



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2014128517/08, 10.02.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
10.02.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 10.02.2012

(43) Дата публикации заявки: 10.04.2016 Бюл. № 10

(45) Опубликовано: 10.09.2016 Бюл. № 25

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: US 2012/0006560 A1, 12.01.2012. US 2010/0121623 A1, 13.05.2010. US 2010/0332205 A1, 30.12.2010. US 2006/0052938 A1, 09.03.2006. US 2011/0231164 A1, 22.09.2011. ЕА 200970543 A1, 30.10.2009.

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: 10.09.2014

(86) Заявка РСТ:
US 2012/024651 (10.02.2012)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2013/119245 (15.08.2013)

Адрес для переписки:

197101, Санкт-Петербург, а/я 128, "АРС-ПАТЕНТ", М.В. Хмара

(72) Автор(ы):

**ЯРУС Джеффри (US),
МАУЧЕК Марко (US),
ЧЭМБЕРС Ричард (US),
ШИ Гэньбао (US)**

(73) Патентообладатель(и):

**ЛЭНДМАРК ГРАФИКС КОРПОРЕЙШН
(US)**

R U 2 5 9 6 5 9 3 C 2

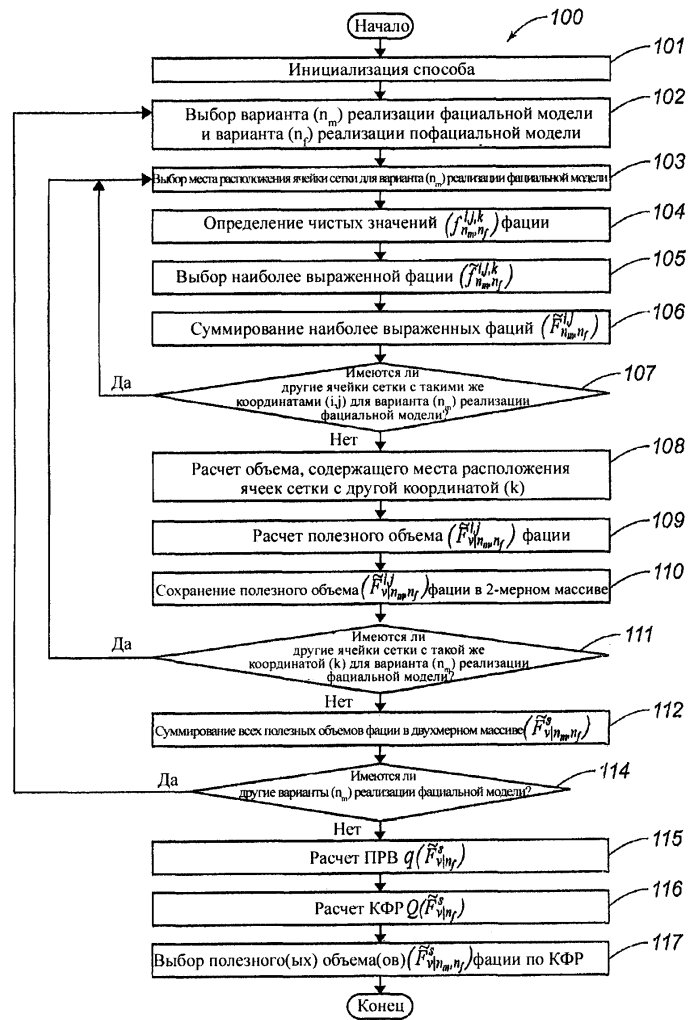
(54) СИСТЕМА И СПОСОБ ДЛЯ ВЫБОРА ФАЦИАЛЬНОЙ МОДЕЛИ

(57) Реферат:

Изобретение относится к геостатистическим технологиям и, в частности, к системам компьютерного геомоделирования. Техническим результатом является автоматизированный выбор вариантов реализации фациальной модели на основе кумулятивной функции распределения полезных объемов фации. Предложен способ выбора варианта реализации фациальной модели. Способ включает в себя этап, на котором осуществляют выбор места расположения ячейки сетки или окна для варианта реализации фациальной модели. Далее, согласно способу осуществляют выбор наиболее выраженной фации для фаций из варианта реализации фациальной

модели в месте расположения ячейки сетки или окна. Кроме того, вычисляют объем, содержащий выбранное место расположения ячейки сетки или окна, при помощи компьютерного процессора, а также вычисляют полезный объем фации на основе выбранной наиболее выраженной фации и указанного объема. А также вычисляют плотность распределения вероятности полезного объема фации и вычисляют кумулятивную функцию распределения полезного объема фации с использованием плотности распределения вероятности. 4 н. и 16 з.п. ф-лы, 11 ил., 2 табл., 1 пр.

R U 2 5 9 6 5 9 3 C 2



ФИГ. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
G06G 7/48 (2006.01)
E21B 43/00 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2014128517/08, 10.02.2012
 (24) Effective date for property rights: 10.02.2012
 Priority:
 (22) Date of filing: 10.02.2012
 (43) Application published: 10.04.2016 Bull. № 10
 (45) Date of publication: 10.09.2016 Bull. № 25
 (85) Commencement of national phase: 10.09.2014
 (86) PCT application: US 2012/024651 (10.02.2012)
 (87) PCT publication: WO 2013/119245 (15.08.2013)
 Mail address: 197101, Sankt-Peterburg, a/ja 128, "ARS-PATENT", M.V. KHmara

(72) Inventor(s):
**YARUS Dzheffri (US),
 MAUCHEK Marko (US),
 CHEMBERS Richard (US),
 SHI Genbao (US)**
 (73) Proprietor(s):
LANDMARK GRAPHICS CORPORATION (US)

RU 2 596 593 C 2

(54) **SYSTEM AND METHOD FOR SELECTING FACIES MODEL**

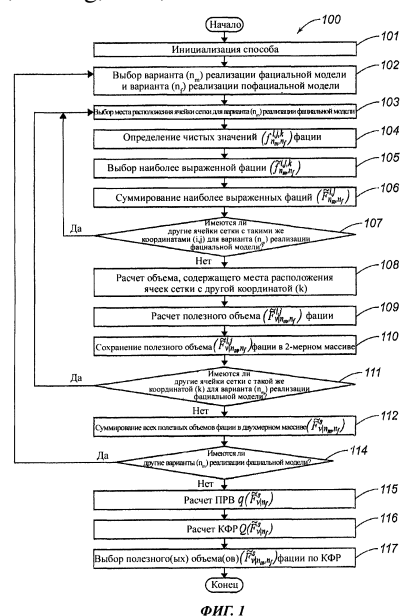
(57) Abstract:

FIELD: information technology.

SUBSTANCE: invention relates to geostatic technologies and, in particular, to systems for computer geo-modelling. Disclosed is a method for selecting a facies model realisation. Method includes a step of selecting a grid-cell or window location for a facies model realisation. Method then includes selecting a most prominent facies for facies within facies model realisation at grid-cell or window location. Method includes calculating a volume comprising selected grid-cell or window location using a computer processor, and calculating a facies net volume based on most prominent facies selected and volume. Method also includes calculating a probability density function of facies net volume and calculating a cumulative distribution function of facies net volume using probability density function.

EFFECT: technical result is automated selection of facies model realisation based on cumulative distribution function for facies net volume.

20 cl, 11 dwg, 2 tbl, 1 ex



ФИГ. 1

RU 2 596 593 C 2

Перекрестные ссылки на родственные заявки

Отсутствуют.

Указания на исследования, спонсируемые из федерального бюджета

Не применимо.

5 Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение в общем случае относится к выбору вариантов реализации фациальной модели. В частности, настоящее изобретение относится к выбору вариантов реализации фациальной модели на основе кумулятивной функции распределения полезных объемов фации.

10 Уровень техники

В основе множества существующих геостатистических технологий лежит анализ неопределенностей для оценки статистической вариативности (статистического разброса) измеренных данных и подготовки входных моделей для последующих процессов управления рисками. Получение неопределенности модели с помощью методик вероятностного (стохастического) имитационного моделирования обычно содержит создание множества равновероятных возможных вариантов свойств коллектора и вариантов реализации свойств коллектора, наиболее точно воспроизводящих неоднородность коллектора, например распределение фаций, пористость или проницаемость, которые также могут быть отнесены к вариантам реализации фациальной модели. Кроме того, для ограничения моделей свойств коллектора переменными, например волновым сопротивлением, получаемым по результатам обратного преобразования сейсмических данных, применяют условное имитационное моделирование. Таким образом, может быть обеспечено более точное представление пространственного распределения и достигнута в большей степени репрезентативная и объективная статистическая выборка.

При этом маловероятно, что построенные модели свойств коллектора отражают его фактическую неоднородность. В основе таких моделей часто заложено множество допущений, оказывающих влияние на модель в ее различных масштабах. Например, допущения, оказывающие наибольшее влияние на процесс геомоделирования, - это крупномасштабные допущения, влияющие на структурную и стратиграфическую модель, обстановку осадконакопления, нарушения в структурных поверхностях или положение разрывов. Прочие, маломасштабные, допущения, такие как выбор моделей вариограммы или параметров, выбор алгоритма или изменения плотностей распределения вероятности (или кумулятивных функций), могут оказывать влияние только на межскважинное пространство, например при изменении номера посева между вариантами реализации. Таким образом, вследствие многообразия влияющих переменных процессы идентификации и выбора «правильной» модели свойств коллектора становятся трудоемкими, занимают много времени и подвержены субъективным решениям. В основе современных технологических процессов оптимизации расположения скважин, например при уплотняющем бурении, лежит выбор «наиболее вероятной» геологической модели со срединным импульсом, который, как полагают, характеризуется срединным откликом (то есть со значением P50) динамического симулятора коллектора касательно коэффициента отдачи или коэффициента вытеснения. Распределение (лито)фаций в геологических моделях с высоким разрешением имеет основополагающее значение в процедурах ранжирования геологической неопределенности в процессах адаптации модели разработки коллектора на основе имеющихся данных и при прогнозировании, так как оно обуславливает непрерывность осадконакопления коллектора и тем самым задает выраженные

траектории флюидов.

