

ИЗУЧЕНИЕ И ПРОГНОЗ ЛОКАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ СЛОЖНОГО ТИПА НА СУНТАРСКОМ СВОДЕ И ПЕЛЕДУЙСКОМ ПОДНЯТИИ (РЕСПУБЛИКА САХА — ЯКУТИЯ) ПО ДАННЫМ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ И БУРЕНИЯ

А.В. Исаев, Н.В. Мельников, С.В. Кушнарв
(ГФУП СНИИГГиМС),
А.А. Егошин
(ОАО «Якутскгеофизика»)

В западной части Республики Саха (Якутия) залежи нефти и газа открыты в вендском и верхневендско-нижнекембрийском нефтегазоносных комплексах (НГК). В вендском НГК продуктивны пласты песчаников вилючанского, талаханского, харыстанского, хамакинского, ботубинского и улаханского продуктивных горизонтов, а в верхневендско-нижнекембрийском НГК — пласты карбонатов юряхского и осинского продуктивных горизонтов.

Большинство залежей приурочено к ловушкам сложного типа. В вендском НГК распространены структурно-литологические ловушки, осложненные дизъюнктивами. В карбонатных пластах верхневендско-нижнекембрийского НГК коллекторы приурочены к органогенным (рифоподобным) постройкам осинского продуктивного горизонта.

Высокоперспективным, но слабоизученным участком для поиска залежей нефти и газа в вендском НГК является западный склон Сунтарского свода, на котором предполагается крупная структурно-литологическая ловушка в пластах песчаников вилючанского и харыстанского продуктивных горизонтов. Ловушки в рифогенных карбонатных постройках в осинском продуктивном горизонте прогнозируются на Пеледуйском поднятии к северу, западу и востоку от Талаканского месторождения [1]. Здесь установлен субширотный тренд развития рифогенных построек, намечены зоны возможного распространения коллекторов в осинском продуктивном горизонте (рис. 1).

Продуктивные песчанниковые горизонты низов венда, зоны коллекторов в органогенных карбонатах зачастую не проявляются на временных разрезах ОГТ стандартной обработки. Возможности сейсморазведки могут быть увеличены благодаря специальной высокоразрешающей дообработке временных

Проведены исследования по оценке возможностей прогноза сложнопостроенных ловушек УВ на Сунтарском своде и Пеледуйском поднятии (Республика Саха — Якутия) на основе высокоразрешающей дообработки временных разрезов ОГТ и изучения характера проявления особенностей геологического разреза в волновых полях по данным ГИС и моделирования. Установлены признаки, которые характеризуют ловушки типа Талаканской и структурно-литологические ловушки в харыстанской свите. На основании установленных критериев выделены Куландинский объект на Пеледуйском поднятии и структурно-литологическая ловушка в харыстанской свите на западном склоне Сунтарского свода.

Researches on the evaluation of the possibilities to forecast the complicatedly built hydrocarbon traps on Suntar arch and Peledui high (Saha (Yakutia) Republic) were made by using high — resolution afterprocessing of time sections CDP and by studying the demonstration nature of geologic profile characteristics in wavefields according to GIS data and modelling. Signs that characterize the traps of Talakan type and structural — lithologic traps in Harystan measure were determined. On the basis of fixed criteria the Kulandin object on Peledui high and structural — lithologic trap in Harystan measure on the western bias of Suntar arch were located.

разрезов и изучению характера проявления тех или иных особенностей геологического разреза в волновых полях. Эти процедуры обеспечивают хорошее соответствие сейсмических границ геологическим, что позволяет создавать более адекватные геологические модели структурно-литологических ловушек в песчанниковых телах низов венда и в органогенных карбонатных телах низов кембрия.

Динамическая высокоразрешающая обработка немигрированных временных разрезов выполнена в обрабатывающей системе ASPISW [2] в волновой области по следующему графу:

1. Деконволюция сжатия.
2. Вычленение нерегулярной компоненты записи.
3. Вычленение регулярной компоненты записи вне пространственного диапазона отраженных волн.
4. Регулировка записи, нормализация, переход на

дискретизацию в 1 мс.

5. Волновая миграция временного разреза.
6. РНП-преобразование временного разреза (без миграции) с сохранением формы сейсмической записи.

Дообработанные динамические временные разрезы характеризуются повышенным соотношением сигнал/помеха и более высокой разрешенностью записи и динамической выразительностью слабых вендских отражений (рис. 2).

Исследование отражающих свойств разреза осадочного чехла проводили на основе моделирования (синтетического ВСП). Достоверность и надежность полученных результатов при этом зависят от качества составленной по скважине акустической модели реальной среды и от того, насколько правильно и полно заложенные в программах численных расчетов волновых полей алгоритмы учитывают реальные особенно-

сти формирования и распространения упругих колебаний в разрезе осадочного чехла.

Используемые при выполнении исследований методические приемы по составлению литолого-акустических моделей и программы численных расчетов волновых полей, созданные в СНИИГГиМСе, прошли широкую апробацию и доказали свою эффективность во многих регионах Западной и Восточной Сибири [3].

Обработка данных ГИС проводится в комплексе ВИДГИС. Технология оценки параметров пород и построение литолого-акустической модели реализуются в форме послонного определения акустических характеристик среды. В качестве слоя берется однородный по акустическим характеристикам пласт минимальной толщиной 0,5...1,0 м с учетом его литологических особенностей. Другой важной характеристикой литолого-акустической модели является плотность горных пород. Прямые определения плотности (плотностной ГТК) по исследуемым скважинам не проводили. Поэтому значения плотности определены по лабораторным данным и на основании зависимости $\sigma = f(V)$ для различных литологических разностей. По составленным моделям рассчитаны волновые поля ВСП, по которым изучены условия формирования отраженных волн.

