



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
G05B 19/4065 (2020.02)

(21)(22) Заявка: 2019120762, 01.07.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
01.07.2019

Дата регистрации:
04.08.2020

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: 01.07.2019

(45) Опубликовано: 04.08.2020 Бюл. № 22

Адрес для переписки:
432072, Ульяновская обл., г. Ульяновск,
Инженерный 30-й пр-д, 9, а/я 4242, АО
"Туполев-Проект", Миронову Евгению
Викторовичу

(72) Автор(ы):
Должиков Владимир Александрович (RU),
Рыжаков Станислав Геннадьевич (RU),
Перфильев Олег Владимирович (RU)

(73) Патентообладатель(и):
Акционерное общество "Туполев-Проект"
(RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2431175 C1, 10.10.2011. RU
2357215 C2, 27.05.2009. RU 2479042 C2,
10.04.2013. WO 2013171427 A1, 21.11.2013. RU
2557771 C1, 27.07.2015.

(54) ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ДЛЯ САМОЛЕТА

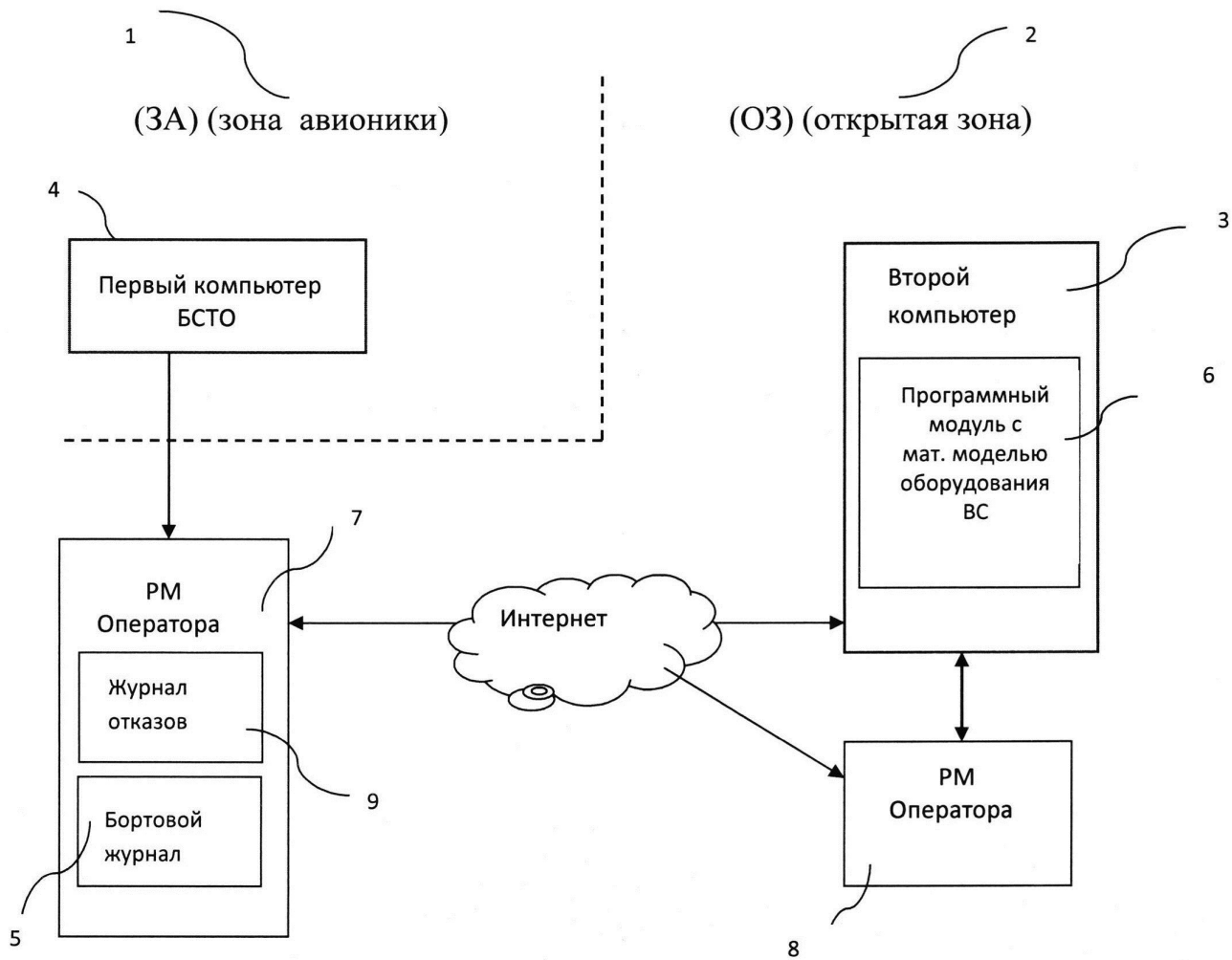
(57) Реферат:

Интеллектуальная система технического обслуживания для самолета содержит сеть, разделенную на защищенную зону, называемую зоной авионики, и открытую зону. Зона авионики содержит первый компьютер, открытая зона содержит второй компьютер, взаимодействующий с первым компьютером через однонаправленную линию связи. Открытая зона содержит программный модуль с включенной в него математической моделью оборудования самолета,

выполненный с возможностью вводить в нее отказы, сравнивать ее состояние с отказом, поступившим от первого компьютера, или записью в бортовом журнале. Программный модуль второго компьютера выполнен с возможностью создавать журнал отказов, ранжировать отказы по частоте появления определенным образом. Обеспечивается уменьшение времени поиска причин неисправности. 1 з.п. ф-лы, 7 ил., 1 табл.

