

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **041898**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2022.12.13**

(51) Int. Cl. **G01V 3/30 (2006.01)**

(21) Номер заявки  
**202090896**

(22) Дата подачи заявки  
**2020.04.30**

---

(54) **СИСТЕМА РАДИОВОЛНОВОЙ ГЕОИНТРОСКОПИИ МЕЖСКВАЖИННОГО ПРОСТРАНСТВА**

---

(43) **2021.11.30**

(56) RU-C2-2577418  
SU-A-1087942  
WO-A1-2017019077  
WO-A1-2015167933

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ  
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ  
"РАДИОНДА" (RU)**

(72) Изобретатель:  
**Истратов Вячеслав Александрович,  
Перекалин Сергей Олегович,  
Скринник Александр Викторович  
(RU)**

---

(57) Изобретение относится к средствам межскважинных геофизических исследований. Сущность: система состоит из скважинных излучателя (102) и приемника (103), предназначенных для проведения радиоволновых просвечиваний межскважинного пространства, измерительно-управляющего модуля (105), связанного через ретрансляторы (104) с излучателем (102) и приемником (103) посредством оптоволоконного кабеля, и средства позиционирования излучателя и приемника в пространстве. Радиоволновое просвечивание межскважинного пространства проводят, помещая излучатель (102) и приемник (103) в скважины (101). Измерительно-управляющий модуль (105) состоит из компьютеров, выполненных с возможностью выполнения запрограммированных команд управления скважинными приемником и излучателем и обмена данными с ними, настройки антенны упомянутого излучателя в резонанс, выбора и установки рабочей частоты, контроля равномерности проведения радиоволновых просвечиваний, вычисления координат пунктов излучения и приема, формирования массива измеренных значений в заданном формате для их дальнейшей обработки с целью определения удельного электрического сопротивления исследуемых пород, построения трехмерной геоэлектрической карты межскважинного пространства, выделения и локализации электрически контрастных неоднородностей. Технический результат: обеспечение возможности построения трехмерной геоэлектрической карты межскважинного пространства (3D) с повышенной точностью локализации и определения свойств неоднородностей, залегающих в пространстве между излучателем и приемником, в том числе контроля за изменением этих свойств во времени.

---

**B1**

**041898**

**041898**

**B1**

### Область техники

Изобретение относится к средствам межскважинных геофизических исследований, в частности, к устройству измерений, обработки и интерпретации данных радиоволнового межскважинного просвечивания. Изобретение может быть использовано для изучения строения и физических свойств горных пород, обнаружения локальных неоднородностей, расположенных в межскважинном пространстве.

### Уровень техники

Методы, связанные с радиоволновым просвечиванием, для целей поиска и разведки месторождений твердых полезных ископаемых получили свое распространение в СССР, начиная с 1960-х годов. Для технического обеспечения этих методов были созданы геофизические разведывательные комплексы типа скважинная радиоволновая аппаратура.

Известность получила аппаратура следующих серий:

анализатор горных пород АРП-1 (запись в ГРСИ №5686-76, режим доступа: <https://fgis.gost.m/fundmetrology/registry/4/items/369637>, дата обращения: 2019, апрель);

генераторное устройство для скважинной геоэлектроразведки (авторское свидетельство СССР № SU 736 034, опубл. 25.05.1980, МПК G01V 3/12);

аппаратура радиоволнового просвечивания РВМ-6М (запись в ГРСИ №10827-87, режим доступа: <https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/4/items/305228>, дата обращения: 2019, апрель).

Основным назначением этих комплексов является поиск в межскважинном пространстве электропроводящих рудных тел значительных размеров в относительно однородных породах высокого сопротивления. Однако общими недостатками известных решений является крайне низкая эффективность применяемых разделительных трансформаторов и наличие обязательной линии проводной электрической связи между излучателем и приемником. Применение этих комплексов на практике предполагает проведение дополнительных повторных измерений после взаимной перестановки приемника и излучателя в скважинах (взаимобратные измерения). Это приводит к увеличению трудозатрат и времени, в том числе, на обработку данных.

