

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **036163**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.10.08

(51) Int. Cl. **G01V 11/00** (2006.01)

(21) Номер заявки
201800159

(22) Дата подачи заявки
2018.03.15

(54) **СПОСОБ ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКИ**

(31) **2017118773**

(56) RU-C2-2482519
SU-A3-1484122
EA-A1-201390195
RU-C1-2090916
RU-C1-2458366

(32) **2017.05.30**

(33) **RU**

(43) **2018.11.30**

(71)(72)(73) Заявитель, изобретатель и
патентовладелец:

**ВЕСЕЛОВ АЛЕКСЕЙ
КОНСТАНТИНОВИЧ; СМИРНОВА
ИРИНА АЛЕКСАНДРОВНА;
ЕЛМАНОВ МИХАИЛ ИВАНОВИЧ;
КАШИРСКИХ МИХАИЛ
ФЕДОРОВИЧ (RU)**

(57) Изобретение относится к геофизической разведке и может быть использовано при поисках месторождений нефти и газа в условиях сложно построенных сред, перекрытых соляными структурами сложной формы. Предлагается в пределах участка, намеченного для проведения сейсморазведочных работ, вначале проводить площадную высокоточную гравиметрическую съемку. По совокупности гравиметрических и сейсмических данных путем решения обратной задачи формируют плотностную и скоростную модель геологической среды, описывающую контрастные скоростные неоднородности, препятствующие надежному изучению залегающих под ними перспективных отложений. Используют полученную скоростную модель для глубинной миграции сейсмических данных. Это позволяет в сейсмическом волновом поле более надежно, чем без гравиметрической модели, выделить полезные сейсмические сигналы и сформировать по сейсмическим записям изображение среды для глубинных интервалов разреза, содержащих ловушки углеводородов. Учет геометрии контрастных объектов, полученной по гравиметрическим данным, позволяет при обработке сейсморазведочных данных повысить отношение сигнал/помеха и тем самым более надежно выделить ловушки углеводородов по динамическим характеристикам отраженных волн. В одной из возможных модификаций предлагаемого изобретения расчет систем наблюдений предлагается проводить с учетом априорной информации о форме глубинных контрастных объектов, полученных путем проведения высокоточной площадной гравиметрической разведки. Технический результат: повышение надежности изучения глубоких отражающих сейсмических границ путем учета формы залегающих над ними сложно построенных контрастных геологических объектов.

B1

036163

036163

B1

Изобретение относится к геофизической разведке комплексным методом, включающим сейсморазведку и гравиразведку, и может быть использовано при поисково-разведочных работах на нефть и газ. Способ наиболее эффективен в условиях присутствия в геологическом разрезе резких скоростных и плотностных неоднородностей, генетически связанных друг с другом и существенно влияющих на волновое сейсмическое поле, а также поле аномалий силы тяжести. К таким условиям относятся районы с проявлениями соляной тектоники (Прикаспийская впадина, Предуральский прогиб и др.), глинистого диапризма (Кубанский прогиб), складчатые районы и районы с проявлениями интрузивного магматизма.

Методика поисков углеводородов в нефтегазовой геофизике связана с выявлением локальных поднятий, к которым могут быть приурочены месторождения (ловушки) нефти и газа, а также неструктурных ловушек углеводородов.

Поиски антиклинальных геологических структур и рифогенных выступов проводят в основном сейсморазведкой на отраженных волнах, подчиненное значение имеют гравиразведка, магниторазведка, электроразведка. Наибольшей разрешающей способностью отличается сейсморазведка, позволяющая выделять малоамплитудные поднятия с точностью до первых процентов от глубины залегания. Неструктурные, или неантиклинальные, ловушки углеводородов, где определяющим является литологический фактор, являются основным объектом прямых поисков углеводородов геофизическими методами, позволяющих оценить нефтегазоносность выявленных объектов (включая также и структурные объекты) до их вскрытия дорогостоящими глубокими буровыми скважинами.

Потенциальные возможности сейсморазведки не вполне реализуются в сложных сейсмогеологических условиях, отличающихся прежде всего присутствием неоднородностей в верхней толще разреза и непосредственно над искомым объектом.

Одним из основных методических вопросов, с которыми связаны качество и надежность результатов сейсморазведки, является исключение влияния неоднородностей верхней части разреза (ВЧР). От успешности учета искажений времен прихода отраженных волн зависит эффективность применения метода общей глубинной точки (МОГТ) - основного поискового метода сейсморазведки.