Раскрытие изобретения

Предложенные настоящим изобретением системы и способы выбора вариантов реализации фациальной модели на основе кумулятивной функции распределения полезных объемов фации устраняют один или несколько недостатков известного уровня техники.

В одном варианте осуществления настоящее изобретение включает способ выбора варианта реализации фациальной модели, включающий: а) выбор места расположения ячейки сетки или окна для варианта реализации фациальной модели; б) выбор наиболее выраженной фации для фаций из варианта реализации фациальной модели в месте расположения ячейки сетки или окна; с) вычисление объема, содержащего выбранное место расположения ячейки сетки или окна, при помощи компьютерного процессора; d) вычисление полезного объема фации на основе выбранной наиболее выраженной фации и указанного объема; е) вычисление плотности распределения вероятности полезного объема фации; f) вычисление кумулятивной функции распределения полезного объема фации с использованием плотности распределения вероятности; и g) выбор варианта реализации фациальной модели, если кумулятивная функция распределения для полезного объема фации удовлетворяет заранее заданному значению.

В другом варианте осуществления настоящее изобретение включает постоянный программный носитель информации, на долговременной основе хранящий выполняемые компьютером команды, которые предназначены для выбора варианта реализации фациальной модели. При выполнении указанных команд осуществляют следующее: а) выбор места расположения ячейки сетки или окна для варианта реализации фациальной модели; б) выбор наиболее выраженной фации для фаций из варианта реализации фациальной модели в месте расположения ячейки сетки или окна; с) вычисление объема, содержащего выбранное место расположения ячейки сетки или окна; d) вычисление полезного объема фации на основе выбранной наиболее выраженной фации и указанного объема; е) вычисление плотности распределения вероятности полезного объема фации; f) вычисление кумулятивной функции распределения полезного объема фации с использованием плотности распределения вероятности; и g) выбор варианта реализации фациальной модели, если кумулятивная функция распределения для полезного объема фации удовлетворяет заранее заданному значению.

Еще в одном варианте осуществления настоящее изобретение включает способ выбора варианта реализации фациальной модели, включающий: а) выбор наиболее выраженной фации для фаций из варианта реализации фациальной модели в каждом месте расположения ячейки сетки или окна; б) суммирование наиболее выраженной фации для каждого места расположения ячейки сетки или окна с одними и теми же координатами (i, j) с) вычисление объема, содержащего каждое место расположения ячейки сетки или окна с одними и теми же координатами (i, j) и с другой координатой (k) при помощи компьютерного процессора; d) вычисление полезного объема фации для каждого объема на основе суммы наиболее выраженных фаций для каждого места расположения ячейки сетки или окна с одними и теми же координатами (i, j) и соответствующего объема, содержащего каждое место расположения ячейки сетки или окна с одними и теми же координатами (i, j); е) суммирование полезного объема или полезных объемов фации; f) повторение этапов а)-е) для каждого варианта реализации фациальной модели; g) вычисление плотности распределения вероятности суммированного полезного объема или суммированных полезных объемов фации для всех вариантов реализации фациальной модели; h) вычисление кумулятивной функции

распределения суммированного полезного объема или суммированных полезных объемов фации для всех вариантов реализации фациальной модели с использованием плотности распределения вероятности; и i) выбор варианта реализации фациальной модели на основе кумулятивной функции распределения соответствующего полезного объема фации.

Еще в одном варианте осуществления настоящее изобретение включает постоянный программный носитель информации, на долговременной основе хранящий выполняемые компьютером команды, которые предназначены для выбора варианта реализации фациальной модели. При выполнении указанных команд осуществляют следующее: а) выбор наиболее выраженной фации для фаций из варианта реализации фациальной модели в каждом месте расположения ячейки сетки или окна; б) суммирование наиболее выраженной фации для каждого места расположения ячейки сетки или окна с одними и теми же координатами (i, j); в) вычисление объема, содержащего каждое место расположения ячейки сетки или окна с одними и теми же координатами (i, j) и с другой координатой (k); д) вычисление полезного объема фации для каждого объема на основе суммы наиболее выраженных фаций для каждого места расположения ячейки сетки или окна с одними и теми же координатами (i, j) и соответствующего объема, содержащего каждое место расположения ячейки сетки или окна с одними и теми же координатами (i, j); е) суммирование полезного объема или полезных объемов фации; ф) повторение этапов а)-е) для каждого варианта реализации фациальной модели; г) вычисление плотности распределения вероятности суммированного полезного объема или суммированных полезных объемов фации для всех вариантов реализации фациальной модели; h) вычисление кумулятивной функции распределения суммированного полезного объема или суммированных полезных объемов фации для всех вариантов реализации фациальной модели с использованием плотности распределения вероятности; и i) выбор варианта реализации фациальной модели на основе кумулятивной функции распределения соответствующего полезного объема фации.

Дополнительные аспекты, преимущества и варианты осуществления изобретения станут понятны специалистам в данной области после ознакомления с нижеприведенным описанием различных вариантов осуществления настоящего изобретения и соответствующими чертежами.

Краткое описание чертежей

Ниже приведено описание настоящего изобретения со ссылками на прилагаемые чертежи, на которых одинаковые элементы имеют одинаковые ссылочные обозначения.

На фиг. 1 показана диаграмма, иллюстрирующая один вариант осуществления способа, предложенного настоящим изобретением.

На фиг. 2 показаны результаты, полученные на этапе 108, проиллюстрированном на фиг. 1.

На фиг. 3 показана диаграмма, иллюстрирующая другой вариант осуществления способа, предложенного настоящим изобретением.

На фиг. 4А показан один пример этапа 303, проиллюстрированного на фиг. 3.

На фиг. 4В показан другой пример этапа 303, проиллюстрированного на фиг. 3.

На фиг. 5 показан верхний слой девяти вариантов реализации фациальной модели, произвольно выбранных из группы из четырехсот вариантов реализации фациальной модели.

На фиг. 6 показан пример гистограммы, которая использована на этапе 115, проиллюстрированном на фиг. 1, и построена на основе группы из - четырехсот вариантов реализации фациальной модели.

На фиг. 7 показана плотность распределения вероятности, ПРВ (PDF, probability density function), рассчитанная на этапе 115, проиллюстрированном на фиг. 1, по гистограмме, приведенной на фиг. 6.

5 На фиг. 8 показана кумулятивная функция распределения, КФР (CDF, cumulative distribution function), рассчитанная на этапе 116, проиллюстрированном на фиг. 1, по ПРВ, приведенной на фиг. 7.

На фиг. 9 показан выбор трех вариантов реализации фациальной модели на основе полезных объемов фации, выбранных на этапе 117, проиллюстрированном на фиг. 1, и КФР, проиллюстрированной на фиг. 8.

10 На фиг. 10 показана структурная схема, иллюстрирующая один вариант осуществления системы, предложенной настоящим изобретением.

Осуществление изобретения

Объект настоящего изобретения описан на основе конкретных вариантов осуществления изобретения, однако данное описание никоим образом не ограничивает 15 объем настоящего изобретения. Таким образом, объект настоящего изобретения может быть реализован по-иному и может содержать различные этапы или различные сочетания этапов, схожих с описанными в данном документе, вкуче с другими современными или будущими технологиями. Кроме того, слово «этап» может использоваться в данном документе для описания моментов и периодов времени, 20 относящихся к выполнению различных процессов, происходящих в рамках предложенных способов, однако использование данного слова не подразумевает какой-либо определенной последовательности действий, описанных в данном документе, если это прямым текстом не указано в отношении какого-то конкретного порядка действий. Настоящее изобретение может быть использовано в нефтегазовой отрасли 25 промышленности, однако оно не ограничивается применением только в этой отрасли промышленности и может в равной степени применяться в других отраслях промышленности, обеспечивая достижение сходных результатов.

Настоящее изобретение охватывает системы и способы выбора вариантов реализации фациальной модели на основе кумулятивной функции распределения полезных объемов 30 фации. Кумулятивная функция распределения полезных объемов фации позволяет осуществлять идентификацию и выбор вариантов осуществления фациальной модели, соответствующих наиболее вероятным геостатистическим вариантам реализации, с учетом полного диапазона геологической неопределенности. Таким образом, настоящее изобретение может быть применено в технологических процессах динамической 35 характеристики свойств коллектора. Настоящее изобретение охватывает системы и способы, обеспечивающие: 1) неограниченный выбор вариантов реализации фациальной модели по всей модели (например, геологической ячеечной модели); и 2) выбор вариантов реализации фациальной модели, ограниченный в пространстве пределами рассматриваемой области или целевым значением.

40 На фиг. 1 показана диаграмма, иллюстрирующая один вариант осуществления способа 100, предложенного настоящим изобретением.

На начальном этапе 101 осуществляют инициализацию способа 100, при этом выполняют следующее:

- задание количества вариантов реализации фациальной модели: $n_m=[1\dots N_m]$;
- 45 - задание количества вариантов реализации фациальной модели: $n_f=[1\dots N_f]$;
- задание количества ячеек сетки и их мест расположения в каждом варианте n_m реализации фациальной модели: $i=[1\dots I]$, $j=[1\dots j]$, $k=[1\dots K]$;

- обнуление суммы наиболее выраженных фаций: $\tilde{F}_{n_m, n_f}^{i, j} = 0$; и

- обнуление кумулятивной функции распределения полезных объемов фации: $\tilde{F}_{v|n_f}^s = 0$.