RU 2 729 110 C1

RU 2 729 110 C1



Фиг.3

RU 2729110 C1

RU 2729110 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
G05B 19/4065 (2020.02)

(21)(22) Application: **2019120762, 01.07.2019**

(24) Effective date for property rights:
01.07.2019

Registration date:
04.08.2020

Priority:

(22) Date of filing: **01.07.2019**

(45) Date of publication: **04.08.2020** Bull. № 22

Mail address:

**432072, Ulyanovskaya obl., g. Ulyanovsk,
Inzhenernyj 30-j pr-d, 9, a/ya 4242, AO "Tupolev-
Proekt", Mironovu Evgeniyu Viktorovichu**

(72) Inventor(s):

**Dolzhikov Vladimir Aleksandrovich (RU),
Ryzhakov Stanislav Gennadevich (RU),
Perfilev Oleg Vladimirovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Aksionernoe obshchestvo "Tupolev-Proekt"
(RU)**

(54) **INTELLIGENT AIRCRAFT MAINTENANCE SYSTEM**

(57) Abstract:

FIELD: aviation.

SUBSTANCE: intelligent system of maintenance for an aircraft comprises a network divided into a protected area, called an avionics zone, and an open area. Avionics zone contains the first computer, open zone contains the second computer interacting with the first computer through unidirectional communication line. Open zone comprises a program module with a mathematical model of the aircraft equipment included

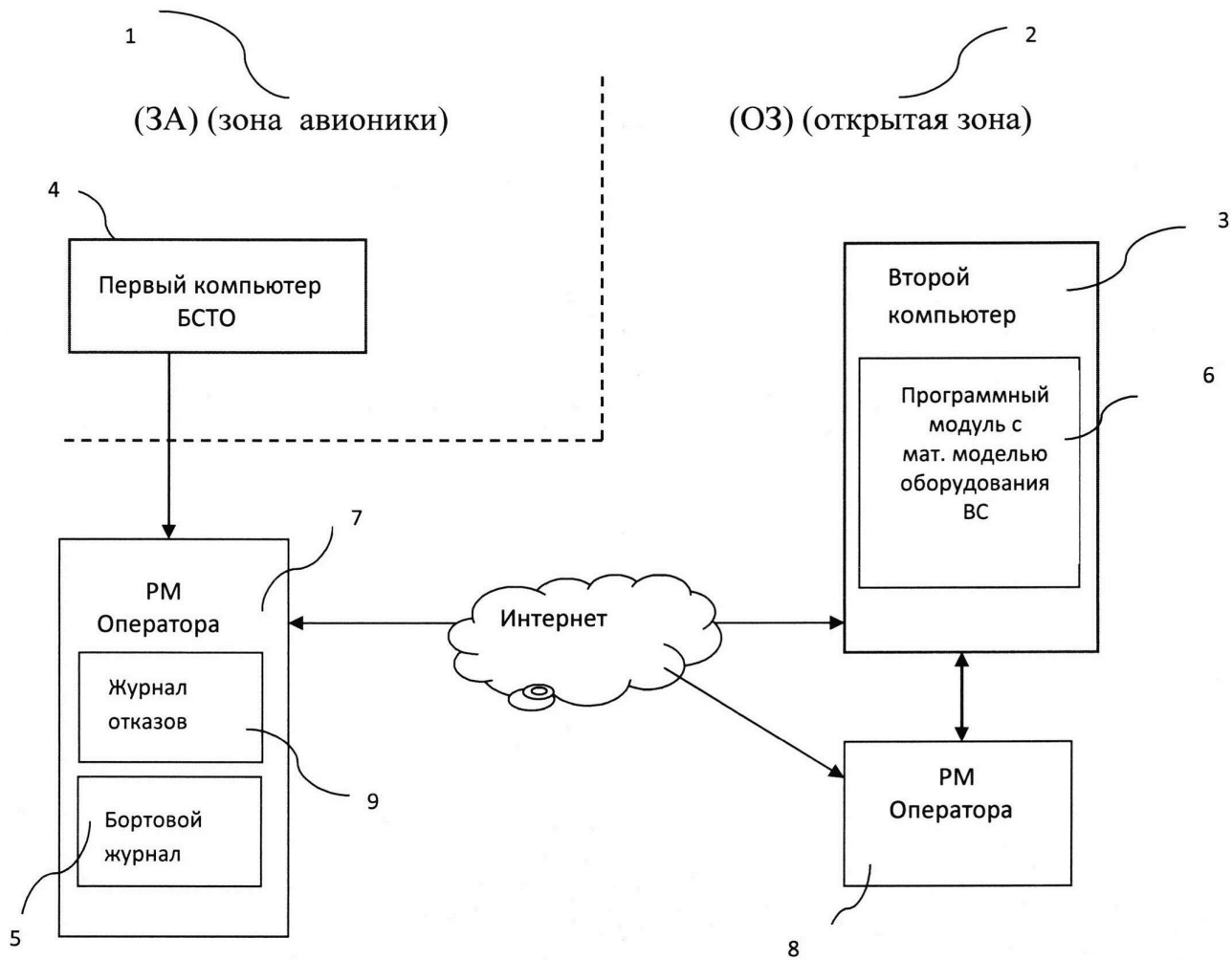
therein, which is configured to enter faults therein, compare its state with a failure received from the first computer, or a record in the on-board log. Program module of the second computer is configured to create a failure log and to rank failures according to the occurrence frequency in a certain manner.

EFFECT: reduced time for searching for failure causes.

1 cl, 7 dwg, 1 tbl

RU 2 729 110 C1

RU 2 729 110 C1



Фиг.3

RU 2729110 C1

RU 2729110 C1

Область техники, к которой относится изобретение

Данное изобретение связано с областью технического обслуживания самолетов.

Уровень техники

В качестве аналога предложена «Интеллектуальная система поиска неисправности на самолете» (патент RU 2680945 C1, авторы: Должиков В.А., Рыжаков С.Г., Перфильев О.В.), которая разделена на защищенную зону, называемую зоной авионики и открытую зону. Система включает в себя первый программный модуль, размещенный в зоне авионики, и второй программный модуль, размещенный в открытой зоне, причем второй модуль содержит математическую модель оборудования самолета, выполнен с возможностью вводить в нее отказы, сравнивать ее состояние с отказом, поступившим от первого компьютера, или записью в бортовом журнале, автоматически генерировать представления страниц электронного документа технического обслуживания по совпадению состояния математической модели с отказом, поступившим от первого компьютера, или с записью в бортовом журнале.

