



ЛЕНО-ЕНИСЕЙСКИЙ КАСКАД МЕЗОЗОЙСКИХ ДЕПРЕССИЙ СЕВЕРНОЙ ОКРАИНЫ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ В СВЯЗИ С НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬЮ

В. С. Старосельцев

Последовательно рассмотрены глубины юрско-мелового прогибания северной окраины Сибирской платформы, обосновано закономерное ступенчатое их увеличение с востока на запад с образованием своеобразного каскада. Для каждой его ступени проанализированы перспективы нефтегазоносности. Оценено соответствие выявленных тенденций в изменении перспектив нефтегазоносности общим для всей Сибирской платформы закономерностям.

Ключевые слова: глубины мезозойского прогибания, перспективы нефтегазоносности, очаговое соленакопление, природа «косых пачек», корреляция с оценкой нефтегазоносности всей платформы.

LENA-YENISEI CASCADE OF MESOZOIC DEPRESSIONS IN THE NORTHERN MARGIN OF THE SIBERIAN PLATFORM IN CONNECTION WITH PETROLEUM POTENTIAL

V. S. Staroseltsev

Depths of the Jurassic-Cretaceous downwarping of the northern margin of the Siberian Platform are considered consistently, their stepped enlargement from east to west with formation of peculiar cascade is substantiated. Petroleum potential prospects are analyzed for each of its stage. The conformity of detected trends in alteration of petroleum potential to regularities, general for the whole Siberian Platform is evaluated.

Keywords: Depths of the Mesozoic downwarping, petroleum potential, focal salt accumulation, nature of "cross-beds", correlation with petroleum potential evaluation within the whole platform.

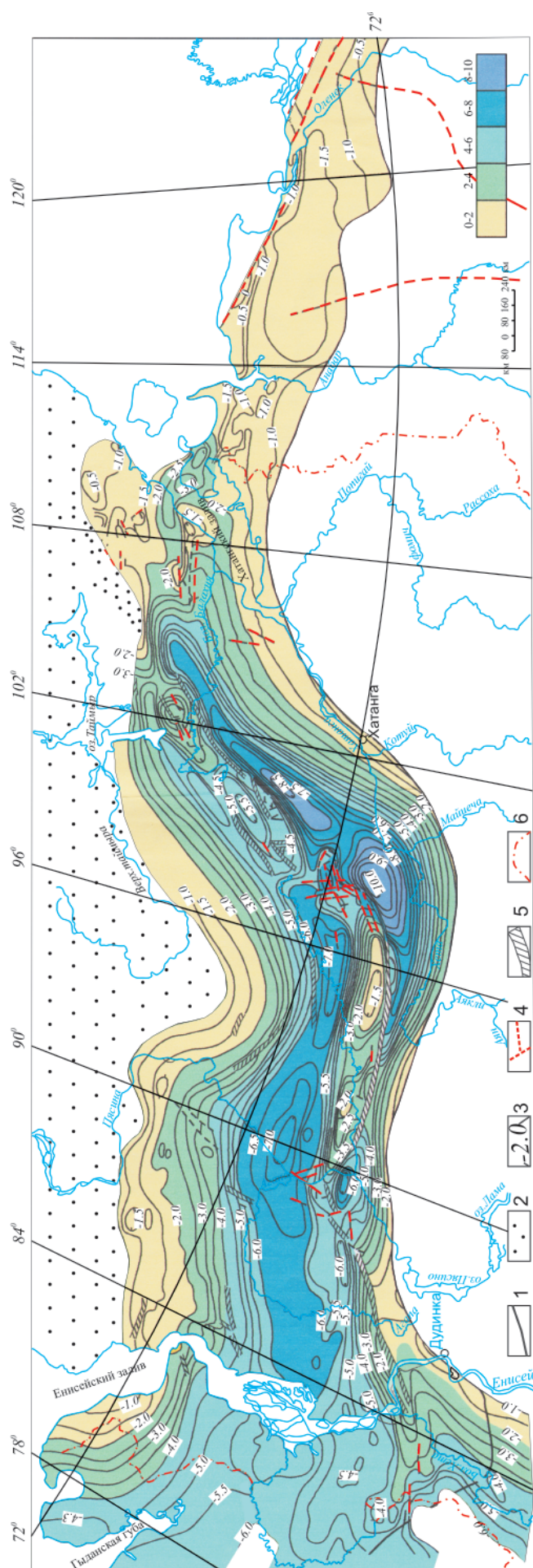
С середины 1970-х гг. на северной окраине Сибирской платформы традиционно выделялся ряд выполненных мезозойскими отложениями структур, составляющих вместе с Вилюйской гемисинеклизой и Предверхоанским краевым прогибом так называемые краевые депрессии Сибирской платформы [2]. При этом на ее северной окраине последовательно с запада на восток располагались: Енисей-Хатангский региональный прогиб, Анабаро-Хатангская седловина и Лено-Анабарский мегапрогиб. Площади их составляли около 280, 70 и 35 тыс. км², а амплитуды погружения подошвы юрских отложений 8–10, 2,5–3,0 и 1,5–2,0 км соответственно (рис. 1).

В результате морской сейсморазведки 2009–2012 гг. ГНЦ ФГУП «Южморгеология» в Хатангском заливе с продолжением профилей на прилегающих участках побережья было установлено более глубокое (до 4,3 км по подошве юры) прогибание этой территории, что позволило на месте Анабаро-Хатангской седловины выделить глубокую Хатангскую впадину [11]. В таком случае вся северная окраина Сибирской платформы в пределах континента последовательно с востока на запад представлена углубляющимися и увеличивающимися по площади структурами прогибаниями, которые создают своеобразный Лено-Енисейский каскад депрессий.

