

УДК 551.24.055/.058+553.98(571.121)

И.А. Курасов¹, А.В. Ступакова²

ТЕКТОНИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО БАСЕЙНА

Выполнено структурно-тектоническое районирование северной части Западно-Сибирского нефтегазозоносного бассейна для выделения основных типов положительных структур, перспективных для поиска углеводородов. Первый тип связан с зонами сверхглубоких депрессий и представлен крупными инверсионными поднятиями. Второй тип представлен поднятиями, расположенными в бортовых частях сверхглубоких депрессий, в зонах тектонических ступеней и моноклиналей.

Ключевые слова: Западная Сибирь, тектонические элементы.

In the article the structural-tectonic zoning of the northern part of West Siberia oil-and-gas basin is presented with a view to define the main positive structures prospective for hydrocarbon discoveries. The first type is associated with the zones of ultradeep depressions and is presented by inverted highs. The second type is represented by the highs, located in the flanks of ultradeep depressions, zones of tectonic steps and monoclines.

Key words: West Siberia, tectonic elements.

Введение. Северная часть Западно-Сибирского нефтегазозоносного бассейна, которая включает полуострова Ямал и Гыдан, а также южную часть Карского моря, обладает огромным ресурсным потенциалом углеводородного сырья. В пределах суши открыто 232 месторождения углеводородов, в которых содержится более 70% доказанных запасов газа РФ и 18% нефти и газового конденсата. В акватории Карского моря открыты два уникальных газоконденсатных месторождения — Русановское и Ленинградское.

Анализ распределения ресурсов нефти и газа по площади и разрезу Западно-Сибирского нефтегазозоносного бассейна показывает зависимость распределения нефтяных и газовых месторождений от структуры бассейна и истории его геологического развития. Газовые месторождения расположены преимущественно в зонах длительного и устойчивого прогибания, компенсированных большим количеством осадочного материала. Нефтяные месторождения же часто приурочены к тектоническим выступам и сводовым поднятиям древнего заложения, которые на протяжении длительного геологического времени оставались относительно приподнятыми. В связи с этим для поиска региональных зон нефте- и газонакопления и прогноза фазового состава углеводородов в северной части Западно-Сибирского бассейна представляется крайне важным выделить области глубокого погружения и относительно стабильные приподнятые блоки и проследить их развитие во времени.

На севере Западно-Сибирского бассейна в его строении принимают участие три структурных этажа,

которые соответствуют трем этапам тектонического развития региона.

Первый этаж, домезозойский, вскрыт в пределах Новопортовского месторождения, Усть-Юрибейской и Западно-Яротинской площадей на п-ове Ямал и в центральной части Западно-Сибирской депрессии. В разрезе палеозойских отложений выделены три литостратиграфических комплекса пород — зеленосланцевый, метапесчаниковый и карбонатный, каждый из них раздроблен разноориентированными системами разломов, по которым соприкасаются сравнительно небольшие по площади геоблоки разных возраста и состава.

Зеленосланцевый комплекс представлен светло-зеленовато-серыми, темно-серыми до черного сланцами, сильнодислоцированными, трещиноватыми. Отложения комплекса вскрыты скважинами в западной части Новопортовского месторождения, на Усть-Юрибейской и Западно-Яротинской площадях. Возраст отложений условно принят ордовикско-силурийским.

Метапесчаниковый комплекс представлен метаморфизованными полимиктовыми и полевошпат-кварцевыми песчаниками и алевролитами, буровато-серыми, с подчиненными прослоями аргиллитов и пелитоморфных известняков. Породы этого комплекса вскрыты в центральной части Новопортовского месторождения. Возраст отложений условно принят как ордовикско-силурийский.

Карбонатный комплекс вскрыт в разных частях Новопортовского месторождения. Спектр литологических типов карбонатного комплекса разнообразен.

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра геологии и геохимии горючих ископаемых, аспирант; *e-mail:* kurasov88@mail.ru

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра геологии и геохимии горючих ископаемых, зав. кафедрой, профессор; *e-mail:* stoupakova@gmail.com