На Талаканском участке исследования отражающих свойств разреза осадочного чехла проведены по скв. 781 и 818. Наиболее устойчивые интенсивные отражения формируются внутри юрегинской свиты, на 1-й и 2-й соленосных пачках, на кровле билирской и паршинской свит; менее интенсивные отражения образуются на кровле и подошве юряхской свиты, а также на кровле талаканской (рис. 3). Целевой интервал разреза (билирская свита) хорошо проявляется в волновом поле в виде сигнала асимметричной формы длительностью около 30 мс (рис. 4). Увеличение толщины билирской свиты с 60 до 80...90 м, наблюдаемое в пределах Талаканского месторождения, приводит к формированию дополнительного положительного экстремума, что может служить хорошим диагностическим признаком выявления возможных залежей талаканского типа в билирской свите по данным сейсморазведки. Исследования в этом направлении целесообразно продолжить, для чего необходимо провести изучение особенностей формирования волн в разрезе перспективных отложений по большему числу скважин, включая продуктивные.

В пределах Сунтарского участка стратиграфическая привязка горизонтов выполнена по 3 скважинам — 623, 647, 12503. В результате установлено, что наиболее интенсивные отражения формируются на юрегинских и торсальских солях, телгеспитских и бесюряхских доломитах (рис. 5). Более слабые отражения контролируют харыстанскую и другие свиты венда. Изучение характера проявления харыстанских песчаников в волновом поле показывает возможность их выделения на временном разрезе ОГТ (рис. 6).

Интерпретация дообработанных временных разрезов ОГТ (стратификация, выделение искоемых объектов) проведена на основании данных моделирования и геологических данных по скважинам. Для более надежной стратификации временные разрезы преобразованы в палеосейсмические. Выравнивание проведено на кровлю первой пачки юрегинских солей по Талаканскому участку и кровлю торсальских солей по Сунтарскому.

На Талаканском участке выполнена интерпретация двух композитных сейсмических разрезов ОГТ. Первый длиной около 120 км начинается от скв. 818, проходит в северо-западном направлении по центральному блоку Талаканского месторождения к скв. 781 — Верхненойской, а затем резко поворачивает на запад и доходит до скв. 791 — Куландинской. Второй разрез длиной 30 км проходит через скв. 3600 и заканчивается в районе скв. 2091 — Делиндинской (см. рис. 1).

На разрезах уверенно выделяются соленосные толбачанская и юрегинская свиты, представленные чередованием низкоскоростных (каменные соли) и высокоскоростных (доломиты) пачек. Билирская свита, состоящая из высокоскоростной пачки в верхней части и низкоскоростной в нижней и являющаяся объектом исследований, также прослежена по всему разрезу.

Верхняя часть вендского разреза (высокоскоростные юряхская, кудулахская и успунская свиты) обычно выделяется на разрезах ОГТ как один объект. Только на юго-востоке, в районе Талаканского месторождения, отчетливо прослеживается юряхская свита, составленная чередованием высоко- и среднескоростных пачек. Бюкская свита распространена на юге участка. Место выклинивания бюкской свиты фиксируется по исчезновению положительной фазы отражения.

Низкоскоростные паршинская, талахская свиты венда на разрезах ОГТ отдельно не выделяются. Поверхность кристаллического фундамента в волновом поле временного разреза проявляется как шероховатая граница с нечетким, размазанным, отражением. На участке разреза (66...71-й километр) сверху в фундаменте врезана слоистая толща, представленная базальными отложениями талаканской свиты и конгломератовой свитой.

Юрегинская свита по линии разреза имеет толщину от 250 до 265 м, а билирская — от 65 м в начале разреза и до 75...80 м в остальной его части. Толщины юряхской+кудулахской+успунской свит в средней части разреза составляют 230...250 м, а на его краях — 215...225 м. Бюкская свита в южной части участка имеет толщину 40...55 м., затем, на расстоянии около 55 км от скв. 818, толщина свиты уменьшается. Выклинивание свиты прогнозируется в 60...70 км к северу от скв. 818. Толщина паршинской свиты последовательно уменьшается в северном направлении с 200 до 75 м. Так же направленно уменьшаются толщины талахской (70...10 м) и талаканской

(200...0 м) свит. Только в грабене толщина талаканской свиты возрастает до 230 м (на его краях 40...50 м).

Анализ временного разреза позволил установить некоторые закономерности в изменении волнового поля, которые характеризуют Талаканское месторождение (рис. 7):

значительное увеличение амплитуды положительной фазы «билирского» отражения;

появление в пределах месторождения дополнительного положительного экстремума в «билирском» отраженном сигнале;

наличие палеоподнятия вендского времени на месте рифогенных построек.

Установленные критерии являются хорошим диагностическим признаком при выявлении новых месторождений. На основании установленных критериев на юго-западе выделяется Куландинский объект (рис. 8).

На Сунтарском участке проведена интерпретация композитного сейсмического разреза ОГТ длиной около 150 км (рис. 9). Разрез проходит с юго-запада на северо-восток, от скв. 679 до скв. 647 и далее (см. рис.1). На разрезе повсеместно хорошо опознаются соленосные (чарская, толбачанская и юрегинская) и карбонатные (олекминская, эльгянская+нелбинская) свиты кембрия. Участками выделяются билирская, юряхская свиты кембрия и венда. Успенская и кудулахская свиты венда отдельно не прослеживаются. Торсальская пачка солей и телгеспитская пачка ангидритовых доломитов буюкской свиты прослежены по всему профилю. Нижние свиты венда — харыстанская, ынахская, бесюряхская, талахская, хоронохская — прослеживаются на западе и востоке разреза. В его центральной части они или не прослеживаются, или выделены частично. Хорошо прослежена граница бесюряхской и талахской свит. Бетинчинская свита и карбонатная толща рифея прослежены на востоке профиля.

Характер проявления вендских свит выдержан по всему профилю. Эта выдержанность позволяет заключить, что свиты венда не претерпевают значительных литологических изменений по линии профиля.