ФГУП «СНИИГГиМС» (Новосибирск)

Самое глубокое прогибание этого каскада – Енисей-Хатангский региональный прогиб (рис. 2) – раскрывается в северную часть Западно-Сибирской мегасинеклизы, уникальной нефтегазоносной провинции. Перспективы нефтегазоносности перечисленных элементов каскада находятся в стадии активного изучения и определены пока лишь в первом приближении. Поэтому представляется вполне своевременным, проанализировав уже известные особенности их геологического строения, наметить здесь основные направления работ на нефть и газ.

Енисей-Хатангский региональный прогиб – крупнейшая отрицательная структура Сибирской платформы, в пределах которой, по всей вероятности, на архейско-раннепротерозойском кристаллическом фундаменте залегают рифейско-палеозойские и мезозойские комплексы карбонатных, терригенных, терригенно-карбонатных пород суммарной толщиной более 12–15 км, среди которых неравномерно проявлены раннетриасовые магматические образования. Их мощность на локальных участках вблизи смежных надпорядковых структур достигает 2–3 км. Юрско-меловые терригенные отложения Енисей-Хатангского регионального прогиба – естественное продолжение Западно-Сибирского осадочного бассейна в пределы Сибирской платформы (см. рис. 1), что позволило включить этот прогиб в Западно-Сибирскую нефтегазоносную провинцию.



Нефтегазоносность Енисей-Хатангского регионального прогиба изучена в основном в его западной части, где еще в середине прошлого века выявлены и вовлечены в разработку, главным образом для нужд Норильского металлургического комбината, достаточно богатые газовые и газоконденсатные месторождения, связанные прежде всего с антиклинальными ловушками в терригенных меловых отложениях. В последние годы к ним были добавлены пока еще не очень крупные скопления нефти в так называемых «косых» пачках нижнего неокома и частично верхней юры.

В центральной и восточной частях Енисей-Хатангского регионального прогиба объемы сейсморазведочных работ и глубокого бурения существенно меньше, чем в западной его части, поэтому значительных открытий нефтегазовых скоплений не сделано. В дальнейшем наибольший интерес для поиска месторождений нефти и газа могут представлять борты очень глубокого (до 8–10 км по подошве юры) Боганидско-Жданихинского мегапрогиба на юго-востоке и зона переходных структур к Таймырской складчатой области на северном борту Енисей-Хатангского регионального прогиба. При оценке перспектив нефтегазоносности последнего существенную роль могут играть развиваемые некоторыми исследователями [1, 4] представления о его раннемезозойской рифтогенной природе. В совместной с Т. А. Дивиной статье [6] на основе тщательного анализа формационного состава доюрских пород на его бортах и особенностей дислоцированности разновозрастных горизонтов в его пределах нами показано, что имеющиеся геолого-геофизические материалы не позволяют согласиться с представлениями указанных исследователей. При оценке перспектив нефтегазоносности Енисей-Хатангского регионального прогиба целесообразнее исходить из конкретных геолого-геофизических характеристик выполняющих его отложений. Поэтому, учитывая современные глубины залегания разновозрастных горизонтов и технические возможности буровых установок, основное внимание следует уделить юрско-меловым отложениям во внутренней

Рис. 1. Структурная карта юрско-меловых депрессий Сибирской платформы (сост. : В. Ю. Богатова, В. В. Гребенюк, Т. А. Дивина и др., 2001)

1 – южная граница юрско-меловых депрессий Сибирской платформы; 2 – выходы доюрских (от девона до триаса) образований на эрозионную поверхность; 3 – стратозигогипсы (км) подошвы юры – интервалы эрозионного среза триасовых образований в восточной половине (сейсмический отражающий горизонт V) и несогласного залегания зимней свиты на триасовых образованиях в западной половине (сейсмический отражающий горизонт III) территории; 4 – разрывные нарушения по геолого-геофизическим данным; 5 – зоны разрывных нарушений по материалам сейсморазведки; 6 – граница между Красноярским краем и Республикой Саха (Якутия)