В качестве недостатков данной системы можно отметить следующее.

Из описания изобретения следует:

1. При поступлении кода отказа от первого компьютера или записи из бортового журнала, второй компьютер всегда выполняет поиск причин неисправности по математической модели оборудования даже, если поступает один и тот же код с одной и той же причиной отказа. Математическая модель оборудования может быть достаточно сложной и вносить в процесс поиска неисправности существенную задержку, что увеличивает время поиска причин неисправности.

2. Ввиду сложности оборудования самолета, число причин вызывающих один и тот же отказ может быть большим. Оператор, выполняющий проверку рекомендаций, выданных вторым компьютером, перебирает их случайным образом. Действительная причина может оказаться в конце списка причин отказа, что так же увеличивает время поиска неисправности.

Термины и определения

Бортовой журнал - компьютерное мобильное программное приложение с удобным интерфейсом на планшете, смартфоне летчика или авиатехника, в нем размещен электронный документ с описанием неисправности.

Математическая модель оборудования самолета - Математическая модель, реализующая функцию $O = \Phi(P)$, где:

O - область значений функции Φ , состоящая из множества отказов оборудования, которые могут быть зафиксированы экипажем или собраны компьютером закрытой зоны за время полета всего парка самолетов данного типа.

К ним, например, относятся:

- несвоевременное прохождение (не прохождение) индикации (сигнализации) работы устройств, агрегатов, функций;
- сообщения об отказах быстросменных блоков (LRU);
- несвоевременное включение (отключение) устройств и агрегатов, функций блоков LRU;
- неприемлемые погрешности в показаниях измерительных приборов, то есть все то, что может быть зафиксировано субъективно (экипажем) и объективно компьютером закрытой зоны.

P - область определения функции Φ , образованная множеством причин отказов компонентов. К ним относятся отказы, например, проводников, электрических соединителей, автоматов защиты и предохранителей, сигнализаторов, переключателей,

источников питания, электро-радио элементов в конструкции самолетных электросборок, отказы, которых приводят к отказам из области значений функции Φ . Каждый элемент из области определения функции Φ , входит в математическую модель оборудования самолета в виде математического описания его функционирования в нормальном состоянии и в состоянии отказа.

Φ - функция отказов, в которой каждому ее значению соответствует некоторое подмножество причин отказов из области определения функции.

Каждая причина отказа из этого подмножества является частным решением функции и описывает частную причину отказа, а все вместе образуют полное решение или полную причину отказа.

Математическое моделирование отказа - введение в математическую модель компонентов отказов и задержек распространения сигналов в линиях электрических связей.

Программный модуль компьютера открытой зоны - содержит математическую модель оборудования самолета, выполняет математическое моделирование отказа, сравнивает ее с записью в бортовом журнале, изменяет область значений и область определения функции Φ по команде оператора и ведет журнал отказов.

Журнал отказов - перечень отказов и соответствующих им частных причин отказов, которые привели к снятию отказа после устранения оператором этих причин. В журнале отказов каждой частной причине отказа (ЧПО) соответствует ранг - числовое значение частоты ее появления в течение жизненного цикла самолета данного типа.

Примерный вид журнала отказов приведен в Таблице 1.

Таблица 1

Отказ	Частная причина отказа, ЧПО	Технологические карты, ТК ТО	Ранг причины отказа
O_1	Π_{11}	$ТО_{11}$	A_{11}

	Π_{1n}	$ТО_{1n}$	A_{1n}
....
O_k	Π_{k1}	$ТО_{k1}$	A_{k1}

	Π_{km}	$ТО_{km}$	A_{1m}

При первом пуске системы, журнал отказов пуст или в нем предустановлены некоторые отказы.

Раскрытие изобретения

Настоящее изобретение связано с компьютерной системой технического обслуживания для самолета, оборудованной сетью, которая разделена на защищенную зону, называемую зоной авионики, и открытую зону, при этом зона авионики включает в себя первый компьютер, открытая зона включает в себя второй компьютер, содержащий программный модуль, связанный с первым компьютером через однонаправленную линию связи, проходящую от зоны авионики до открытой зоны,

причем программный модуль открытой зоны содержит математическую модель оборудования самолета и журнал отказов, имеет возможность вводить в математическую модель отказы, фиксировать ее состояние, сравнивать его с кодом отказа, поступившим от первого компьютера, или записью в бортовом журнале и генерировать представления страниц электронного документа технического обслуживания и их передачу на рабочее место оператора при совпадении состояния математической модели с кодом отказа, поступившим от первого компьютера, или записью в бортовом журнале.

При этом программный модуль второго компьютера имеет возможность вести журнал отказов.

Технический результат заключается в уменьшении времени поиска причин неисправности.

Задача, на решение которой направлено заявляемое изобретение:

- с помощью журнала отказов уменьшить время поиска причин неисправности.

Краткое описание чертежей

Работа системы описывается со ссылкой на:

Фиг. 1 иллюстрирует работу заявленной компьютерной системы технического обслуживания.

Фиг. 2а, 2б иллюстрирует алгоритм работы заявленной компьютерной системы технического обслуживания.

Фиг. 3 иллюстрирует модифицированную систему технического обслуживания, в которой журнал отказов входит в состав рабочего места 7.

Фиг. 4а, 4б иллюстрирует модифицированный алгоритм работы программного блока 6, оператора 7.

Осуществление изобретения

Система состоит из двух частей, 1 и 2, соответственно находящихся в зоне (ЗА) авионики и в открытой зоне (ОЗ). Зона авионики включает в себя рабочее место оператора 7, первый компьютер 4 и бортовой журнал 5.

В качестве первого компьютера 4, например, может выступать бортовая система технического обслуживания (БСТО), в которой регистрируются отказы, случившиеся в полете.

Открытая зона включает в себя:

- второй компьютер 3, например, компьютер базового аэропорта авиакомпании;
- рабочее место оператора 8;
- программный модуль 6, содержащий математическую модель оборудования самолета и журнал отказов.