Существенные изменения толщин характерны для нижнего венда в центральной части сейсмогеологического разреза, к востоку от Виллойско-Джербинского месторождения. Эти изменения толщин приурочены к кровельной и базальной частям нижнего венда. К ним относятся интервалы разреза залегающей ниже пачки торсальских солей буюкской свиты. Это, вероятно, харыстанская свита. Эти интервалы характеризуются резкими изменениями толщин и по материалам нефтегазопроисследовательского бурения. В разрезе выделяются также хоронохская и бетинчинская свиты вилочанского горизонта нижнего венда, которые в ряде скважин отсутствуют, а в других их толщины достигают 200 м. Следует заметить, что нижние свиты венда прослежены на Арылахской площади. Это означает, что хоронохская и бетинчинская свиты, вероятно, распространены по всему западу Сунтарского свода.

Продуктивные горизонты — юряхский, харыстанский и вилочанский — прослежены по всему временному разрезу.

Юряхский продуктивный горизонт на западе разреза отображается в волновом поле тремя положительными и двумя отрицательными фазами. Можно предположить, что положительные фазы соответствуют пластам Ю-I, Ю-II и Ю-III. На востоке профиля исчезает средняя положительная фаза. Вряд ли это означает, что здесь выклинивается пласт Ю-II. Вероятно, изменились физические параметры пачек юряхской свиты.

Харыстанская свита выражена на сейсмогеологическом разрезе интенсивной отрицательной фазой в подошве и невыразительной записью в центральной и кровельной частях свиты. Вероятно, в этих частях свиты находится харыстанский продуктивный горизонт. Толщина харыстанской свиты меняется по разрезу. Ее максимальные значения находятся на 50...70-м километре разреза. В восточной части разреза (110...145-й километр) в харыстанской свите преобладают слабые положительные и отрицательные фазы. Вероятно, здесь появляются карбонатно-терригенные породы в составе харыстанской свиты.

На временном разрезе ОГТ Сунтарского участка в пределах одноименной ловушки, выявленной специалистами ОАО «Якутскгеофизика», наблюдается аномалия типа «яркого пятна» в интервале «харыстанских» отражений, что может свидетельствовать о появлении песчаного пласта (см. рис. 9, ПК 115⁰⁰...120⁰⁰).

Вилочанский продуктивный горизонт практически не отображается в волновом поле временного разреза. Условно выделяется хоронохская свита. Подстилающая бетинчинскую свиту пачка карбонатов распространена в восточной половине разреза. Ее толщина постепенно возрастает к восточному окончанию разреза.

Приведенные выше данные о строении продуктивных горизонтов позволяют заключить, что толщины свит венда мало изменяются по площади и в них не происходит резких литологических изменений, но намечается возрастание глинизации и карбонатности свит нижнего венда в восточном направлении. Вероятно, можно прогнозировать ограниченное распространение коллекторов в харыстанском и вилочанском продуктивных горизонтах на востоке. Анализ временного разреза показывает, что на западе Сунтарского свода можно прогнозировать ловушки структурного типа и сложные ловушки с дизъюнктивными и, видимо, с литологическими боковыми экранами.

Существование литологических ловушек на западе Сунтарского свода возможно в зонах выклинивания песчаников харыстанской свиты. Наиболее благоприятен для поиска локальных ловушек вилочанский продуктивный горизонт в более пологой части на западе Сунтарского свода, где он находится на глубинах 1000...2000 м.

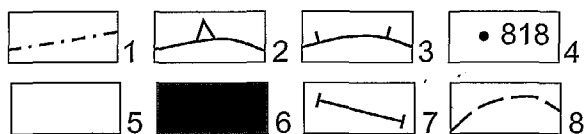
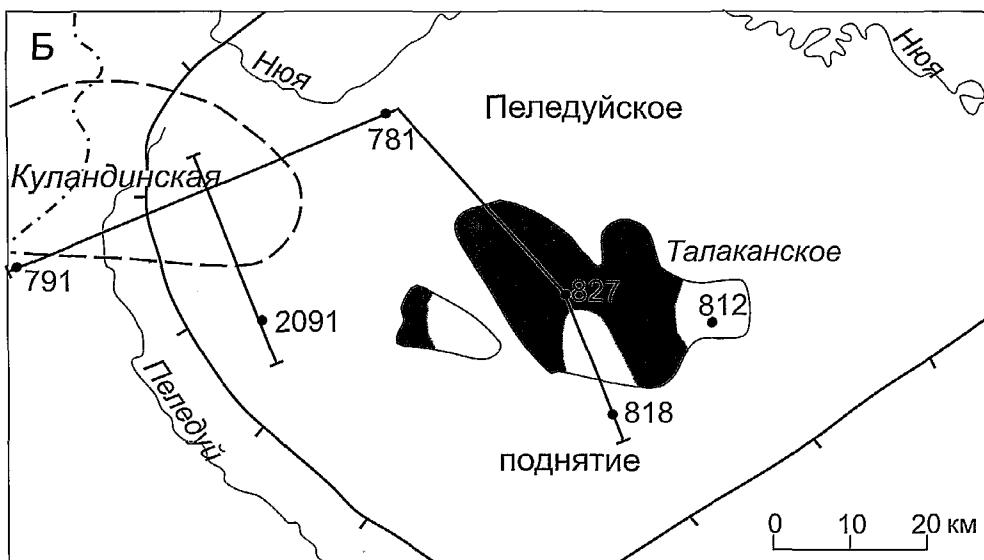
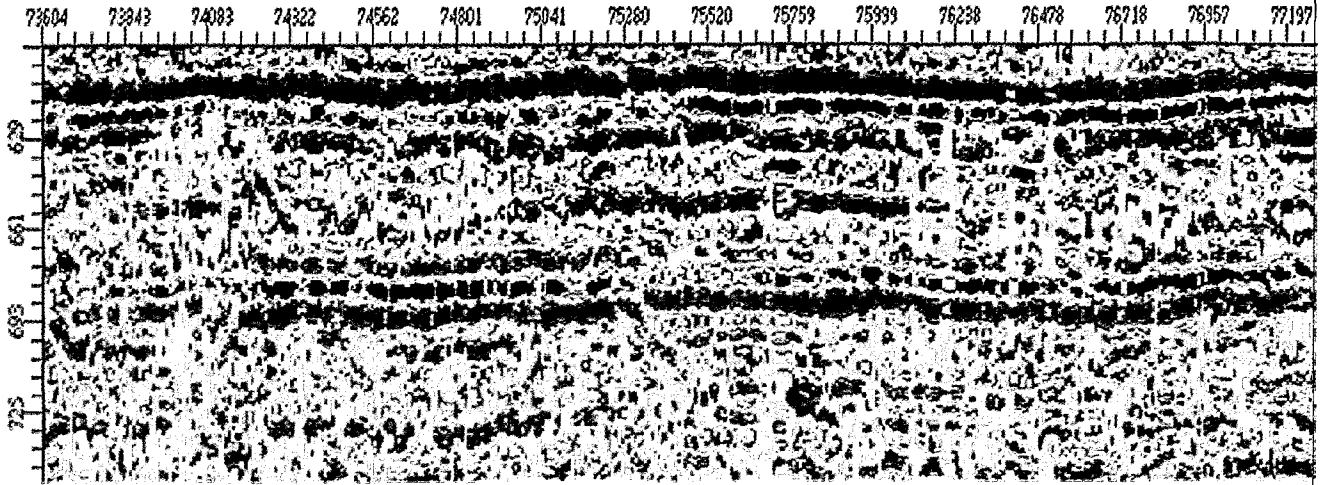