5 На этапе 102 случайным образом или по некоторому правилу выбирают вариант n_m реализации фациальной модели и вариант n_f реализации пофациальной модели.

На этапе 103 могут случайным образом или по некоторому правилу выбрать место расположения ячейки сетки для варианта n_m реализации фациальной модели. Например, могут выбрать ячейку сетки с координатами (1, 1, 1).

10 На этапе 104 для варианта n_f реализации пофациальной модели в месте расположения ячейки сетки, выбранном на этапе 103, определяют чистые значения $f_{n_m, n_f}^{i, j, k}$, фации.

На этапе 105 для варианта n_f реализации пофациальной модели в месте расположения 15 ячейки сетки, выбранном на этапе 103, выбирают наиболее выраженную фацию $\tilde{f}_{n_m, n_f}^{i, j, k}$, которая может представлять собой фацию с наивысшим чистым значением.

На этапе 106 суммируют наиболее выраженных фаций в месте расположения ячейки сетки, выбранном на этапе 103. Таким образом, сумма наиболее выраженных фаций в месте расположения ячейки сетки, выбранном на этапе 103, с другой координатой (k) 20 может быть представлена в виде:

$$\tilde{F}_{n_m, n_f}^{i, j} = \sum_{k=1}^K \tilde{f}_{n_m, n_f}^{i, j, k}. \quad (1)$$

На этапе 107 способа 100 определяют, имеются ли для варианта n_m реализации 25 фациальной модели другие ячейки сетки с такими же координатами (i, j). Если для варианта n_m реализации фациальной модели другая ячейка сетки с такими же координатами (i, j) имеется, возвращаются к этапу 103 способа 100 и выбирают другую ячейку сетки с такими же координатами (i, j) и другой координатой (k) для варианта n_m реализации фациальной модели. Если для варианта n_m реализации фациальной модели 30 другая ячейка сетки с такими же координатами (i, j) отсутствует, переходят к этапу 108 способа 100. Таким образом, этап 107 можно использовать для структурированных и неструктурированных сеток. В ином случае для варианта n_m реализации фациальной модели этапы 103-106 можно повторять одновременно для всех ячеек сетки с одними и теми же координатами (i, j) в каждой координате (k).

35 На этапе 108 можно вычислить объем, содержащий места расположения ячеек сетки, выбранные на этапе 103, с отличной координатой (k) по формуле:

$$V^{i, j} = k \cdot \Delta x \cdot \Delta y \cdot \Delta z = \Delta x \cdot \Delta y \cdot Z, \quad (2)$$

где

$$40 \quad \Delta x = x_{i+1} - x_i,$$

$$\Delta y = y_{j+1} - y_j, \quad (3)$$

$$\Delta z = z_{k+1} - z_k.$$

Объем, проиллюстрированный на фиг. 2, например, можно рассчитать по формуле 45 (2). Каждая ячейка сетки, такая как, например, ячейка 202, имеет одни и те же координаты (i, j) и отличную координату (k). Для неструктурированных сеток формула (3) может представлять любую более общую форму вычислений объемов, принятую в комбинаторной геометрии.

На этапе 109 можно рассчитать полезный объем $\tilde{F}_{v|n_m, n_f}^{i,j}$ фации по формуле:

$$\tilde{F}_{v|n_m, n_f}^{i,j} = \bar{F}_{n_m, n_f}^{i,j} \cdot V^{i,j}, \quad (4)$$

где $\tilde{F}_{n_m, n_f}^{i,j}$ - сумма наиболее выраженных фаций, полученная на этапе 106, $V^{i,j}$ - объем, рассчитанный на этапе 108.

На этапе 110 полезный объем $\tilde{F}_{v|n_m, n_f}^{i,j}$ фации, рассчитанный на этапе 109, сохраняют в двумерном массиве.

На этапе 111 способа 100 определяют, имеются ли для варианта n_m реализации фациальной модели другие ячейки сетки с такой же координатой (k). Если для варианта n_m реализации фациальной модели другая ячейка сетки с такой же координатой (k) имеется, возвращаются к этапу 103 способа 100 и выбирают другую ячейку сетки с такой же координатой (k) и другими координатами (i, j) для варианта n_m реализации фациальной модели. Если для варианта n_m реализации фациальной модели другая ячейка сетки с такой же координатой (k) отсутствует, переходят к этапу 112 способа 100. Таким образом, этап 111 можно использовать для структурированных и неструктурированных сеток. В ином случае для варианта n_m реализации фациальной модели этапы 103-111 можно повторять одновременно для всех ячеек сетки с одной и той же координатой (k) для каждой пары координат (i, j).

На этапе 112 суммируют полезные объемы $\tilde{F}_{v|n_m, n_f}^s$ фации, сохраненные на этапе 110. Таким образом, сумма полезных объемов фации, сохраненных на этапе 110, может быть выражена следующим образом:

$$\tilde{F}_{v|n_m, n_f}^s = \sum_{i=1}^I \sum_{j=0}^J \tilde{F}_{v|n_m, n_f}^{i,j}, \quad (5)$$

где $\tilde{F}_{v|n_m, n_f}^s$ выражает полезный объем фации для всего варианта n_m реализации фациальной модели, выбранного на этапе 102.

На этапе 114 способа 100 определяют, имеются ли другие варианты n_m реализации фациальной модели. Если другой вариант n_m реализации фациальной модели имеется, возвращаются к этапу 102 способа 100 и выбирают другой вариант n_m реализации фациальной модели и вариант n_f реализации пофациальной модели. Если другой вариант n_m реализации фациальной модели отсутствует, переходят к этапу 115 способа 100.

На этапе 115 на основе гистограммы суммированных полезных объемов $\tilde{F}_{v|n_f}^s$ фации при помощи известных технологий для общего количества вариантов N_m реализации фациальной модели рассчитывают плотность распределения вероятности, ПРВ $q(\tilde{F}_{v|n_f}^s)$ суммированных полезных объемов $\tilde{F}_{v|n_f}^s$ фации. Суммированные полезные объемы $\tilde{F}_{v|n_f}^s$ фации могут быть представлены в следующем виде:

$$\tilde{F}_{v|n_f}^s = \sum_{n_m=1}^{N_m} \tilde{F}_{v|n_m, n_f}^s, \quad (6)$$

где $\tilde{F}_{v|n_f}^s$ - суммированные полезные объемы фации, значения которых получены на этапе 112 для каждого варианта n_m реализации фациальной модели.

На этапе 116 по плотности распределения вероятности, $q(\tilde{F}_{v|n_f}^s)$, полученной на этапе 115, при помощи известных технологий рассчитывают кумулятивную функцию распределения, КФР $Q(\tilde{F}_{v|n_f}^s)$.

На этапе 117 с использованием КФР, полученной на этапе 116, выбирают полученный на этапе 112 полезный объем $\tilde{F}_{v|n_m, n_f}^s$ фации для одного варианта n_m реализации фациальной модели. Например, полезный объем $\tilde{F}_{v|n_m, n_f}^s$ фации, выбранный при з P50, относится к одному варианту n_m реализации фациальной модели. При отсутствии возможности выбора какого-либо дискретного полезного объема $\tilde{F}_{v|n_m, n_f}^s$ фации соответствующего одному варианту n_m реализации фациальной модели, можно выбрать полезный объем $\tilde{F}_{v|n_m, n_f}^s$ фации, ближайший (в смысле абсолютной разности) к значению P50, путем решения уравнения:

$$\delta_{F_v} = \min_{n_m=1}^{N_m} |F_{v|n_m} - F_{v|P50}|, \quad (7)$$

где δ_{F_v} выражает минимальную абсолютную разность между вариантом $F_{v|n_m}$ реализации фациальной модели с полезным объемом $\tilde{F}_{v|n_m, n_f}^s$ фации, ближайшим к значению P50, и вариантом $F_{v|P50}$ реализации фациальной модели при значении P50.

Вариант n_m реализации фациальной модели при значении P50 является срединным вариантом реализации фациальной модели для выбранного полезного объема $\tilde{F}_{v|n_m, n_f}^s$ фации. Кроме выбора срединного варианта реализации фациальной модели (со срединным импульсом) способ 100 может быть использован для идентификации вариантов реализации фациальных моделей с наименьшим импульсом, а также с наибольшим импульсом, выражающих полное пространство неопределенности модели для всех целевых квантилей. Таким образом, выбор желательных или предпочтительных вариантов n_m реализации фациальной модели основан на полезном объеме фации, выбранном на этапе 117, в зависимости от желательной или предпочтительной КФР.