При резко неоднородном строении ВЧР невозможно определение априорных статических поправок с необходимой точностью по косвенным сейсморазведочным данным, получаемым путем применения известных методов (МСК, МПВ, зондирование ЗМС).

Известны способы сейсмической разведки для сред с акустически жесткими слоями в покрывающей толще геологического разреза, присутствие которых в верхней части геологического разреза приводит к неоднозначности в разделении поверхностного и глубинного факторов (Козырев и др., 2003). Для устранения неоднозначности в таких случаях необходимо привлечение дополнительной информации, причем в качестве одного из выходов в столь противоречивой ситуации признано целесообразным привлечение других геофизических методов (там же, с. 201).

Известен способ сейсморазведки малых глубин, в котором путем комплексирования преломленных и отраженных волн получают информацию о мощностях верхней части разреза во всем диапазоне их изменения (Палагин, Попов и Дик, 1989). Недостатком данного способа является возможность при помощи него проследить лишь подошву рыхлых отложений, подстилаемых жесткими породами, на которых формируются преломленные волны, регистрируемые на земной поверхности. Подошва же жестких слоев при этом не прослеживается, поскольку на ней не формируются преломленные (головные) волны, регистрируемые на земной поверхности, а отраженные волны, приуроченные к подошве жесткого слоя, выделить уверенно не удастся из-за волн-помех, сформированных в самой верхней покрывающей толще, а также из-за экранирующего влияния жесткого слоя. Тектонические нарушения, широко распространенные в условиях траппового магматизма, еще больше затрудняют прослеживание подошвы жесткого слоя и определение его мощности с целью введения соответствующих поправок за неоднородность ВЧР в сейсмические записи, по которым нужно исследовать более глубокие отражающие горизонты.

Наиболее близким по технической сущности, цели и достигаемому эффекту к предлагаемому способу является способ геофизической разведки (патент РФ № 2482519), принятый нами за прототип. В этом способе для сред с акустически жестким слоем в покрывающей толще геологического разреза, например пластовым телом траппа, включающем определение глубины кровли жесткого слоя путем регистрации сейсмических волн, преломленных на кровле жесткого слоя или отраженных от нее, вдоль наземных сейсмических профилей дополнительно регистрируют гравитационное поле, выделяют гравитационные аномалии, по гравитационным аномалиям картируют положение вертикальных контактов, расположенных в пределах жесткого слоя, по корреляционным зависимостям между сейсмическими скоростями и плотностями определяют плотности участков жесткого слоя, разделенных контактами, и определяют путем решения обратной гравиметрической задачи мощность участков жесткого слоя, по которым судят о положении подошвы жесткого слоя.

Известный способ, позволяя справиться с трудностями, обусловленными присутствием неоднородностей в верхней части разреза, не позволяет сейсморазведке достаточно надежно изучать продуктивные интервалы разреза, расположенные на больших глубинах под контрастными объектами, такими, например, как солевые диапиры, крутые склоны которых и их прихотливая форма не позволяют сейсморазведке на отраженных волнах должным образом осветить эту часть разреза и решить обратную задачу, вы-

явив ловушку углеводородов. Проблема изучения подсольевых отложений крайне сложна, и трудности формирования сейсмических изображений в условиях сложно построенных сред в отсутствие априорной информации общеизвестны.

Цель изобретения - повышение надежности способа.

Поставленная цель достигается тем, что в способе геофизической разведки сложно построенных сред, содержащих акустически контрастные геологические объекты, включающем определение сейсмическим методом местоположения ловушек углеводородов, расположенных под контрастными геологическими объектами, дополнительно в пределах исследуемого участка проводят высокоточную гравиметрическую съемку, формируют пластовую согласованную модель по комплексу гравитационных и сейсмических данных, проводят по согласованной модели моделирование сейсмического волнового поля путем сопоставления модельного и реального сейсмических полей формируют изображения среды, расположенной под контрастными геологическими объектами и над ними, и по динамическим параметрам изображений выделяют ловушки углеводородов. В одной из возможных версий предлагаемого способа по результатам моделирования волнового сейсмического поля формируют систему наблюдений модификациями сейсморазведки, позволяющей надежно осветить участок разреза, расположенный под контрастным геологическим объектом.