Первый компьютер 4 взаимодействует с программным модулем 6 второго компьютера 3, который связан с первым компьютером 4 из зоны авионики 1 через однонаправленную линию связи, проходящую от зоны авионики до открытой зоны.

Программный модуль 6 содержит математическую модель оборудования самолета и журнал отказов.

Математическая модель оборудования создается на основе конструкторской документации (КД) разработчика самолета и загружается в программный модуль компьютера 3 открытой зоны.

Коды отказов, случившихся в данном полете, в базовом или транзитном аэропорте передаются из первого компьютера 4 зоны авионики (см. Фиг. 1) во второй компьютер 3 открытой зоны. Второй компьютер 3 с помощью программного модуля 6 проверяет по журналу отказов наличие поступивших кодов отказов в прошлом и, если такой отказ уже встречался в течение жизненного цикла всего парка самолетов данного типа,

выбирает частную причину отказа (ЧПО) с наибольшим рангом и передает ее на рабочее место оператора 7. Если с рабочего места оператора 7 по сети Интернет поступает во второй компьютер 3 сообщение, что отказ не устранен, то второй компьютер с помощью программного модуля 6 выбирает из журнала отказов следующее ЧПО с меньшим по величине рангом. Процесс повторяется до тех пор, пока не будет обнаружена ЧПО, устраняющая отказ или в журнале отказов закончатся все ЧПО. В последнем случае программный модуль 6 запускает имитацию отказов компонентов из области определения функции Φ математической модели ВС, фиксирует появление значения функции Φ , совпадающее с анализируемым кодом отказа. Фиксирует компоненты, отказы которых соответствуют данному значению функции Φ .

Полученный таким образом набор причин является полной причиной данного отказа. Если полная причина отказа не совпадает с набором причин данного отказа в журнале отказов, то программный модуль 6 добавляет в журнал отказов новые причины и выполняет их проверку.

Если найденное множество причин отказа (полная причина отказа) совпадает с набором причин данного отказа в журнале отказов, то программный модуль 6 направляет на рабочее место оператора 7 сообщение о необходимости устранить причину отказа «традиционным» способом.

Выявив компоненты, отказы которых приводят к данному отказу (неисправности), программный модуль 6 генерирует соответствующие технологические карты (ТК) по их техническому обслуживанию (ТО) и передает по защищенной сети Интернет на ноутбук, планшет или смартфон на рабочее место оператора технического обслуживания 7 для устранения отказа компонентов.

Если после выполнения предписанных операций по ТК, устранения отказа не произошло, то поиск причин отказа выполняется «традиционным» способом. После устранения отказа, оператор с рабочего места 7, по защищенной сети Интернет направляет отчет на рабочее место оператора 8 для уточнения области определения функции Φ математической модели оборудования и журнала отказов. Отчет оператора 7 представляет собой словесное описание установленной причины отказа.

Если программный модуль второго компьютера 3 не обнаружил код в журнале отказов, то программный модуль 6 запускает поиск кода отказа по математической модели. Найденный код вместе с полной причиной отказа добавляется в журнал отказов и запускается процесс анализа ЧПО (см. Фиг. 2а).

В противном случае, компьютер 3 добавляет этот код отказа в область значений функции Φ и журнал отказов, сообщает по защищенной сети Интернет на ноутбук, планшет или смартфон на рабочее место оператора технического обслуживания 7 о необходимости поиска и устранения причин отказа традиционным способом (Фиг. 2а). Однако, после определения причин данного отказа, оператор с рабочего места 7 по защищенной сети Интернет направляет отчет на рабочее место оператора 8 для уточнения области определения функции Φ математической модели оборудования и алгоритма моделирования.

Сведения об отказе, записанные экипажем в бортовой журнал 5, передаются оператором 7 оператору 8 открытой зоны по защищенному каналу сети Интернет.

Оператор 8 формирует с помощью программного модуля 6 второго компьютера 3 код отказа и запускает процесс поиска отказавших компонентов в соответствии с описанным выше алгоритмом (Фиг. 2а, 2б, 2в).

Использование программного модуля 6 с журналом отказов позволяет повысить эффективность поиска причин неисправности, так как журнал отказов второго

компьютера 3 позволяет уменьшить число обращений к математической модели оборудования и сообщать оператору рабочего места 7 причины неисправности, ранжированные по частоте их появления, на всем парке воздушных судов данного типа.

5 В модифицированной системе технического обслуживания (Фиг. 3) журнал отказов 9 входит в состав рабочего места 7. В этом случае пропадает необходимость организации канала удаленной связи первого компьютера 4 со вторым компьютером 3, так как оператор рабочего места 7 находится в непосредственной близости к воздушному судну и связь с компьютером 4 может быть выполнена проводной связью, что упрощает
10 конструкцию системы. А так как журнал отказов содержит информацию обо всех отказах ранее встречавшихся на воздушном судне данного типа, оператору рабочего места 7 доступна ранжированная по частоте появления информация о причинах отказа, и он может выполнить их проверку без удаленного взаимодействия со вторым компьютером 3. Обращение ко второму компьютеру 3 выполняется оператором
15 рабочего места 7 только для получения причин отказов ранее не встречавшихся, когда необходимо обращение к математической модели оборудования. Это уменьшает число обращений оператора рабочего места 7 ко второму компьютеру 3, что в свою очередь упрощает систему в целом и уменьшает время поиска причин неисправности (Фиг. 4а, 4б).