Наиболее близким техническим решением к заявленному изобретению является аппаратура радиоволнового просвечивания РВМ-6М. Известное техническое решение позволяет проводить межскважинное просвечивание на расстояния до нескольких сотен метров. В состав аппаратуры входит скважинный передатчик, скважинный приемник, наземный измеритель и набор антенн. Радиоволновое излучение осуществляется в режиме телеграфных посылок, что позволяет в периоды паузы измерять шумы и выделять сигнал на их фоне. Для исключения антенного эффекта кабеля передатчик имеет автономное питание и опускается в скважину на капроновом фале. В скважинной части приемника располагается усилитель высокой частоты, гетеродин и смеситель. Приемник также имеет автономное питание и присоединяется к кабелю через систему разделительных трансформаторов (фильтров), что позволяет снизить антенный эффект в 20-40 раз. Наземный измеритель снабжен аттенуатором, подстраиваемым фильтром промежуточной частоты и амплитудным детектором. Отсчет берут по стрелочному прибору. Для излучения и приема на высоких частотах (1-30 МГц) используют симметричные полуволновые антенны (длина плеча  $l=4$ ), однако для обеспечения просвечивания на низких частотах (0,06-0,3 МГц) фактическая длина антенн в  $l=10$  может достигать до десятков метров, при этом ток в антенне излучателя никак не контролируется, и, чтобы избежать влияния его нестабильности на результаты измерений, согласующие элементы выбираются таким образом, чтобы даже в самых низкоомных породах уйти от возможного резонанса, т.е. стабилизировать ток ценой его снижения. Тем не менее, технические характеристики аппаратуры РВМ-6М позволяли получать достаточно высокие коэффициенты измерительных установок и удовлетворяли требованиям своего времени. Таким образом, основными недостатками аппаратуры серии РВМ являлись:

низкая мощность излучения и неконтролируемый ток в излучающей электрической антенне, сильно зависящий от электрического сопротивления пород вблизи пункта излучения;

большие размеры скважинных измерительных установок, существенно снижающие разрешающую способность радиоволнового метода;

смена рабочей частоты и, в излучателе и в приемнике, осуществляющаяся заменой частотных блоков в скважинных приборах, для чего требуется их подъем на поверхность и полная разборка;

сильное влияние каротажного кабеля из-за низкой эффективности фильтров в приемном канале;

необходимость использования 3-х жильного каротажного кабеля, который соответственно требовал применения тяжелых подъемников;

использование капронового фала, увеличивающего вероятность обрыва скважинного прибора, аварийность при производстве измерений в скважинах с открытым стволом.

### Раскрытие изобретения

Техническая задача, поставленная перед авторами настоящего изобретения, заключается в создании системы объемной радиоволновой геоинтроскопии межскважинного пространства, позволяющей проводить построение трехмерной геоэлектрической карты межскважинного пространства (3D) на основе физически и математически обоснованной объемной интерполяции всех полученных данных межскважинного просвечивания для выявления в объеме исследованного пространства электрически контрастных

неоднородностей геологической среды, определения их границ и формы.

Технический результат, достигаемый при осуществлении настоящего изобретения, заключается в обеспечении возможности построения трехмерной геоэлектрической карты межскважинного пространства (3D) с повышенной точностью локализации и определения свойств неоднородностей, залегающих в пространстве между излучателем и приемником, в том числе, контроля за изменением этих свойств во времени (4D).

Технический результат достигается системой радиоволновой геоинтроскопии межскважинного пространства, состоящей из скважинного излучателя и скважинного приемника, предназначенных для проведения радиоволновых просвечиваний межскважинного пространства, измерительно-управляющего модуля, связанного через ретрансляторы с упомянутыми излучателем и приемником посредством оптоволоконной линии связи, и средства позиционирования излучателя и приемника в пространстве, при этом скважинный излучатель состоит из последовательно связанных антенны, блока измерения тока, блока согласования, усилителя мощности, синтезатора частоты, процессора, нижнего и верхнего оптоэлектрических преобразователей, при этом блок измерения тока дополнительно связан с аналогоцифровым преобразователем (АЦП), а процессор дополнительно связан с блоком согласования, усилителем мощности и АЦП и выполнен с возможностью настройки скважинного излучателя в резонанс в соответствии с электрическими характеристиками горных пород, расположенных непосредственно вблизи пункта размещения антенны излучателя в скважине;

