

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2424932

ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ПОЛОЖЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ

Патентообладатель(ли): *Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский
государственный университет информационных технологий, механики
и оптики" (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2009149710

Приоритет изобретения **30 декабря 2009 г.**

Зарегистрировано в Государственном реестре
изобретений Российской Федерации **27 июля 2011 г.**

Срок действия патента истекает **30 декабря 2029 г.**

*Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной
собственности, патентам и товарным знакам*



Б.П. Симонов



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21)(22) Заявка: **2009149710/11, 30.12.2009**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
30.12.2009

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **30.12.2009**(45) Опубликовано: **27.07.2011** Бюл. № 21(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2256575 C1, 20.07.2005. RU 2147729 C1, 20.04.2000. EP 1418273 A1, 12.05.2004. RU 2152469 C1, 10.07.2000. RU 2212486 C2, 20.09.2003.**

Адрес для переписки:

**197101, Санкт-Петербург, Кронверкский
пр., 49, ГОУВПО "СПбГУ ИТМО",
ОИСиНТИ**

(72) Автор(ы):

**Жуков Дмитрий Валерьевич (RU),
Коротаев Валерий Викторович (RU),
Пантюшин Антон Валерьевич (RU),
Серикова Мария Геннадьевна (RU),
Тимофеев Александр Николаевич (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

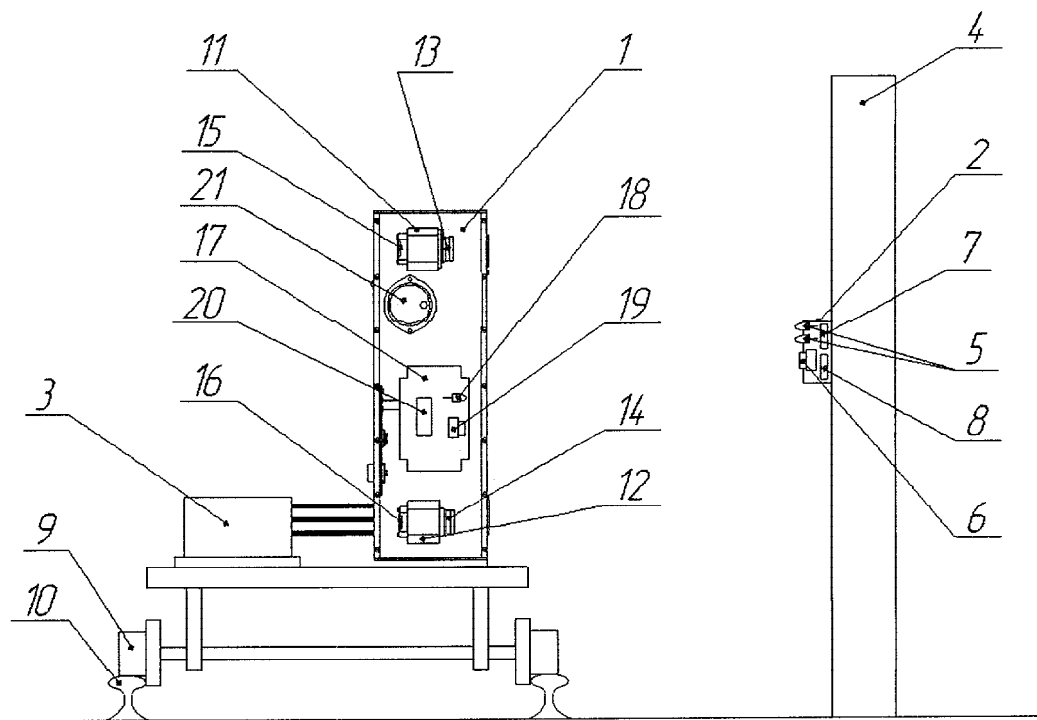
**Государственное образовательное
учреждение высшего профессионального
образования "Санкт-Петербургский
государственный университет
информационных технологий, механики и
оптики" (RU)**

(54) ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ПОЛОЖЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ

(57) Реферат:

Оптико-электронная система для контроля пространственного положения железнодорожного пути относится к контрольно-измерительной технике. Система содержит источник излучения (2) и расположенные на измерительной тележке (9), устанавливаемой на железнодорожном пути (10), блок обработки сигналов (3) и фотоприемный блок (1), содержащий датчик уровня (21) и приемно-анализирующую систему (11), включающую объектив (13) и позиционно-чувствительный приемник оптического излучения (15). Выход фотоприемного блока (1) соединен со входом блока обработки сигналов (3). Источник излучения установлен на не менее чем одной из опор контактной сети (4) или другой конструкции и выполнен в виде реперной метки, содержащей не менее двух