20

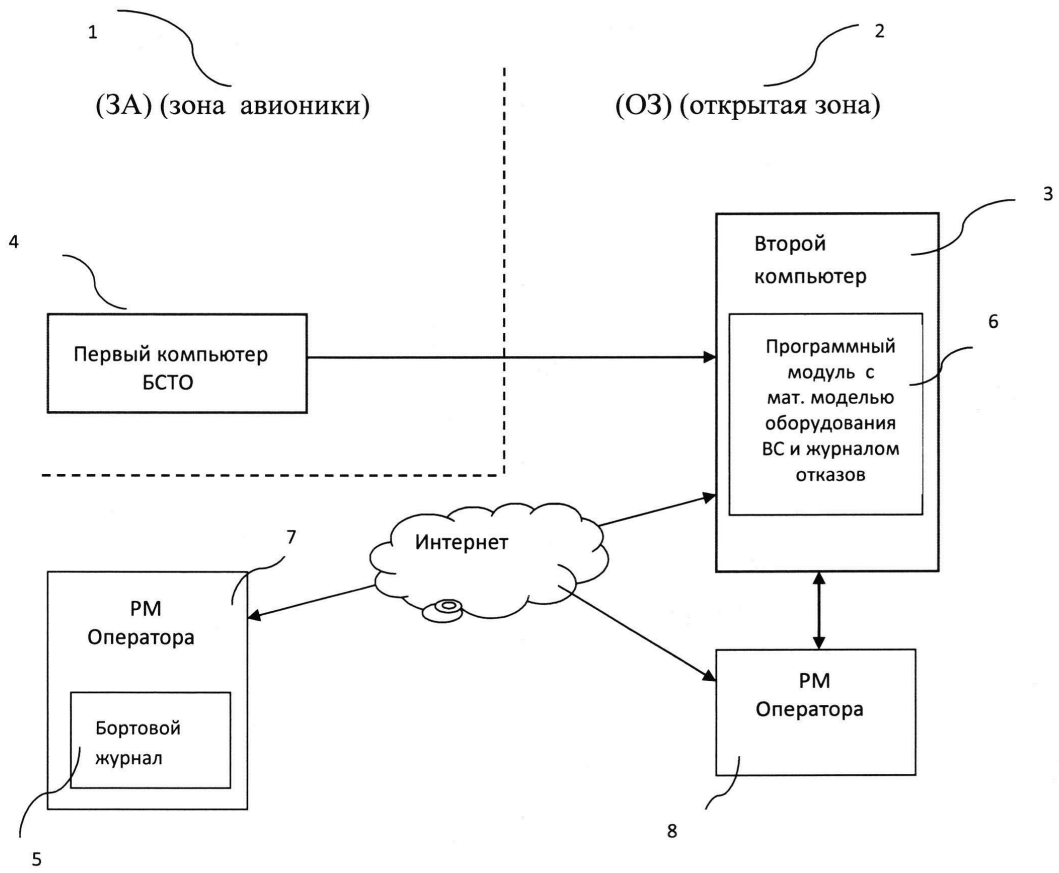
(57) Формула изобретения

1. Интеллектуальная система технического обслуживания для самолета, оборудованная сетью, которая разделена на защищенную зону, называемую зоной авионики, и открытую зону, при этом зона авионики включает в себя первый компьютер, открытая зона включает в себя второй компьютер, взаимодействующий с первым
25 компьютером через однонаправленную линию связи, проходящую от зоны авионики до открытой зоны, содержащий программный модуль, который содержит математическую модель оборудования самолета, выполнен с возможностью вводить в нее отказы, сравнивать ее состояние с отказом, поступившим от первого компьютера, или записью в бортовом журнале, отличающаяся тем, что программный модуль второго
30 компьютера выполнен с возможностью создавать журнал отказов, ранжировать отказы по частоте появления, а генерирование представления страниц электронного документа технического обслуживания и их передача на рабочее место второго оператора происходит, начиная с отказа наивысшего ранга.

35 2. Интеллектуальная система технического обслуживания для самолета по п. 1, отличающаяся тем, что рабочее место второго оператора взаимодействует с первым компьютером через однонаправленную линию связи, проходящую от зоны авионики до открытой зоны, и выполнено с возможностью создавать журнал отказов, ранжировать отказы по частоте появления и генерировать представление страниц
40 электронного документа технического обслуживания второму оператору, начиная с отказа наивысшего ранга.