В ином случае способ 100, показанный на фиг. 1, может характеризоваться пространственными ограничениями. Способ с пространственными ограничениями может: i) обеспечивать определение двухмерных областей (или трехмерных объемов) модели, содержащих значительные (или наибольшие) доли целевой фации (например, конкретного песчаного канала); ii) применяться в целевой области (AOI, area-of-interest) или в целевом объеме (VOI, volume-of-interest); iii) позволять рассчитывать объем порового пространства соответствующей целевой фации в целевой области (AOI)/целевом объеме (VOI); и iv) позволять ранжировать варианты реализации фациальной модели с учетом пространственных ограничений. Таким образом, способ с пространственными ограничениями может быть использован для идентификации

фациальных моделей на основе распределения мест расположения целевых фаций, что в конечном итоге будет соответствовать координатам в пространстве, относящимся, например к выбору мест расположения скважин для осуществления уплотняющего бурения. Целевая область (АОИ)/целевой объем (VOI) может соответствовать любой

5 двухмерной (правильной или неправильной) форме или любому трехмерному (правильному или неправильному) телу, такому как геологический объект или геологическое тело. Таким образом, используемое в данном документе слово «окно» или «целевое окно» охватывает любую двухмерную целевую область (АОИ)/любой

10 трехмерный целевой объем (VOI). Например, двухмерное целевое окно может иметь размеры $\mathfrak{R}^{\tilde{X} \times \tilde{Y}}$, где \tilde{X} и \tilde{Y} относятся к размерам по осям X и Y выбранного окна соответственно, причем данное окно может накладываться на область целевого варианта реализации фациальной модели. Размеры \tilde{X} и \tilde{Y} могут выражаться следующим образом:

$$\begin{aligned} \tilde{X} &= \alpha \times \Delta x \\ \tilde{Y} &= \beta \times \Delta y \end{aligned} \quad (8)$$

15 где α и β соответствуют количеству накладываемых ячеек сетки (i, j) в направлении осей X и Y соответственно.

На фиг. 3 показана диаграмма, иллюстрирующая другой вариант осуществления способа 300, предложенного настоящим изобретением. Способ 300 аналогичен способу

20 100, проиллюстрированному на фиг. 1, и отличается от него тем, что характеризуется пространственными ограничениями в рамках заданного окна, накладывающегося на места расположения ячеек сетки (i_w, j_w) при условии, что $1 \geq i_w < I$ и $1 \geq j_w < J$. Таким образом, переменные с нижним индексом w относятся к накладываемому окну мест

25 расположения ячеек сетки (i, j) используемых в способе 300.

На начальном этапе 301 инициализируют способ 300, при этом выполняют следующее:

- задание количества вариантов реализации фациальной модели: $n_m = [1 \dots N_m]$;
 - задание количества вариантов реализации пофациальной модели: $n_f = [1 \dots N_f]$;
 - задание количества ячеек сетки и их мест расположения в каждом варианте n_m
- 30 реализации фациальной модели: $i = [1 \dots I]$, $j = [1 \dots J]$, $k = [1 \dots K]$;
- обнуление суммы наиболее выраженных фаций: $\tilde{F}_{w|n_m, n_f}^{i, j} = 0$; и
 - обнуление кумулятивной функции распределения полезных объемов фации:

$$\tilde{F}_{w|n_f}^s = 0.$$

35 На этапе 302 случайным образом или по некоторому правилу выбирают вариант n_m реализации фациальной модели и вариант n_f реализации пофациальной модели.

На этапе 303 можно случайным образом или по некоторому правилу выбрать место расположения окна (или окон) для варианта n_m реализации фациальной модели.

40 Например, как показано на фиг. 4А, можно выбрать одно окно 402 с местами расположения ячеек сетки (i_w, j_w). Кроме того, как показано на фиг. 4В, также можно выбрать несколько окон, например окна 404, 406, 408 и 410.

На этапе 304 для варианта n_f реализации пофациальной модели в месте расположения

45 ячеек сетки окна (или окон), выбранном на этапе 303, определяют чистые значения

$f_{w|n_m, n_f}^{i, j, k}$ фации.

На этапе 305 для варианта n_f реализации пофациальной модели в месте расположения

ячеек сетки окна (или окон), выбранном на этапе 303, выбирают наиболее выраженную фацию $\tilde{f}_{w|n_m, n_f}^{i,j,k}$, которая может представлять собой фацию с наивысшим чистым значением.

5 На этапе 306 суммируют наиболее выраженные фации в месте расположения ячеек сетки окна (или окон), выбранном на этапе 303. Таким образом, сумма наиболее выраженных фаций в месте расположения ячеек сетки окна (или окон), выбранном на этапе 303, с другой координатой (k) может быть представлена в виде:

$$10 \quad \bar{F}_{w|n_m, n_f}^{i,j} = \sum_{k=1}^K \tilde{f}_{w|n_m, n_f}^{i,j,k}. \quad (9)$$

На этапе 307 способа 300 определяют, имеются ли для варианта n_m реализации фациальной модели другие окна с такими же координатами (i, j) ячеек сетки окна. Если для варианта n_m реализации фациальной модели другое окно с такими же координатами (i, j) ячеек сетки имеется, возвращаются к этапу 303 способа 300 и выбирают другое окно (или другие окна) с такими же координатами (i, j) ячеек сетки и другой координатой (k) для варианта n_m реализации фациальной модели. Если для варианта n_m реализации фациальной модели другое окно с такими же координатами (i, j) ячеек сетки отсутствует, переходят к этапу 308 способа 300. Таким образом, этап 307 можно использовать для структурированных и неструктурированных сеток. В ином случае для варианта n_m реализации фациальной модели этапы 303-306 можно повторять одновременно для всех окон с одними и теми же координатами (i, j) ячеек сетки в каждой координате (k) ячеек сетки.

На этапе 308 можно рассчитать объем, содержащий места расположения окна (или окон) ячеек сетки, выбранные на этапе 303, с отличной координатой (k) ячеек сетки по формуле:

$$\tilde{V}^{i_w, j_w} = \alpha \cdot \Delta x \cdot \beta \cdot \Delta y \cdot Z = \tilde{X} \cdot \tilde{Y} \cdot Z, \quad (10)$$

где

$$30 \quad \begin{aligned} \Delta x &= x_{i+1} - x_i, \\ \Delta y &= y_{j+1} - y_j, \\ \Delta z &= z_{k+1} - z_k. \end{aligned} \quad (11)$$

35 Для неструктурированных сеток формула (11) может представлять любую более общую форму вычислений объемов, принятую в комбинаторной геометрии.

На этапе 309 можно рассчитать полезный объем $\tilde{F}_{wv|n_m, n_f}^{i,j}$ фации по формуле:

$$40 \quad \bar{F}_{wv|n_m, n_f}^{i,j} = \bar{F}_{w|n_m, n_f}^{i,j} \cdot \tilde{V}^{i_w, j_w}, \quad (12)$$

где $\tilde{F}_{wv|n_m, n_f}^{i,j}$ - сумма наиболее выраженных фаций, полученная на этапе 306, \tilde{V}^{i_w, j_w} - объем, рассчитанный на этапе 308.

45 На этапе 310 полезный объем $\bar{F}_{wv|n_m, n_f}^{i,j}$ фации, рассчитанный на этапе 309, сохраняют в двумерном массиве или двумерных массивах.

На этапе 311 способа 300 определяют, имеются ли для варианта n_m реализации фациальной модели другие окна с такой же координатой (k) ячеек сетки. Если для

варианта n_m реализации фациальной модели другое окно с такой же координатой (k) ячеек сетки имеется, возвращаются к этапу 303 способа 300 и выбирают другое место расположения ячеек сетки окна (или окон) с такой же координатой (k) ячеек окна и другой парой координат (i, j) для варианта n_m реализации фациальной модели. Если для варианта n_m реализации фациальной модели другое окно с такой же координатой (k) ячеек сетки отсутствует, переходят к этапу 312 способа 300. Таким образом, этап 311 можно использовать для структурированных и неструктурированных сеток. В ином случае для варианта n_m реализации фациальной модели этапы 303-311 можно повторять одновременно для всех окон с одной и той же координатой (k) ячеек сетки в каждой координате (i, j) ячеек сетки.

На этапе 312 суммируют полезные объемы $\tilde{F}_{wv|n_m, n_f}^s$ фации, сохраненные на этапе 310. Таким образом, сумма полезных объемов фации, сохраненных на этапе 310, может быть выражена следующим образом:

$$\tilde{F}_{wv|n_m, n_f}^s = \sum_{i=1}^I \sum_{j=0}^J \tilde{F}_{wv|n_m, n_f}^{i,j}, \quad (13)$$

где $\tilde{F}_{wv|n_m, n_f}^s$ выражает полезный объем фации для всего варианта n_m реализации фациальной модели, выбранного на этапе 302.

На этапе 314 способа 300 определяют, имеются ли другие варианты n_m реализации фациальной модели. Если другой вариант n_m реализации фациальной модели имеется, возвращаются к этапу 302 способа 300 и выбирают другой вариант n_m реализации фациальной модели и вариант n_f реализации пофациальной модели. Если другой вариант n_m реализации фациальной модели отсутствует, переходят к этапу 315 способа 300.

На этапе 315 на основе гистограммы суммированных полезных объемов фации при помощи известных технологий рассчитывают плотность распределения вероятности, ПРВ $q(\tilde{F}_{wv|n_f}^s)$ суммированных полезных объемов $\tilde{F}_{wv|n_f}^s$ фации для общего количества вариантов N_m реализации фациальной модели. Суммированные полезные объемы $\tilde{F}_{wv|n_f}^s$ фации могут быть представлены в следующем виде:

$$\tilde{F}_{wv|n_f}^s = \sum_{n_m=1}^{N_m} \tilde{F}_{wv|n_m, n_f}^s, \quad (14)$$

где $\tilde{F}_{wv|n_f}^s$ - суммированные полезные объемы фации, значения которых получены на этапе 312 для каждого варианта n_m реализации фациальной модели.

На этапе 316 с использованием плотности распределения вероятности, $q(\tilde{F}_{wv|n_f}^s)$, полученной на этапе 315, при помощи известных технологий рассчитывают кумулятивную функцию распределения КФР $Q(\tilde{F}_{wv|n_f}^s)$.

