



УДК 551.243:(553.98.041+553.3'3/9'.041)(571.5–17)

ПРОГНОЗ РАЗНОРОДНЫХ ПОГРЕБЕННЫХ ОБЪЕКТОВ НА СЕВЕРЕ ТУНГУССКОЙ СИНЕКЛИЗЫ

В. С. Старосельцев

Сибирский НИИ геологии, геофизики и минерального сырья, Новосибирск, Россия

Проанализированы особенности проявления глубинных разломов в земной коре платформенных регионов от поверхности Мохоровича до дневной поверхности. Изучен характер изменения конфигурации разрывных нарушений. Показано, что на основе определения детальной структуры приповерхностных и корневых зон региональных глубинных разломов в определенных ситуациях можно прогнозировать наличие месторождений полезных ископаемых. В качестве примера выделен ряд участков, перспективных на обнаружение углеводородных скоплений и рудоносных интрузий. Крупные скопления УВ могут быть обнаружены на севере Тунгусской синеклизы в пределах Верхнекотуйского куполовидного поднятия, Хантайского структурного мыса, Верхнехугдякитского поднятия, к которым они могли поступать из Верхнекетской котловины Ламско-Хантайского мегапрогиба, периодически подпитываемого из Енисей-Хатангского регионального прогиба. Также вероятно открытие новых месторождений полиметаллических руд на северо-западе Хараелакской мульды.

Ключевые слова: крупные скопления углеводородов, полиметаллических руд, тектоническое обоснование их формирования.

FORECAST OF HETEROGENOUS SUBSURFACE FEATURES IN THE NORTH OF THE TUNGUSKA SYNECLISE

V. S. Staroseltsev

Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources, Novosibirsk, Russia

The article analyzes manifestation peculiarities of deep faults in the Earth's crust of platform regions from the Moho discontinuity to the ground surface. The nature of change in the configuration of disjunctive dislocations has been studied. It is shown that it is possible to predict the presence of mineral deposits on the basis of revealing the detailed structure of the near-surface and root zones of regional deep faults in certain situations. As an example, a number of areas promising for discovery of hydrocarbon accumulations and ore-bearing intrusions are singled out. Major hydrocarbon accumulations can be found in the north of the Tunguska syncline within the Upper Kotuy dome, Khantayskiy nose, Upper Khugdyakit uplift, to which they can come from the Verkhneketskaya hollow of the Lama-Khantayskiy megatrough, periodically replenished from the Yenisey-Khatanga regional trough. The discovery of new deposits of polymetallic ores in the northwest of the Kharaelakh trough is also likely.

Keywords: large hydrocarbon accumulations, polymetallic ores, tectonic substantiation of their formation.

DOI 10.20403/2078-0575-2019-2-24-34

Цель данной работы – обоснование целесообразности увеличения объемов геолого-разведочных работ в северных районах Тунгусской синеклизы в связи с возможностью обнаружения там крупных скоплений углеводородов (УВ) и полиметаллических руд. Выводы сделаны на основе анализа тектонических факторов с учетом влияния условий осадконакопления, траппового магматизма, возможных источников и путей миграций УВ.

В. И. Шаровым [11, 12] был поднят вопрос о характере проявления крупных разломов регионального масштаба, которые на глубине начинают разветвляться на веерообразные пучки, создавая целое облако нарушенных трещинами зон, влияющих на прослеживание разломов на глубины вплоть до перехода в мантию. Этот вопрос стал толчком для анализа морфологии и закономерностей их выражения в связи с прогнозом рудных и углеводородных месторождений. Ранее обычно считалось, что региональные разломы продолжают и в мантии в виде единых крупных разрывов, являющихся, по

существу, составляющими каркаса глубинных границ разноустроенных блоков литосферы. После публикации [12] стало очевидно продолжение земной коры и подстилающих горизонтов мантии, от которых могло зависеть распределение в их пределах источников и конкретных зон концентрации полезных ископаемых.

Полевые экспериментальные работы по прослеживанию разломов в кристаллической среде с помощью нетрадиционной методики МОВ позволили получить материалы об особенностях проявления тектонических разрывов в земной коре на различных глубинных уровнях.

Основное отличие примененной методики заключается в использовании сейсмогеологической модели среды. В ней глубинные разломы рассматриваются как сложно построенные неоднородные зоны не только в земной коре, но и в значительной части мантии, которые характеризуются в среднем пониженными значениями скорости прохождения упругих волн, высоким поглощением упругой энер-