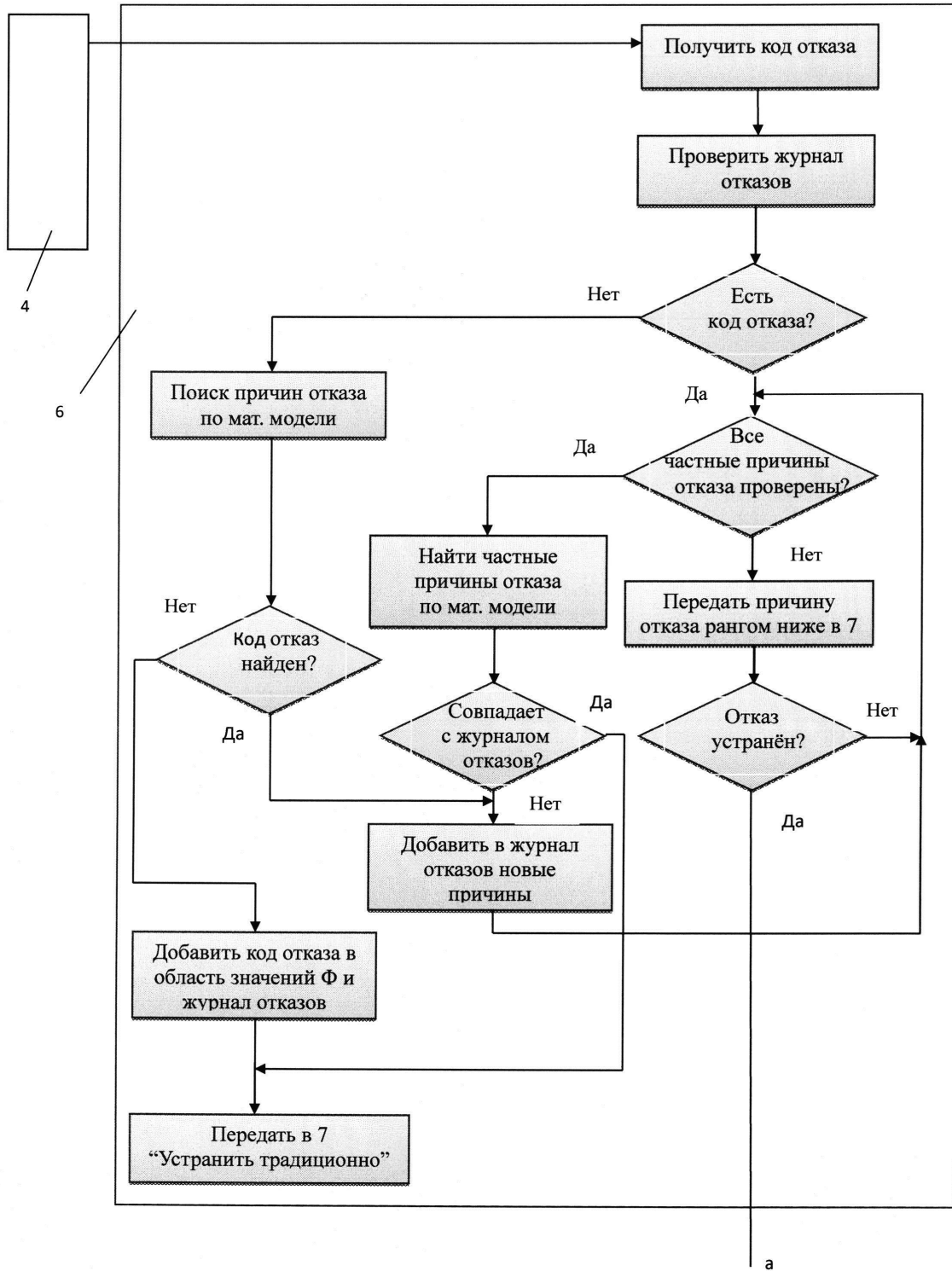
45

1

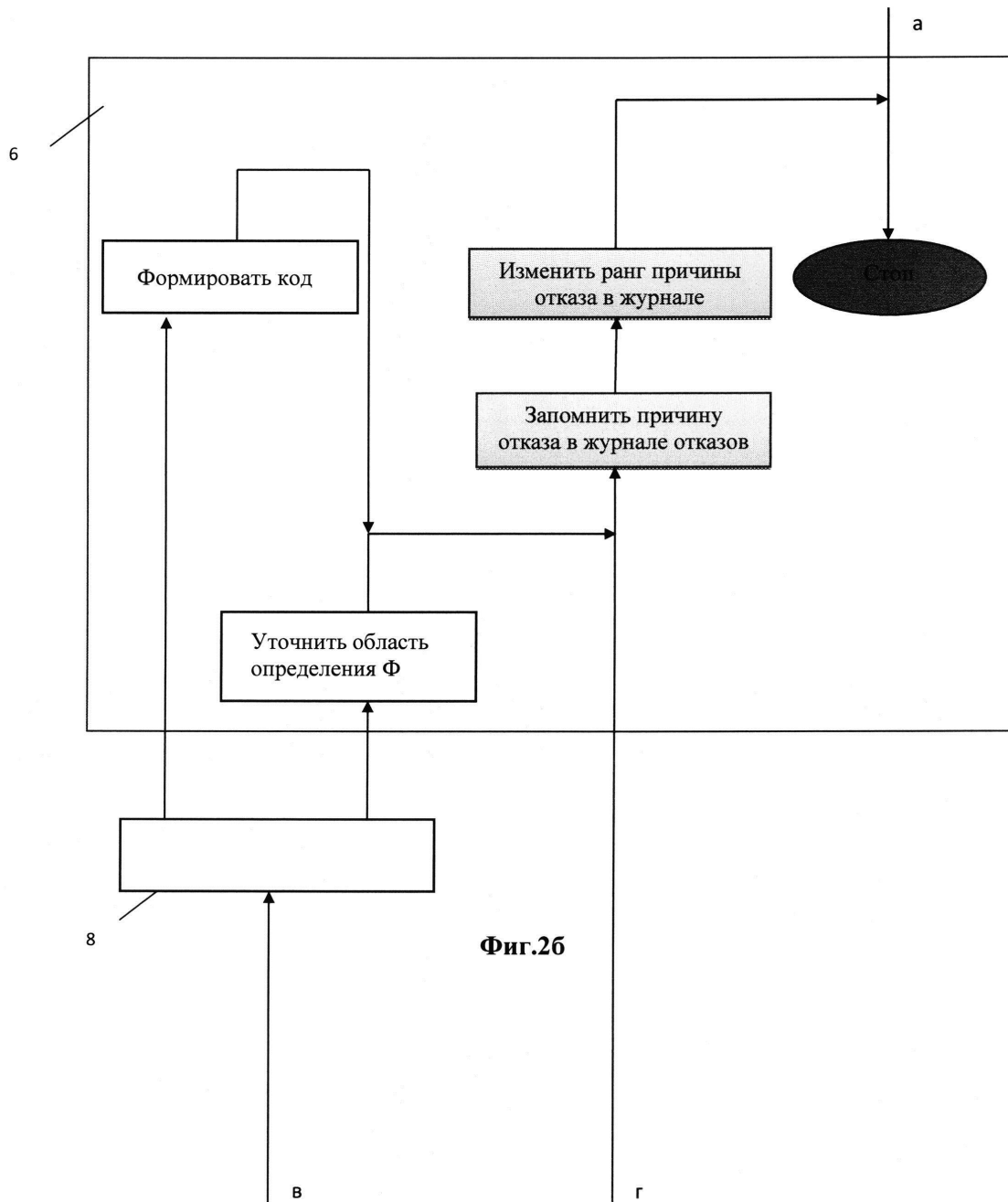