Рис. 1. Схема расположения изученных композиционных сейсмических разрезов на Сунтарском своде (А) и Пеледуйском поднятии (Б):

- 1 — граница Республики Саха (Якутия); 2 — граница Сунтарского свода;
 3 — границы поднятий; 4 — скважины; 5 — газ; 6 — нефть;
 7 — переобработанные сейсмические разрезы; 8 — контуры прогнозных ловушек

а



б

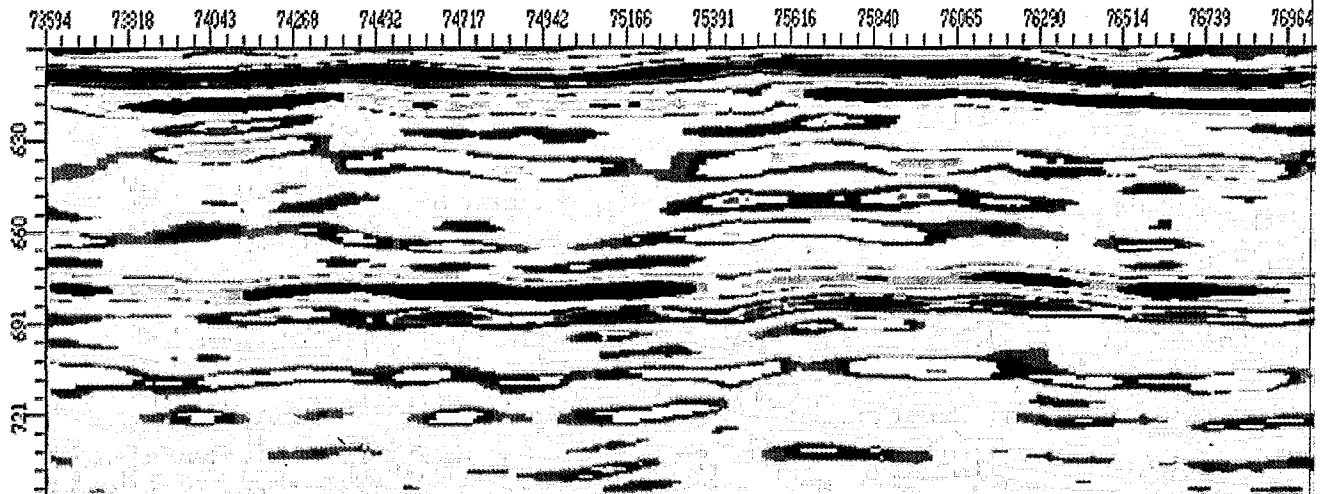


Рис. 2. Фрагмент временного разреза ОГТ до (а) и после (б) высокоразрешающей дообработки в системе ASPISW. ИП 9902100. Талаканский участок