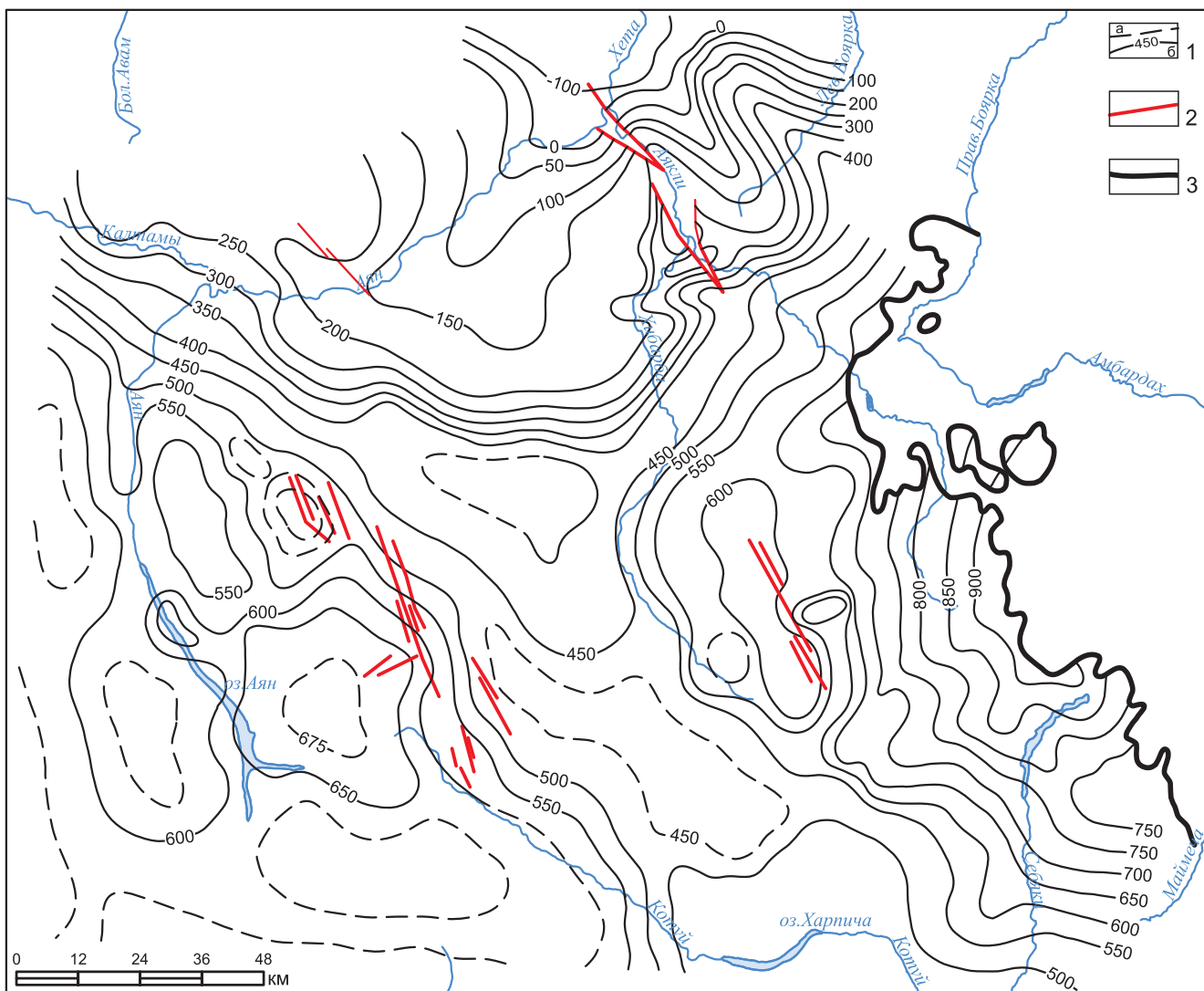


Рис. 1. Структурная карта северо-восточной части Тунгусской синеклизы по надаянскому покрову базальтов (сост. В. С. Старосельцев, Т. А. Дивина, В. Ю. Тезиков по материалам СНИИГГиМС, 2002 г.)

1 – изогипсы надаянского покрова базальтов (а – предполагаемые, б – уверенные); 2 – разрывные нарушения; 3 – границы распространения пуроранской серии

гии и аномальной плотностью. Относительно высокая контрастность физических свойств пород в этих зонах сравнительно с вмещающей средой создает возможность прослеживания разломов в сейсмическом диапазоне частот в виде отражающих пластов, поддающихся количественному изучению (определение углов падения, мощности, области развития).

В процессе исследования использовались также материалы структурного картирования надаянского маркирующего покрова базальтов в бассейне верхнего течения р. Котуй.

Специалистами СНИИГГиМС и ПГО «Енисей-нефтегазгеология» в 1960-е и 1990-е гг. и начале 2000-х гг. комплексно обоснованы гигантские (по 1–2 млрд т извлекаемых преимущественно жидких УВ) объекты на севере Тунгусской синеклизы [1, 8, 10]: Хантайский и Верхнехугдякитский, которые могут быть дополнены еще одним, возможно более крупным? объектом – Верхнекотуйским (или Южно-Аянским).

В 2002 г. под руководством и при непосредственном участии автора была составлена структурная карта северо-восточной части Тунгусской синеклизы по надаянскому маркирующему покрову базальтов (рис. 1). На ней в верховьях р. Котуй на юго-восточном побережье оз. Аян находится куполовидное поднятие площадью более 20×30 км и амплитудой более 80 м. Оно расположено в непосредственной близости от Верхнекетской котловины Ламско-Хантайского мегапрогиба, в который в значительных объемах могли поступать углеводороды из Енисей-Хатангского регионального прогиба. В целом тектоническая позиция Верхнекотуйского куполовидного поднятия относительно окружающих зон прогибания, генерирующих большие объемы углеводородов, была более перспективной, чем у Верхнехугдякитского поднятия, где потенциальные ресурсы извлекаемых преимущественно жидких УВ составляют более 2 млрд м³.

В Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции (НГП), где уже открыто более 25 месторож-



дений углеводородов (в том числе Юрубченское, Куюмбинское, Талаканское, Ковыктинское и Чаяндинское), северная часть Тунгусской синеклизы особенно интересна. Отличаясь суровым климатом и расчлененным рельефом столовых гор, сложенных вулканогенными нижнетриасовыми породами основного состава, она крайне слабо изучена геолого-геофизическими методами. В результате оценка перспектив ее нефтегазоносности крайне низка – около 20 тыс. т/км², хотя по комплексу геолого-геофизических данных здесь на площади 500–2500 км² уже намечены скопления преимущественно жидких УВ с объемом извлечения 1–2 млрд т, т. е. плотность составляет 0,8–2,0 млн т/км². Пример такого несоответствия региональных оценок масштабу индивидуальных скоплений в Лено-Тунгусской НГП хорошо известен – Ковыктинское газовое месторождение с промышленными запасами более 2 трлн м³ в пределах Ангаро-Ленской региональной ступени, где до открытия месторождения суммарные ресурсы оценивались в 2,8 трлн м³.

Что же позволяет высоко оценивать перспективы нефтегазоносности севера Тунгусской синеклизы? Во-первых, это огромные толщины его осадочного выполнения, которые по данным редкой сети региональных сейсмических профилей достигают 8–10 км в осложняющих его крупных (первого порядка) отрицательных структурах и 3,5–5 км – в положительных (см. рис. 1). Во-вторых, по региональному плану северная часть Тунгусской синеклизы подобна северной части Западно-Сибирской мегасинеклизы, выполненной мезозойскими терригенными отложениями, хотя последняя больше лишь в 2,0–2,5 раза. Общеизвестно, что именно в центральной и северной частях мегасинеклизы и были открыты основные нефтяные и газовые гиганты. Подобные закономерности распределения богатейших скоплений УВ наблюдаются во многих нефтегазоперспективных осадочных бассейнах мира.

Многие исследователи считают, что перспективы нефтегазоносности севера Тунгусской синеклизы существенно понижены за счет отрицательного влияния больших объемов внедрившихся интрузивных трапповых тел, но в действительности роль их невелика. Об этом свидетельствуют результаты бурения здесь глубоких скважин, пусть даже и единичных (Ледянской, Чиридинской, Южно-Пясинской, Кыстыхтаской). Суммарная толщина вскрываемого ими разреза – до 4–4,5 км, а количество трапповых интрузий – всего 7–8 %. Такое соотношение характерно даже для Южно-Пясинской глубокой скважины, пробуренной в центре Норильско-Талнахского рудного узла с мощными дифференцированными интрузиями. Это объясняется тем, что она по разрезу расположена ниже стратиграфического интервала, перспективного для внедрения рудоносных интрузий.

Подобная роль трапповых интрузий в осадочном выполнении севера Тунгусской синеклизы объясняется, вероятнее всего, широким распространением в его пределах комплекса базальтовых покровов суммарной толщиной до 2,5–3,5 км. В период их образования эта территория испытывала устойчивое погружение, компенсированное не внедрением трапповых интрузий, а излиянием базальтовой лавы на поверхность. Об этом однозначно свидетельствуют некоторые особенности строения нижнетриасового базальтового комплекса изучаемого региона: 1) в его строении участвует несколько регионально выдержанных по толщине и положению в разрезе туфогенно-осадочных горизонтов с параллельно-слоистой текстурой, сформированной в водной среде обширного бассейна, расположенного близко к палеобазису эрозии; 2) между самими базальтовыми покровами отсутствуют признаки возвышенного палеорельефа.