Экспериментальные результаты, подтверждающие осуществимость предлагаемого изобретения, иллюстрируются чертежами, на которых показано следующее.

Фиг. 1 - глубинный (сверху) и временной (снизу) разрезы, полученные с использованием попластового скоростного анализа по исходным сейсмограммам без использования данных гравиразведки.

Фиг. 2 - глубинный (сверху) и временной (снизу) разрезы, полученные с использованием объемной скоростной модели, полученной по предлагаемому способу в результате согласованного сейсмогравитационного моделирования.

Суть изобретения состоит в следующем.

Присутствие в глубоких частях разреза контрастных объектов сложной формы, под которыми залегают продуктивные отложения, создает подчас непреодолимые препятствия для сейсморазведки, основным методом которой продолжает оставаться метод отраженных волн. В настоящее время в условиях сложно построенных сред наиболее успешно работает объемная сейсморазведка (сейсморазведка 3D). В объемной сейсморазведке имеются различные технологии и модификации, одной из основных задач которых является надежное освещение изучаемых объектов отраженными волнами. Для этой цели применяют плотные системы наблюдений, обеспечивающие избыточность получаемых данных в условиях скудной априорной информации или при ее отсутствии вообще. В качестве одного из важнейших преимуществ вновь предлагаемых систем наблюдений рассматривают возможность более надежного освещения изучаемого объекта по сравнению с рутинными системами. В качестве примера можно привести технологию спиральных наблюдений в морской сейсморазведке, предложенную вместо системы параллельных профилей (Нефтяное обозрение фирмы Шлюмберже, осень 2008 года). Ясно, что подобные хитроумные системы наблюдений в условиях суши реализовать практически невозможно.

Присутствие в верхней части разреза высокоскоростных (акустически жестких) слоев приводит к существенным искажениям годографов волн, отраженных от сейсмических границ, расположенных на большой глубине. При этом искажения годографов волн, отраженных от границ, расположенных на различной глубине, будут различными из-за того, что углы прохождения прямых и отраженных волн в жестком слое при этом велики и существенно различаются между собой. В случае приповерхностных низкоскоростных рыхлых отложений, в которых лучи отраженных волн практически вертикальны независимо от глубины отражающей границы, введение статических поправок обеспечивает улучшение прослеживаемости всех глубинных отражений и последующее формирование качественных изображений геологической среды. Однако в случае присутствия высокоскоростных неоднородностей введение статики в сейсмические записи оказывается неэффективным, поскольку временной сдвиг в годографах, обусловленный присутствием жесткого слоя, будет зависеть от времени регистрации отраженной волны. По существу, при этом требуется введение не статических, а кинематических поправок в записи отраженных волн. Наиболее оптимальным решением в случае присутствия в верхней части разреза акустически жесткого слоя будет введение этого слоя в модель среды, которая принимается в учет при преобразовании записей отраженных волн в изображения среды. Однако для введения в модель среды жесткого слоя требуется знать его параметры - скорость и мощность. Скорость в жестком слое и глубину залегания его кровли можно, как отмечено выше, определить путем использования известных способов наземной и скважинной сейсмической разведки. Для определения мощности жесткого слоя было предложено проводить вдоль сейсмических профилей гравиметрические наблюдения и по известной плотности жесткого слоя, определенной по корреляционной зависимости плотности от сейсмической скорости, определять мощность жесткого слоя путем решения обратной гравиметрической задачи (патент РФ №2482519).

Коррекция сейсморазведочных данных путем учета неоднородностей, расположенных в верхней части разреза, оказывается недостаточной в тех нередких случаях, когда нефтеперспективные отложения перекрыты контрастными геологическими телами сложной формы, определить которую одна лишь сейсморазведка не может.

Типичным примером таких сложно построенных сред является Прикаспийская нефтегазоносная провинция. Здесь нефтегазовмещающими коллекторами в подсолевом разрезе чаще всего служат карбонатные образования (органогенные известняки). Есть здесь и отдельные месторождения, где коллекторами для нефти и газа служат терригенные породы (подсолевая нижняя часть перми Кенкияка и девонские отложения Карашынганак). В подсолевых отложениях месторождения углеводородов контролируются высокоамплитудными (сотни метров) куполовидными и брахиантиклинальными поднятиями, а также рифоподобными выступами. Ведущими типами залежей в подсолевых отложениях являются, как правило, массивные, значительно реже встречаются пластово-массивные и пластовые сводовые залежи. В подсолевых отложениях Прикаспийской нефтегазоносной провинции выявлены нефтяные гиганты Тенгиз, Капитан, нефтегазоконденсатный гигант Карачаганак, газоконденсатное Астраханское месторождение и другие крупные нефтяные и газоконденсатные месторождения.