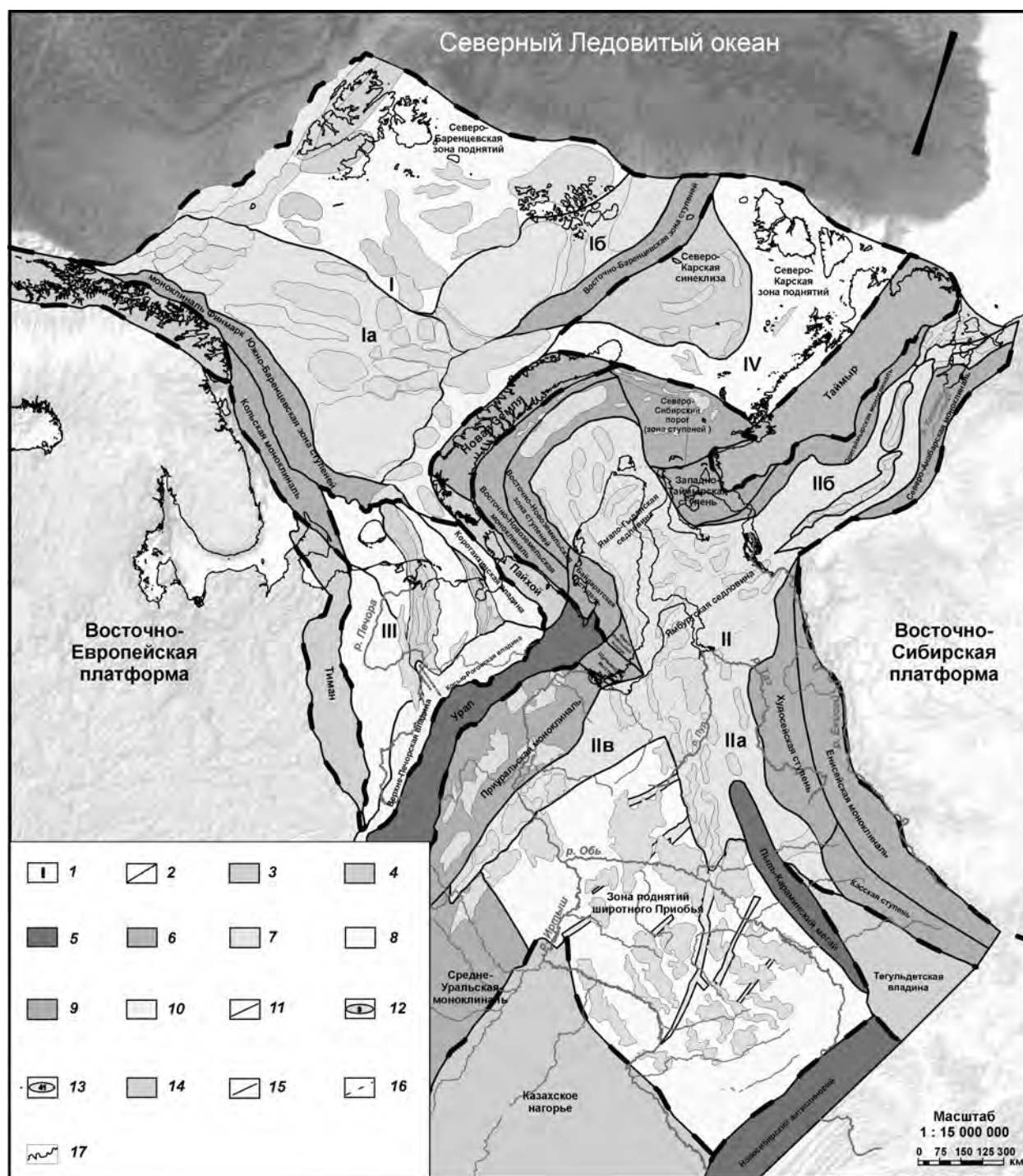


Рис. 1. Схема тектонического районирования Баренцево-Карского шельфа: 1 — надпорядковые структуры 1-го порядка: I — Баренцевская плита, II — Западно-Сибирская плита, III — Печорская плита, IV — Северо-Карская плита; 2 — границы надпорядковых тектонических элементов; 3–6 — области складчатости: 3 — байкальской, 4 — каледонской, 5 — герцинской, 6 — киммерийской; структуры 1-го порядка: 7 — сверхглубокие депрессии: Ia — Центрально-Баренцевская, Ib — Северо-Баренцевская, IIa — Западно-Сибирская депрессия, IIб — Енисей-Хатангский прогиб, IIв — Восточно-Приуральская зона прогибов; 8 — платформенные массивы; 9 — склоны сверхглубоких депрессий (зоны ступеней и моноклиналей); 10 — краевые прогибы; 11 — границы структур 1-го порядка; структуры 2-го порядка: 12 — поднятия, 13 — впадины и прогибы в пределах сверхглубоких депрессий, 14 — синеклизы, впадины и авлакогены древних платформ; 15 — границы структур 2-го порядка; 16 — предполагаемые границы пересечения тектонических элементов разной направленности; 17 — береговая линия

Среди известняков описаны органогенные, органогенно-детритовые и пелитоморфные разности. Доломиты имеют подчиненное распространение. На основе изучения макро- и микрофауны возраст отложений

карбонатного комплекса принят силурско-девонским, девонским [Скоробогатов и др., 2003].

Второй, промежуточный структурно-тектонический этап представлен отложениями пермско-триа-

сового возраста. Породы этого этажа заполняют впадины и прогибы в палеорельефе палеозойского комплекса. На севере Западной Сибири породы триасового возраста представлены терригенными отложениями (аргиллиты, алевролиты, песчаники, реже конгломераты, угли, туфогенные породы).

Третий, структурно-тектонический этаж, отвечающий синеклизной стадии развития бассейна, сложен терригенным осадочным комплексом мезозойско-кайнозойского возраста, который накапливался в условиях длительного и стабильного прогибания бассейна.

Структурно-тектоническое районирование. Представленная схема тектонического районирования Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна основана на личных данных авторов и обобщении фактического материала, выполненного сотрудниками ОАО «МАГЭ», ФГУП СМНГ, ФГУНПП «Севморгео», а также на аналитических и научно-исследовательских работах, выполненных в ведущих институтах отрасли — ВНИИ-океангеология, ВСЕГЕИ, ВНИГРИ, ВНИГНИ, ИГиРГИ, ВНИИГАЗ, РАН, МГУ имени М.В. Ломоносова и др. (рис. 1).

Установлено, что северная часть Западно-Сибирского бассейна расположена на коре континентального типа [Верба и др., 2001]. Мощность осадочного чехла изменяется от нескольких до 10–12 км, его разрез сложен отложениями палеозойско-мезозойско-кайнозойского возраста.

В тектоническом плане Западно-Сибирская плита сформировалась между двумя древними платформами — Восточно-Европейской и Восточно-Сибирской, где активно проявлялись процессы рифтогенеза, которые сменялись длительным и устойчивым погружением и последующей инверсией. В рассматриваемом регионе выделяется ряд линейных зон складчатости разного возраста — от байкальского до киммерийского.