Можно предположить, что такая палеотектоническая обстановка проявления траппового магматизма предопределяла его эффузивный, а не интрузивный характер. За пределами базальтового поля количество трапповых интрузий в осадочном разрезе достигает 35–40 %, что позволило П. Е. Оффману еще в конце 1950-х гг. выделить пояс В. А. Обручева, серьгообразно обрамляющий базальтовые поля.

Естественно, возникает вопрос, как могло повлиять на нефтегазоносность столь интенсивное (до 2,5–3,0 км) погружение осадочных пород в период формирования базальтового комплекса. Вероятно, большую роль могла сыграть продолжительность такого погружения. Как показывает анализ геологических данных по северо-западу базальтового плато (Норильский рудный район), к югу от Таймырской складчатой области его возраст, скорее всего, не превышал 1 млн лет. Палеонтологически в Норильском районе доказано, что базальтовый комплекс начал формироваться в самом конце перми после накопления пограничной с триасом амбарнинской свиты [4]. На Таймыре же базальтовый комплекс в Фадьюкудинском грабене перекрывают конгломераты с индской фауной [8].

О кратковременности накопления базальтового комплекса свидетельствует практическая непрерывность излияния базальтовой лавы, что не оставляло времени для формирования эрозионного рельефа между базальтовыми покровами. Следовательно, погружение подстилающих осадочных пород не должно было привести к существующему возрастанию их катагенеза, так как вскоре после завершения траппового магматизма северная часть Тунгусской синеклизы (как и практически все базальтовые поля аналогичных областей – бассейн Параны в Южной Америке, Карру на юге Африки, Декан в Индии) испытала резкий подъем с формированием базальтовых плато. Механизм такого подъема можно объяснить всплыванием относительно легких пород основания земной коры, по-

груженных во время траппового магматизма в освободившиеся его очаги [7] более тяжелой верхней мантии.

Отличительной чертой палеозойской палеогеографии севера Тунгусской синеклизы на фоне остальной территории Лено-Тунгусской НГП является уникальная устойчивость компенсированного осадками прогибания в венд-пермское время. Перерывы в осадконакоплении были кратковременными и практически не изменяли ее зонального структурного плана за исключением позднепалеозойского (среднекаменноугольно-пермского) времени. Последнее характеризовалось активизацией дифференцированных структуроформирующих тектонических движений, которые привели к формированию в ее бортовых (северо-западных и северо-восточных) зонах относительно контрастных поднятий с углами наклона крыльев до 2–3°. Сразу же после завершения относительно кратковременного раннетриасового траппового магматизма формирование таких поднятий продолжалось с некоторым разворотом их ориентировки против часовой стрелки и увеличением углов наклона крыльев до 10–15°.

На северо-западе Тунгусской синеклизы такие движения привели к существенному изменению направления миграции активно формирующихся углеводородных флюидов с господствовавшего со среднего кембрия до раннего триаса юго-восточного на северо-западное. Важно подчеркнуть, что активное формирование позднепалеозойско-посттрапповых относительно контрастных структур происходило над субмеридиональными зонами рифейских глубоких прогибов – рифтогенного на северо-востоке и перикратонного на северо-западе Хараелаха [9].

Следовательно, в образовании углеводородов длительное время могли участвовать как венд-палеозойские, так и рифейские отложения, что в конечном итоге могло предопределить высокие перспективы их нефтегазоносности.

Уместно заметить, что по комплексу геолого-геофизических данных именно на северо-западе и северо-востоке Тунгусской синеклизы уже прогнозируются уникальные месторождения преимущественно жидких УВ [1, 2, 3, 10] – Хантайское и Верхнехугдякитское с объемом извлекаемых ресурсов 1 и 2 млрд т УУВ соответственно.

Есть все основания полагать, что и во внутренних районах севера Тунгусской синеклизы будет выявлено не одно богатое скопление нефти и газа. Такие выводы базируются на целом ряде геолого-геофизических особенностей региона, главные из которых последовательно рассмотрены далее.

Прежде всего, это огромный объем осадочно-го выполнения севера Тунгусской синеклизы: горизонты, как обогащенные органическим веществом, так и обладающие хорошими коллекторскими и экранирующими свойствами. К первым, преимущественно

обогащенным ОВ сапропелевого типа, прежде всего относятся ранне-среднекембрийские отложения куонамской и шумнинской свит. Территория их распространения на севере Тунгусской синеклизы пока точно не установлена.

Отложения куонамской свиты вскрыты лишь Чиридинской параметрической скв. 271 и прослежены на юг на расстоянии около 150 км по региональному сейсмическому профилю «Алтай – Северная Земля» вплоть до середины пути к глубокой Кочемской скважине. К сожалению, пока нет информации об их распространении на запад и север Тунгусской синеклизы. Породы шумнинской свиты известны лишь в естественных обнажениях и отдельных скважинах на северо-западной окраине Тунгусской синеклизы.

Кроме того, относительно обогащены органическим веществом граптолитовые сланцы и карбонаты нижнего силура, карбонаты юктинской и каларгонской свит девона.

Котуйская зона удалена от системы ВСТО, но приближена к Хатангскому заливу на трассе Северного морского пути и, соответственно, пригодна не только для энергетического обеспечения его прямых функций, но и для комплексного освоения расположенных рядом месторождений стратегически важных твердых полезных ископаемых.

Неоднородности геологической среды оказывают заметное влияние на линеаментную сеть, формирующуюся на поверхности под влиянием тектонических напряжений. Это касается как ее плотности, так и ориентировки. Накопленный опыт позволяет в качестве примера привести результаты совместных исследований автора и М. И. Муратова линеаментной сети части бассейна Амадеус на Австралийской платформе. Карта изолиний удель-

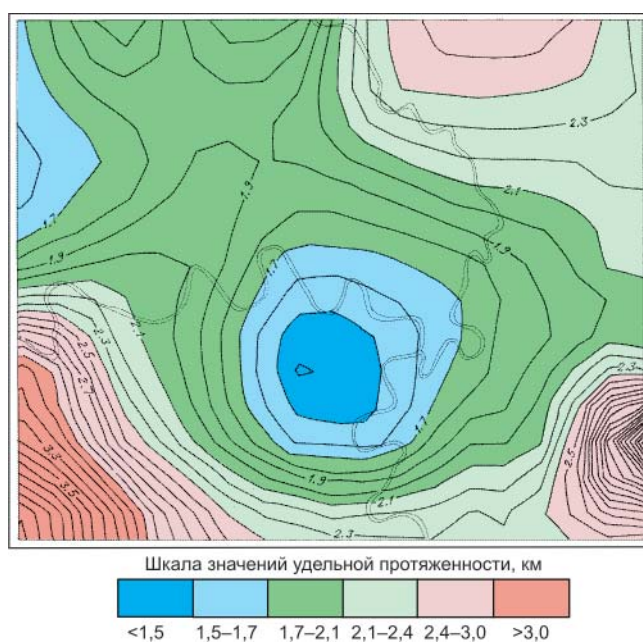


Рис. 2. Карта изолиний удельной протяженности линеаментов ($\Sigma l/n$, км) в бассейне Амадеус на Австралийской платформе