скважинный приемник состоит из последовательно связанных антенны, усилителя радиочастоты, смесителя, фильтра, блока цифровой обработки сигнала, нижнего и верхнего оптоэлектрических преобразователей, при этом смеситель дополнительно связан с синтезатором частоты, а блок цифровой обработки сигнала дополнительно связан с синтезатором частоты и усилителем радиочастоты;

средство позиционирования в пространстве состоит из каротажных кабелей и кабельных подъемников и выполнено с возможностью изменения и фиксации положений скважинного приемника и скважинного излучателя в скважинах для проведения радиоволновых просвечиваний по синхронной или веерной схеме;

измерительно-управляющий модуль состоит из компьютеров, выполненных с возможностью выполнения команд управления скважинными приемником и излучателем и обмена данными с ними, настройки антенны упомянутого излучателя в резонанс, выбора и установки рабочей частоты, контроля равномерности проведения радиоволновых просвечиваний, вычисления координат пунктов излучения и приема, формирование массива измеренных значений в заданном формате для их дальнейшей обработки с целью определения удельного электрического сопротивления исследуемых пород, построения трехмерной геоэлектрической карты межскважинного пространства, выделения и локализации электрически контрастных неоднородностей.

Другая конструкция у скважинной части аппаратуры.

В частности, антенны скважинных излучателя и приемника могут быть представлены monopольными антеннами.

В частности, антенны скважинных излучателя и приемника могут быть представлены дипольными антеннами.

В частности, антенны скважинных излучателя и приемника могут быть представлены комбинированными линейно-объемными антеннами.

В частности, нижний и верхний оптоэлектрические преобразователи скважинного излучателя помещены в стеклопластиковый корпус.

В частности, нижний и верхний оптоэлектрические преобразователи скважинного приемника помещены в стеклопластиковый корпус.

Применение настоящего изобретения на практике позволяет значительно увеличить эффективную дальность и разрешающую способность просвечивания, повысить точность локализации неоднородностей, расположенных в пространстве между излучателем и приемником, обеспечить дистанционное определение их электрических свойств, а также обеспечить возможность выполнения режимных наблюдений для пространственно-временного мониторинга (4D) за развитием технологических, геокриологических и гидрогеологических процессов, сопровождаемых изменением электрических свойств горных пород.

#### **Краткое описание чертежей**

Осуществление настоящего изобретения проиллюстрировано чертежами, в соответствии с которыми

на фиг. 1 представлена функциональная схема системы радиоволновой геоинтроскопии межскважинного пространства;

на фиг. 2 представлена структурная схема излучателя;

на фиг. 3 представлена структурная схема приемника;

на фиг. 4А и 4Б представлены фрагменты компьютерных программ для обеспечения компьютера запрограммированными командами управления скважинными излучателем и приемником;

на фиг. 5А, 5Б, 5В и 5Г представлены сечения 3D карты радиоволновой геоинтроскопии по резуль-

татам поиска субвертикальных кимберлитовых тел (алмазоносных "трубок"), перекрытых с поверхности мощной толщей терригенных пород и долеритов, по редкой сети бурения;

#### **Осуществление изобретения**

На фиг. 1 представлена функциональная схема системы радиоволновой геоинтроскопии межскважинного пространства, в соответствии с которой эта система состоит из излучателя 102 и приемника 103, предназначенных для проведения радиоволновых просвечиваний межскважинного пространства, измерительно-управляющего модуля 105, связанного через ретрансляторы 104 со скважинными излучателем 102 и приемником 103 посредством оптоволоконной линии связи (оптоволоконного кабеля), и средства позиционирования излучателя и приемника в пространстве. Радиоволновое просвечивание межскважинного пространства проводят, помещая излучатель 102 и приемник 103 в скважины 101.