Среди надпорядковых тектонических элементов выделяются следующие: окраины древних платформ, плиты палеозойско-мезозойского возраста (северная часть Западно-Сибирской платформы, включая акваторию Карского моря), плиты палеозойского и, возможно, более древнего возраста (Северо-Карская), складчатые системы байкальского (Пайхой), герцинского (Урал) и позднегерцинского—киммерийского (Новая Земля, Таймыр) возраста.

Среди структур 1-го порядка выявлены сверхглубокие депрессии, зоны поднятий жестких платформенных массивов и склоны сверхглубоких депрессий.

Сверхглубокие депрессии (Западно-Сибирская депрессия, Енисей-Хатангский прогиб, Восточно-Приуральская зона прогибов) — эпицентры погружения и максимального осадконакопления в бассейне. Это наиболее прогнутые части осадочного бассейна, представляющие собой систему линейных прогибов рифтогенного генезиса, испытавших длительное и компенсированное осадками погружение. Ширина таких депрессий составляет 100–300 км, протяженность превышает 1000 км. Мощность осадочного чехла достигает 10–12 км.

Зоны поднятий жестких платформенных массивов (зона поднятий Широкого Приобья) ограничивают области погружения бассейна практически на всем их протяжении. Средняя мощность осадочного чехла в их пределах составляет 3–5 км.

Склоны сверхглубоких депрессий, как правило, асимметричны: один борт крутой и представляет собой тектонический выступ по глубинному разлому на границе между платформенным массивом и областью прогибания, другой борт ступенчатый, включает тектонически раздробленную зону, часто называемую зоной тектонических ступеней, и моноклинал. По нижним горизонтам ступенчатый борт представляет собой узкую линейную зону блоков сильнонарушенных разломами тектонических структур, погружающихся от жесткого платформенного массива к осевой части депрессии, а по верхним горизонтам он имеет моноклиналиное строение.

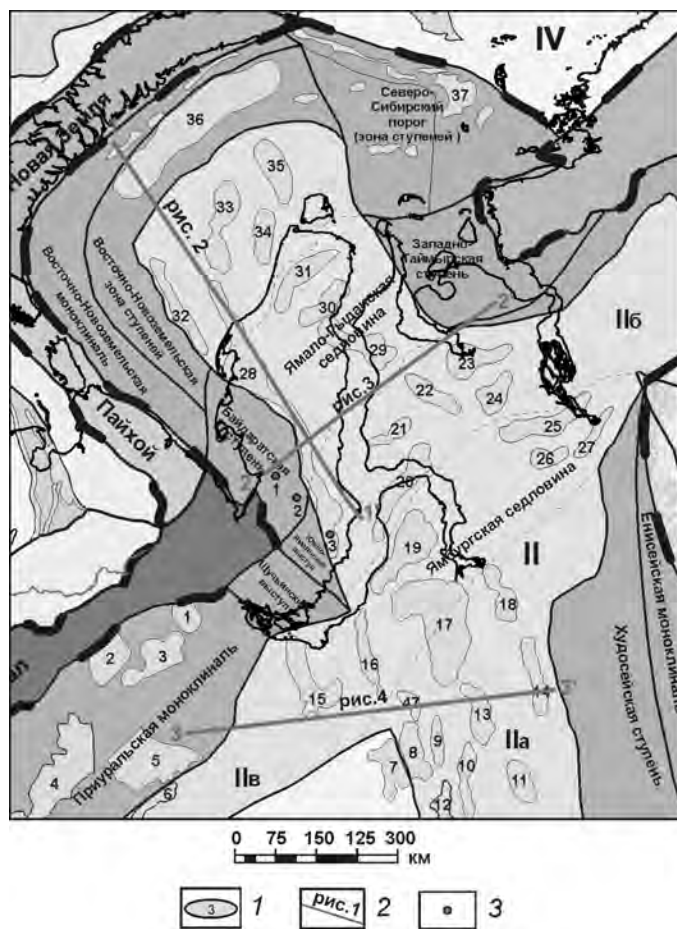
В пределах структур 1-го порядка выделяются структуры 2-го порядка, к ним относятся наложенные впадины и прогибы, седловины и инверсионные поднятия. Инверсионные валы, как правило, линейно вытянуты вдоль оси погружения и бортов сверхглубоких депрессий. Седловины формируются в пределах депрессий в местах пересечения разнонаправленных, возможно, разновозрастных тектонических элементов более высокого порядка (рис. 2).

Тектоническое строение северной части Западно-Сибирской плиты. Строение северной части Западно-Сибирского бассейна и шельфа Карского моря изучено региональными сейсмическими работами ФГУП СМНГ, ОАО «МАГЭ», ФГУНПП «Севморгео». Карский шельф по тектоническому строению делится на две части — южную и северную. Южная часть, в публикациях упоминаемая как Южно-Карская впадина, представляет собой акваториальное продолжение структур Западной Сибири — Ямала и имеет с ними единое геологическое строение. Северная часть — тектоническая область более древней стабилизации, тесно связанная с Восточно-Сибирской платформой и выделяемая нами как Северо-Карская плита. Граница между Северо-Карской плитой и Южно-Карской впадиной проходит через зону ступеней (Северо-Сибирский порог).

Разрез северной части Западно-Сибирского бассейна и Южно-Карской впадины, как сказано выше, имеет идентичное строение и сложен породами мезозойско-кайнозойского плитного чехла, наложенного на разновозрастный дислоцированный и частично метоморфизованный палеозойский осадочный комплекс [Ступакова, 2011].