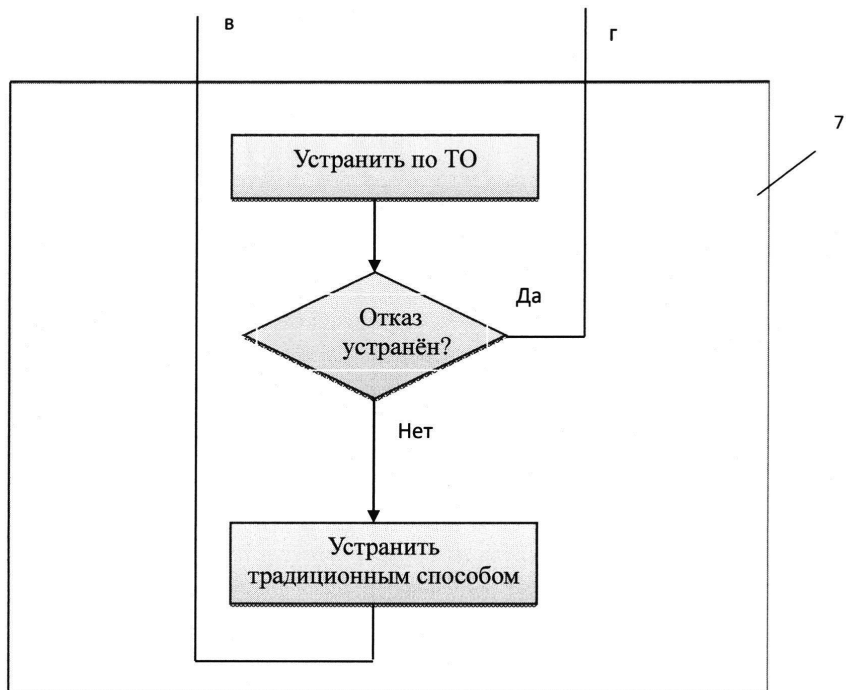
Фиг.1

2

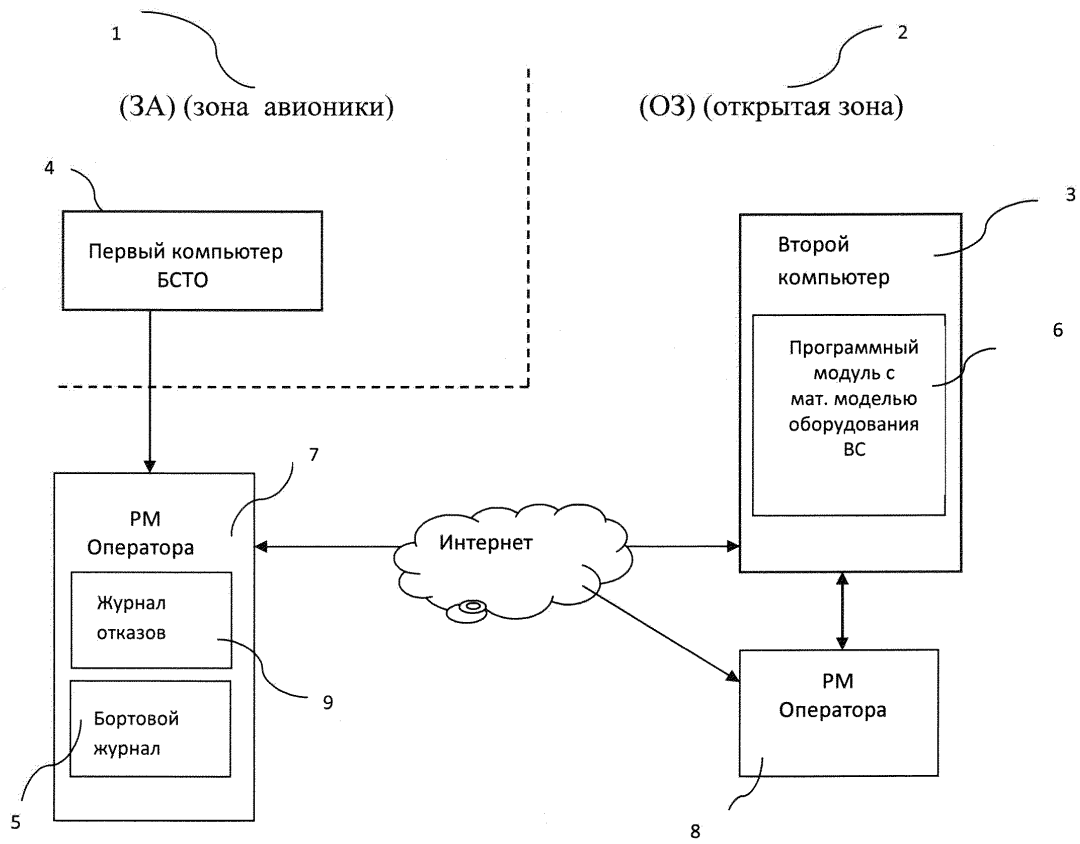


Фиг.2а