При проведении просвечивания положение излучателя 102 и приемника 103 изменяют вдоль ствола скважины в зависимости от заданной глубины измерений, поэтому схематически оба устройства представлены в нескольких пунктах излучения и приема. На время исследований проводят обсадку стволов скважин 101 полиэтиленовыми трубами, которые по окончании исследований извлекают. Излучатель 102 погружают в одну из скважин 101, а приемник 103 в другую с использованием каротажного кабеля. Для фиксации положений этих устройств в скважине может быть использована лебедка. В частности, излучатель может быть представлен дипольным излучателем.

На фиг. 2 представлена структурная схема излучателя 102, в соответствии с которой излучатель состоит из последовательно связанных антенны 201, блока измерения тока 202, блока согласования 203, усилителя мощности 204, синтезатора частоты 205, процессора 206, нижнего и верхнего оптико-электрических преобразователей 208 и 210, при этом блок измерения тока 202 дополнительно связан с аналогово-цифровым преобразователем (АЦП) 207, а процессор 206 дополнительно связан с блоком согласования 203, усилителем мощности 204 и АЦП 207. Два оптико-электрических преобразователя 208 и 210 соединены оптоволоконным кабелем 209. Нижний оптико-электрический преобразователь 208 подключен к автономному блоку питания 211. К верхнему концу оптико-электрической развязки подключается каротажный кабель 212. Ретранслятор 104 подключается к каротажному кабелю 212 через коллектор 214 каротажного подъемника 213 и с помощью USB кабеля 216 или посредством канала передачи данных Wi-Fi к компьютеру 217 измерительно-управляющего модуля 105.

В соответствии с командой, переданной с поверхности на процессор 206 синтезатор частоты 205 генерирует сигналы рабочей частоты. Сигнал возбуждается в виде радиоимпульсов: за периодом включения следует период молчания. Такой режим необходим для распознавания пришедшего на приемную антенну сигнала и экономии энергии. Длительность излучения и паузы можно задавать с компьютера 217, находящегося на поверхности земли. Далее сигнал усиливается усилителем мощности 204. С усилителя мощности сигнал поступает через блок согласования 203 и блок измерения тока 202 на антенну 201 и излучается в межскважинное пространство. Блок согласования 203 позволяет в условиях нахождения излучателя в конкретной точке скважины добиться максимального тока в антенне 201 путем компенсации ее реактивного сопротивления. По команде с компьютера 217 блок согласования 203 производит подстройку антенного контура в резонанс, после чего включается излучение сигнала. Существует возможность провести регулировку и стабилизацию амплитуды тока изменяя величину питания усилителя мощности 204. Данные о токе, поступающие с устройства измерения тока 202, передаются на АЦП 207, и в процессор 206. Наличие канала обратной связи позволяет процессору стабилизировать ток в излучающей антенне. Процессор 206 формирует блок данных для передачи на поверхность, который кроме тока в антенне 201, содержит также информацию о параметрах согласования антенны 201 и служебную информацию, позволяющую контролировать техническое состояние блоков излучателя. Передача данных от процессора 206 на компьютер 217 и прием команд от компьютера 217 осуществляется через блок оптико-электрической развязки, в котором находится нижний и верхний оптико-электрические преобразователи 208 и 210, соединенные оптоволоконным кабелем 209. Питание энергией скважинного излучателя и оптико-электрического преобразователя 208 производится от автономного блока питания 211. Нижний и верхний оптико-электрические преобразователи 208 и 210 размещены в корпусе из стеклопластика и, таким образом, скважинный излучатель полностью электрически изолирован от бронированного каротажного кабеля 212, что исключает возникновение антенного эффекта кабеля.

На фиг. 3 представлена структурная схема приемника 103, в соответствии с которой приемник состоит из последовательно связанных антенны 301, усилителя радиочастоты 302, смесителя 303, фильтра 305, блока цифровой обработки сигнала 306, нижнего и верхнего оптико-электрических преобразователей 307 и 308, при этом смеситель 303 дополнительно связан с синтезатором частоты 304, а блок цифровой обработки сигнала 306 дополнительно связан с синтезатором частоты 304 и усилителем радиочастоты 302.