На севере Западно-Сибирской плиты, включая южную часть Карского моря, выделяются следующие структуры 1-го порядка: Западно-Сибирская сверхглубокая депрессия, западная часть Енисей-Хатангского прогиба, Восточно-Приуральская зона впадин и прогибов; зоны тектонических ступеней и монокли-

Рис. 2. Схема тектонического районирования северной части Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна: 1 — поднятия 1-го порядка: 1 — Салехардский выступ, 2 — Тильминский выступ, 3 — Хашгорский вал, 4 — Висимский вал, 5 — Чуальский выступ, 6 — Радомский вал, 7 — Северный свод, 8 — Губкинский вал, 9 — Таркосалинский вал, 10 — Етыпурский вал, 11 — Харампурский вал, 12 — Вынгапурский вал, 13 — Пырейская седловина, 14 — Русско-Часельский вал, 15 — Ярудейский вал, 16 — Медвежий вал, 17 — Уренгойский вал, 18 — Заполярный вал, 19 — Ямбургский вал, 20 — Адерпаютинский вал, 21 — Геофизический свод, 22 — Ыданский свод, 23 — Гыдоямская группа поднятий, 24 — Салпадинская группа поднятий, 25 — Танамский вал, 26 — Мессояхский вал, 27 — Малохетский вал, 28 — Нурминский вал, 29 — Тамбейский вал, 30 — Средне-Ямальский вал, 31 — Северо-Ямальский вал, 32 — Обручевский вал, 33 — Русановский вал, 34 — Скуратовский вал, 35 — Белоостровский вал, 36 — Восточно-Новоземельское поднятие, 37 — Свердрупское поднятие; 2 — сейсмогеологические разрезы; 3 — скважины, вскрывшие палеозойские отложения: 1 — Усть-Юрибейская 31, 2 — Западно-Яротинская 301, 3 — Новопортовская 107



налей (Байдарацкая ступень, Восточно-Новоземельская зона ступеней и моноклинали, Северо-Сибирский порог, Западно-Таймырская ступень, Худосейская ступень, Касская ступень, Приуральская, Восточно-Новоземельская, Притаймырская и Енисейская моноклинали); зона поднятий Широтного Приобья.

Западно-Сибирская депрессия по сейсмическим материалам представляет собой систему линейно вытянутых инверсионных валов, которые периодически проявлялись в структурном плане от кровли палеозоя до кровли сеномана. В.С. Сурков определяет эту зону

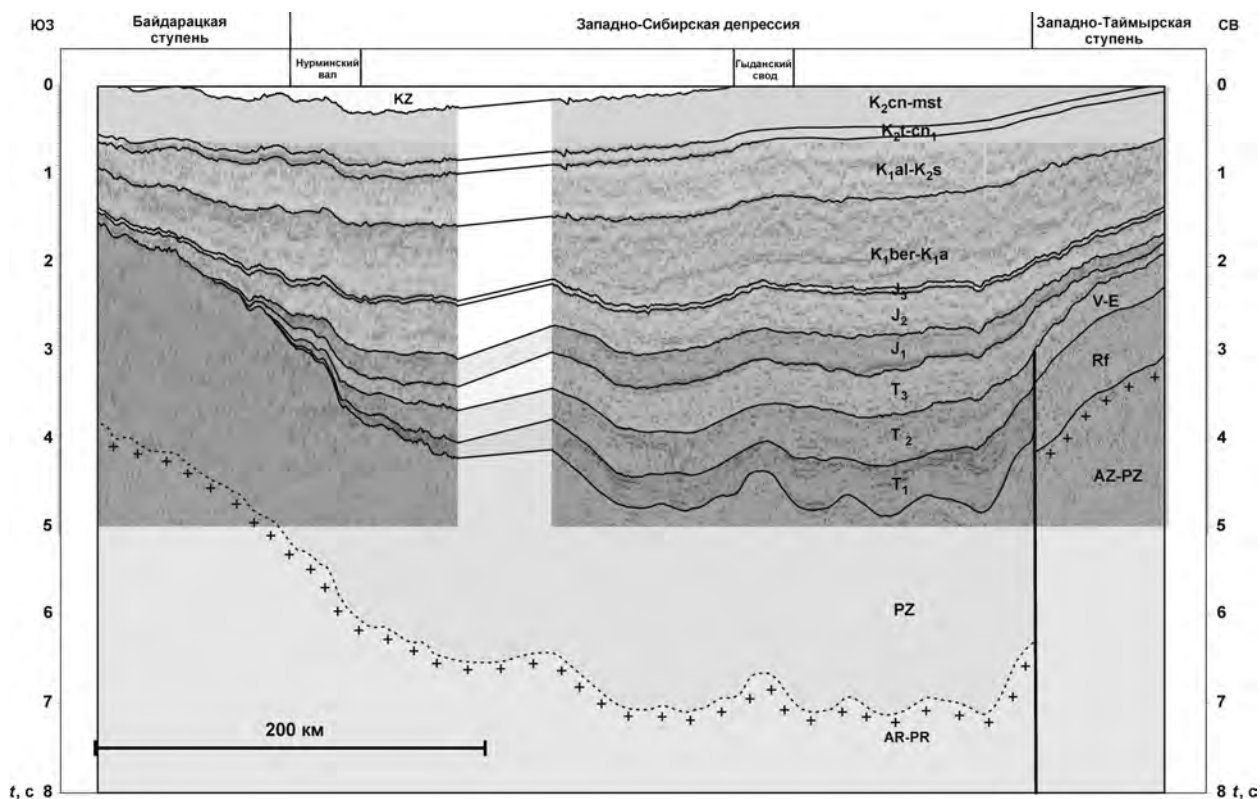


Рис. 3. Композитный сейсмогеологический профиль (положение см. на рис. 2)