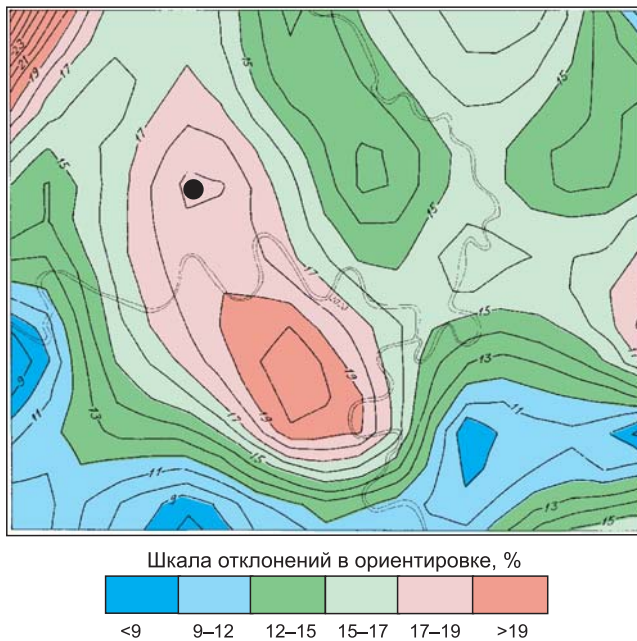


Рис. 3. Карта изолиний ($\Sigma O/\Sigma I, \%$) отклонений в ориентировке линеаментов от пиков розы-диаграммы в бассейне Амадеус на Австралийской платформе (черный кружок – фонтан нефти с газом с глубины 2300 м)

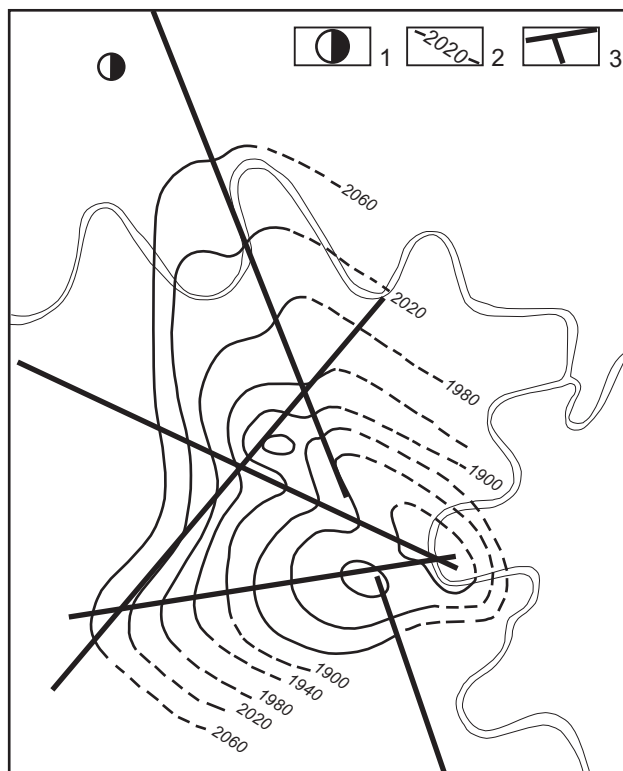


Рис. 4. Структурная карта опорного сейсмического горизонта

1 – фонтан нефти с газом с глубины 2300 м; 2 – изогипсы опорного сейсмического горизонта (H); 3 – линии сейсмических профилей

ной протяженности линеаментов рассматриваемой территории отражена на рис. 2, на котором отчетливо выделяется аномалия низких ее значений (до 1,5–1,7 км). Практически точно ей отвечает положительная аномалия отклонений в ориентиров-

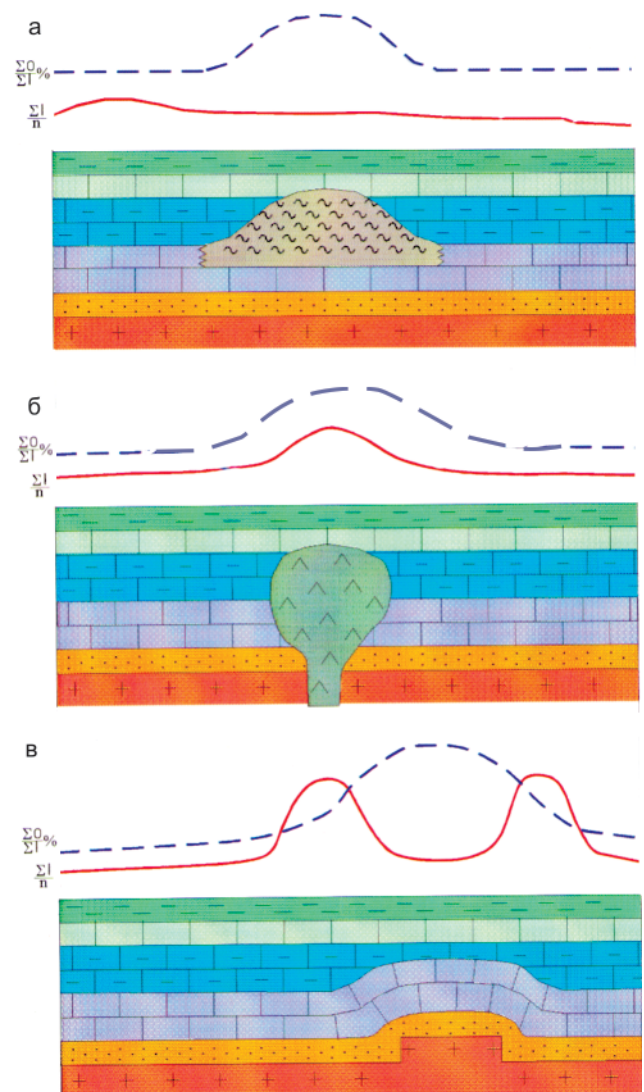


Рис. 5. Модели изменения кривых удельной протяженности и отклонений в ориентировке линеаментов над различными объектами

а – рифовый массив, б – интрузивный хонолит, в – тектоническое поднятие

ке линеаментов от пиков розы-диаграммы (рис. 3). Структурная карта опорного сейсмического горизонта, построенная по совокупности опорных сейсмических профилей, приведена на рис. 4, на котором также показано местоположение единственной параметрической скважины. Она была пробурена после завершения сейсморазведочных работ компанией Pacific Oil & Gas. Из нее впервые за 10 лет на этой площади был получен приток нефти с газом, за что австралийские специалисты выразили в печати благодарность российским специалистам.

Изучая характеристики удельной протяженности и отклонений в ориентировке линеаментов над различными по генезису объектами на глубине на материалах Сибирской платформы, в различных частях которой, кроме погребенных поднятий тектонической природы, автор выявил и изучил интрузивные батолиты и рифовые массивы, наметил определенные сочетания характеристик линеаментной сети.