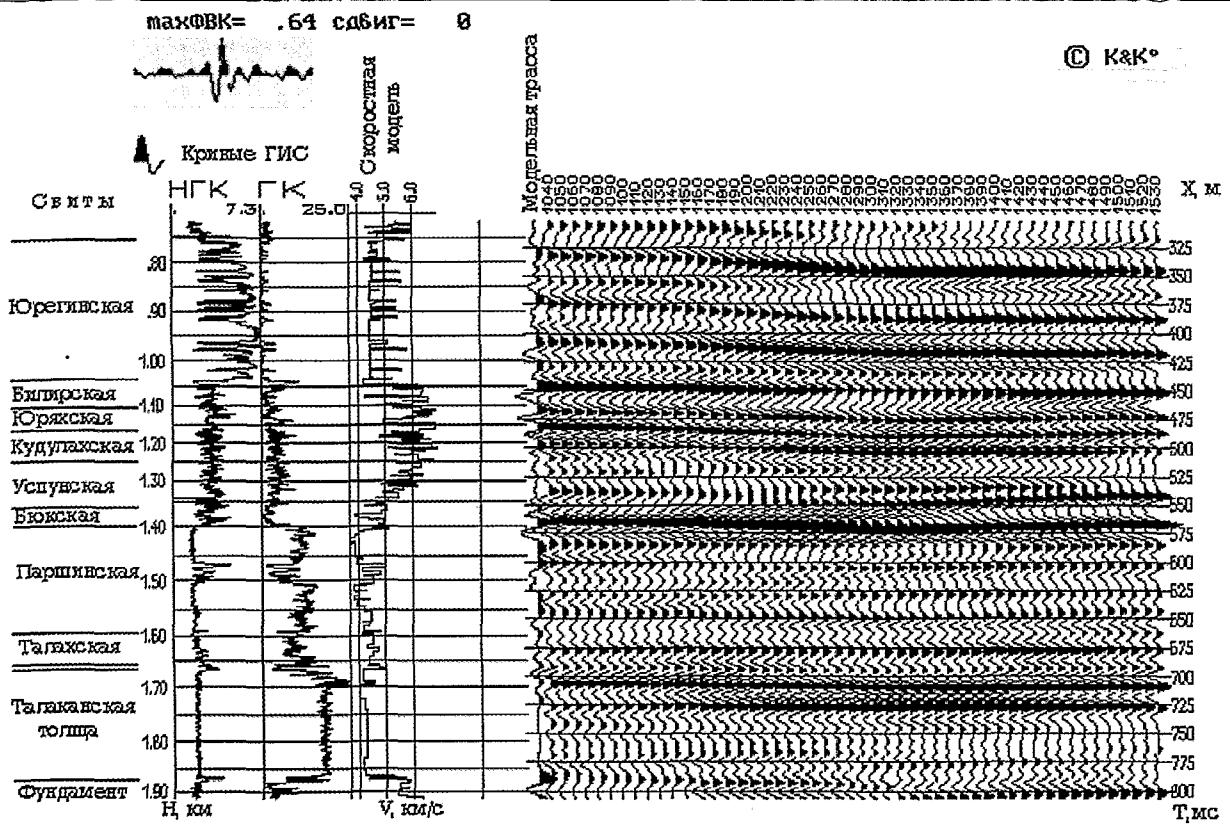


Рис. 3. Стратиграфическая привязка отражающих горизонтов. Сква. 818, Талаканский участок, ПР 980299, ПК 1040

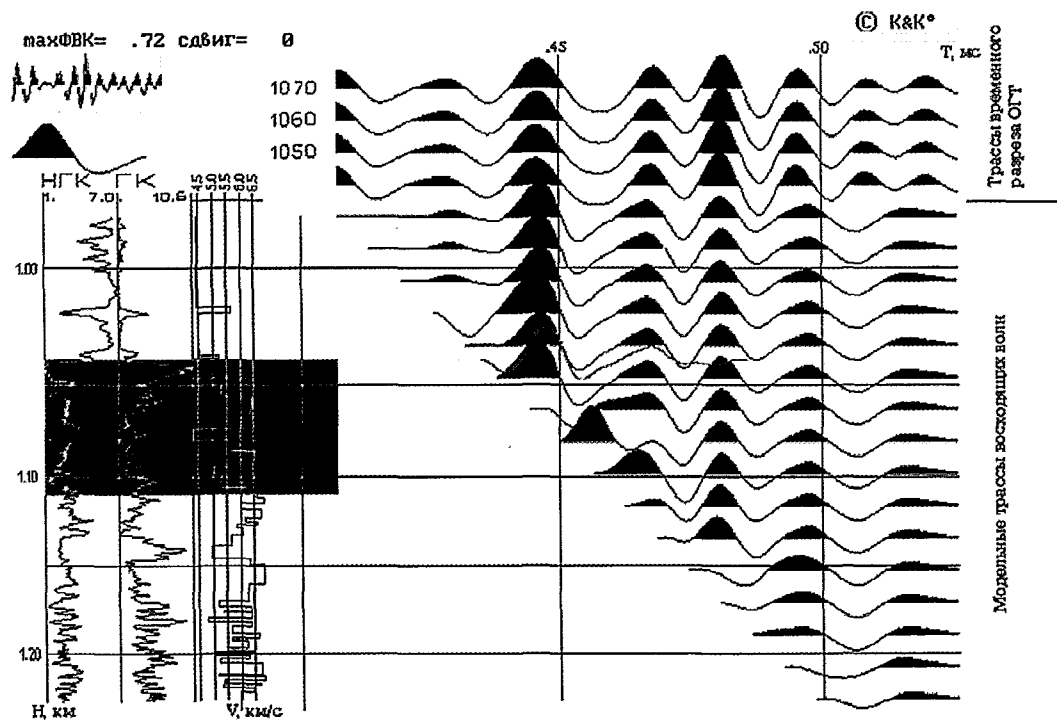


Рис. 4. Особенности формирования отраженных волн в целевом (билгирская свита) интервале разреза. Сква. 818, Талаканский участок