модулированных светодиодов (5) и подключенные ко входу автономного источника питания (7) фотоприемник (6) и схему управления источником излучения (8). Фотоприемный блок содержит дополнительную приемно-анализирующую систему (12), а также модуль управления (17), включающий не менее одного светодиодного излучателя (18), фотоприемное устройство (19) и электронную схему обработки информативных сигналов (20), выход которой соединен со вторым входом блока обработки (3), третий вход которого соединен с выходом датчика уровня (21), жестко скрепленного с фотоприемным блоком (1). Достигается повышение точности измерения фактического положения рельсового пути как в профиле, так и в плане относительно его проектного положения. 2 ил.



Фиг.1

RU 2 4 2 2 4 9 3 2 C 1

RU 2 4 2 2 4 9 3 2 C 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.

B61K 9/08 (2006.01)**E01B 35/00** (2006.01)**(12) ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2009149710/11, 30.12.2009**(24) Effective date for property rights:
30.12.2009

Priority:

(22) Date of filing: **30.12.2009**(45) Date of publication: **27.07.2011 Bull. 21**

Mail address:

**197101, Sankt-Peterburg, Kronverkskij pr., 49,
GOUVPO "SPbGU ITMO", OISiNTI**

(72) Inventor(s):

**Zhukov Dmitrij Valer'evich (RU),
Korotaev Valerij Viktorovich (RU),
Pantjushin Anton Valer'evich (RU),
Serikova Marija Gennad'evna (RU),
Timofeev Aleksandr Nikolaevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie
vysshego professional'nogo obrazovaniya "Sankt-
Peterburgskij gosudarstvennyj universitet
informatsionnykh tekhnologij, mekhaniki i
optiki" (RU)****(54) OPTOELECTRONIC SYSTEM TO CONTROL SPATIAL POSITION OF RAILWAY TRACK**

(57) Abstract:

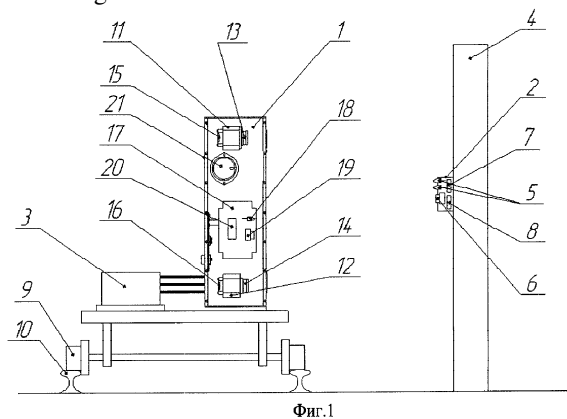
FIELD: transport.

SUBSTANCE: invention relates to control instruments. Proposed system comprises radiation source 2 and signal processor 3 and photo receiver 1 made up of level transducer 21 and receiving analyser system 11 including lens 13 and position-sensitive optical radiation receiver 15, arranged on control truck 9 arranged on track 10. Output of photo receiver 1 is connected to input of signal processor 3. Radiation source is arranged on at least one contact-wire line support 4 or other structure, and is made up of reference mark containing at least two modulated light diodes 5 and photo receiver (b) and radiation source control circuit connected to independent power supply input 7. Photo receiver unit comprises extra receive-and-analyse system 12, control module 17 including at least one light diode radiator 18, photo receiver 18 and data signal

processing circuit 20 with its output connected with input of second processing unit 3 with third input connected to level transducer 21 rigidly coupled with photo receiver 1.

EFFECT: higher accuracy of measurement.

2 dwg



Оптико-электронная система (ОЭС) для контроля пространственного положения железнодорожного пути относится к контрольно-измерительной технике и позволяет определять отклонения текущего положения железнодорожного пути от проектного положения в продольном профиле, в плане и по уровню.

Из патента US 5613442 от 25.03.1997 г. известно устройство для контроля пространственного положения железнодорожного пути. Устройство включает в себя источник излучения, расположенный на измерительной тележке, фотоприемный блок и датчик уровня, расположенные на путевой машине, и блок обработки.