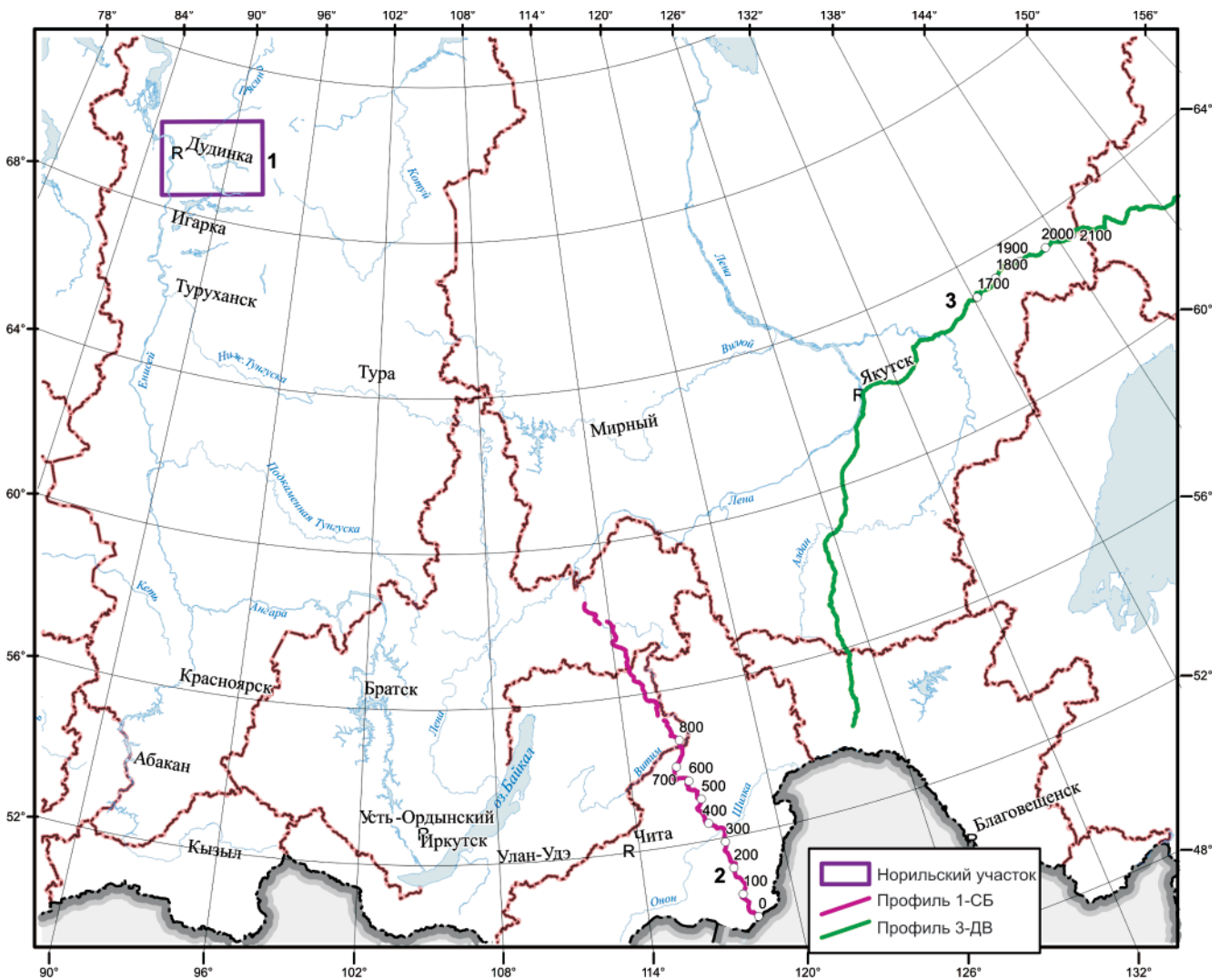


Рис. 6. Обзорная карта расположения изученных участков

Анализ рис. 5 показывает, что сочетание удельной протяженности и отклонений в ориентировке линеаментов над различными по природе объектами однозначно позволяет прогнозировать их типы.

Следующим ярким проявлением сложности протяженного поля дизъюнктивных нарушений является глубинная геолого-геофизическая модель земной коры и верхней мантии по опорному геолого-геофизическому профилю 3-ДВ на юго-востоке Сибирской платформы (рис. 6–8).

Весьма перспективным для обнаружения крупного скопления УВ может оказаться участок этого профиля вблизи ПК 1820 км. Именно здесь на фоне увеличения теплового потока из мантии (см. рис. 6, 7) в палеозойских отложениях уже на глубинах 4–5 км фиксируется отчетливо выраженная антиклинальная складка, потенциально благоприятная для формирования крупного углеводородного скопления. На участке шириной около 20 км (между ПК 1800 и 1850 км) можно предварительно выполнить прогноз конфигураций погребенного поднятия по совокупности тектонических линеаментов, дешифрованных по аэрофотоснимкам, используя разработанный в СНИИГГиМС

способ. Кроме того, для подтверждения существования скопления углеводородов на этом участке необходимо газогидрохимическое опробование поверхностных вод. Обработка фрагмента этого профиля в интервале 1500–1600 км с помощью системы РЕАПАК под руководством Д. И. Рудницкой (см. рис. 6, 8) позволяет наметить участок, весьма перспективный на обнаружение крупного углеводородного объекта [5].

Здесь для закрепления сделанного прогноза также целесообразно провести прогноз контуров погребенного поднятия по результатам дешифрирования аэрофотоснимков и газогидрогеохимическое опробование поверхностных водотоков источников грунтовых вод.

Весьма интересны для рассматриваемой проблемы проявления сдвиговой тектоники земной коры Забайкалья в разрезе сейсмического профиля 1-СБ [3]. Веерообразное раскрытие вверх по разрезу (рис. 6, 9) большинства крупных разломов, особенно в интервале глубин 10–50 км, не оставляет сомнений в существовании закономерного процесса ветвления глубинных разломов в этом направлении.