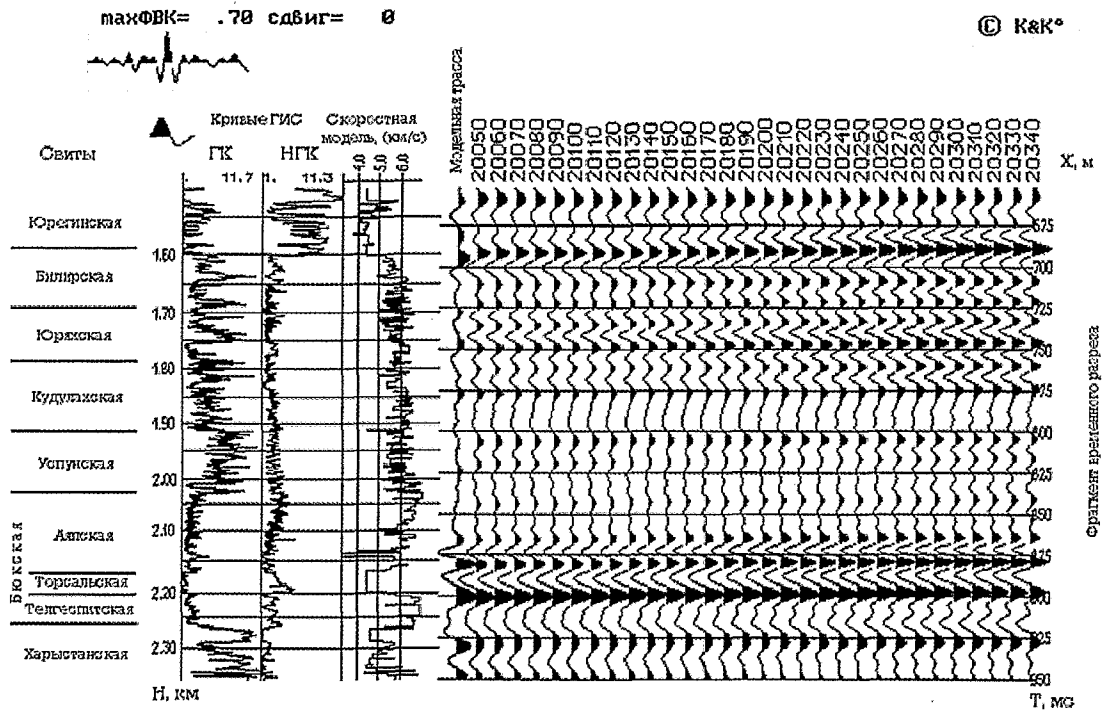


Рис. 5. Стратиграфическая привязка отражающих горизонтов. Скв. 623, Сунтарский участок, ПР 991010а, ПК 20050

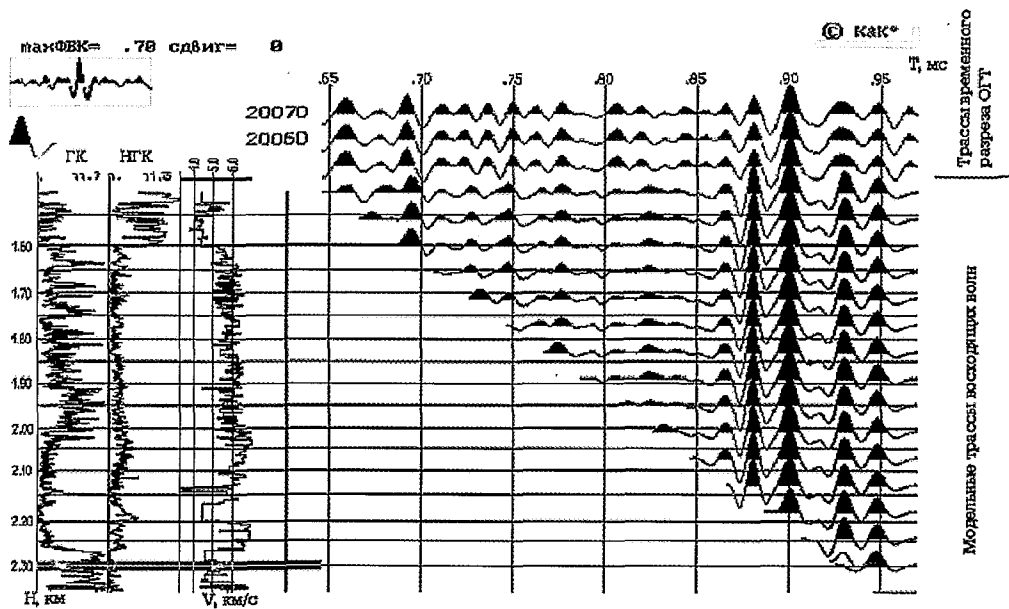


Рис. 6. Отображение в волновом поле песчаников харытанской свиты. Скв. 623. Сунтарский участок

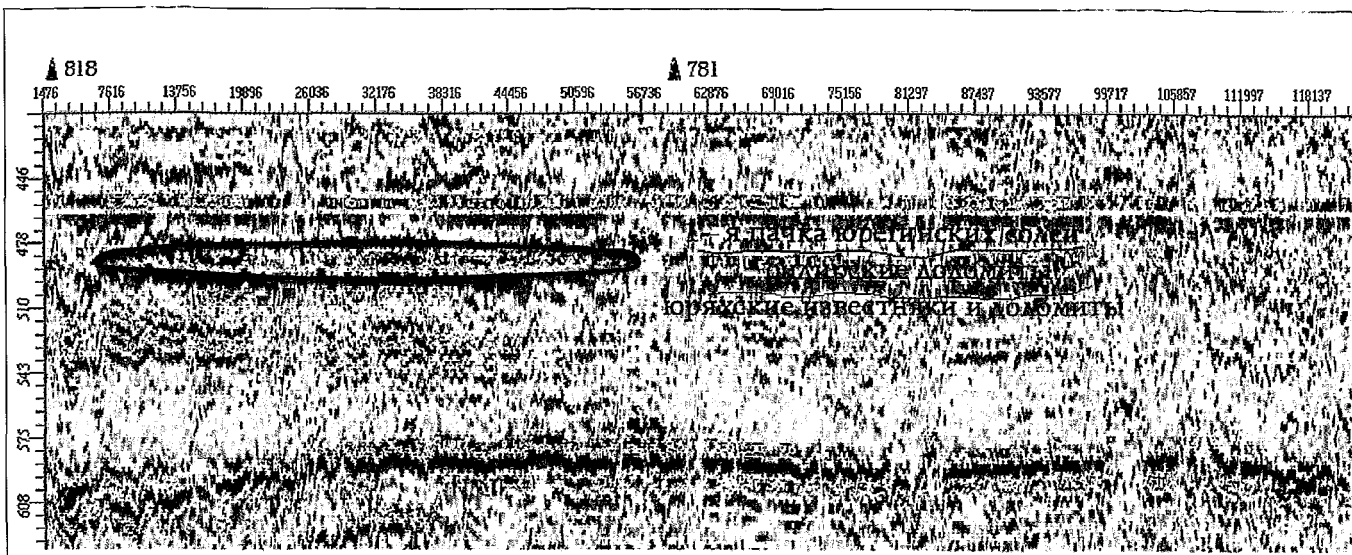


Рис. 7. Палеосейсмический разрез ОГТ по линии профилей 960299—950279—8802490—9902100. Талаканский участок