Два оптико-электрических преобразователя 307 и 308 соединены оптическим каналом 309. Скважинный приемник и оптико-электрический преобразователь 307 подключен к блоку питания 315. При работе к скважинному приемнику присоединяется блок оптико-электрической развязки 307 и 308 в стеклопластиковом корпусе, а к нижнему концу - приемная антенна 301. К верхнему концу оптико-электрической развязки подключается каротажный кабель 310. Ретранслятор 104 подключается к каро-

тажному кабелю 310 через коллектор 312 каротажного подъемника 311 и с помощью USB кабеля или посредством канала передачи данных Wi-Fi к компьютеру 314 измерительно-управляющего модуля 105.

Энергия электромагнитных колебаний рабочей частоты принимается антенной 301 приемника, преобразуется в электрический сигнал рабочей частоты и подается на усилитель радиочастоты 302 и далее, после преобразования с помощью синтезатора частоты 304 и смесителя 303, где преобразуется в сигнал промежуточной частоты. Далее сигнал фильтруется на фильтре 305 и поступает на вход блока цифровой обработки сигнала 306, который включает в себя АЦП и процессор. На этом блоке сигнал оцифровывается и проходит дополнительную математическую обработку. Процессор осуществляет выбор рабочей частоты, управление работой синтезатора частоты 304 и усилителя радиочастоты 302, формирует блок данных для передачи на поверхность. Как и в излучателе 102, данные передаются через блок оптико-электрического преобразования, включающего верхний и нижний оптико-электрические преобразователи 307 и 308 и оптический канал 309. Через каротажный кабель 310 и каротажный подъемник 311 и коллекторный кабель 312 сигнал подается на ретранслятор 104. Ретранслятор 104, обеспечивает коммутацию между каротажным подъемником и компьютером 314. Электропитание приемного блока осуществляется от блока питания 315. Ретрансляторы обеспечивают питание верхних оптико-электрических развязок приемника и излучателя, а также обмен информацией между измерительно-управляющим модулем 105 и скважинным излучателем 102 и приемником 103.

Кроме этого, настоящее изобретение поясняется несколькими примерами осуществления, представленными на фиг. 4А - 5Г.

Фиг. 4А и фиг. 4Б более подробно раскрывают графический пользовательский интерфейс, предназначенный для обеспечения взаимодействия оператора и измерительно-управляющего модуля 105.

На фиг. 4А представлен фрагмент компьютерной программы для обеспечения компьютера 217 командами управления скважинным излучателем 102 в соответствии с сущностью настоящего изобретения. При запуске эта программа проверяет наличие связи со скважинной частью аппаратуры и проводит тест связи. Если связь установлена, и аппаратура работает в штатном режиме, то программа возвращает пользователю сообщение о возможности записи измерений излучателя 102 или предупреждающее сообщение об отсутствии связи с ретранслятором 104. Программа включает в себя следующие программные модули: модуль окна данных 411, модуль контроля равномерности излучения 412, информирующий модуль 413, модуль контроля резонансной настройки антенны излучателя 414.

Модуль окна данных 411 содержит информацию о параметрах настройки и работы аппаратуры в зависимости от глубины стоянки излучателя 102 в пункте излучения. Фиксируются параметры, характеризующие резонансную настройку антенны 201, напряжение аккумуляторов, потребляемый ток, мощность, температуру в скважинном излучателе 102, ток на входе излучающей антенны 201. Модуль контроля стабильности излучения 412 предназначен для вывода в режиме реального времени графика амплитуды излучаемого тока. Оператор контролирует уровень излучаемого сигнала, период излучения и паузы. Информированный модуль 413 предназначен для предоставления оператору данных о работе устройства, размещаемых на вкладках "Титул", "Параметры", "Передатчик", "Поле", "Обмен", "Протокол". На фиг. 4А проиллюстрирован пример работы модуля контроля резонансной настройки антенны излучателя 414, вызов которого осуществляется при переходе на вкладку "Передатчик".