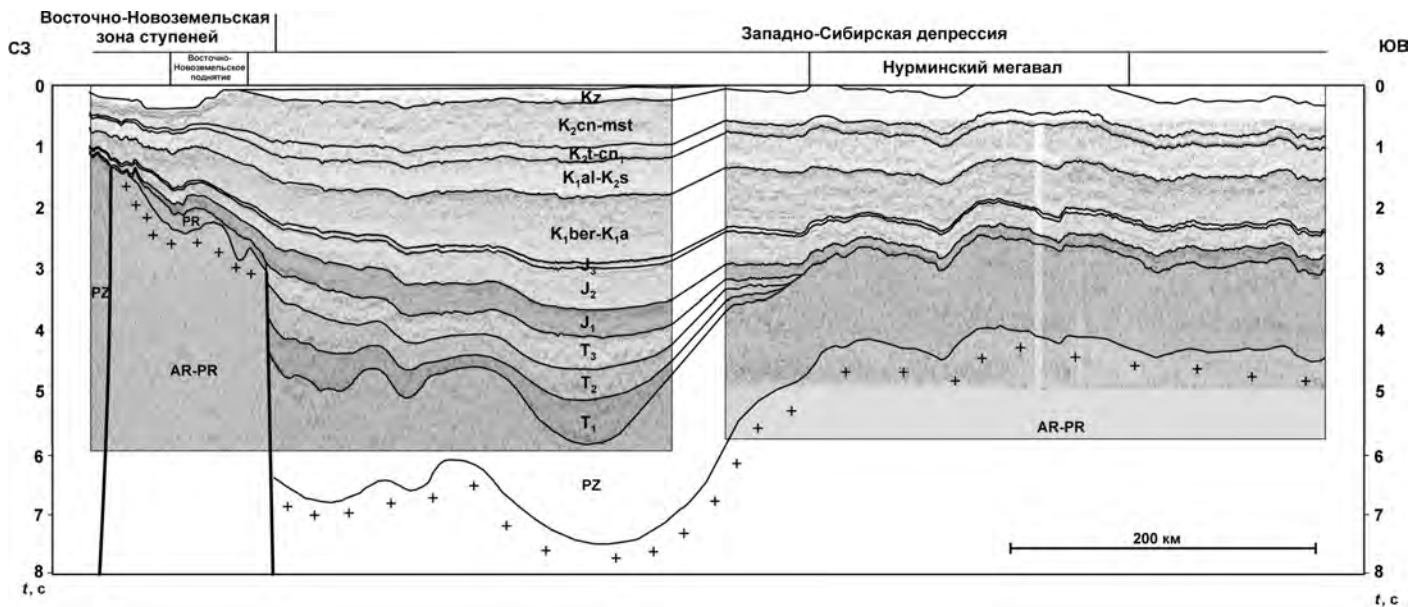


Рис. 4. Композитный сейсмогеологический профиль (положение см. на рис. 2)

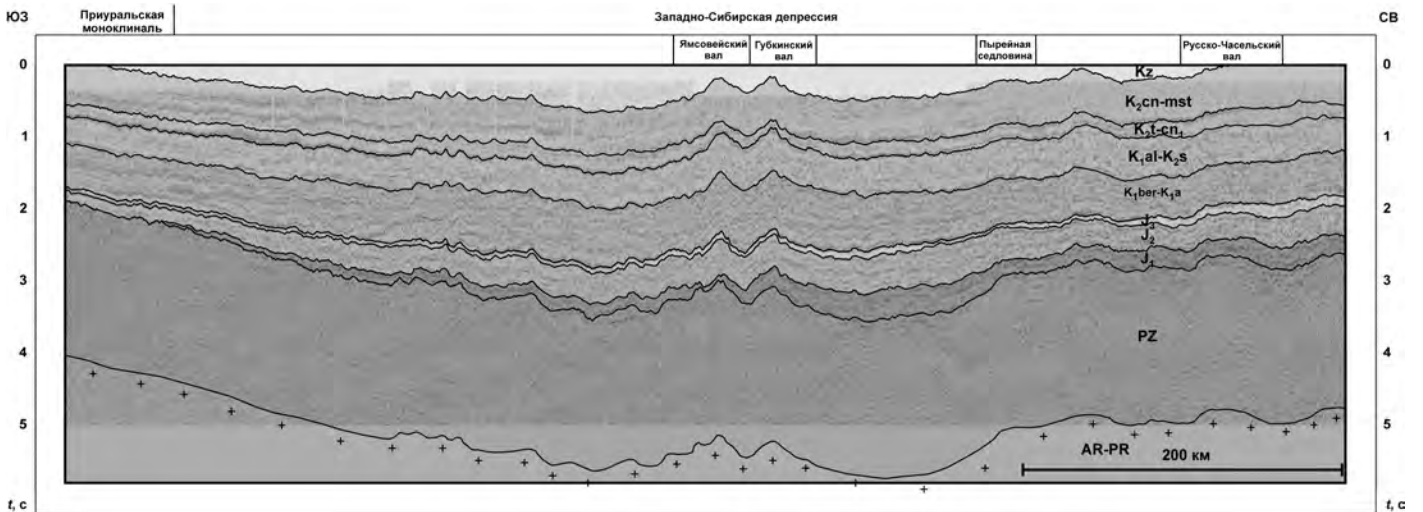


Рис. 5. Композитный сейсмогеологический профиль (положение см. на рис. 2)

глубоких прогибов и инверсионных валов в Западно-Сибирском бассейне как унаследовано наложенную впадину и прослеживает развитие триасовых прогибов и грабенов в ее пределах. Возможно, эта зона имеет более древнее заложение и выделяется как авлакогенная структура по палеозойскому комплексу. На ее территории еще в рифее сформировалась система грабенов, которые в раннем и среднем палеозое могли регенерироваться или обновляться подобно тому, как это происходило на древних платформах.