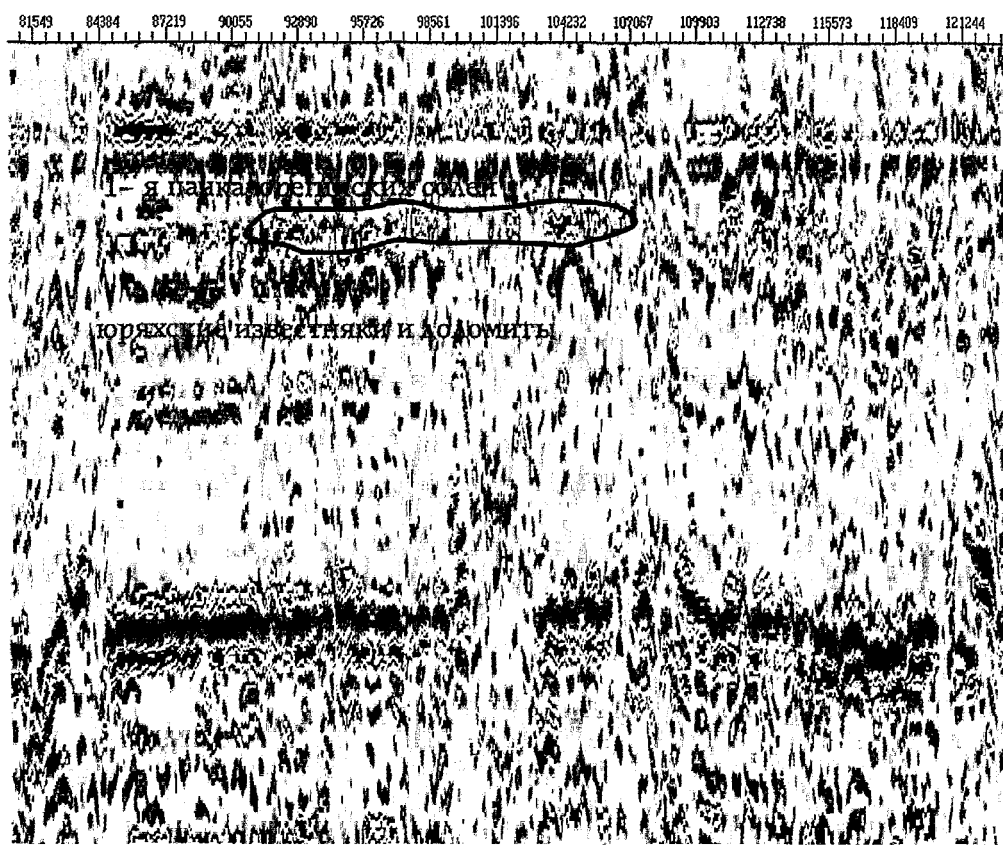


Рис. 8. Фрагмент палеосейсмического разреза ОГТ по ПР 8802490—9902100. Талаканский участок