На этапе 317 с использованием КФР, полученной на этапе 316, выбирают полученный на этапе 312 полезный объем $\tilde{F}_{wv|n_m, n_f}^s$ фации для одного варианта n_m реализации фациальной модели. Например, полезный объем $\tilde{F}_{wv|n_m, n_f}^s$ фации, выбранный при

значении P50, относится к одному варианту n_m реализации фациальной модели. При
отсутствии возможности выбора какого-либо дискретного полезного объема $\tilde{F}_{wv|n_m, n_f}^s$
5 фации, соответствующего одному варианту n_m реализации фациальной модели, можно
выбрать полезный объем $\tilde{F}_{wv|n_m, n_f}^s$ фации, ближайший (в смысле абсолютной разности)
к значению P50, путем решения уравнения:

$$\delta_{F_{wv}} = \min_{n_m=1}^{N_m} |F_{wv|n_m} - F_{wv|P50}|, \quad (15)$$

10 где $\delta_{F_{wv}}$ выражает минимальную абсолютную разность между вариантом $F_{wv|n_m}$
реализации фациальной модели с полезным объемом $\tilde{F}_{wv|n_m, n_f}^s$ фации, ближайшим к
значению P50, и вариантом $F_{wv|P50}$ реализации фациальной модели при значении P50.
15 Вариант n_m реализации фациальной модели при значении P50 является срединным
вариантом реализации фациальной модели для выбранного полезного объема $\tilde{F}_{wv|n_m, n_f}^s$
фации. Кроме выбора срединного варианта реализации фациальной модели (со
20 срединным импульсом) способ 300 может быть использован для идентификации
вариантов реализации фациальных моделей с наименьшим импульсом, а также с
наибольшим импульсом, выражающих полное пространство неопределенности модели
для всех целевых квантилей. Таким образом, выбор желательных или предпочтительных
25 вариантов n_m реализации фациальной модели основан на полезном объеме фации,
выбранном на этапе 317, в зависимости от желательной или предпочтительной КФР.

Пример

В нижеприведенном примере способа 100 была использована синтетическая модель
месторождения Брюгге. В стратиграфическом смысле в месторождении Брюгге
30 сочетаются четыре различные обстановки осадконакопления: i) аллювиальные
(отдельные песчаные тела в сланцевой породе); ii) фация шельфа ниже глубины
волнового воздействия (с протяженными карбонатными конкрециями); iii) фация шельфа
выше глубины волнового воздействия (с протяженными карбонатными конкрециями);
и iv) песчаный шельф с нерегулярными включениями.

35 При помощи API DecisionSpace® Desktop Earth Modeling была создана группа из 400
вариантов реализации фациальной модели месторождения Брюгге с высоким
разрешением (211×76×56, то есть около 900 тыс. ячеек сетки). На фиг. 5 показаны
верхние слои девяти (9) произвольно выбранных вариантов реализации, при этом сланец
и песок разграничены по шкале серого цвета.

40 Синтетическая модель месторождения Брюгге охватывает пять различных типов
фаций, обозначенных в нижеприведенной таблице 1 соответствующими чистыми
значениями фации.

Таблица 1

	Название литофации	Чистое значение
5	Барьерный песок	0
	Песчаник	0,4464
	Песок сублиторальной зоны	0,2321
10	Сланец	0,1786
	Карбонатный цементированный песок	0,1429

По данным, приведенным в таблице 1, на этапе 105, проиллюстрированном на фиг. 1, в качестве наиболее выраженной фации была выбрана фация песчаника. Расчет полезного объема фации на этапе 109 по формуле (4) был произведен на основе объема, рассчитанного по формуле (3) на этапе 108 при размерах ячейки сетки $\Delta x=45,315$ м, $\Delta y=21,131$ м, $\Delta z=4,526$ м и количестве слоев по вертикали в синтетической модели $k=56$.

На фиг. 6 приведена гистограмма суммированных полезных объемов $\tilde{F}_{v|n_m, n_f}^s$ фации, полученных на этапе 112, для группы из 400 вариантов реализации фациальной модели. На основе данной гистограммы в соответствии с этапами 115 и 116, проиллюстрированными на фиг. 1, были рассчитаны плотность распределения вероятности, ПРВ и соответствующая кумулятивная функция распределения, КФР, показанные на фиг. 7 и 8 соответственно.

КФР, показанная на фиг. 8, была использована для выбора/ранжирования вариантов реализации фациальной модели с учетом срединного варианта реализации фациальной модели при значении P50 и вариантов реализации фациальной модели с наименьшим и наибольшим импульсами P10 и P90 соответственно.

На основе вероятностей, приведенных ниже в таблице 2, по формуле (7), действующей на этапе 117, проиллюстрированном на фиг. 1, были выбраны соответствующие полезные объемы фации. В данном примере полезные объемы фации при значениях P10, P50 и P90 относятся к проиллюстрированным на фиг. 9 вариантам 336, 169 и 384 реализации фациальной модели соответственно.

Таблица 2

Вероя тность	Чистый объем фации $\tilde{F}_{v n_m, n_f}^s$
P10	6 810
P50	6 839,33
P90	6 860,67

Описание системы

Настоящее изобретение может быть реализовано посредством выполняемой компьютером программы из команд, такой как программные модули, обычно называемые программными приложениями или прикладными программами, выполняемыми компьютером. Программное обеспечение может включать, например подпрограммы, программы, объекты, компоненты, структуры данных и т.п.,

выполняющие определенные задания или реализующие конкретные абстрактные типы данных. Для реализации настоящего изобретения в качестве интерфейсного приложения может быть использовано коммерческое приложение DecisionSpace® Desktop Earth Modeling, продаваемое компанией Landmark Graphics Corporation. Программное
5 обеспечение также может взаимодействовать с другими сегментами кода для выполнения различных заданий в ответ на прием данных от соответствующих источников данных. Программное обеспечение может быть сохранено и/или находиться на различных типах памяти (запоминающих устройствах), таких как CD-ROM, магнитные диски,
10 запоминающие устройства на цилиндрических магнитных доменах и запоминающие устройства на полупроводниковых элементах (например, постоянные запоминающие устройства (ПЗУ, долговременная память) или оперативные запоминающие устройства (ОЗУ, оперативная память) различных типов). Кроме того, программное обеспечение и результаты его работы могут передаваться при помощи различных средств передачи данных, например по оптическому волокну, металлическим проводам и/или посредством
15 любой компьютерной сети, например, через Интернет.

Кроме того, специалистам в данной области должно быть понятно, что настоящее изобретение может быть реализовано различными компьютерными системами, в том числе переносными устройствами, многопроцессорными системами, средствами микропроцессорной или программируемой пользователем электронной техники,
20 миникомпьютерами, большими универсальными компьютерами и т.п. При использовании настоящего изобретения может применяться любое количество компьютерных систем и компьютерных сетей. Настоящее изобретение может быть реализовано в средах распределенных вычислений, в которых задания выполняются удаленными обрабатывающими устройствами, соединенными между собой в сеть связи.
25 В среде распределенных вычислений программные модули могут находиться как на локальном, так и на удаленном носителе информации, в том числе на запоминающих устройстве (в памяти). Настоящее изобретение, таким образом, может быть осуществлено с использованием различных аппаратных средств, программного обеспечения или любого их сочетания посредством компьютерной системы или другой
30 системы обработки.

На фиг. 10 показана функциональная схема, иллюстрирующая вариант осуществления предложенной системы, предназначенной для реализации настоящего изобретения на компьютере. В систему входит вычислительный блок, также называемый
вычислительной системой, который содержит память (запоминающее устройство),
35 прикладные программы, интерфейс пользователя, видеоинтерфейс и процессор (обрабатывающий блок). Вычислительный блок представляет собой лишь один пример подходящей компьютерной среды, при этом область применения и функциональность настоящего изобретения не ограничиваются использованием такого вычислительного блока.

40 В памяти главным образом хранятся прикладные программы, которые также могут быть охарактеризованы как программные модули, содержащие выполняемые на компьютере команды, которые могут выполняться вычислительным устройством для осуществления настоящего изобретения, описанного в данном документе и проиллюстрированного на фиг. 1 и 3. Таким образом, память содержит модуль выбора
45 вариантов реализации фациальной модели, позволяющий осуществлять процессы, проиллюстрированные и описанные со ссылкой на фиг. 1 и 3, и объединяющий функции остальных прикладных программ, проиллюстрированных на фиг. 10. Модуль выбора вариантов реализации фациальной модели, например, можно использовать для

выполнения функций, описанных со ссылками на способы 100 и 300, проиллюстрированные на фиг. 1 и 3 соответственно. В качестве интерфейсного приложения для реализации модуля выбора вариантов реализации фациальной модели и использования результатов выполнения способа 100, проиллюстрированного на 5 фиг. 1, и способа 300, проиллюстрированного на фиг. 3, можно использовать, например приложение DecisionSpace® Desktop Earth Modeling.

На чертеже показано, что вычислительный блок имеет универсальную память, однако вычислительный блок обычно содержит разнообразные считываемые компьютером носители информации. Например, считываемые компьютером носители информации 10 могут представлять собой (но не ограничиваются таковыми) считываемые компьютером устройства хранения информации. Память вычислительной системы может представлять собой считываемое компьютером устройство хранения информации в виде энергозависимой и/или энергонезависимой памяти, например долговременной памяти (ПЗУ, ROM) или оперативной памяти (ОЗУ, RAM). В ПЗУ обычно хранится базовая 15 система ввода-вывода (BIOS, basic input/output system), содержащая основные подпрограммы, обеспечивающие передачу информации между элементами вычислительного блока, например при запуске. В ОЗУ обычно содержатся данные и/или программные модули, к которым вычислительный блок имеет произвольный доступ и/или которые выполняются вычислительным блоком в текущий момент времени. 20 Например, вычислительный блок может содержать (но не ограничивается таковым) операционную систему, прикладные программы, прочие программные модули и программные данные.