Заложение Западно-Сибирской депрессии произошло еще в палеозое, возможно, в девоне, что объясняет большую мощность осадочного чехла в ее пределах (до 12 км), включая как мезозойско-кайнозойские, так и палеозойские отложения. Максимальная глубина залегания подошвы осадочного чехла в пределах Западно-Сибирской депрессии оценивается в 10–12 км

и более. Максимальная суммарная мощность палеозойско-мезозойско-кайнозойского осадочного чехла предполагается под инверсионными поднятиями. Максимальная мощность мезозойско-кайнозойского комплекса (6–8 км) отмечена в межинверсионных прогибах, где она увеличивается за счет как юрско-мелового, как и триасового комплекса отложений (рис. 3). Наличие недислоцированных палеозойских комплексов отложений на склонах Западно-Сибирской депрессии (Нурминский вал, Новопортовская структура, Бованенковская структура, район Енисейского залива и Байдарацкой губы, по данным сейсмических работ ГНЦ ФГУГП «Южморгеология» в 2009 и 2010 гг.), где предполагаемая мощность палеозойских отложений составляет около 5–6 км, показывает широкое развитие палеозойских недислоцированных отложений в эпицентре погружения (рис. 4, 5).

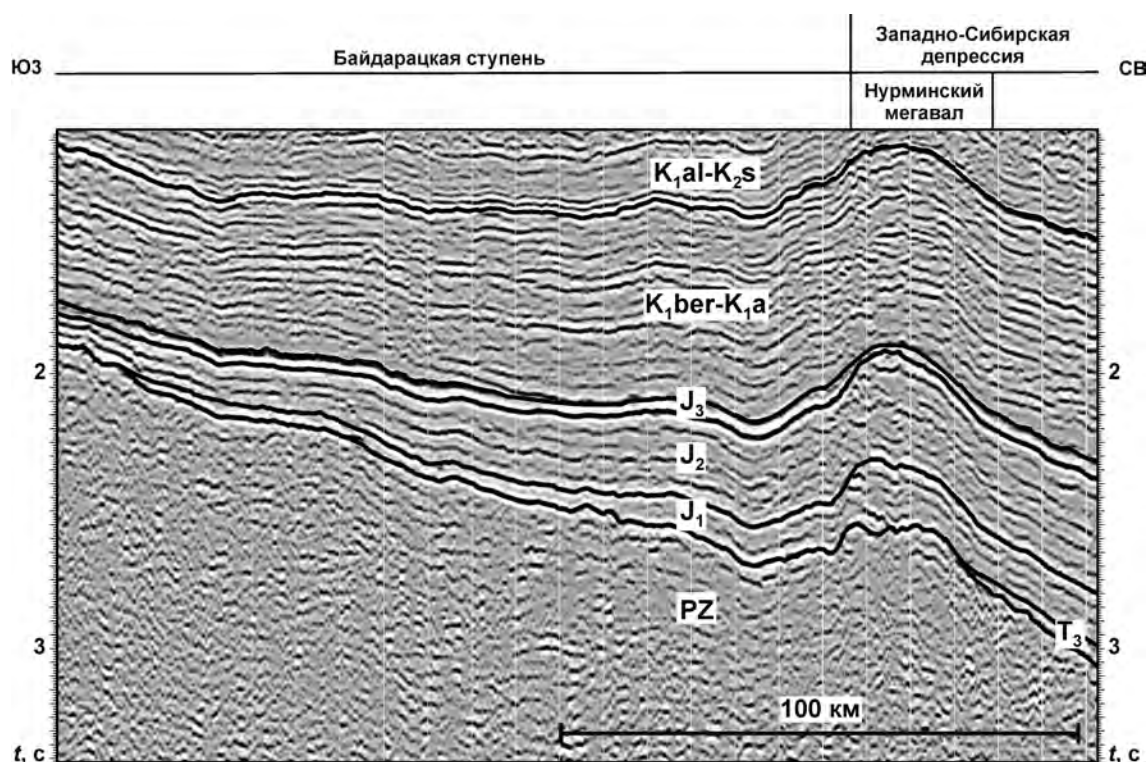


Рис. 6. Выклинивание отложений юрского возраста

В зоне пересечения Западно-Сибирской депрессии и Енисей-Хатангского прогиба в структуре осадочного чехла выделяются поперечные структуры, а именно Ямало-Гыданская и Ямбургская седловины. Эти седловины выделяются по сокращению мощности мезозойского комплекса и изменению простирания структур с северо-западного на северо-восточное. Их формирование может быть связано с тектоническим пересечением двух разнонаправленных структурных линейментов — Западно-Сибирского и Енисей-Хатангского.

С крупными инверсионными поднятиями в пределах зон сверхглубоких депрессий связаны Уренгойское, Ямбургское, Заполярное, Медвежье и другие многопластовые месторождения, уникальные по запасам свободного газа. Залежи открыты практически во всем разрезе осадочного чехла.

Зоны тектонических ступеней и моноклиналей окружают Западно-Сибирскую депрессию. В экваториальной части со стороны Пайхоя и Новой Земли ее ограничивают Байдарацкая и Восточно-Новоземельская зоны ступеней. Северная часть Западно-Сибирской депрессии представлена Северо-Сибирским порогом. В пределах тектонических ступеней и моноклиналей триасовый комплекс, широко представленный в эпицентре погружения бассейна, отсутствует (рис. 6). Кроме того, происходит постепенное сокращение мощности юрско-мелового комплекса отложений по мере удаления от эпицентра погружения бассейна (рис. 7, 8). Вблизи поверхности на глубине

2–3 км залегают палеозойские и, возможно, рифейские комплексы отложений, частично метаморфизованные и разбитые на отдельные блоки [Сурикова, Калинина, 2011].