На фиг. 4Б представлен фрагмент компьютерной программы для обеспечения компьютера 314 командами управления скважинным приемником 103 в соответствии с сущностью настоящего изобретения. При запуске эта программа проверяет наличие связи со скважинным приемником 103 и проводит тест связи. Если связь установлена, и аппаратура работает в штатном режиме, то программа возвращает пользователю сообщение о возможности записи измерений приемника 102 или предупреждающее сообщение об отсутствии связи с ретранслятором 104. Программа включает в себя следующие программные модули: модуль окна данных 421, также предоставляющий оператору модуль выдачи значений измеренного поля 422, модуль регистрации радиоимпульсов 423, модуль визуализации значений измеренного поля 424.

Модуль окна данных 421 содержит информацию о глубинах расположения излучающего и приемного устройств, уровне измеренного шума и сигнала, значения измеренного электромагнитного поля. Модуль регистрации радиоимпульсов 423 предназначен для вывода в режиме реального времени графика амплитуды регистрируемого сигнала и позволяет оператору в интерактивном режиме принимать решение о фиксировании уровня регистрируемого сигнала. Модуль визуализации значений измеренного поля 424 предназначен для наглядной визуализации зарегистрированного сигнала для стоянки скважинного излучателя 103 в каждом пункте приема.

Пример осуществления. Поиск субвертикальных кимберлитовых тел (алмазоносных "трубок"), перекрытых с поверхности мощной толщей терригенных пород и долеритов, по редкой сети бурения (фиг. 5А, 5Б, 5В и 5Г).

Съемка РВГИ проведена по площади месторождения по сети при среднем расстоянии между поисковыми скважинами 450 м. По измеренным данным просвечивания по сечениям между скважинами построена 3D геоэлектрическая карта, представленная на фиг. 5А - 5Г.

На 3D карте отчетливо выделяется область измененных пород пониженного электрического сопро-

тивления, включающая искомое кимберлитовое тело низкого сопротивления. Остальная часть площади (82%) гарантированно "безрудная".

На фиг. 5А представлено горизонтальное сечение 3D карты радиоволновой геоинтроскопии в изолиниях значений эффективного сопротивления.

На фиг. 5Б представлены вертикальные сечения 3D карты радиоволновой геоинтроскопии по линиям I-I и II-II в изолиниях значений эффективного сопротивления: желтый цвет - неизменные карбонатные породы; светло красный - измененные магматическими и метаморфическими процессами породы, вмещающие кимберлитовое тело; темно красный - собственно "трубка" кимберлита.

На фиг. 5В представлена схема сечений радиоволнового просвечивания с проекцией зон Френеля, где позициями 501-503 выделены те из скважин, которые образуют одну из треугольных сетей скважин, 504 - одна из проекций зоны Френеля.

На фиг. 5Г представлен фрагмент 3D карты радиоволновой геоинтроскопии в виде изоповерхностей с фиксированными значениями эффективного сопротивления, характеризующие контур собственно кимберлитовой трубки ( $\rho = 111 \text{ Ом м}$ ) и контур области измененных пород ( $\rho = 333 \text{ Ом м}$ ).

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система радиоволновой геоинтроскопии межскважинного пространства, состоящая из скважинного излучателя и скважинного приемника, предназначенных для проведения радиоволновых просвечиваний межскважинного пространства, измерительно-управляющего модуля, связанного через ретрансляторы с упомянутыми излучателем и приемником посредством оптоволоконной линии связи, и средства позиционирования излучателя и приемника в пространстве, при этом

скважинный излучатель состоит из последовательно связанных антенны, блока измерения тока, блока согласования, усилителя мощности, синтезатора частоты, процессора, нижнего и верхнего опто-электрических преобразователей, при этом блок измерения тока дополнительно связан с аналогово-цифровым преобразователем (АЦП), а процессор дополнительно связан с блоком согласования, усилителем мощности и АЦП и выполнен с возможностью настройки скважинного излучателя в резонанс в соответствии с электрическими характеристиками горных пород, расположенных непосредственно вблизи пункта размещения антенны излучателя в скважине;