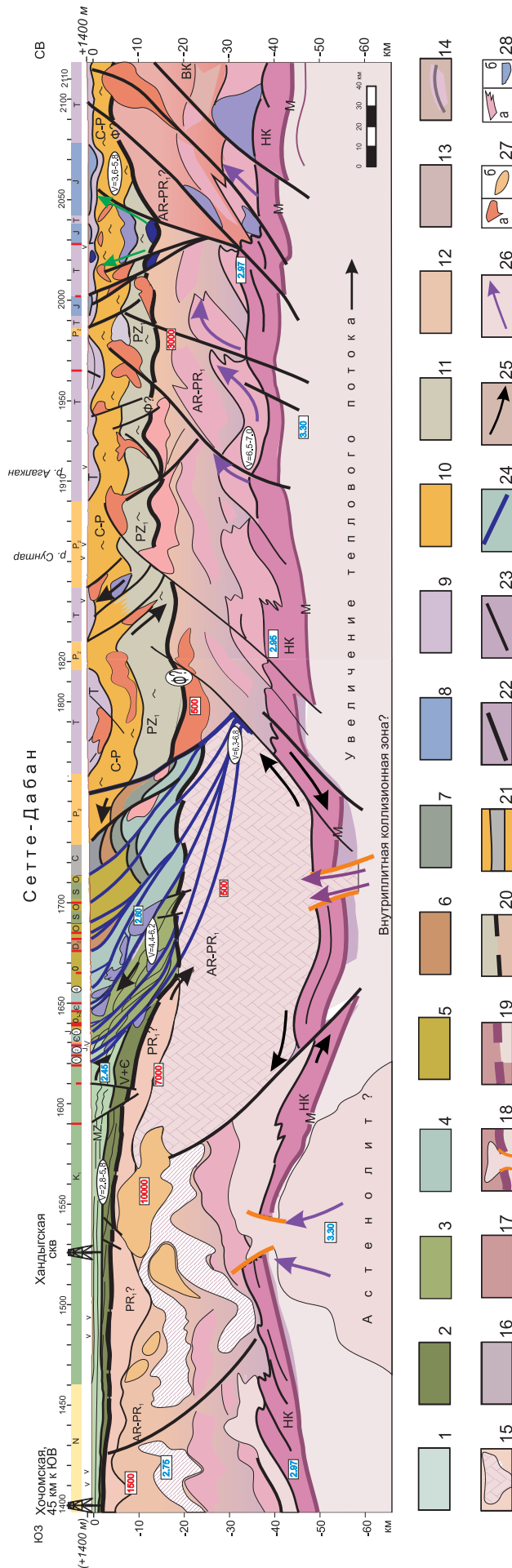


Рис. 7. Профиль 3-ДВ (северо-западный участок). Глубинная геолого-геофизическая модель земной коры и верхней мантии (Н. Г. Заможняя, 2013)

Сибирская платформа, осадочный чехол: 1 – нерасчлененные мезозойские отложения, 2 – нерасчлененные венд-кембрийские отложения; *Сетте-Дабанская складчатая-надвиговая зона*, осадочные образования: 3 – нерасчлененные венд-кембрий-ордовикские, 4 – нерасчлененные кембрий-ордовикские, 5 – нерасчлененные ордовик-силурийские, 6 – девонские, 7 – силурийские; *Верхояно-Колымская складчатая область*, осадочно-вулканогенные образования: 8 – юрские, 9 – триасовые, 10 – пермо-карбонные нерасчлененные, 11 – нижнепалеозойские нерасчлененные; *кристаллическая кора и верхняя мантия*: 12 – предположительно нижнепротерозойские образования, 13 – предположительно архейско-нижнепротерозойские образования, 14 – области повышенной расчлененности в кристаллической коре, 15 – гомогенные базифицированные области в кристаллической коре, 16 – зона полной переработки кристаллической коры, 17 – нижняя кора, 18 – верхняя мантия и участки проникновения ее в кору; *региональные отражающие границы*: 19 – основные сдвиги-надвиговые дислокации Сетте-Дабанской складчатой-надвиговой зоны; направления движений: 20 – разломного ранга: 22 – мантийные, 23 – коровые, 24 – основные сдвиги-надвиговые дислокации Сетте-Дабанской складчатой-надвиговой зоны; направления движений: 25 – блоков, 26 – коромантийных масс; интрузии состава предположительно: 27 – кислого (а), щелочного (б); 28 – основного (б)

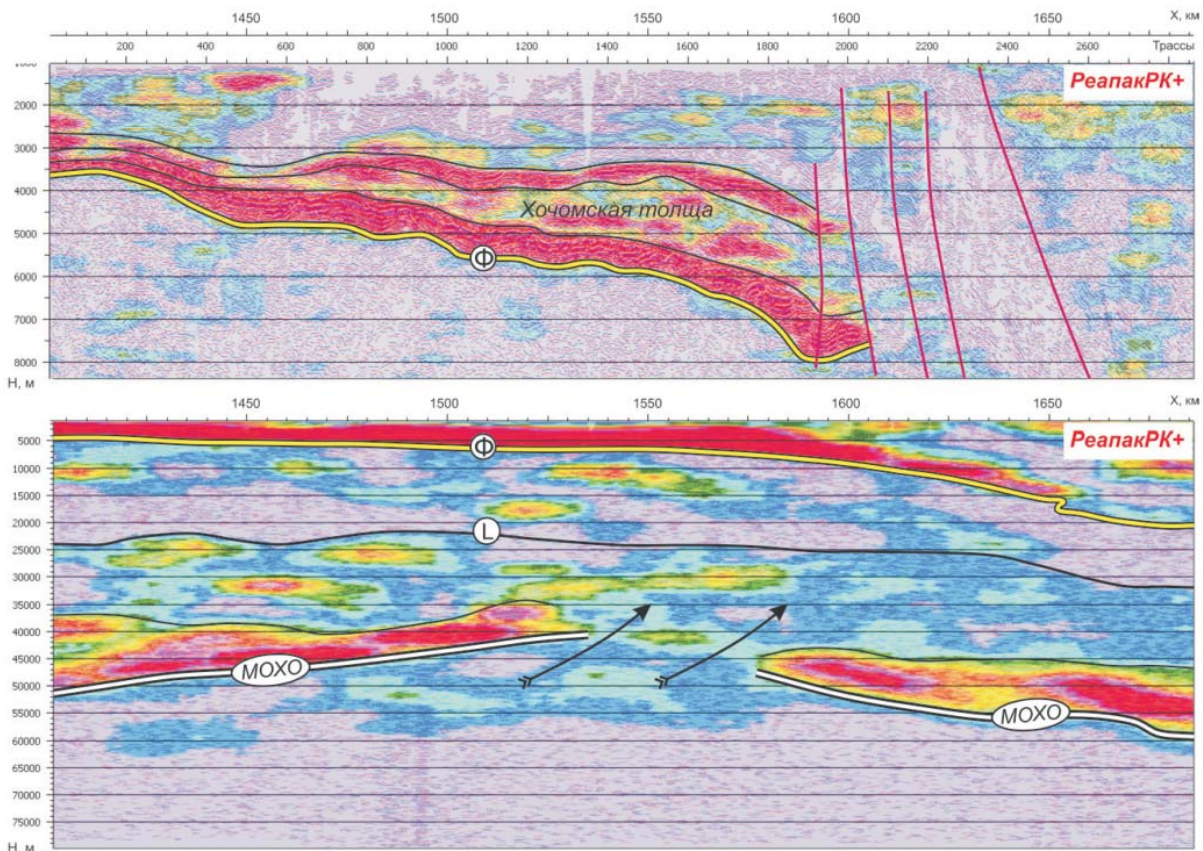


Рис. 8. Сопоставление строения осадочного чехла и нижней земной коры в северо-восточной части Предсеттедабанского прогиба. Фрагмент профиля 3-ДВ