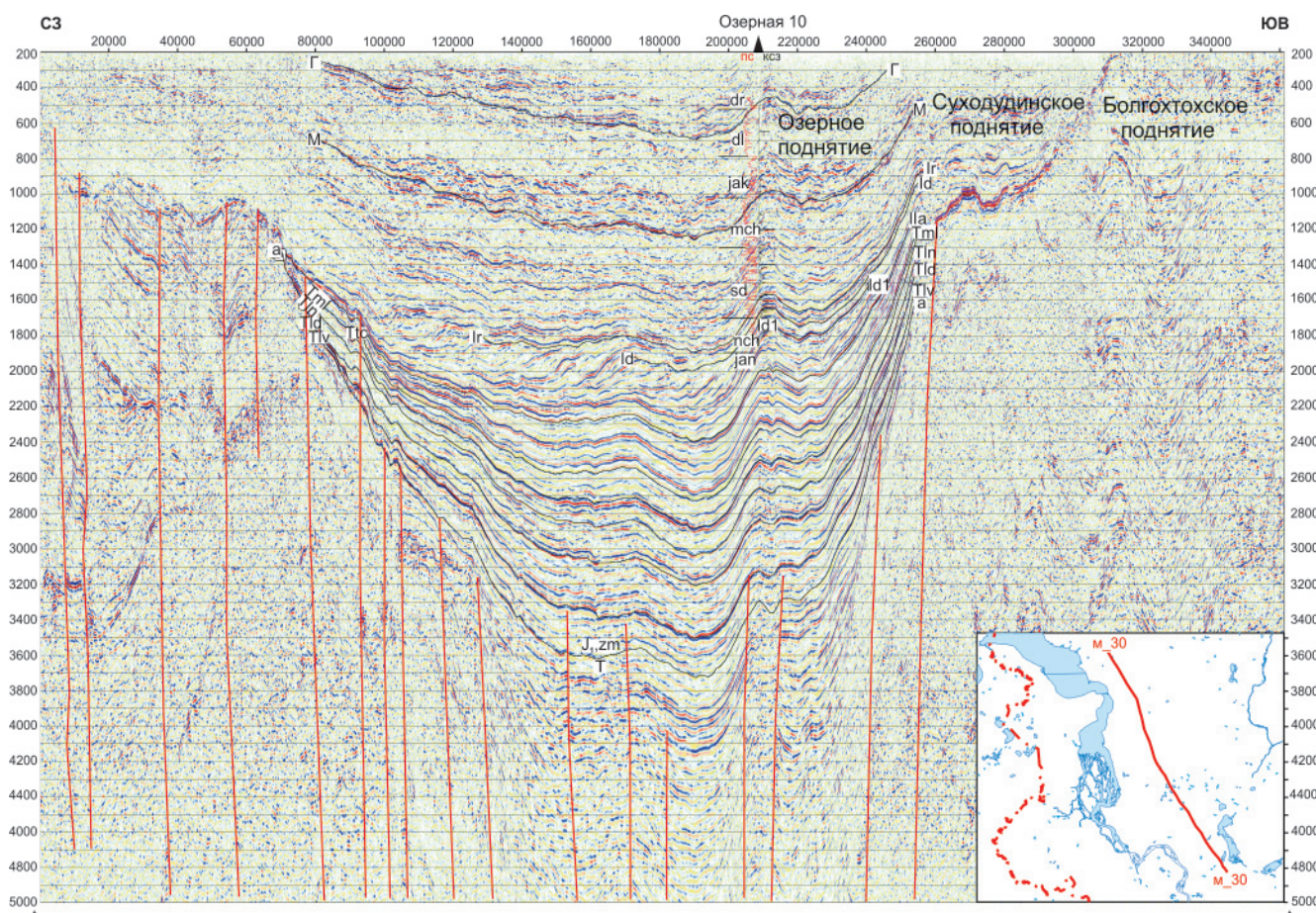


Рис. 2. Фрагмент сеймопрофиля через западную часть Енисей-Хатангского регионального прогиба

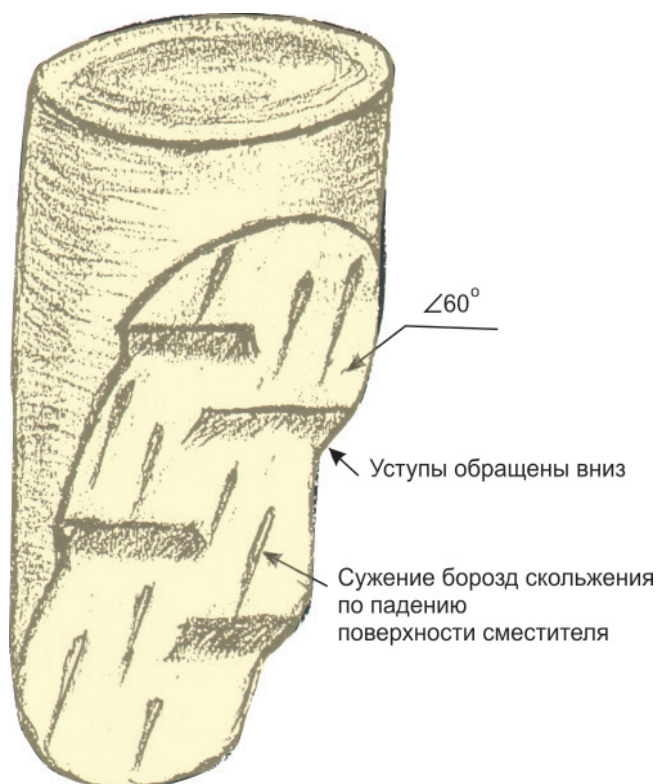


Рис. 3. Поверхность скольжения висячего блока алевроито-аргиллитов по песчаникам в «косых пачках» неокма на Турковской площади Енисей-Хатангского регионального прогиба (свежеподнятый керн зарисован Л. А. Кроль)

части регионального прогиба и более древним породам на его бортах.

В юрско-меловых отложениях можно рассчитывать на обнаружение углеводородных скоплений как в антиклинальных ловушках, иногда осложненных дизъюнктивными нарушениями или зонами литологического замещения либо выклинивания коллекторов, так и в типично литологических ловушках, включая упомянутые «косые пачки». Отдельного пояснения заслуживает механизм формирования последних. Согласно господствующим в настоящее время представлениям, «косые пачки» накапливаются в процессе поступления терригенных осадков в бассейн седиментации. Однако некоторые характеристики таких пачек позволяют связывать их формирование с горизонтально направленными тектоническими напряжениями [13].