скважинный приемник состоит из последовательно связанных антенны, усилителя радиочастоты, смесителя, фильтра, блока цифровой обработки сигнала, нижнего и верхнего опто-электрических преобразователей, при этом смеситель дополнительно связан с синтезатором частоты, а блок цифровой обработки сигнала дополнительно связан с синтезатором частоты и усилителем радиочастоты;

средство позиционирования в пространстве состоит из каротажных кабелей и кабельных подъемников и выполнено с возможностью изменения и фиксации положений скважинного приемника и скважинного излучателя в скважинах для проведения радиоволновых просвечиваний по синхронной или веерной схеме;

измерительно-управляющий модуль состоит из компьютеров, выполненных с возможностью выполнения запрограммированных команд управления скважинным приемником и излучателем и обмена данными с ними, настройки антенны упомянутого излучателя в резонанс, выбора и установки рабочей частоты, контроля равномерности проведения радиоволновых просвечиваний, вычисления координат пунктов излучения и приема, формирования массива измеренных значений в заданном формате для их дальнейшей обработки с целью определения удельного электрического сопротивления исследуемых пород, построения трехмерной геоэлектрической карты межскважинного пространства, выделения и локализации электрически контрастных неоднородностей.

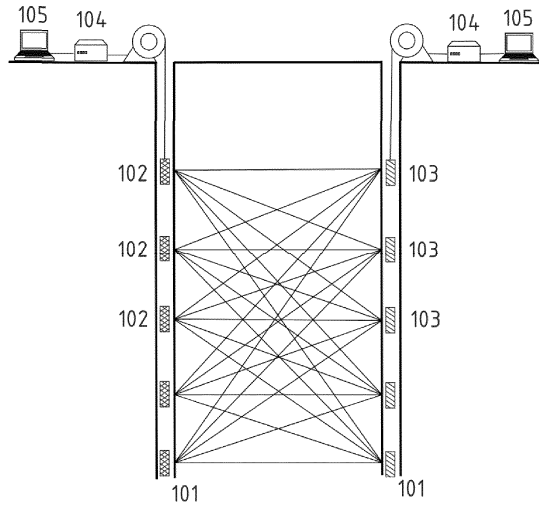
2. Система по п.1, в которой антенны скважинных излучателя и приемника представлены монополюсными антеннами.

3. Система по п.1, в которой антенны скважинных излучателя и приемника представлены дипольными антеннами.

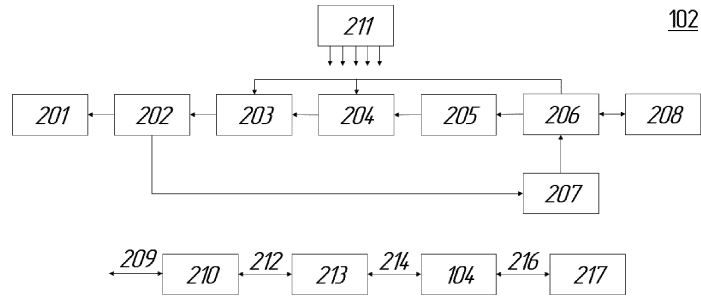
4. Система по п.1, в которой антенны скважинных излучателя и приемника представлены комбинированными линейно-объемными антеннами.

5. Система по п.1, в которой нижний и верхний опто-электрические преобразователи скважинного излучателя помещены в стеклопластиковый корпус.

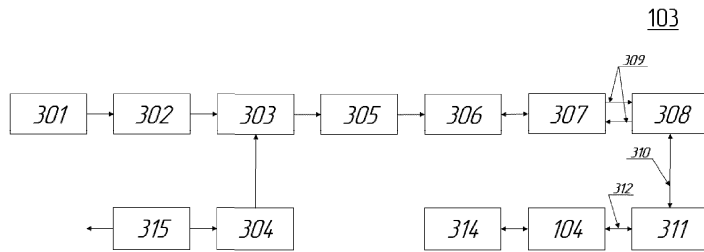
6. Система по п.1, в которой нижний и верхний опто-электрические преобразователи скважинного приемника помещены в стеклопластиковый корпус.