Компоненты, показанные в памяти, также могут содержаться в других стационарных/сменных, энергозависимых/энергонезависимых считываемых компьютером устройствах 25 хранения информации или могут быть задействованы в вычислительном блоке при помощи интерфейса прикладного программирования (API) или средств облачных вычислений, которые могут находиться в отдельном вычислительном блоке, соединенном через компьютерную систему или сеть. Например, считывание данных из стационарного энергонезависимого (постоянного) магнитного носителя информации 30 и запись данных в стационарный энергонезависимый (постоянный) магнитный носитель информации можно осуществлять через накопитель на жестких дисках; считывание данных из сменного энергонезависимого магнитного диска и запись данных в сменный энергонезависимый магнитный диск могут осуществлять через накопитель на магнитных 35 дисках; считывание данных из сменного энергонезависимого оптического диска, например компакт-диска или другого оптического носителя информации, и запись данных в такой сменный энергонезависимый оптический диск могут осуществлять через накопитель на оптических дисках. К другим сменным/стационарным энергозависимым/энергонезависимым считываемым компьютером устройствам хранения информации, которые можно использовать в приведенной для примера операционной 40 среде, относятся (но не ограничиваются таковыми) кассеты с магнитной лентой, карты флэш-памяти, универсальные цифровые диски, видеокассеты, твердотельные ОЗУ, твердотельные ПЗУ и т.п. Устройства ввода носителей и соответствующие считываемые компьютером устройства хранения информации, указанные выше, обеспечивают хранение считываемых компьютером команд, структур данных, программных модулей 45 и других данных, используемых в вычислительном блоке.

Пользователь может вводить команды и информацию в вычислительный блок через интерфейс пользователя, который может содержать устройство ввода, например клавиатуру и указательное устройство в виде компьютерной мыши, трекбола или

сенсорной панели. Устройство ввода может содержать микрофон, джойстик, спутниковую тарелку, сканер и т.п. Эти и другие устройства ввода обычно соединяются с процессором через системную шину, но также могут соединяться через другие интерфейсные и шинные устройства, например через параллельный порт или универсальную последовательную шину (USB, universal serial bus).

Через специальный интерфейс, например видеоинтерфейс, к системной шине может подключаться монитор или иное устройство отображения информации. Для получения команд от интерфейса пользователя и для передачи команд в процессор совместно с видеоинтерфейсом также может использоваться графический интерфейс пользователя (GUI). Кроме монитора в состав компьютера могут входить различные периферийные устройства вывода, например акустические колонки и принтер, соединяемые через интерфейс для периферийных устройств вывода.

На прилагаемых чертежах не приведены все возможные внутренние компоненты вычислительного блока, однако такого рода компоненты и соединения между ними хорошо известны.

Настоящее изобретение описано на примере предпочтительных вариантов его осуществления, однако специалистам в данной области должно быть понятно, что данные варианты осуществления изобретения не ограничивают объем настоящего изобретения. Таким образом, подразумевается, что при реализации настоящего изобретения могут использоваться другие варианты его осуществления, а также в описанные варианты осуществления изобретения могут вноситься изменения, не противоречащие сути и объему настоящего изобретения, что определено формулой настоящего изобретения и соответствующими эквивалентами.

Формула изобретения

1. Компьютерно-реализуемый способ выбора варианта реализации фациальной модели, включающий:

- a) выбор места расположения ячейки сетки или окна для варианта реализации фациальной модели;
 - b) выбор наиболее выраженной фации для фаций из варианта реализации фациальной модели в месте расположения ячейки сетки или окна;
 - c) вычисление объема, содержащего выбранное место расположения ячейки сетки или окна, при помощи компьютерного процессора;
 - d) вычисление полезного объема фации на основе выбранной наиболее выраженной фации и указанного объема;
 - e) вычисление плотности распределения вероятности полезного объема фации;
 - f) вычисление кумулятивной функции распределения полезного объема фации с использованием плотности распределения вероятности;
 - g) выбор варианта реализации фациальной модели, если кумулятивная функция распределения для полезного объема фации удовлетворяет заранее заданному значению;
 - и
 - h) определение геологического объекта на основе выбранного варианта фациальной модели.
2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что дополнительно включает:
- h) повторение этапов a) и b) п. 1 для каждой ячейки сетки или окна с одними и теми же координатами (i, j) для варианта реализации фациальной модели;
 - i) суммирование наиболее выраженных фаций;
 - j) вычисление другого объема, содержащего каждое место расположения ячейки

сетки или окна с одними и теми же координатами (i, j) и с другой координатой (k);

k) вычисление другого полезного объема фации на основе суммы наиболее выраженных фаций и указанного другого объема;

5 l) повторение этапов h)-k) для каждой ячейки сетки или каждого окна с одной и той же координатой (k) для варианта реализации фациальной модели;

m) суммирование указанного другого полезного объема или указанных других полезных объемов фации;

n) повторение этапов h)-m) для каждого варианта реализации фациальной модели;

10 o) вычисление плотности распределения вероятности суммированного другого полезного объема или суммированных других полезных объемов фации для всех вариантов реализации фациальной модели;

15 p) вычисление кумулятивной функции распределения суммированного другого полезного объема или суммированных других полезных объемов фации для всех вариантов реализации фациальной модели с использованием плотности распределения вероятности суммированных других полезных объемов фации для всех вариантов реализации фациальной модели; и

q) выбор варианта реализации фациальной модели на основе кумулятивной функции распределения соответствующего другого полезного объема фации.

20 3. Способ по п. 1, отличающийся тем, что для вычисления плотности распределения вероятности полезного объема фации используют гистограмму полезного объема фации.

4. Способ по п. 1, отличающийся тем, что для вычисления плотности распределения вероятности суммированного другого полезного объема или суммированных других полезных объемов фации для всех вариантов реализации фациальной модели используют гистограмму суммированного другого полезного объема или суммированных других полезных объемов фации для всех вариантов реализации фациальной модели.

30 5. Способ по п. 2, отличающийся тем, что суммированный другой полезный объем или суммированные другие полезные объемы фации для всех вариантов реализации фациальной модели определяют путем сложения суммированного другого полезного объема или суммированных других полезных объемов фации для каждого варианта реализации фациальной модели.

6. Способ по п. 1, отличающийся тем, что выбор наиболее выраженной фации осуществляют по наибольшему чистому значению для фации из варианта реализации фациальной модели в месте расположения ячейки сетки или окна.

35 7. Машиночитаемый носитель, на долговременной основе хранящий выполняемые компьютером команды, которые предназначены для выбора варианта реализации фациальной модели и при выполнении которых осуществляют следующее:

a) выбор места расположения ячейки сетки или окна для варианта реализации фациальной модели;

40 b) выбор наиболее выраженной фации для фаций из варианта реализации фациальной модели в месте расположения ячейки сетки или окна;

c) вычисление объема, содержащего выбранное место расположения ячейки сетки или окна;

45 d) вычисление полезного объема фации на основе выбранной наиболее выраженной фации и указанного объема;

e) вычисление плотности распределения вероятности полезного объема фации;

f) вычисление кумулятивной функции распределения полезного объема фации с использованием плотности распределения вероятности;

g) выбор варианта реализации фациальной модели, если кумулятивная функция распределения для полезного объема фации удовлетворяет заранее заданному значению;

и
h) определение геологического объекта на основе выбранного варианта фациальной модели.

8. Носитель информации по п. 7, отличающийся тем, что дополнительно осуществляют:

h) повторение этапов а) и б) пункта 7 для каждой ячейки сетки или окна с одними и теми же координатами (i, j) для варианта реализации фациальной модели;

i) суммирование наиболее выраженных фаций;

j) вычисление другого объема, содержащего каждое место расположения ячейки сетки или окна с одними и теми же координатами (i, j) и с другой координатой (k);

k) вычисление другого полезного объема фации на основе суммы наиболее выраженных фаций и указанного другого объема;

l) повторение этапов h)-k) для каждой ячейки сетки или каждого окна с одной и той же координатой (k) для варианта реализации фациальной модели;

m) суммирование указанного другого полезного объема или указанных других полезных объемов фации;

n) повторение этапов h)-m) для каждого варианта реализации фациальной модели;

o) вычисление плотности распределения вероятности суммированного другого полезного объема или суммированных других полезных объемов фации для всех вариантов реализации фациальной модели;

p) вычисление кумулятивной функции распределения суммированного другого полезного объема или суммированных других полезных объемов фации для всех вариантов реализации фациальной модели с использованием плотности распределения вероятности суммированных других полезных объемов фации для всех вариантов реализации фациальной модели; и

q) выбор варианта реализации фациальной модели на основе кумулятивной функции распределения соответствующего другого полезного объема фации.

9. Носитель информации по п. 7, отличающийся тем, что для вычисления плотности распределения вероятности полезного объема фации используют гистограмму полезного объема фации.

10. Носитель информации по п. 7, отличающийся тем, что для вычисления плотности распределения вероятности суммированного другого полезного объема или суммированных других полезных объемов фации для всех вариантов реализации фациальной модели используют гистограмму суммированного другого полезного объема или суммированных других полезных объемов фации для всех вариантов реализации фациальной модели.

11. Носитель информации по п. 8, отличающийся тем, что суммированный другой полезный объем или суммированные другие полезные объемы фации для всех вариантов реализации фациальной модели определяют путем сложения суммированного другого полезного объема или суммированных других полезных объемов фации для каждого варианта реализации фациальной модели.