Эти отложения вскрыты на Новопортовском месторождении, Усть-Юрибейской и Западно-Яротинской площадях и могут быть закартированы на сейсмических разрезах Восточно-Новоземельской зоны ступеней (ФГУП СМНГ).

С поднятиями, расположенными в пределах зон тектонических ступеней и моноклиналей, связаны такие месторождения, как Новопортовское (гигантское по запасам нефти), а также другие месторождения, открытые на Нурминском мегавале.

Заключение. Анализ структуры северной части Западно-Сибирского бассейна позволяет выделить несколько типов поднятий в пределах севера Западной Сибири, перспективных для поисков углеводородов.

С областями сверхглубоких депрессий связаны инверсионные поднятия разного порядка, которые, как правило, вытянуты вдоль депрессий. В пределах поднятий выделяются области с максимальной мощностью осадочного чехла (до 10–12 км), что способствует образованию нескольких отдельных углеводородных систем, а также многопластовых месторождений (Уренгойское, Ямбургское, Медвежье месторождения, уникальные по запасами свободного газа).

Другие положительные структуры приурочены к бортовым частям сверхглубоких депрессий (зоны тектонических ступеней и моноклиналей), где мощность

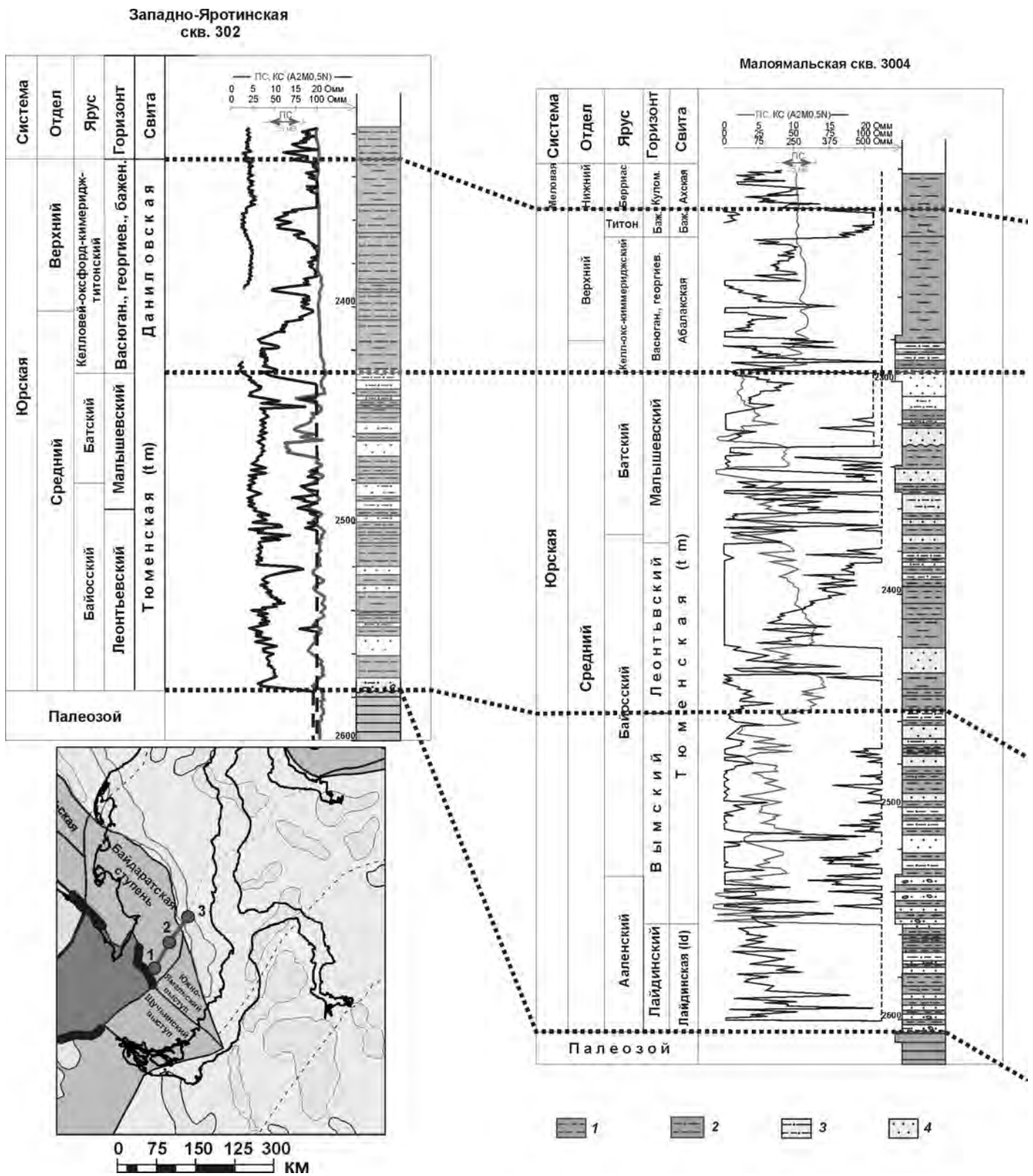
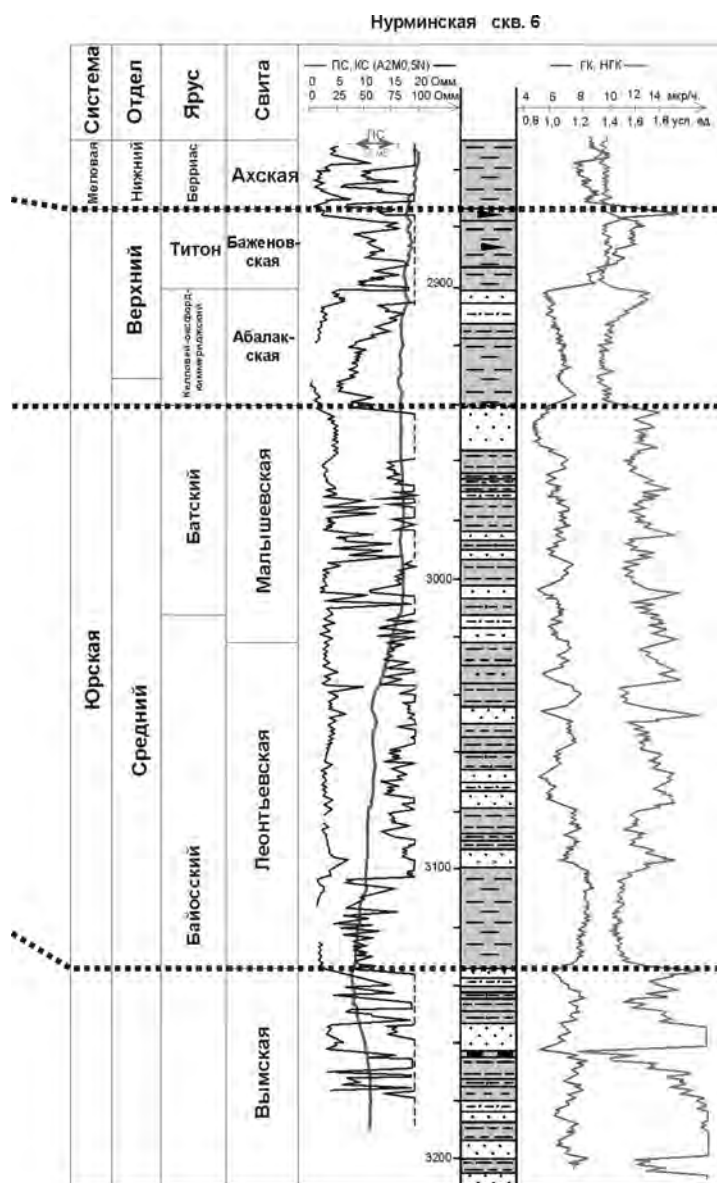