Как правило, скоростные неоднородности являются одновременно неоднородностями плотностного разреза. Например, благодаря контрастным плотностным характеристикам нижепермской соленосной толщи Прикаспийской впадины и Предуральяго прогиба все особенности геологического строения соляных гряд и надсолевых отложений находят яркое отражение в аномалиях гравитационного поля. Даже при использовании только качественной интерпретации гравиметрические данные дают информацию о структурных особенностях соленосной толщи: о тектонических нарушениях, о положении соляных гряд, крутых склонов соляных массивов, о наличии соляных "карнизов" и "перемычек", наложенных эрозионных мульд на поверхности соляных массивов. Предлагаемый способ предусматривает построение пластовой геологической плотностной и скоростной модели среды путем согласованного интерактивного сейсмогравиметрического моделирования, при котором происходит решение обратной задачи гравиметрии путем подбора плотностной модели одновременно с моделированием временного мигрированного разреза путем подбора скоростной модели и с визуальным контролем соответствия конфигурации границ модели отметкам геологических границ по данным бурения и геологического картирования. Полученная на определенном шаге согласованного моделирования скоростная модель используется для глубинной миграции сейсмических данных по исходным сейсмограммам для получения нового варианта сейсмических (глубинного и временного) разрезов, после чего моделирование продолжается на следующем итерационном шаге. Полученную скоростную модель затем можно использовать для расчета систем наблюдений в объемной сейсморазведке, а также при формировании изображений среды по данным сейсморазведки. После учета геометрии объектов, выделенных высокоточной гравиразведкой, отношение сигнал/помеха на сейсмических изображениях возрастает. Благодаря этому динамические характеристики волнового сейсмического поля позволяют более обоснованно выделить ловушки углеводородов и определить их пространственное положение гораздо более точно, чем это обычно делают лишь по данным сейсморазведки.

Изобретение осуществляют путем следующей последовательности операций.

1. Проводят высокоточную детальную площадную гравиметрическую съемку по регулярной сети с использованием современной гравиметрической и геодезической аппаратуры (гравиметры, средства спутниковой навигации и электронные тахеометры) и современных методических приемов с погрешностью определения аномалий силы тяжести не хуже 0.03-0.05 мГал. Для комплексирования с сейсморазведкой МОГТ 3D с целью достижения сравнимой детальности модели должна применяться гравиметрическая съемка по квадратной сети с шагом между пунктами 100-200 м масштаба 1:10000 или 1:25000.

2. В случае комплексирования с профильной сейсморазведкой МОГТ 2D преимущественно регулярная сеть гравиметрических пунктов должна существенно дополнять, как правило, нерегулярную сеть сейсмических профилей. Густота регулярной гравиметрической съемки должна в этом случае определяться исходя из характера геологических задач и условий. Целесообразно в этом случае съемку по регулярной сети дополнять гравиметрическими наблюдениями вдоль сейсмических профилей с шагом между пунктами, равным шагу между пунктами возбуждения на сейсмическом профиле.

3. Формируют многопластовую объемную модель геологической среды исследуемой территории, каждый из пластов которой описывается цифровой моделью кровли пласта функциями, описывающими изменение плотности и скорости сейсмических волн в пласте. Плотностные и скоростные характеристики пластов модели задаются, как правило, на основе априорных данных, таких как результаты лабораторных исследований образцов пород и результаты геофизических исследований скважин (сейсмический каротаж, ВСП, плотностной каротаж, гравитационный каротаж, а также результаты погоризонтного анализа скоростей по исходным сейсмограммам на участках устойчивого определения интервальных скоростей).

4. Проводят согласованное сейсмо-гравиметрическое моделирование пластовой геологической среды в итерационном режиме, определяя положение и форму контрастных скоростных неоднородностей.

5. Полученную в результате моделирования пластовую объемную скоростную модель используют для глубинной миграции сейсмических данных по исходным сейсмограммам.