Измерение проводится следующим образом. Оптический отсчетный луч выставляется между источником излучения, размещенным на измерительной тележке, и фотоприемным блоком на путевой машине, разделенных измеряемым участком пути. По мере движения путевой машины навстречу измерительной тележке происходит непрерывное считывание точки падения луча на фоточувствительную площадку позиционно-чувствительного приемника. По совокупности данных от позиционно-чувствительного приемника и датчика уровня блок обработки рассчитывает текущие координаты железнодорожного полотна, необходимые для выправки пути.

Недостатком устройства является наличие невысокой точности измерений, которая обеспечивается точностью установки излучателя на измерительной тележке, невозможностью привязки приборной системы координат к абсолютной геодезической системе координат, в которой задано проектное положение железнодорожного пути, осуществляемой при непрерывном движении машины.

Из патента RU 2256575, МПК В61К 9/08 от 04.11.2003 г. известна ОЭС для контроля пространственного положения железнодорожного пути, выбранная в качестве прототипа, состоящая из двух измерительных тележек, установленных на рельсовом пути и связанных между собой как кинематически, так и оптическим измерительным каналом. На первой по ходу движения измерительной тележке установлен источник излучения, представляющий собой светодиод. На второй по ходу движения измерительной тележке установлен фотоприемный блок. Он состоит из оптической приемно-анализирующей системы, включающей в себя объектив и позиционно-чувствительный приемник оптического излучения, установленный в плоскости анализа изображения светодиода, и электронного устройства определения координат энергетического центра оптического изображения. Последнее подключено к позиционно-чувствительному приемнику оптического излучения. Визирная ось фотоприемного блока расположена номинально параллельно базовому рельсу. Для измерения углов наклона тележек на них установлены датчики уровня. Для "привязки" результатов измерений к пройденному пути, то есть для обеспечения сопоставимости результатов измерений пикетажу, на второй тележке расположен инкрементный датчик пройденного пути (одометр). Информацию о смещении источника излучения с визирной оси фотоприемного блока, а также данные о пройденном тележками расстоянии обрабатывают в блоке обработки, осуществляющем алгоритмическую обработку информации.

Недостатками известного устройства является наличие нескольких измерительных тележек, а также накопление ошибки измерений вследствие применения относительного метода измерения, который базируется на формировании измерительной базы относительно перемещающихся измерительных тележек, что исключает привязку измерений к абсолютным отметкам.

Техническим результатом заявляемого изобретения является повышение точности

измерения фактического положения рельсового пути как в профиле, так и в плане относительно его проектного положения.

Указанный технический результат достигается за счет создания оптико-электронной системы для контроля пространственного положения железнодорожного пути, содержащей источник излучения и расположенные на измерительной тележке, устанавливаемой на железнодорожном пути, блок обработки сигналов и фотоприемный блок, содержащий датчик уровня и приемно-анализирующую систему, включающую объектив и позиционно-чувствительный приемник оптического излучения, установленный в плоскости анализа изображения источника излучения, причем источник излучения оптически сопряжен с фотоприемным блоком, выход которого соединен со входом блока обработки сигналов, отличающейся тем, что источник излучения установлен на не менее чем одной из опор контактной сети или другой конструкции, установленной вдоль железнодорожного пути по ходу движения машины в соответствии с геодезическими отметками проектного положения пути и выполнен в виде реперной метки, содержащей не менее двух модулированных светодиодов и подключенные ко входу автономного источника питания фотоприемник и схему управления источником излучения, фотоприемный блок содержит дополнительную приемно-анализирующую систему, включающую объектив и позиционно-чувствительный приемник оптического излучения, установленный в плоскости анализа изображения источника излучения, а также модуль управления, включающий не менее одного светодиодного излучателя, фотоприемное устройство и электронную схему обработки информативных сигналов, выход которой соединен со вторым входом блока обработки, третий вход которого соединен с выходом датчика уровня, жестко соединенного с фотоприемным блоком, при этом источник излучения оптически сопряжен с фотоприемным устройством модуля управления и приемно-анализирующими системами, а светодиодный излучатель - с фотоприемником реперной метки.

Вынесение источника излучения за пределы железнодорожного пути позволяет проводить измерения абсолютным способом, что позволяет не накапливать ошибку измерения по мере движения измерительной тележки вдоль полотна, кроме того, такой способ обеспечивает измерение фактического положения рельсового пути в абсолютной геодезической измерительной системе координат, что позволяет «привязывать» данные измерения к проектным отметкам.