12. Носитель информации по п. 7, отличающийся тем, что выбор наиболее выраженной фации осуществляют по наибольшему чистому значению для фации из варианта реализации фациальной модели в месте расположения ячейки сетки или окна.

13. Компьютерно-реализуемый способ выбора варианта реализации фациальной модели, включающий:

а) выбор наиболее выраженной фации для фаций из варианта реализации фациальной модели в каждом месте расположения ячейки сетки или окна;

б) суммирование наиболее выраженной фации для каждого места расположения ячейки сетки или окна с одними и теми же координатами (i, j);

5 с) вычисление объема, содержащего каждое место расположения ячейки сетки или окна с одними и теми же координатами (i, j) и с другой координатой (k) при помощи компьютерного процессора;

10 д) вычисление полезного объема фации для каждого объема на основе суммы наиболее выраженных фаций для каждого места расположения ячейки сетки или окна с одними и теми же координатами (i, j) и соответствующего объема, содержащего каждое место расположения ячейки сетки или окна с одними и теми же координатами (i, j);

е) суммирование полезного объема или полезных объемов фации;

ф) повторение этапов а)-е) для каждого варианта реализации фациальной модели;

15 г) вычисление плотности распределения вероятности суммированного полезного объема или суммированных полезных объемов фации для всех вариантов реализации фациальной модели;

20 h) вычисление кумулятивной функции распределения суммированного полезного объема или суммированных полезных объемов фации для всех вариантов реализации фациальной модели с использованием плотности распределения вероятности;

и) выбор варианта реализации фациальной модели на основе кумулятивной функции распределения соответствующего полезного объема фации; и

к) определение геологического объекта на основе выбранного варианта фациальной модели.

25 14. Способ по п. 13, отличающийся тем, что для вычисления плотности распределения вероятности суммированного полезного объема или суммированных полезных объемов фации для всех вариантов реализации фациальной модели используют гистограмму суммированного полезного объема или суммированных полезных объемов фации для всех вариантов реализации фациальной модели.

30 15. Способ по п. 13, отличающийся тем, что суммированный полезный объем или суммированные полезные объемы фации для всех вариантов реализации фациальной модели определяют путем сложения суммированного полезного объема или суммированных полезных объемов фации для каждого варианта реализации фациальной модели.

35 16. Способ по п. 13, отличающийся тем, что выбор наиболее выраженной фации осуществляют по наибольшему чистому значению для фации из варианта реализации фациальной модели в каждом месте расположения ячейки сетки или окна.

40 17. Машиночитаемый носитель, на долговременной основе хранящий выполняемые компьютером команды, которые предназначены для выбора варианта реализации фациальной модели и при выполнении которых осуществляют следующее:

а) выбор наиболее выраженной фации для фаций из варианта реализации фациальной модели в каждом месте расположения ячейки сетки или окна;

б) суммирование наиболее выраженной фации для каждого места расположения ячейки сетки или окна с одними и теми же координатами (i, j);

45 с) вычисление объема, содержащего каждое место расположения ячейки сетки или окна с одними и теми же координатами (i, j) и с другой координатой (k);

д) вычисление полезного объема фации для каждого объема на основе суммы наиболее выраженных фаций для каждого места расположения ячейки сетки или окна

с одними и теми же координатами (i, j) и соответствующего объема, содержащего каждое место расположения ячейки сетки или окна с одними и теми же координатами (i, j);

е) суммирование полезного объема или полезных объемов фации;

5 ф) повторение этапов а)-е) для каждого варианта реализации фациальной модели;

г) вычисление плотности распределения вероятности суммированного полезного объема или суммированных полезных объемов фации для всех вариантов реализации фациальной модели;

10 h) вычисление кумулятивной функции распределения суммированного полезного объема или суммированных полезных объемов фации для всех вариантов реализации фациальной модели с использованием плотности распределения вероятности;

і) выбор варианта реализации фациальной модели на основе кумулятивной функции распределения соответствующего полезного объема фации; и

15 к) определение геологического объекта на основе выбранного варианта фациальной модели.

18. Носитель информации по п. 17, отличающийся тем, что для вычисления плотности распределения вероятности суммированного полезного объема или суммированных полезных объемов фации для всех вариантов реализации фациальной модели используют гистограмму суммированного полезного объема или суммированных полезных объемов фации для всех вариантов реализации фациальной модели.

19. Носитель информации по п. 17, отличающийся тем, что суммированный полезный объем фации для всех вариантов реализации фациальной модели определяют путем сложения суммированного полезного объема или суммированных полезных объемов фации для каждого варианта реализации фациальной модели.

25 20. Носитель информации по п. 17, отличающийся тем, что выбор наиболее выраженной фации осуществляют по наибольшему чистому значению для фации из варианта реализации фациальной модели в каждом месте расположения ячейки сетки или окна.