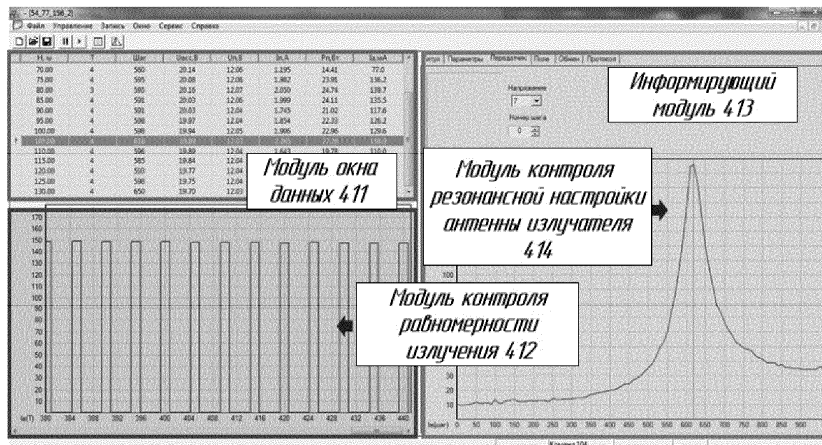
Фиг. 1



Фиг. 2



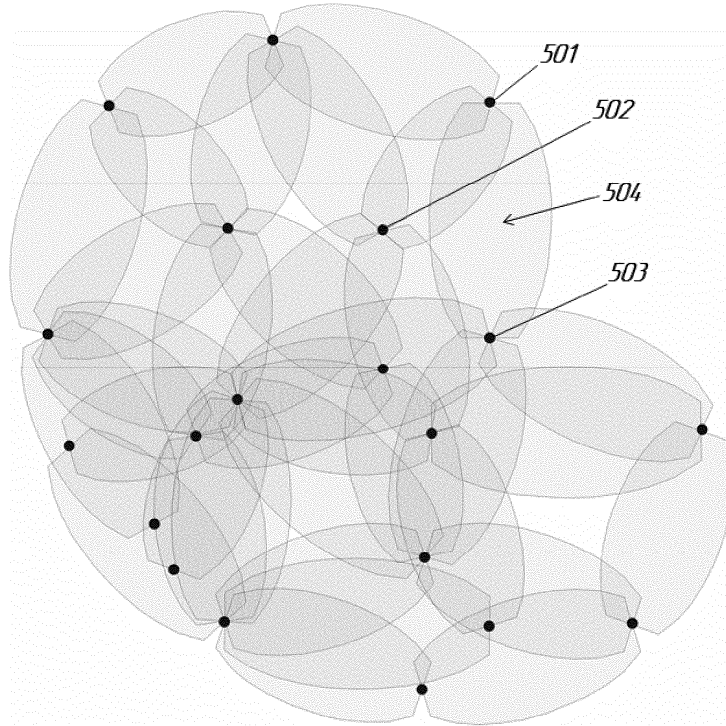
Фиг. 3



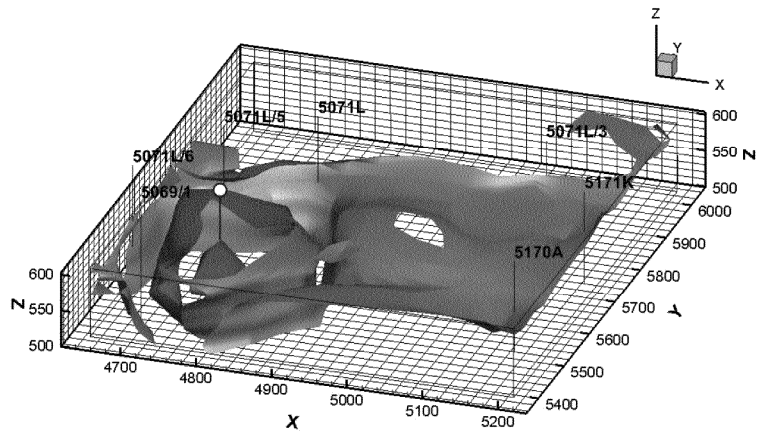
Фиг. 4А







Фиг. 5В



Фиг. 5Г