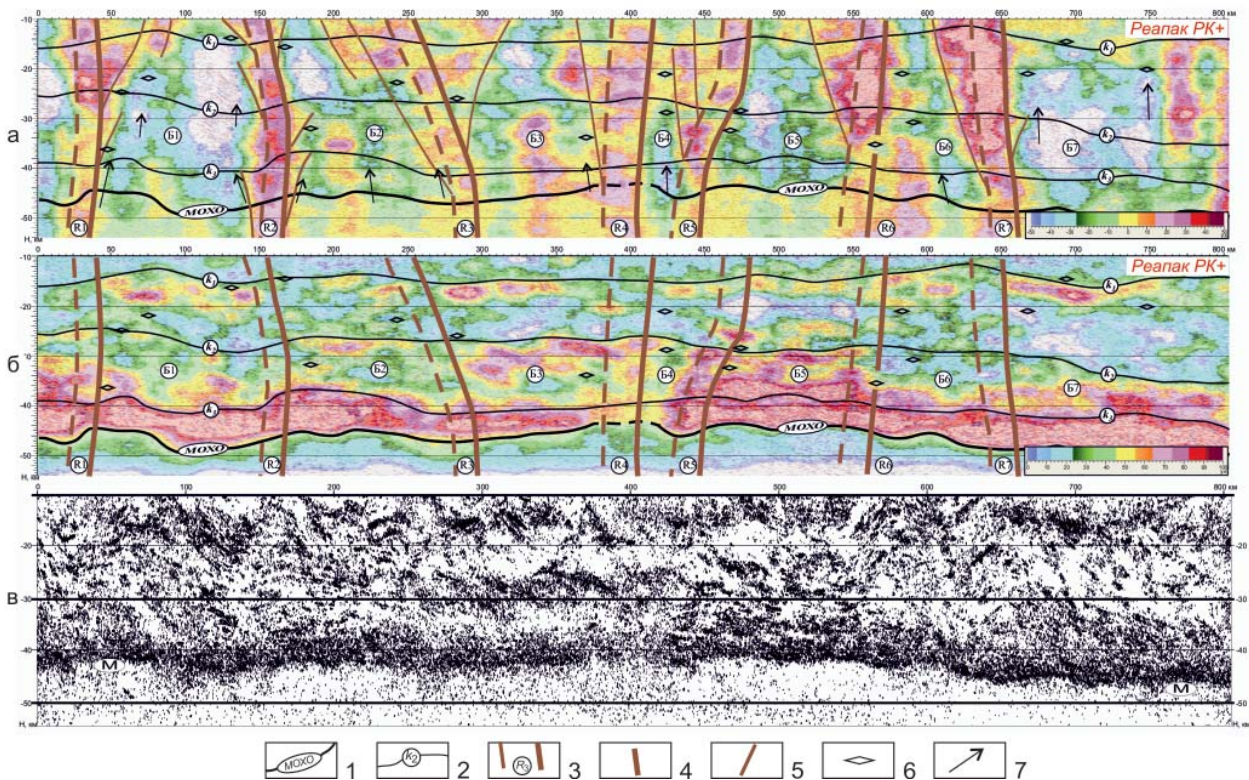


Рис. 9. Сейсотектоническая модель земной коры Забайкалья, профиль 1-СБ: поля наклонов отражателей в интервалах 10–54 км (а); поле отражения энергии в интервале 10–54 км (б); исходный разрез ОГТ в интервале 10–54 км (в)

1 – подошва земной коры; 2 – внутрикоровые границы слоев; 3 – шовная зона разлома с горизонтальным смещением; 4 – ось шовной зоны; 5 – оперяющие разломы; 6 – магматические камеры – глубинные аналоги пулл-апартов; 7 – возможные пути продвижения магматического вещества



Наряду с указанным процессом существуют и приповерхностные процессы растяжения земной коры, которые обуславливают формирование поверхностных клиновидных грабенов значительной вертикальной амплитуды. Один из примеров таких дизъюнктивных структур автор наблюдал на р. Сухая Тунгуска ниже ее правого притока р. Дьявольская. На правом берегу р. Сухая Тунгуска отмечаются жилы черных смолистых битумов толщиной 30–50 см, а напротив на левом берегу в поле силурийских преимущественно карбонатных горизонтов, переслаивающихся с терригенно-карбонатными, фиксируется клиновидный грабен, представленный блоком мелкозернистых порфировых раннетриасовых базальтов, которые восточнее в толще триасового структурного яруса Тунгусской синеклизы образуют маркирующие покровы. Амплитуда опускания этого клиновидного грабена может достигать 1,5–2 км.

Особого внимания на Сибирской платформе заслуживает интрузивный хонолит, приуроченный к северной части Хараелахских гор, где на глубинах около 2 км может залегать месторождение с медно-никелево-платиновым оруденением, еще более богатое, чем Талнахско-Октябрьское. Для его оконтуривания и изучения необходим комплекс электроразведочных и наземных геологических и геохимических работ, по результатам которых может быть обоснована сеть поисково-разведочных скважин.

В начале производственной (при открытии Талнахско-Октябрьского медно-никелево-платинового месторождения в Норильском районе) [6], а затем и в научной деятельности автору неоднократно приходилось вплотную заниматься полевыми и камеральными исследованиями особенностей проявления разрывных нарушений (см. рис. 1).

На рис. 10 приведены рудоконтролирующие разломы Норильского района согласно «Карте полезных ископаемых Красноярского края, республик Хакасия и Тыва» м-ба 1:1 500 000, построенной в 2005 г. под ред. М. Л. Кавицкого. В действительности поверхностных ветвей глубинных разломов существенно больше. Ярким примером может служить юго-западная окраина Хараелахских гор, в недрах которой расположено Талнахско-Октябрьское месторождение. После картирования этого участка на поверхности было выделено огромное количество объединенных в пучки разрывных нарушений с амплитудой первые десятки – сотни метров. Был сделан вывод о расположении не только вблизи поверхности уникального Талнахско-Октябрьского месторождения, послужившего источником ледниковых рудных валунов, но и его продолжения на большую глубину под нарушенные многочисленными крупноамплитудными разрывами поднятия рельефа, что полностью подтвердилось в результате последующего бурения многочисленных колонковых скважин.

Более богатым, чем Талнахско-Октябрьское, может оказаться месторождение медно-никелево-платиновых руд вблизи северного фаса базальтового плато на северном продолжении Норильско-Хараелахского рудоконтролирующего разлома. Работы, проведенные на этом перспективном участке норильскими геологами, пока не дали положительных результатов. Наиболее вероятное место его расположения, судя по выполненному нами прогнозу с использованием статистических показателей линейной сети, приурочено к бассейну среднего течения р. Икэн. В случае подтверждения указанного прогноза резервный фонд уникальных месторождений Российской Федерации мог бы быть существенно пополнен.