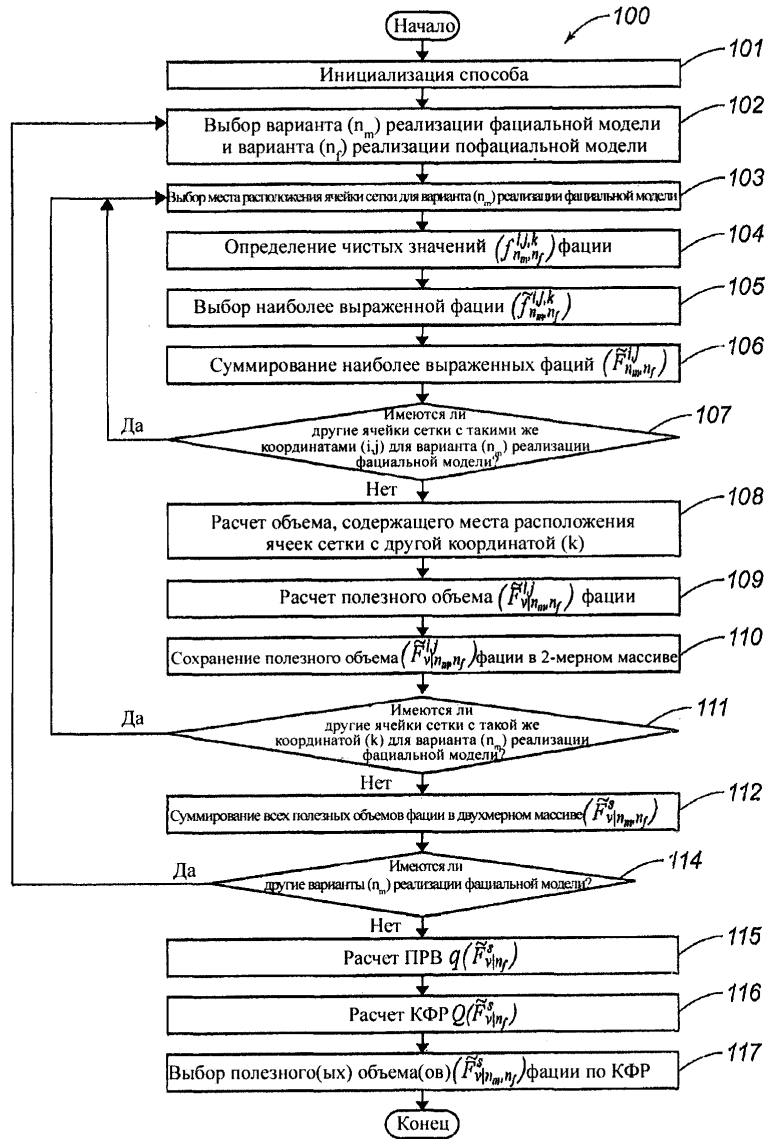
30

35

40

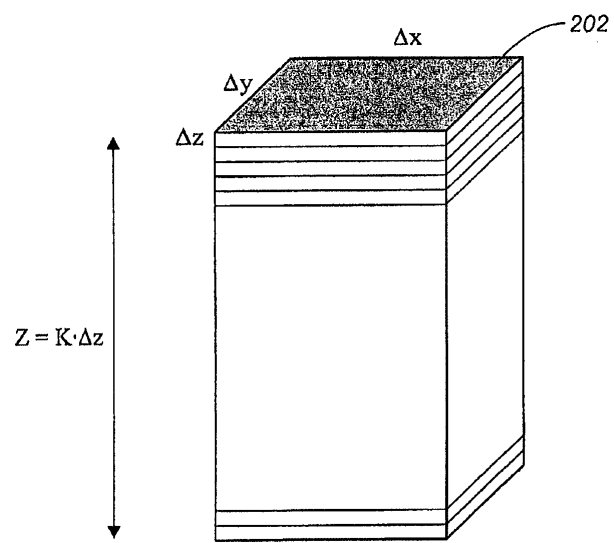
45

1

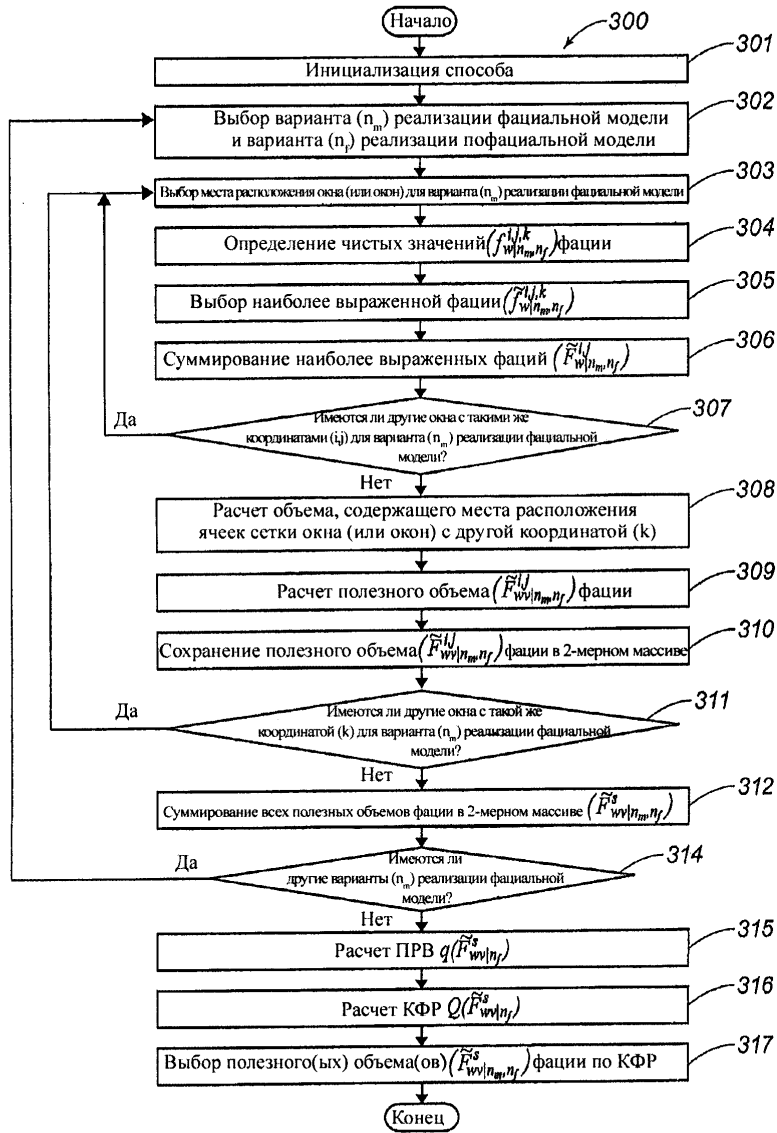


ФИГ. 1

2

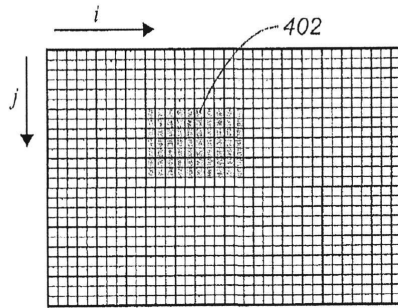


ФИГ. 2

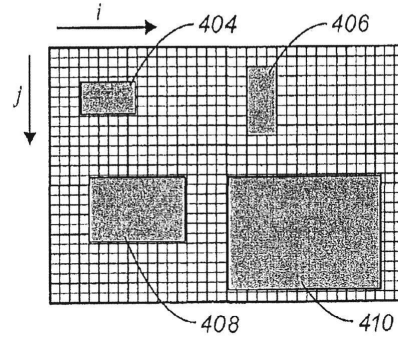


ФИГ. 3

4



ФИГ. 4А



ФИГ. 4В

Вариант реализации 1



Вариант реализации 2



Вариант реализации 3



Вариант реализации 4



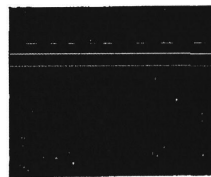
Вариант реализации 5



Вариант реализации 6



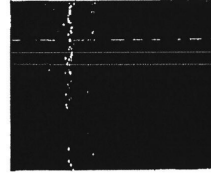
Вариант реализации 7



Вариант реализации 8

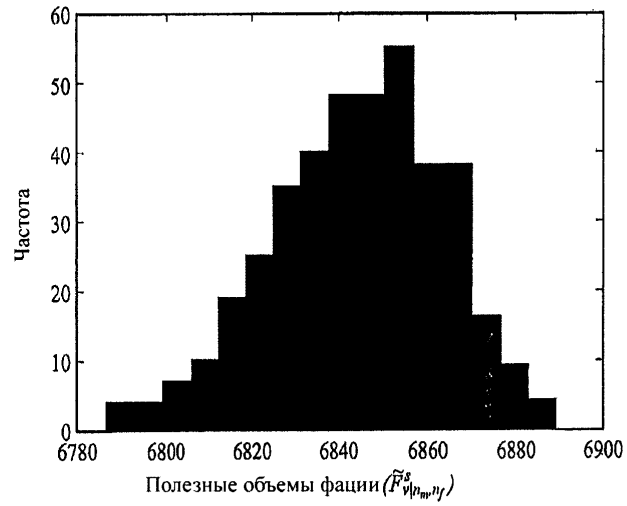


Вариант реализации 9

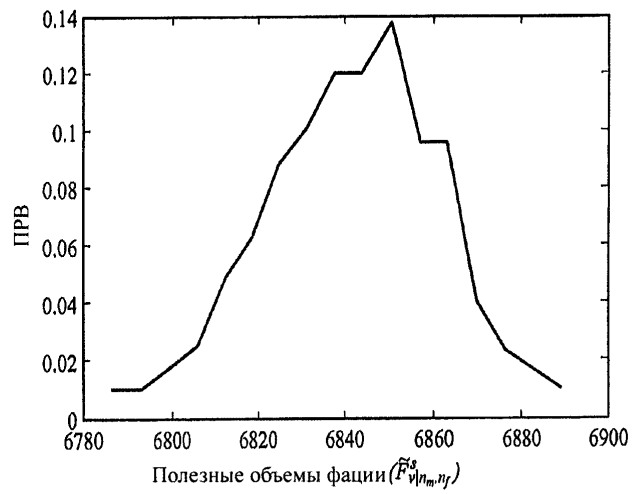


ФИГ. 5

5

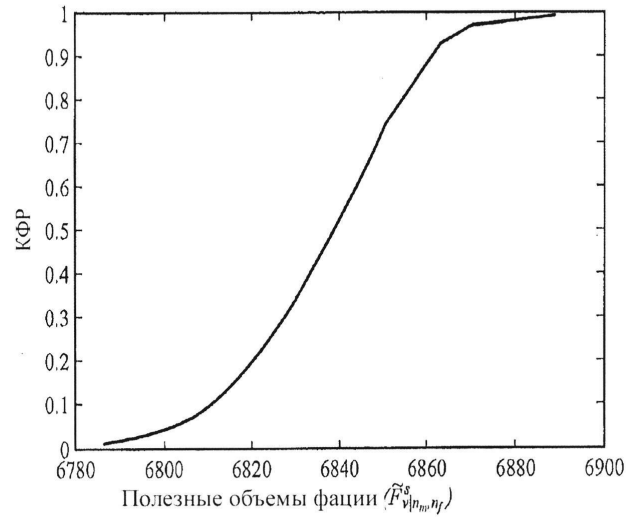


ФИГ. 6

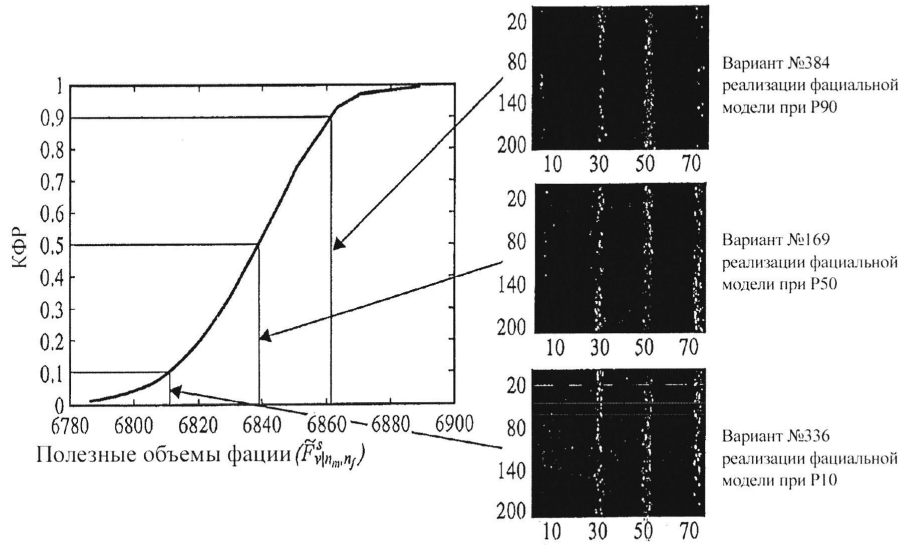


ФИГ. 7

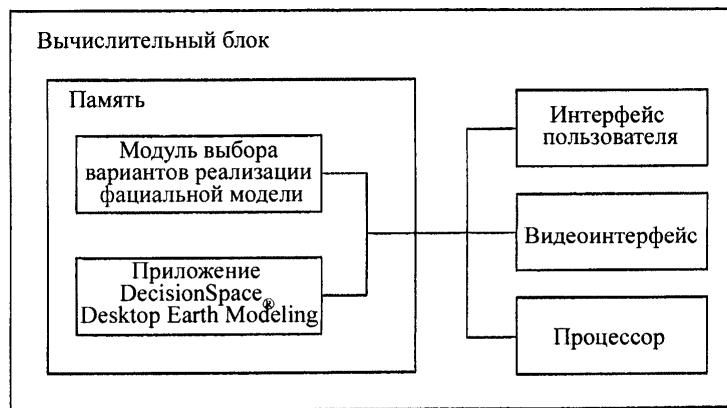
6



ФИГ. 8



ФИГ. 9



ФИГ. 10