6. Используя форму глубинных контрастных объектов, полученную путем решения обратной гравиметрической задачи, моделируют сейсмические волновые поля, которые сопоставляют с реальными сейсмическими волновыми полями и выбирают параметры обработки сейсморазведочных данных, обеспечивающие отношение сигнал/помеха, необходимое для решения обратных динамических задач сейс-

моразведки.

7. По изображениям среды, сформированным путем миграции сейсморазведочных данных, выделяют контрастные интервалы, предположительно приуроченные к ловушкам углеводородов.

Для решения обратной задачи разработаны масса способов, большинство из которых корректно работают только с ограниченным типом аномалеобразующих тел либо совсем не имеют строгого теоретического обоснования (Елисеева, патент РФ № 2094830; Аведисян, патент РФ № 2249237; Новоселицкий и др., патент РФ № 2364895).

Обработка данных, полученных предлагаемым способом, имеет следующие существенные особенности.

Гравиметрические данные предварительно обрабатывают по стандартной методике вплоть до вычисления аномалий силы тяжести с учетом поправок за влияние рельефа местности и выбора реальной плотности промежуточного слоя, составления цифровой модели поля и цифровой модели рельефа местности с густотой сети, отвечающей детальности гравиметрической съемки и детальности исследований. Сейсмические данные вначале обрабатывают по стандартным графам МОГТ с учетом неоднородностей верхней части разреза (ВЧР) и статических поправок вплоть до получения временных мигрированных разрезов (или куба для 3D).

Начальное состояние модели среды задают на основании априорных геолого-геофизических данных, таких как структурные построения и тектонические схемы по данным бурения скважин и геологического картирования, а также данные изучения физических свойств по результатам лабораторных исследований образцов пород и по результатам геофизических исследований скважин (ВСП, плотностной каротаж, гравитационный каротаж).

Процесс согласованного интерактивного моделирования заключается в корректировке формы пластов и описания плотности и скорости при их соответствии трем критериям:

глубины пластов должны отвечать имеющимся априорным геологическим данным (данные бурения и геологического картирования);

аномальная составляющая расчетного гравитационного поля модели должна максимально отвечать реальному полю с точностью до фоновой составляющей;

на сейсмических разрезах моделируемые отражающие горизонты должны лежать на соответствующих осях синфазности во временной или в глубинной области.

В процессе интерактивного моделирования общий гравитационный эффект определяется как сумма эффектов гравитирующих границ (границ раздела плотностей). При расчете гравитационного эффекта каждая из гравитирующих границ аппроксимируется набором горизонтальных пластин, контуры которых соответствуют изогипсам поверхности данного слоя, с заданным шагом по вертикали между пластинами.

Шаг между пластинами задается для границ расположенных близко к поверхности наблюдений 1-2 м, для глубоко залегающих - 20-50 м и более, в зависимости от требуемой точности вычислений, Для исключения "краевых эффектов" поверхности всех слоев и рельефа местности экстраполируются во все стороны от периметра модели на величину 10-20-кратную максимальной глубине залегания гравитирующих границ. Вычисление гравитационного эффекта от каждой из пластин выполняется по известной формуле Тальвани (Talvani, Ewing, 1960). Для вычислений на каждом гравиметрическом уровне используется значение "избыточной" плотности (относительно плотности вышележащего слоя), заданное в соответствующем слое пластовой модели. Вычисления проводят в точках, расположенных в узлах матрицы рельефа дневной поверхности. Моделирование проводят в итерационном режиме. После выполнения одного этапа корректировки модели должен формироваться комплект глубинно-скоростных разрезов (или глубинно-скоростной куб), на основании которых выполняется глубинная миграция сейсмических данных по исходным сейсмограммам с получением глубинных разрезов (или глубинного куба). На основании результатов миграции в глубинной и во временной области проводится анализ качества фокусировки фаз, их соответствие отметкам скважин, данным ГИС (геофизические исследования скважин), данным геологического картирования, а также имеющимся представлениям о геологическом строении. На основании такого анализа делают выводы о необходимости продолжения и направлении корректировки плотностной-скоростной модели геологической среды. Таким образом, использование независимых геофизических данных с взаимным дополнением друг друга в процессе моделирования позволяет увеличить эффективность геологических исследований.