Выполнение источника излучения в виде реперной метки обуславливает возможность управления источником излучения, позволяя включать светодиоды лишь на короткое время измерения, повышая тем самым энергетическую эффективность работы системы и увеличивая срок работы источника излучения, кроме того, схема управления источником излучения позволяет проводить модуляцию потока излучения светодиодов, благодаря которой можно передавать в фотоприемный блок дополнительную информацию, например идентификатор метки, данные о проектном положении железнодорожного пути и другие дополнительные данные. Выполнение источника излучения многодиодным позволяет увеличить вероятность правильного обнаружения реперной метки, т.е. повысить помехозащищенность.

Кроме того, за счет отсутствия громоздких элементов в схеме реперной метки источник излучения может быть выполнен очень компактным.

Введение дополнительной приемно-анализирующей системы в фотоприемный блок позволяет по полученным двумерным изображениям источника излучения (стереопарам) вычислять одновременно и дальность до объекта измерения, и его

смещения в вертикальной плоскости относительно нуля приборной системы координат (измерения положения пути как в плане, так и в профиле), кроме того, регулируя расстояние между приемно-анализирующими системами, можно изменять предельную точность измерения.

Модуль управления может содержать один или несколько излучателей с достаточно большим углом расходимости излучения, расположенных в ряд по вертикали, для покрытия всего диапазона измеряемых отклонений.

Сущность заявляемого изобретения поясняется чертежами, где на фиг.1

представлена схема расположения элементов устройства, на фиг.2 - структурная схема устройства.

Оптико-электронная система для контроля пространственного положения железнодорожного пути (фиг.1) состоит из трех функциональных блоков: фотоприемного блока 1, источника излучения 2, выполненного в виде реперной метки, и блока обработки 3. Источник излучения 2 закрепляется на опорах контактной сети 4 или других конструкциях вдоль железнодорожного пути по ходу движения машины в соответствии с геодезическими отметками проектного положения пути. Составными частями источника излучения 2 являются два или более светодиода 5 с модулированным излучением, фотоприемник 6, автономный источник питания 7 и схема управления источником излучения 8. Реперная метка 2 оптически связана с фотоприемным блоком 1, расположенным вместе с блоком обработки 3 на измерительной тележке 9, которая установлена на рельсовом пути 10. Фотоприемный блок 1 состоит из двух оптических приемно-анализирующих систем 11 и 12, служащих для приема оптических изображений светодиодов 5 и преобразования их в цифровые электрические сигналы. Приемно-анализирующие системы 11, 12 разнесены на величину базы, причем оптические оси этих систем пересекаются в точке, соответствующей дальности измерения. Каждая оптическая приемно-анализирующая система состоит из расположенных по ходу луча объектива 13 (14) и позиционно-чувствительного приемника оптического излучения 15 (16), выходы которых соединены с первым входом блока обработки 3. Фотоприемный блок содержит также модуль управления 17, представленный одним или более излучателем 18, оптически соединенным с фотоприемником 6, оптически соединенным со светодиодами 5 фотоприемным устройством 19, выход которого является входом электронной схемы обработки информативных сигналов 20, первый выход которой соединен с излучателями 18, а второй выход - со вторым входом блока обработки 3. Кроме того, фотоприемный блок 1 содержит датчик уровня 21, жестко соединенный с ним. Выход датчика уровня 21 соединен с третьим входом блока обработки 3.

Структурная схема, представленная на фиг.2, поясняет существующие в системе связи. Система состоит из трех блоков: фотоприемного блока 1, источника излучения 2, выполненного в виде реперной метки, и блока обработки 3. На вход светодиодов 5 подаются управляющие сигналы с выхода схемы управления источником излучения 8, первый вход которой соединен с выходом фотоприемника 6. Первый вход фотоприемника 6 оптически соединен с фотоприемным блоком 1, а на второй вход фотоприемника 6, как и второй вход схемы управления источником излучения 8, подается электрический сигнал от автономного источника питания 7. Источник излучения 2 осуществляет обмен информацией с фотоприемным блоком 1 посредством нескольких оптических каналов. Одни каналы соединяют излучатели 18 с фотоприемником 6 и служат для формирования сигнала о нахождении данной реперной метки в поле зрения фотоприемного блока 1. Другие каналы соединяют