К числу таких характеристик «косых пачек» относится их выдержанная ориентировка. Практически все они в пределах Енисей-Хатангского регионального прогиба наклонены в сторону Таймырской складчатой области (см. рис. 2). На контактах слагающих их песчаных и глинистых прослоев в керне скважин нередко наблюдаются зеркала скольжения со штриховкой и уступами, свидетельствующими о надвигании висячих блоков (рис. 3) от Таймырской складчатой области в сторону Сибирской платформы. На сеймопрофиле 32 (рис. 4) на восточном борту

Западно-Сибирской мегасинеклизы хорошо видно, что «косые пачки» максимально выражены на склонах поднятий, обращенных в сторону от Сибирской платформы, и отсутствуют на противоположных склонах, а сами поднятия являются постседиментационными и прослеживаются без изменения амплитуды на 1000–1200 м вверх по разрезу.

На территории Западно-Сибирской мегасинеклизы встречные наклоны «косых пачек» наблюдаются вблизи складчатого Урала на региональном сейсмопрофиле 19^а (рис. 5). При его внимательном изучении нетрудно заметить, что на участке сочленения противоположных (западных,

характерных для большей части территории мегасинеклизы, и восточных) наклонов «косых пачек» на профиле выделяется расширяющийся вниз блок фундамента. Его подъем с расклиниванием осадочных толщ привел к возникновению в них дислоцированности, постепенно переходящей к «косым пачкам» встречного наклона [13]. Все изложенное позволяет рассматривать постседиментационное формирование последних как результат тектонических напряжений, а не осадочного процесса постепенного заполнения морского бассейна.

Появление в осадочном чехле постседиментационных «косых пачек», представляющих по сути системы чешуйчатых надвигов, может обуславливать, как показали исследования в нефтегазоносных регионах, активную миграцию флюидов, включая углеводороды, в том же направлении. Естественно, такая миграция могла способствовать формированию углеводородных скоплений в песчаных слоях «косых пачек» в благоприятных для их улавливания условиях довольно широкого структурно-фациального диапазона. При конседиментационном формировании «косых пачек» трудно объяснить заполнение их линзовидных песчаных коллекторов углеводородами. Поэтому при дальнейшем изучении зон «косых пачек» и обосновании наличия в них углеводородных скоплений необходим тщательный анализ всех наблюдаемых на сейсмопрофилях структурно-фациальных особенностей целевых горизонтов в совокупности.

При оценке перспектив нефтегазоносности доюрских отложений Енисей-Хатангского регионального прогиба немаловажную роль играет вопрос о масштабах и форме проявления солёности девонских отложений. Согласно прежним представлениям [9, 10], последняя в Енисей-Хатангском региональном прогибе выражена в виде сплошной достаточно широкой зоны, протягивающейся от Пясинско-Арылахского района на западе до Хатангского залива на востоке. Как показал проведенный совместно с Т. А. Дивиной анализ геолого-геофизических материалов, распространение пластов каменной соли в девонских отложениях северо-запада Сибирской платформы не сплошное, а очаговое, контролируемое активизированными в девонское время региональ-