От известных подходов к комплексированию сейсморазведки и гравиразведки изобретение отличается тем, что геологические результаты получаются не раздельно по методам исследований, а непосредственно путем проведения дополнительных высокоточных гравиметрических наблюдений в пределах исследуемого участка, использования этих данных совместно с данными сейсморазведки в рамках согласованного сейсмогравиметрического моделирования и путем коррекции сейсмических построений посредством учета скоростной модели и формы акустических неоднородностей, полученных по результатам согласованного моделирования.

Технический эффект в изобретении достигается путем определения параметров акустических неоднородностей, расположенных в глубинной части разреза по совокупности гравиметрических и сейсмических данных.

Все элементы предлагаемого способа геофизических исследований успешно реализуются на практике с использованием современных технических и вычислительных средств. Высокоточная гравиметрическая съемка может быть успешно проведена с использованием современной гравиметрической и геодезической аппаратуры и современных методических приемов с необходимой точностью и детальностью. Первичная обработка гравиметрических данных не представляет проблем для профессиональных исполнителей. Затраты на проведение таких работ, как правило, на порядок меньше, чем на сейсмические исследования. Интерактивное моделирование выполняют с использованием разработанной авторами в ООО НПО "Нафтаком" компьютерной системы объемного многопластового согласованного сейсмо-гравиметрического моделирования. Обработку, включающую глубинную миграцию сейсмических данных по исходным сейсмограммам, проводят на современных вычислительных системах с использованием доступных программных пакетов.

Рассмотрим один из примеров использования разработанной технологии.

На фиг. 1 приведены два разреза (временной и глубинный), полученные по стандартной методике без применения высокоточной гравиразведки, предусмотренной предлагаемым способом. Легко видеть, что подсолевые границы на обоих разрезах прослеживаются с сильными искажениями, имея нехарактерный для подсолевых отложений вид.

На фиг. 2 приведены два разреза (временной и глубинный), при получении которых в полной мере была использована пространственная модель соляного массива, полученная предлагаемым способом по гравиметрическим данным. Это позволило улучшить суммирование глубоких целевых отражений под соляным массивом, в результате чего положения крутых склонов соляного массива прослеживается вполне отчетливо, а подсолевые отражающие границы приняли привычный для геологов вид: на глубинном разрезе они залегают субгоризонтально.

Источники информации.

Аведисян В.И. Гравиметрический способ моделирования геологического пространства//Патент РФ № 2249237, опубл. 27.03.2005.

Буя М., Флорес П.Э., Хилл Д., Палмер Э., Росс Р., Уокер Р., Хаубирс М., Томпсон М., Лаура С., Менликли Д., Молдовану Н., Снайдер Э. Морская сейсморазведка по спиральной траектории Coil Shooting// Нефтяное обозрение фирмы Шлкомберже, осень 2008 года.

Елисеева И.С. Гравиметрический способ квазисобых точек// Патент РФ №2094830

Каширских М.Ф., Карнаухов С.М., Елманов М.И., Веселов А.К., Смирнова И.А. Способ геофизической разведки//Патент РФ № 2482519 от 26.01.2011, опубл. 20.05.2013. Бюл. № 14.

Козырев В.С., Жуков А.П., Коротков И.П., Жуков А.А., Шнеерсон М.Б., Учет неоднородностей верхней части разреза в сейсморазведке. Современные технологии: М., Недра, 2003, с. 227.

Новоселицкий В.М., Бычков С.Г., Долгаль А.С., Чадаев М.С. Способ многокомпонентного гравиметрического моделирования геологической среды//Патент РФ № 2364895, опубл. 20.08.2009. Бюл. № 23.

Палагин В.В., Попов А.Я., Дик П.И., Сейсморазведка малых глубин// М., Недра, 1989, с. 209.