Рис. 7. Корреляционный профиль юрских отложений: 1 — аргиллиты,

осадочного чехла резко сокращается за счет выклинивания более древних отложений, которые накапливались на ранних стадиях развития бассейна. За счет этого разрез осадочного чехла не содержит полного



2 — алевролиты, 3 — песчаные алевролиты, 4 — песчаники

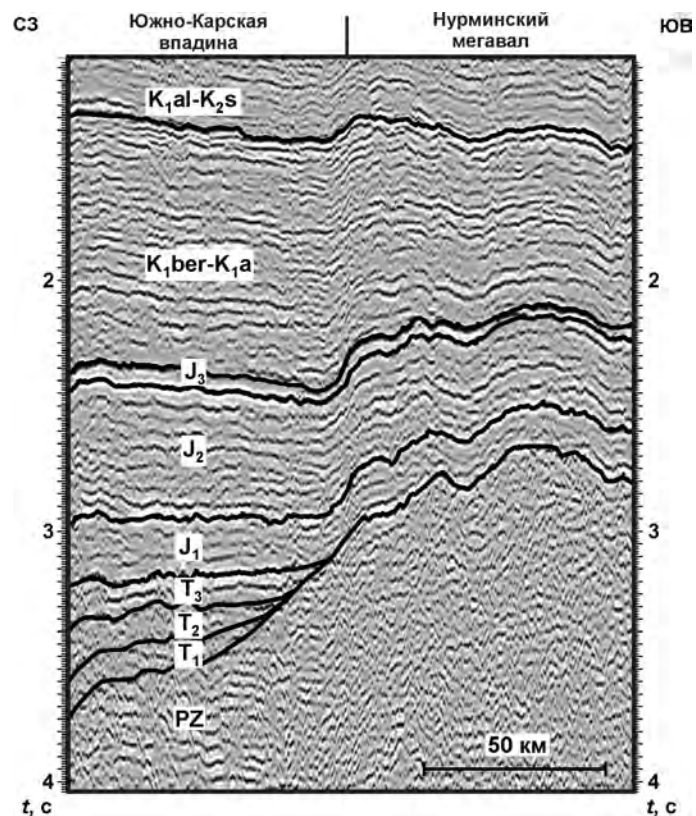


Рис. 8. Выклинивание отложений триасового возраста

набора нефтегазоносных комплексов, выделяемых в сверхглубоких депрессиях. Образование залежей в их пределах возможно за счет латеральной миграции углеводородов из сопредельных очагов генерации или из собственных локальных нефтегазоматеринских толщ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Верба М.Л., Иванова Н.М., Кацев В.А. и др. Результаты сейсмических исследований по опорным профилям AP-1 и AP-2 в Баренцевом и Карском морях // Разведка и охрана недр. 2001. № 10. С. 3–7.
 Скоробогатов В.А., Строганов Л.В., Конев В.Д. Геологическое строение и газонефтеносность Ямала. М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2003. 352 с.
 Ступакова А.В. Структура и нефтегазоносность Баренцево-Карского шельфа и прилегающих территорий // Геология нефти и газа. 2011. № 6. С. 99–115.
 Сурикова Е.С., Калинина Л.М. Структурная характеристика и анализ истории тектонического развития северных районов Западно-Сибирской геосинеклизы в мезозое и кайнозое (по результатам интерпретации региональных сейсмических профилей 27, 32) // Геология нефти и газа. 2011. № 5. С. 101–108.

Поступила в редакцию 11.03.2014