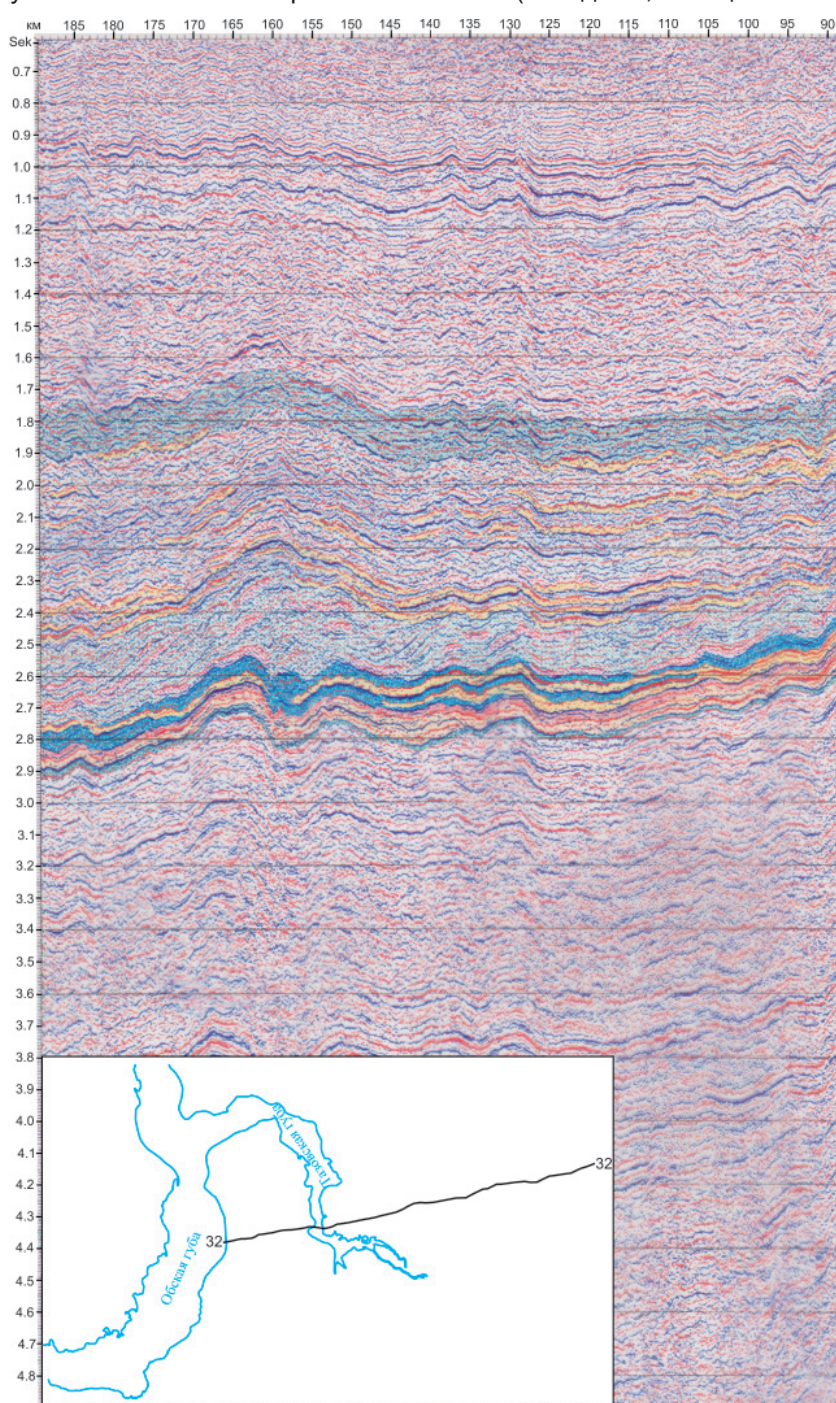


Рис. 4. Фрагмент регионального сейсмического разреза № 32 (данные Д. И. Рудницкой, программа РеапакРД)