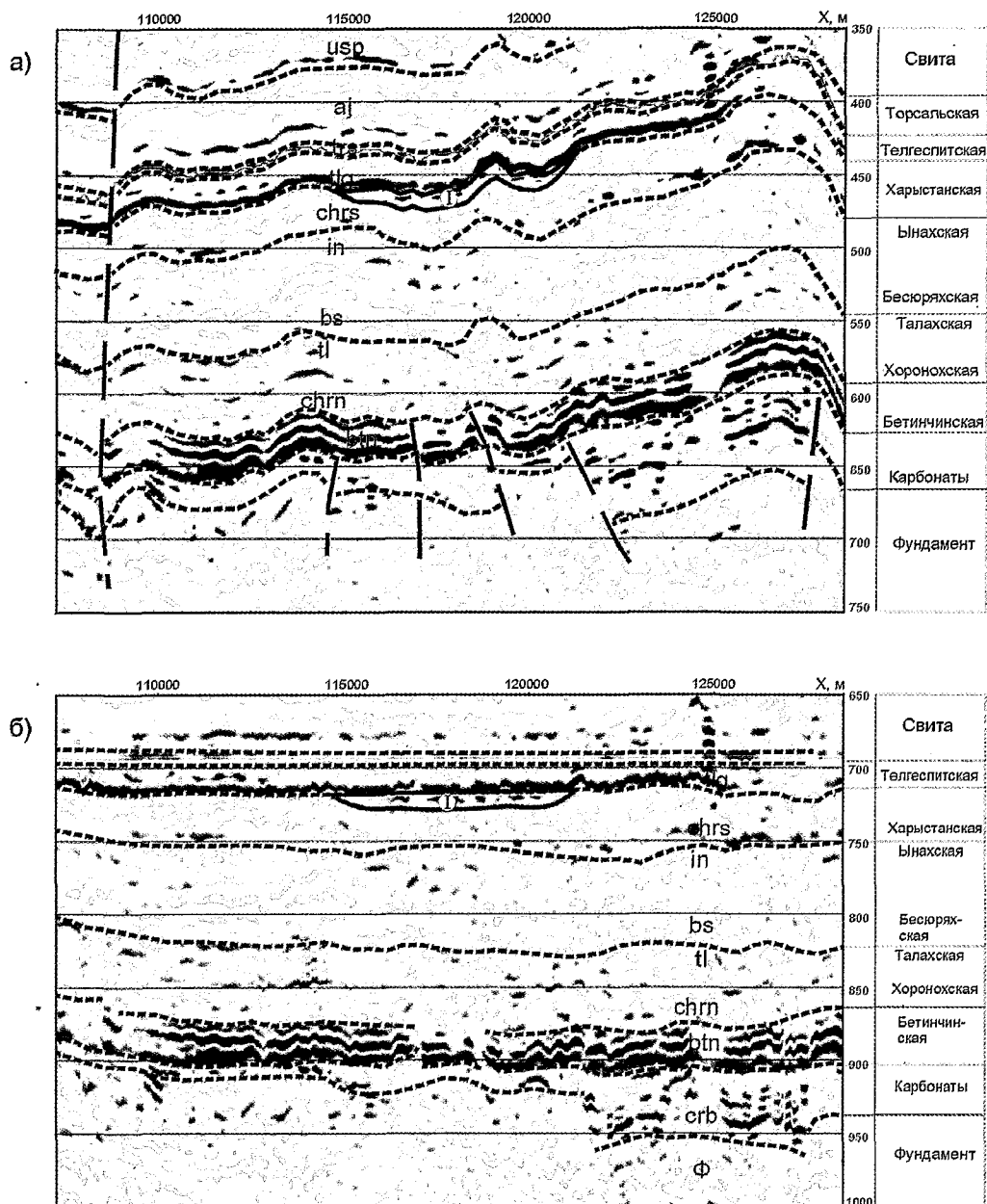


Рис. 9. Фрагмент стратифицированного временного разреза ОГТ до (а) и после (б) выравнивания.

Сунтарский участок:

I - аномалия типа яркого пятна, возможно, обусловленная появлением в разрезе харыстанских песчаников

В заключение отметим, что на основании выявленных признаков, характеризующих ловушки типа Талаканской и структурно-литологические ловушки в харьстанской свите на высокоразрешающих временных разрезах ОГТ, авторами выделен Куландинский объект на Пеледуйском поднятии (см. рис. 8) и аномалия типа «яркого пятна» в пределах Сунтарской ловушки на однойменном своде (см. рис. 9).

Песчаниковые тела в вилочанском горизонте (хоронохская и бетинчинская свиты) распространены по всему композитному профилю. Основной ожидаемый тип ловушек в вилочанском продуктивном горизонте — структурный.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ефимов А.О. Строение осинского резервуара северо-восточной части Непско-Ботубинской НГО и факторы,

определяющие его нефтегазоносность, на примере Талаканского месторождения // *Результаты работ по Межведомственной региональной научной программе «Поиск» за 1992—1993 гг.* — Новосибирск, 1995. — Ч. I. — С. 115—118.

2. Система высокоразрешающей обработки, анализа и моделирования сейсмических данных / Г.Ф. Жерняк, В.Л. Сергеев, В.В. Мирошников и др. // *Геофизика, специальный выпуск к 30-летию «Сибнефтегеофизики».* — 2001. — С. 53—55.

3. Исаев А.В., Мельников Н.В. Моделирование волновых полей для задач сейсмостратиграфии (на примере Катангской седловины и Байкитской антеклизы) // *Результаты работ по Межведомственной региональной научной программе «Поиск» за 1992—1993 гг.* — Новосибирск, 1995. — Ч. II. — С. 175—181.

УДК 553.98.001.18:550.4(574.5)

КРИТЕРИИ ЛОКАЛЬНОГО ПРОГНОЗА ЗОН НЕФТЕГАЗОНАКОПЛЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ГАЗО- И ЛИТОГЕОХИМИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ КУЮМБИНСКОГО И СОБИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Ю.И. Коробов, Л.Д. Малюшко, С.В. Дыхан
(СНИИГГиМС)

Работы по прямым геохимическим методам поисков залежей углеводородов проводятся в СНИИГГиМС с использованием комплекса методов, среди которых одним из ведущих является метод диагностики генезиса минералов (ДГМ), разработанный в спектральной лаборатории института [1].

Установлено, что пары воды и различные газы, мигрирующие вертикально вверх по разрезу (вплоть до дневной поверхности), приводят к физическим, химическим и минералогическим изменениям пород, залегающих выше скопленных углеводородных масс. Это выражается в различных вторичных преобразованиях первичных пород в вертикальном разрезе над залежью: интенсивном выщелачивании и метасоматических преобразованиях, развитии вторичных минеральных парагенезисов, в результате чего формируются концентрически-зональные «колонки» изме-

Приведены новые сведения в области прямых геохимических методов поисков месторождений нефти и газа на территории Сибирской платформы. На основе метода диагностики генезиса минералов (ДГМ) выделены геохимические показатели, являющиеся критериями локализованного прогноза нефтегазоносных территорий на примере анализа газо- и литогеохимических полей Куюмбинского месторождения. Рассмотрены особенности строения поверхностных литогеохимических полей Собинского месторождения. Установлены критерии для выделения аномальных геохимических полей и локальных объектов, перспективных для обнаружения залежей нефти и газа в пределах Катангской седловины.

New data on direct geochemical methods for oil and gas prospecting on the Siberian Platform are given. The geochemical indices, being the criteria of local prediction for petroleum territories shown by the analysis of gas- and lithogeochemical areas of the Kuyumbinskoye field, have been defined based on mineral genesis diagnostics (DMG). Structure peculiarities of surface gas and lithogeochemical areas of the Sobinskoye field are considered. Criteria for defining anomalous geochemical areas and local objects promising for oil and gas pools within the Katanga saddle are established.

ненных пород, которые регистрируются как геофизическими, так и геохимическими методами.

Сравнение идеализированной петрофизической модели нефтегазоносной (НГ) структуры (НГ-структуры) с физико-химической моделью формирования вторичных минералов в отложениях подпочвенного горизонта над залежью УВ [2] свидетельствует о полном совпадении информации, получаемой двумя методами. В петрофизической модели НГ-структуры выделяются участки повышенной поляризуемости (в центре) и повышенной магнитности пород (по периферии), обязанные восстановительному воздействию УВ.

Аналогичная информация заложена в природе изменения (по закономерностям эффекта Штарка) интенсивности спектральных линий породообразующих (Ca, Mg и других) элементов. Установлено, что интенсивность поляризованной и неполяризованной компонент излучения аналитических спектральных