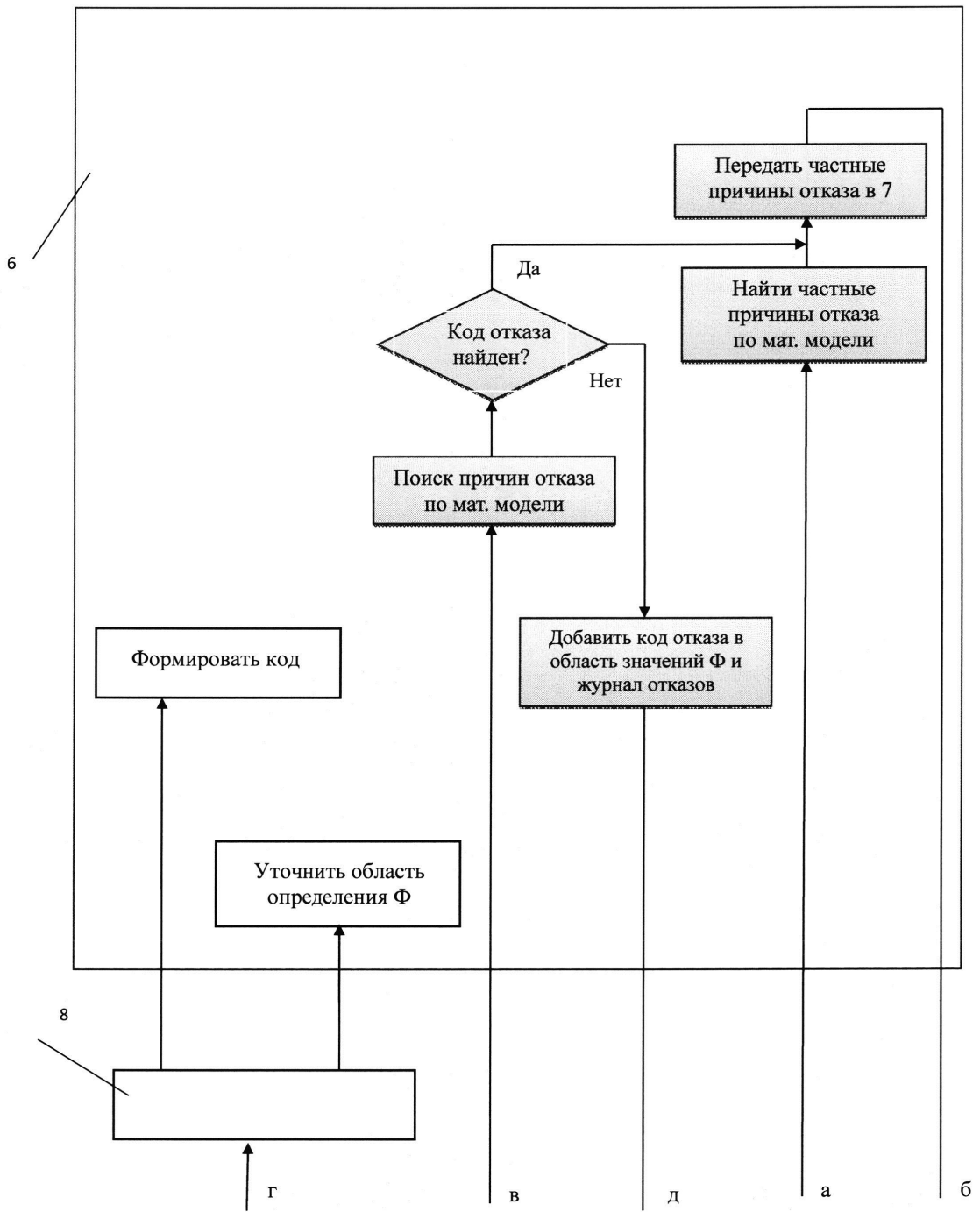




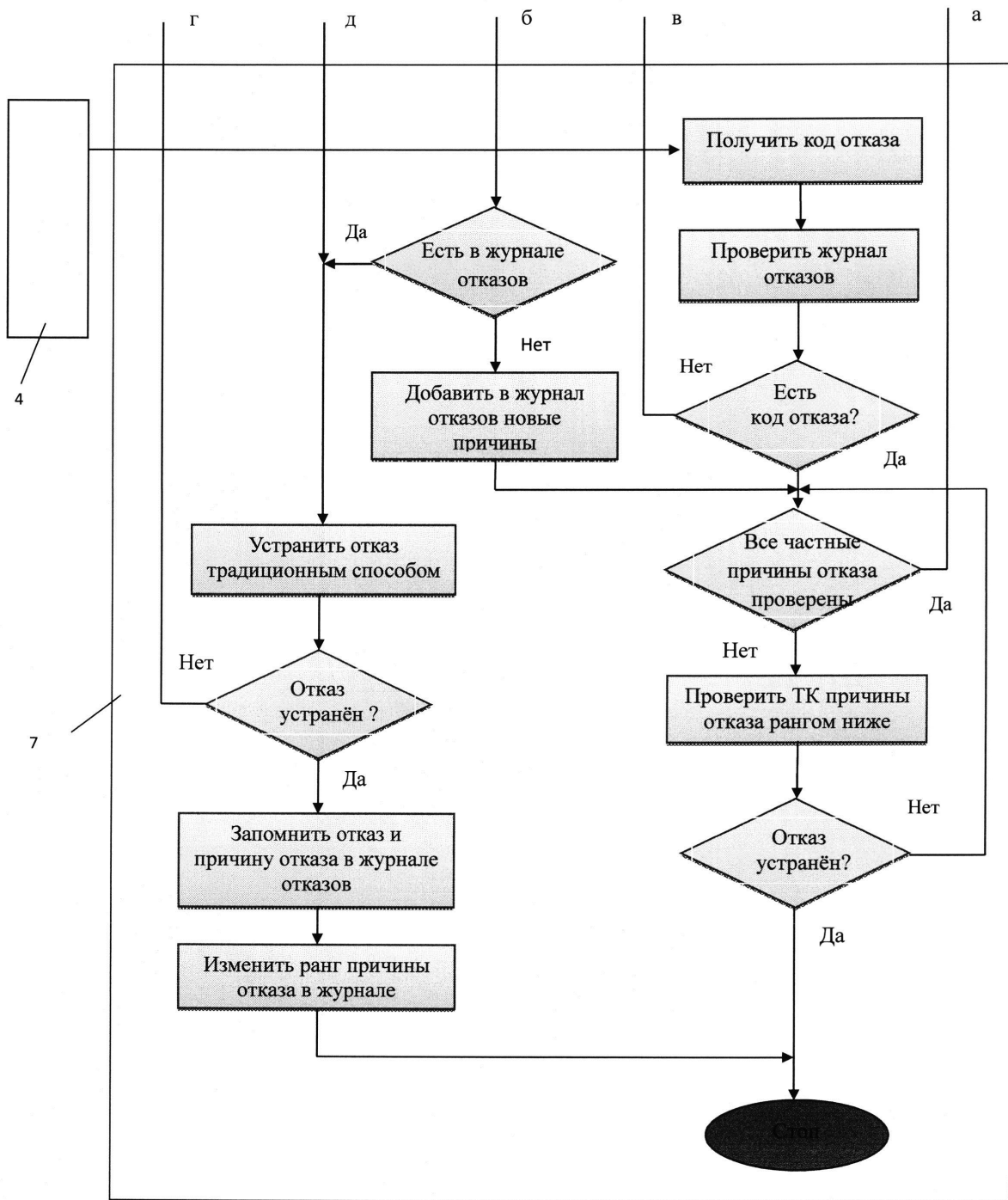
Фиг.2в



Фиг.3



Фиг. 4а



Фиг.46