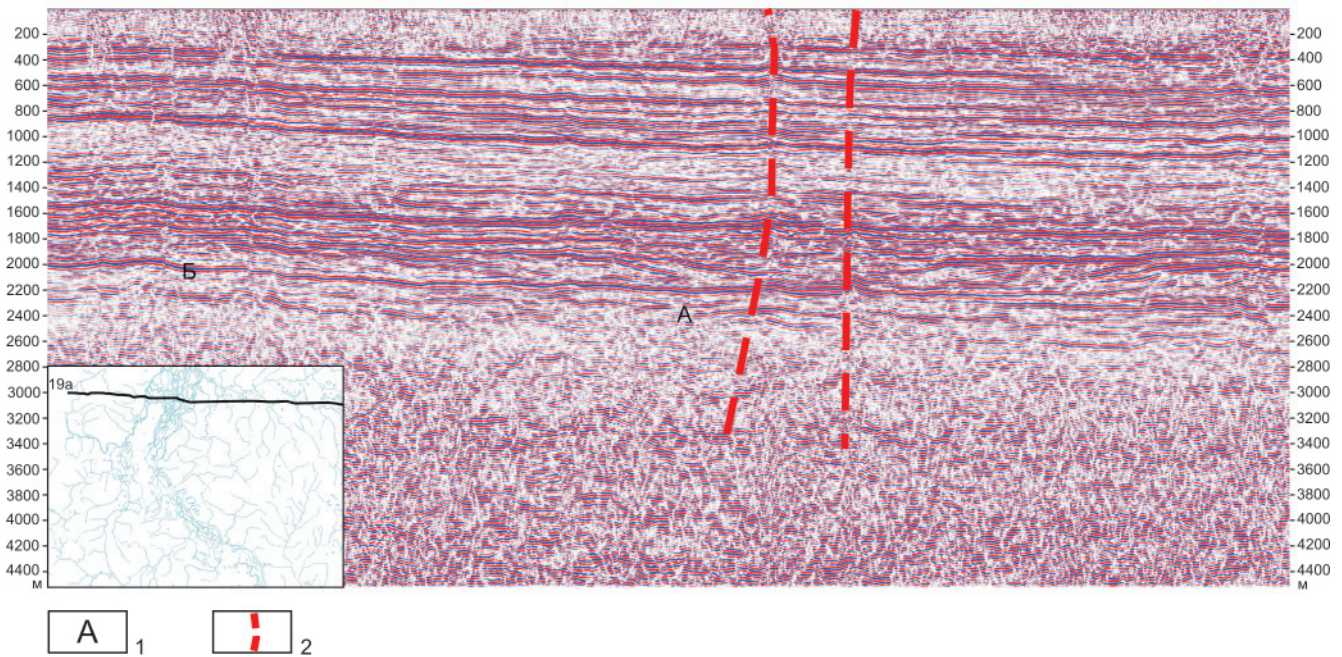


Рис. 5. Фрагмент регионального сейсмического разреза 9a

1 – региональные отражающие горизонты, 2 – разрывные нарушения

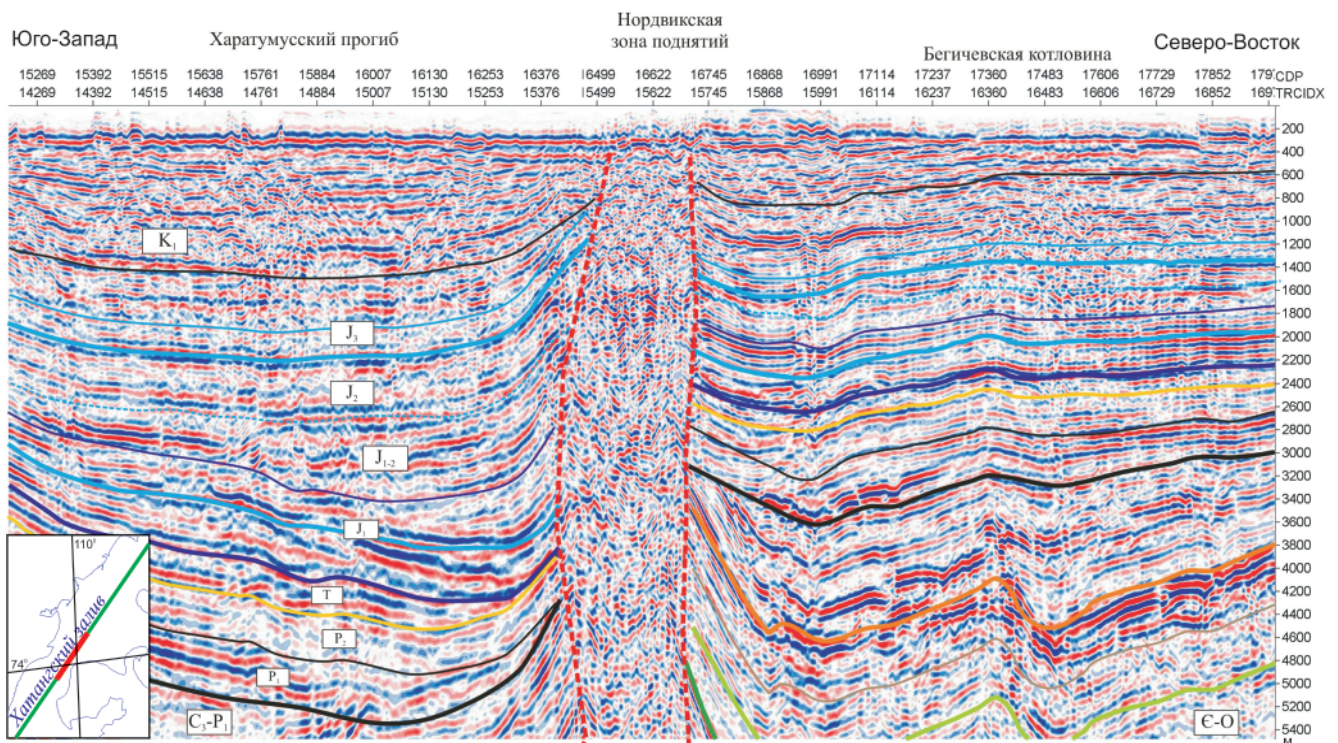


Рис. 6. Фрагмент глубинного сейсмогеологического разреза по линии профиля 240802 через Хатангскую впадину (красная штриховая линия – глубинный разлом)

ными разломами [12]. Описанный нами механизм соленакопления в девонском эвапоритовом бассейне мог обуславливать формирование обособленных линз солей. Поэтому оценка перспектив нефтегазоносности девонских и перекрывающих отложений на бортах Енисей-Хатангского регионального прогиба должна осуществляться с учетом этого обстоятельства, что может заметно сократить территорию распространения надежных эвапоритовых флюидопоров.

Специфика строения и нефтегазоносности восточнее расположенной депрессии Лено-Енисейского каскада – Хатангской впадины (рис. 6) – также связана с проблемой присутствия девонских солей. Обнаруженные здесь еще в середине прошлого века небольшие месторождения нефти, скорее всего, приурочены к кепрокам предположительно девонских соляных куполов. Наиболее крупный шток расположен в центральной части Хатангской впадины и начинается на глубине



примерно 12–14 км. При приближении штока к поверхности постепенно сокращается его амплитуда в юрских и меловых отложениях. Вместе с тем вблизи проекции штока на поверхность у берегов Хатангского залива наблюдаются кепроки небольших соляных куполов, что соответствует представлению о соляно-купольной природе основного штока.

Внимательное изучение особенностей проявления наиболее масштабного в Хатангском заливе штока на сейсмопрофиле 5109307-2400804-5109303 позволяет высказать некоторые соображения о механизме его формирования [13]. Важно подчеркнуть, что, как было показано в [11], соли в девоне могут иметь очаговое, контролируемое разломами распространение с соответствующим снижением их роли в качестве региональных флюидоупоров для мигрирующих углеводородов. Не случайно большинство нефтепроявлений и полупромышленных притоков нефти приурочено к вышележащим пермским отложениям. И если в Хатангском районе более глубокие горизонты разреза пока не вскрыты, то в Лено-Анабарском бассейне несколько глубоких скважин (Бурская, Хастахская, Чирчикская, Усть-Оленекская) позволили изучить разрез до нижнего протерозоя. При этом не обнаружено заслуживающих внимания нефтепроявлений и притоков в глубоко залегающих додевонских отложениях за исключением уникальных битумопроявлений на поверхности в пермских, подстилающих их кембрийских и выходящих на поверхность вендских отложениях, по составу идентичных [8] битумо- и нефтепроявлениям Хатангского района. Постоянное присутствие в нефтях гаммацерапов свидетельствует [7] об их связи с соленосными формациями.

Все изложенное с учетом глубокого (>6 км) залегания девонских и более древних отложений в Хатангской впадине не позволяет, к сожалению, высоко оценить перспективы их нефтегазоносности, как это сделано в недавней статье В. П. Девятова и В. И. Савченко [5]. Все-таки наиболее интересны для поиска значительных скоплений нефти и газа, видимо, верхнепалеозойские и частично юрские отложения. Именно в первых вполне вероятны высокые поровые резервуары, перекрытые одновозрастными аргиллитами и вулканогенными горизонтами нижнего триаса. Перспективными могут оказаться терригенные отложения нижней и средней юры, а также «косые пачки» в нижнемеловых отложениях. Ориентировать поиски скоплений углеводородов на территории Хатангской впадины и ее окружения целесообразно на крупные антиклинальные структуры, уверенно прослеженные сейсморазведкой не только по мезозойско-пермским, но и более глубоким горизонтам, и прежде всего на Журавлиное поднятие. В дальнейшем можно последовательно осваивать крупные поднятия на

шельфе моря Лаптевых в пределах Хатангско-Лаптевской гемисинеклизы [13].