светодиоды 5 с фотоприемным устройством 19 и служат для активации процесса «захвата» кадров. Третьи каналы, соединяющие светодиод 5 с оптическими приемно-анализирующими системами 11 и 12, необходимы для формирования изображений светодиодов 5. Модуль управления 17 служит для активации светодиодов 5, а также
 5 выработки в момент прохождения измерительной тележкой 9 источника излучения 2 управляющего сигнала, по которому оптические приемно-анализирующие системы 11 и 12 захватывают изображения светодиодов 5 и преобразуют его в цифровые электрические сигналы. Управляющий сигнал с первого выхода электронной схемы
 10 обработки информативных сигналов 20 подается на вход одного или более излучателей 18. На вход электронной схемы обработки информативных сигналов 20 поступает электрический сигнал от фотоприемного устройства 19. Фотоприемный блок 1 обменивается управляющей и измерительной информацией с блоком
 15 обработки 3 посредством следующих электронных каналов. Первый канал необходим для передачи преобразованных в электрические сигналы изображений от оптических приемно-анализирующих систем 11 и 12 в блок обработки 3 для вычисления требуемых значений дальности и смещения. Вторым каналом блок обработки 3 связан с модулем управления 17, который передает в блок обработки 3 информацию о
 20 моменте прохождения фотоприемным блоком 1 источника излучения 2. Посредством третьего канала блок обработки 3 связан с выходом датчика уровня 21, который передает информацию о наклоне фотоприемного блока 1. Устанавливаемый на измерительной тележке фотоприемный блок 1 закреплен на основании, на котором закреплен и датчик уровня 21. Информация с выхода блока обработки 3 поступает на
 25 центральный блок обработки путевой машины.

Оптико-электронная система для контроля пространственного положения железнодорожного пути работает следующим образом.

При движении измерительной тележки от одной опоры контактной сети до другой,
 30 на каждой из которых установлен источник излучения 2, происходит непрерывная съемка окружающего пространства оптическими приемно-анализирующими системами 11 и 12, но полученные кадры при этом не сохраняются и не обрабатываются. Кроме того, фотоприемный блок 1 также производит непрерывное освещение лежащего перед ним пространства при помощи одного или более
 35 излучателей 18. В момент прохождения измерительной тележкой опоры с источником излучения 2 фотоприемник 6 регистрирует падающее на него оптическое излучение от одного или нескольких излучателей 18 и преобразует его в электрический сигнал. Сигнал с выхода фотоприемника 6 поступает на вход схемы управления источником
 40 излучения 8, которая производит активацию светодиодов 5. Оптический сигнал от светодиодов 5 попадает на фоточувствительную площадку фотоприемного устройства 19, которое преобразует падающее на него излучение в электрический сигнал. С выхода фотоприемного устройства 19 сигнал поступает на вход
 45 электронной схемы обработки информативных сигналов 20, которая управляет работой излучателя 18. Кроме того, электронная схема обработки информативных сигналов 20 формирует сигнал, поступающий на один из входов блока обработки 3. По этому сигналу в модулях памяти каждого измерительного канала сохраняются кадры, поступившие в данный момент от оптических приемно-анализирующих
 50 систем 11 и 12 и содержащие изображения светодиодов 5. Далее в блоке обработки 3 полученные изображения обрабатываются и вычисляются требуемые значения дальности и смещения железнодорожного полотна относительно проектного положения.

Для уменьшения систематической погрешности работы системы при наличии отклонения положения пути по уровню от нулевого измеряемые координаты дальности L и смещения Y пересчитываются по следующим конечным формулам:

$$L' = L \cos \varphi,$$

$$Y' = Y - L \sin \varphi,$$

где φ - угол наклона пути (поступает от датчика уровня 21).

Пример конкретного исполнения.

Каждая приемно-анализирующая система содержит объектив со светофильтром, полоса пропускания которого согласована со спектральной характеристикой светодиодов реперной метки. Позиционно-чувствительный приемник оптического излучения выполнен в виде КМОП-матрицы.

Модуль управления содержит излучатель, выполненный в виде светодиодного прожектора, фотоприемное устройство, состоящее из фотодиода с объективом, и электронную схему обработки информативных сигналов на базе микроконтроллера. Работает устройство в соответствии с программным обеспечением микроконтроллера.

Датчик уровня представляет собой инклинометр.

