic sedimentology: sediment systems deciphering global to local tectonics // Sedimentology. 2011. Vol. 58. P. 2–56.

*Reichow M.K., Pringle M.S., Al'Mukhamedov A.I.* et al. The timing extent of the eruption of the Siberian Traps large igneous province: Implication for the end-Permian environmental crisis // Earth and Planet. Sci. Lett. 2009. Vol. 277. P. 9–20.

*Reichow M.K., Saunders A.D., White R.V.* et al. Geochemistry and petrogenesis of basalts from West Siberian Basin: an extensional of Permo-Triassic Siberian Traps, Russia // Lithos. 2005. Vol. 79. P. 425–452.

*Roslov Yu.V., Sakoulina T.S., Pavlenkova N.I.* Deep seismic in the Barents and Kara Seas // Tectonophys. 2009. Vol. 472. P. 301–308.

*Saunders D.A., England W.R., Reichow K.M., White V.R.* A mantle plume origin for the Siberian traps: uplift and extensional in the West Siberian Basin, Russia // Lithos. 2005. Vol. 79. P. 407–424.

*Surkov V.S., Korobeinikov V.P., Kraevskiy B.G.* Geostatic tectonic map for Early (Precambrian and Paleozoic) and Late (Mesozoic and Cenozoic) Neogea of Siberia at a scale of 1:2 500 000. Novosibirsk: SNIIGG&MS, 2000.

*Wu J.E., McClay K., Whitehouse P.* et al. 4D analogue modelling of transtensional pull-apart basins // Marine and Petrol. Geol. 2009. Vol. 26. P. 1608–1623.

Поступила в редакцию  
28.04.2011