Вопрос о перспективах обнаружения крупных нефтяных скоплений в самой верхней ступени Лено-Енисейского каскада депрессий – Лено-Анабарском мегапрогибе (рис. 7) – является наиболее сложным. С одной стороны, к его юго-восточному борту и склонам смежного Оленекского свода Анабарской антеклизы приурочено упомянутое выше гигантское поле битумов на поверхности, с другой – в глубоко залегающих горизонтах, вскрытых скважинами, нет заслуживающих внимания признаков крупных нефтяных скоплений. Кроме того, геологическая обстановка распространения допермских отложений в Лено-Анабарском мегапрогибе и Хатангской впадине существенно различается: в мегапрогибе разновозрастные допермские горизонты характеризуются обособленным распространением и фациальной изменчивостью. Поэтому для обоснованной оценки перспектив нефтегазоносности необходимы дополнительные объемы современной сейсморазведки МОГТ и глубокого параметрического, а затем поисково-оценочного бурения.

В заключение анализа особенностей геологического строения и перспектив нефтегазоносности Лено-Енисейского каскада депрессий северной окраины Сибирской платформы целесообразно рассмотреть, как коррелируется его ступенчатое погружение на запад с общим тектоническим планом всего Сибирского региона. Прежде всего обращает на себя внимание аналогичный каскаду региональный субширотный наклон фундамента Сибирской платформы на запад в сторону Западно-Сибирской мегасинеклизы. Разновысотны также в современном рельефе структуры ее складчатого обрамления: Верхоянья на востоке и Приенисейской зоны на западе. Восточная половина платформы осложнена самыми крупными в ее пределах Анабарской (площадью около 700 тыс. км²) и Алданской (более 350 тыс. км²) антеклизмами, а западная – Курейской (около 800 тыс. км²) и Присяжно-Енисейской (более 150 тыс. км²) синеклизмами по венд-среднепалеозойским и Тунгусской (более 1 млн 200 тыс. км²) – по верхнепалеозойским и раннетриасовым горизонтам. Следовательно, наклон рассмотренного каскада в целом согласуется с общим наклоном тела Сибирской платформы и ее складчатого обрамления, которое на западе погружается под мезозойский чехол Западно-Сибирской мегасинеклизы.

Относительный подъем восточной половины Сибирской платформы над западной неравномерный. Восточная половина осложнена глубокими отрицательными крупными структурами: Вилуйской гемисинеклизой между Анабарской и Алданской антеклизмами и Алдано-Майской впадиной на востоке последней. Высокое гипсометрическое положение антеклиз с выходами на

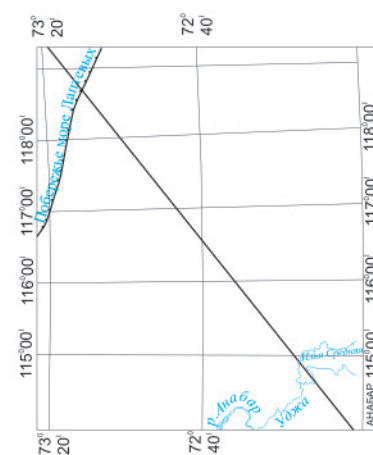
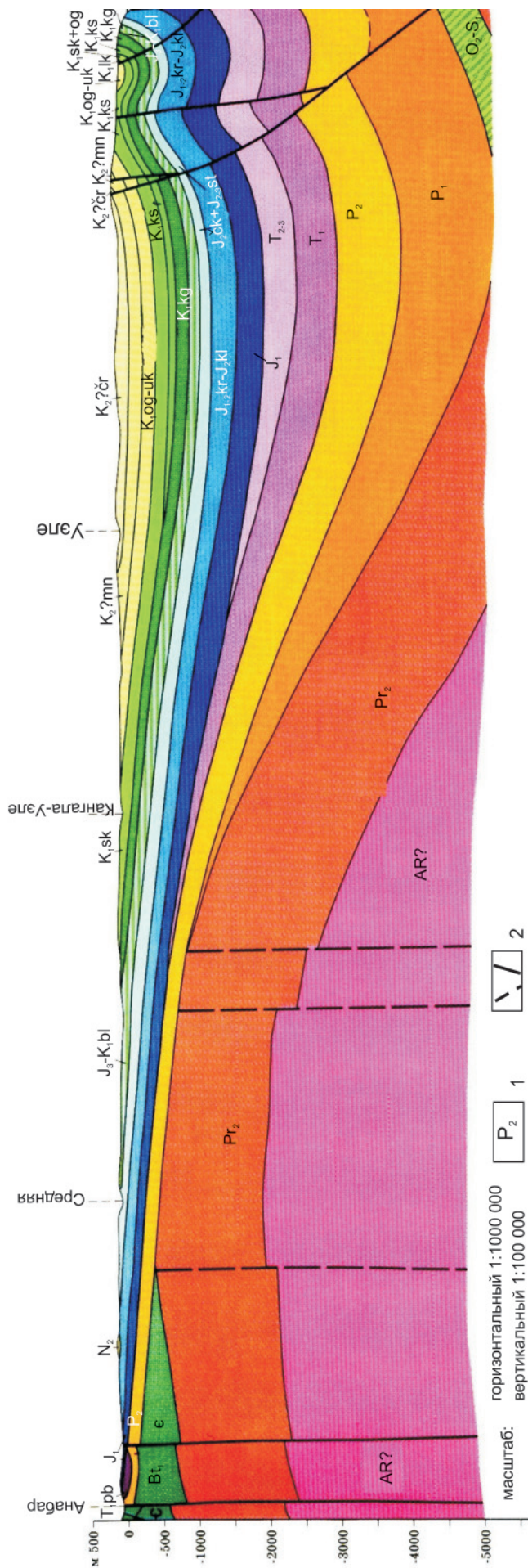