Реперная метка содержит два светодиода с модулированным излучением, фотоприемник, схему управления источником излучения, выполненную на базе микроконтроллера, и автономный источник питания, представляющий собой элемент питания типа "АА".

Блок обработки выполнен на базе промышленного компьютера.

Таким образом, заявляемая ОЭС для контроля пространственного положения железнодорожного пути обеспечивает высокоточный контроль текущего положения железнодорожного пути относительно проектного одновременно в двух взаимно перпендикулярных направлениях (в продольном профиле и плане), а также обеспечивает высокую энергетическую эффективность.

Формула изобретения

Оптико-электронная система для контроля пространственного положения железнодорожного пути, содержащая источник излучения и расположенные на измерительной тележке, устанавливаемой на железнодорожном пути, блок обработки сигналов и фотоприемный блок, содержащий датчик уровня и приемно-анализирующую систему, включающую объектив и позиционно-чувствительный приемник оптического излучения, установленный в плоскости анализа изображения источника излучения, причем источник излучения оптически сопряжен с фотоприемным блоком, выход которого соединен со входом блока обработки сигналов, отличающаяся тем, что источник излучения установлен на не менее чем одной из опор контактной сети или другой конструкции, установленной вдоль железнодорожного пути по ходу движения машины в соответствии с геодезическими отметками проектного положения пути, и выполнен в виде реперной метки, содержащей не менее двух модулированных светодиодов, и подключенные ко входу автономного источника питания фотоприемник и схему управления источником излучения, фотоприемный блок содержит дополнительную приемно-анализирующую систему, включающую объектив и позиционно-чувствительный приемник оптического излучения, установленный в плоскости анализа изображения источника излучения, а также модуль управления, включающий не менее одного светодиодного излучателя, фотоприемное устройство и электронную схему обработки информативных сигналов, выход которой соединен со вторым входом блока обработки, третий вход которого

соединен с выходом датчика уровня, жестко скрепленного с фотоприемным блоком, при этом источник излучения оптически сопряжен с фотоприемным устройством модуля управления и приемно-анализирующими системами, а светодиодный излучатель - с фотоприемником реперной метки.

5

10

15

20

25

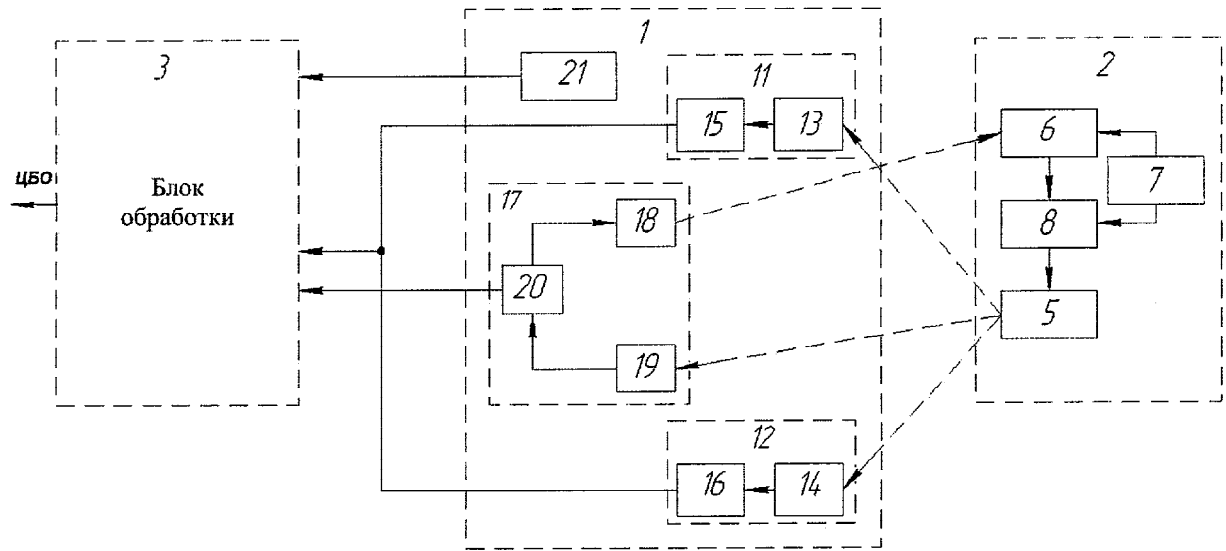
30

35

40

45

50



Фиг. 2