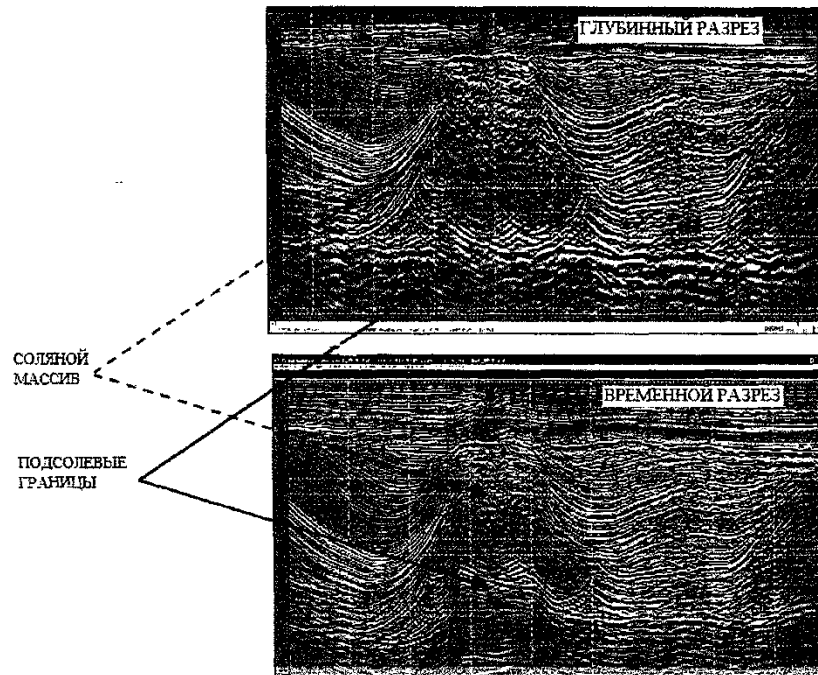
Talvany M., Ewing M., Rapid computational of gravitational attraction of three dimensional bodies of arbitrary shape//Geophysics, 1960. V. 25. N1. P. 203-225.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ геофизической разведки сложно построенных сред, содержащих акустически контрастные геологические объекты, включающий определение сейсмическим методом местоположения ловушек углеводородов, расположенных под контрастными геологическими объектами, отличающийся тем, что дополнительно проводят в пределах исследуемого участка высокоточную гравиметрическую съемку, формируют пластовую согласованную модель по комплексу гравитационных и сейсмических данных, проводят по согласованной модели моделирование сейсмического волнового поля, формируют изображения среды, расположенной под контрастными геологическими объектами и над ними, и по динамическим параметрам изображений выделяют ловушки углеводородов.

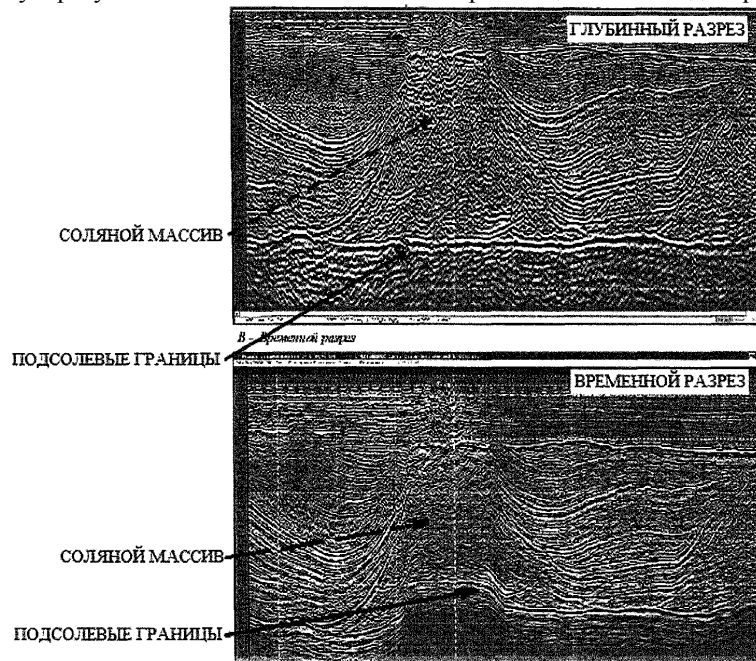
2. Способ по п.1, отличающийся тем, что по результатам моделирования волнового сейсмического поля формируют систему наблюдений модификациями сейсморазведки, позволяющую надежно осветить участок разреза, расположенный под контрастным геологическим объектом.

Глубинный (сверху) и временной (снизу) разрезы, полученные с использованием попластового скоростного анализа по исходным сейсмограммам без использования данных гравirazведки.



Фиг. 1

Глубинный (сверху) и временной (снизу) разрезы, полученные с использованием объемной скоростной модели, полученной по предлагаемому способу в результате согласованного сейсмо-гравитационного моделирования.



Фиг. 2



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2