Приведенные примеры свидетельствуют о большом разнообразии условий формирования ветвей расходящихся вверх разломов, тщательный анализ которых может позволить намечать наиболее вероятные направления поиска и обнаружения месторождений полезных ископаемых.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **О структурах** района Хантайского озера в связи с поисками нефти и газа / В. С. Старосельцев, Б. В. Олейников, Г. В. Козлов, Т. А. Дивина // Геология и геофизика. – 1968. – Т. 9. – С. 116–119.
2. **Предпосылки** обнаружения гигантского скопления нефти на северо-востоке Тунгусской синеклизы / В. С. Старосельцев, Т. А. Дивина, В. И. Вожов, Г. Н. Кулиш // Нефтегазоносные бассейны Западно-Тихоокеанского региона и сопредельных платформ: сравнительная геология, ресурсы и перспективы освоения: Первая международная конференция, 21–26 апреля 1996 г. – СПб., 1998. – С. 127–132.
3. **Рудницкая Д. И., Сальников А. С., Старосельцев В. С.** Проявление сдвиговой тектоники земной коры Забайкалья на полях сейсмического профиля 1-СБ // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2016. – № 2 (26). – С. 3–9.
4. **Старосельцев В. С.** Влияние посттрапповых тектонических движений на миграцию углеводородов в Тунгусской синеклизе // Геология и геофизика. – 1978. – № 9. – С. 49–58.
5. **Старосельцев В. С.** Геолого-геофизические предпосылки юго-восточного продолжения Сибирской платформы // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2015. – № 4 (24). – С. 3–10.
6. **Старосельцев В. С.** Как открывали Талнахско-Октябрьское месторождение // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2015. – № 4 (24). – С. 110–115.
7. **Старосельцев В. С.** Тектоника базальтовых плато и нефтегазоносность подстилающих отложений. – М.: Недра, 1985. – С. 56–64.
8. **Старосельцев В. С., Дивина Т. А.** Перспективы обнаружения крупных скоплений углеводородов на северо-западе Сибирской платформы // Приоритетные направления поисков крупных и уникальных



месторождений нефти и газа. – М.: Геоинформмарк, 2004. – С. 118–125.

9. Старосельцев В. С., Лебедев В. М. О перикратонном опускании на северо-западе Сибирской платформы // Материалы по региональной геологии Сибири. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 1967. – С. 88–92.

10. Строение осадочного чехла Хантайского выступа с оценкой ресурсов углеводородов кембрийских и ордовикско-силурийских отложений / В. А. Тимофеев, В. С. Старосельцев, В. И. Вальчак, Н. И. Бобров // Перспективы развития нефтегазодобывающего комплекса Красноярского края: матер. науч.-практ. конф., 20–23 ноября 2007 г. – Красноярск, 2007. – С. 51–57.

11. Шаров В. И. Разломы и природа сейсмических границ в разрезе континентальной коры // Сов. геология. – 1984. – № 1. – С. 111–120.

12. Шаров В. И., Гречишников Г. А. О поведении тектонических разрывов на различных глубинных уровнях земной коры по данным метода отраженных волн (МОВ) // Докл. АН СССР. – 1982. – Т. 263, № 2. – С. 412–416.

REFERENCES

1. Staroseltsev V.S., Oleynikov B.V., Kozlov G.V., Divina T.A. [On structures of Lake Khantayskoye locality in connection with petroleum exploration]. *Geologiya i geofizika*, 1968, vol. 9, pp. 116–119. (In Russ.).

2. Staroseltsev V.S., Divina T.A., Vozhov V.I., Kulish G.N. [Geological prerequisites for the giant petroleum accumulation discovery in the north-east of the Tunguska syncline]. *Neftegazonosnye basseyny Zapadno-Tikhookeanskogo regiona i sopredel'nykh platform: sravnitel'naya geologiya, resursy i perspektivy osvoeniya (Pervaya mezhdunarodnaya konferentsiya, 21–26 aprelya, 1996)* [Petroleum basins of the Western-Pacific region and adjacent platforms: comparative geology, resources and exploration potential (First International Conference, 21–26th of April, 1996)]. Saint Petersburg, 1998, pp. 127–132. (In Russ.).

3. Rudnitskaya D.I., Salnikov A.S., Staroseltsev V.S. [Manifestation of the pull-apart tectonics of the Earth's crust in Transbaikalia identified from seismic profile 1-SB]. *Geologiya i mineral'nye resursy Sibiri – Geology and Mineral Resources of Siberia*, 2016, no. 2 (26), pp. 3–9. (In Russ.).

4. Staroseltsev V.S. [Influence of post-trappean tectonic movements on the migration of hydrocarbons

in the Tunguska syncline]. *Geologiya i geofizika*, 1978, no. 9, pp. 49–58. (In Russ.).

5. Staroseltsev V.S. [Geological and geophysical prerequisites for the south-eastern continuation of the Siberian Platform]. *Geologiya i mineral'no-syr'evye resursy Sibiri – Geology and mineral resources of Siberia*, 2015, no. 4, pp. 3–10. (In Russ.).

6. Staroseltsev V.S. [How the Talnakhsko-Oktyabr'skoye field was discovered]. *Geologiya i mineral'no-syr'evye resursy Sibiri – Geology and mineral resources of Siberia*, 2015, no. 4, pp. 110–115. (In Russ.).

7. Staroseltsev V.S. *Tektonika basaltovykh plato i neftegazonosnost' podstilayushchikh otlozheniy*. [Tectonics of basalt plateaus and petroleum potential of underlying strata]. Moscow, Nedra Publ., 1985, pp. 56–64. (In Russ.).

8. Staroseltsev V.S., Divina T.A. [Prospects for the large hydrocarbon accumulations discovery in the north-west of the Siberian Platform]. *Prioritetnye napravleniya poiskov krupnykh i unikal'nykh mestorozhdeniy nefti i gaza* [High-priority directions of prospecting for large and unique oil and gas fields]. Moscow, Geoinformmark Publ., 2004, pp. 118–125. (In Russ.).

9. Staroseltsev V.S., Lebedev V.M. [On pericratonic subsidence in the north-west of the Siberian Platform]. *Materialy po regional'noy geologii Sibiri* [Materials on regional geology of Siberia]. Novosibirsk, SNIIGGiMS Publ., 1967, vol. 57, pp. 88–92. (In Russ.).

10. Timofeev V.A., Staroseltsev V.S., Valchak V.I., Bobrov N.I. [Structure of sedimentary cover in the Khatanga ledge region and appraisal of hydrocarbon resources in the Cambrian and Ordovician-Silurian deposits]. *Perspektivy razvitiya neftegazodobyvayushchego kompleksa Krasnoyarskogo kraya (Materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii 20–23 noyabrya 2007 goda)* [Petroleum production industry development outlook in the Krasnoyarsk Territory (Proc. Research and Practice Conference, 20–23rd November 2007)]. Krasnoyarsk, 2007, pp. 51–57. (In Russ.).

11. Sharov V.I. [Faults and the nature of seismic boundaries in section of the continental crust]. *Sovetskaya geologiya*, 1984, no. 1, pp. 12–120. (In Russ.).

12. Sharov V.I., Grechishnikov G.A. [On behavior of tectonic faults at various deep levels of the Earth's crust based on seismic reflection method (RM) data]. *Doklady AN SSSR*, 1982, vol. 263, no. 2, pp. 412–416. (In Russ.).

© В. С. Старосельцев, 2019