Рис. 7. Фрагмент геологического разреза [3]
1 – стратиграфический индекс, 2 – разрывы



дневную поверхность в апикальной их части кристаллических пород фундамента и соответствующим подъемом и денудацией основных нефтегазоперспективных горизонтов не позволяет рассчитывать на формирование в них богатых скоплений углеводородов. Крупные газовые скопления выявлены лишь в Вилюйской гемисинеклизе, а нефтегазовые прогнозируются в Алдано-Майской впадине.

На фоне общего значительного (до 8–12 км) погружения фундамента западной половины Сибирской платформы также обособляются две крупные структуры противоположного знака (положительные): Байкитская и Непско-Ботуобинская антеклизы. В их апикальных зонах фундамент не выходит на поверхность, а перекрыт платформенным чехлом суммарной толщиной более 1–2 км. Именно с этими антеклизмами связаны уже выявленные крупные нефтегазовые скопления. Кроме того, на юге западной половины платформы (Ангара-Ленская ступень) открыты крупные газовые скопления. По комплексу геолого-геофизических данных еще более значительные перспективы обнаружения крупных скоплений нефти и газа на бортах наиболее прогнута северной части Курейской (Тунгусской) синеклизы. Поэтому западная (с включением центральных районов) половина Сибирской платформы по сравнению с восточной оценивается в целом как более богатая углеводородными скоплениями. Судя по результатам проведенного анализа, перспективы нефтегазоносности Лено-Енисейского каскада депрессий вполне коррелируются с региональной оценкой для платформы в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Верба, М. Л.** Западно-Сибирская плита и Енисей-Хатангский прогиб – раннемезозойские зоны растяжения земной коры [Текст] / М. Л. Верба // Мезозойский тектогенез. – Магадан : Изд-во СО АН СССР, 1970. – С. 56–62.
2. **Геология** нефти и газа Сибирской платформы [Текст] / Под ред. А. Э. Конторовича, В. С. Суркова, А. А. Трофимука. – М. : Недра, 1981. – 552 с.
3. **Государственная** геологическая карта Российской Федерации (лист S-50-52, м-б 1:000 000) [Карты] / Под ред. А. Ю. Егорова, Е. П. Сурмилова. – СПб., 2001.
4. **Данилкин, С. М.** История формирования и нефтегазоносность Енисей-Ленской системы прогибов [Текст] / С. М. Данилкин // Сов. геология. – 1985. – № 6. – С. 6–14.
5. **Девятков, В. П.** Новые данные к переоценке ресурсов углеводородов Анабаро-Хатангской нефтегазоносной области [Текст] / В. П. Девятков, В. И. Савченко // Геология нефти и газа. – 2012. – № 1. – С. 55–61.
6. **Дивина, Т. А.** Прогноз структурно-формационных особенностей доюрских отложений Енисей-Хатангской нефтегазоносной области [Текст] / Т. А. Дивина, В. С. Старосельцев // Актуальные вопросы тектоники нефтегазоперспективных территорий Сибирской платформы. – Новосибирск, 1989. – С. 6–23.
7. **Каширцев, В. А.** Органическая геохимия нафтидов востока Сибирской платформы [Текст] / В. А. Каширцев. – Якутск : ЯФ Изд-во СО РАН, 2003. – 160 с.
8. **Копылова, Т. Н.** Геохимия и условия залегания битумов Оленекского поднятия Сибирской платформы (в связи с оценкой перспектив нефтегазоносности) : Автореф. дис. ... к. г.-м. н. [Текст] / Т. Н. Копылова. – Л. : Горный институт, 1967. – 19 с.
9. **Матухин, Р. Г.** Девон и нижний карбон Сибирской платформы [Текст] / Р. Г. Матухин. – Новосибирск : Наука, 1991. – 164 с.
10. **Матухин, Р. Г.** К оценке перспектив соленосности девона севера Сибирской платформы [Текст] / Р. Г. Матухин, Г. Г. Ремпель // Геология и геофизика. – 1979. – № 5. – С. 151–153.
11. **Старосельцев, В. С.** Механизм девонского соленакопления на северо-западе Сибирской платформы [Текст] / В. С. Старосельцев, Т. А. Дивина // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – Новосибирск. – 2012. – № 2(10). – С. 88–95.
12. **Старосельцев, В. С.** Тектонический аспект формирования «косых» пачек неокма Западно-Сибирского седиментационного бассейна [Текст] / В. С. Старосельцев // Матер. XXXIII Тектон. совещ. «Общие вопросы тектоники. Тектоника России». – М. : ГЕОС, 2000. – С. 500–503.
13. **Старосельцев, В. С.** Тектоническое и нефтегазгеологическое районирование южного побережья и прилегающего шельфа моря Лаптевых [Текст] / В. С. Старосельцев // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2012. – № 3(11). – С. 32–37.

© В. С. Старосельцев, 2013