



УКРАЇНА

ДЕРЖАВНЕ  
ПАТЕНТНЕ  
ВІДОМСТВО

(19) UA (11) 17366 (13) A

(51)6 H 04 N 7/00

ОПИС ДО ПАТЕНТУ  
НА ВІНАХІДбез проведення експертизи по суті  
на підставі Постанови Верховної Ради України  
№ 3769-XII від 23 XII 1993 рПублікується  
в редакції заявника

(54) СПОСІБ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗЕМЛІ З КОСМОСУ

1

(21) 95030965

(22) 01.03.95

(24) 15.04.97

(46) 31.10.97. Бюл. № 5

(47) 15.04.97

(72) Бушуєв Євген Іванович, Драновський Володимир Йосипович, Салтиков Юрій Дмитрович, Уруський Олег Семенович, Зубко Віктор Петрович

(73) Бушуєв Євген Іванович (UA), Драновський Володимир Йосипович (UA), Салтиков Юрій Дмитрович (UA), Уруський Олег Семенович (UA), Зубко Віктор Петрович (UA).

(57) 1. Способ наблюдения Земли из космоса, включающий прогнозирование движения спутника, формирование программы съемки и передачу ее в Центр управления полетом, формирование и закладку на борт временной программы работы спутника, передачу целеуказаний приемным земным станциям, наведение съемочной аппаратуры и бортовых передающих антенн, съемку и передачу информации на приемные земные станции, прием полученной со спутника информации, ее обработку и распространение пользователям, отличающийся тем, что в центре управления полетом формируют программу предельной загрузки спутника сеансами съемки, абонентские приемо-передающие земные станции уста-

2

навливают непосредственно в районе съемки, со спутника по широкополосному служебному каналу "борт-Земля" с глобальной зоной обслуживания передач сигнал готовности спутника к съемке, при получении земной станцией сигнала готовности визуально определяют условия освещенности и облачности в районе съемки и при благоприятных условиях передают на спутник заявку на проведение съемки, при этом измеряют навигационные параметры местоположения земной станции в системе координат, связанной со спутником, и наводят съемочную и передающую аппаратуру в соответствии с заявкой земной станции

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что передачи информации на абонентскую станцию ведут на скорости, пониженной относительно съемочной.

3. Способ по пп.1 и 2, отличающийся тем, что при наложении времени съемки отдельных объектов на время передачи абонентской станции кадра от съемки предыдущего объекта, передачу информации от этих объектов ведут в режиме непосредственной передачи на узловую станцию с последующей ретрансляцией через спутник информации от узловой к абонентской станции в свободное от съемок время.

Настоящее изобретение относится к наблюдению Земли из космоса преимущест-

венно с использованием узкоугольной пере-нацеливаемой съемочной аппаратуры кос-

(19) UA (11) 17366 (13) A

мического базирования и передачи информации по радиоканалу.

Известен способ (Герман М.А. Спутниковая метеорология. Л., Гидрометиздат, 1975, с. 367) глобального наблюдения Земли со спутника с использованием широкоугольной аппаратуры, в котором съемочная и передающая аппаратура работают непрерывно и информация передается по широкоэмиттерному каналу с глобальной зоной обслуживания на сеть приемных земных станций, в том числе на сеть автономных приемных станций, установленных у пользователей.

Для съемки территорий, находящихся вне зоны радиовидимости земных станций, предусмотрен режим записи информации в бортовое запоминающее устройство с последующим ее воспроизведением при попадании спутника в зону радиовидимости земной станции. При этом центр управления полетом прогнозирует движение спутника, планирует режимы работы съемочной и передающей аппаратуры и передает земным станциям целеуказания для наведения антенн и приема информации, формирует программу работы спутника и через командно-измерительные пункты передает ее на борт, недостатком способа являются повышенные энергозатраты на непрерывную работу аппаратуры.

Известен также способ (Техника электросвязи за рубежом. Справочник. М., Радио и связь, 1990, с. 165-176), в котором с целью сокращения энергозатрат на передачу информации используют остронаправленную бортовую антенну, перенацеливаемую на приемную земную станцию.

Наиболее близким техническим решением, выбранным в качестве прототипа, является способ (Лебедев А.А., Нестеренко О.П. Космические системы наблюдения. Синтез и моделирование. М., Машиностроение, 1991, с. 18-28) детального наблюдения с использованием узкоугольной аппаратуры, при котором с целью экономии электроэнергии и повышения эффективности работы аппаратуры, ее перенацеливают в полосу захвата, выбирая наиболее важные и свободные от облачности районы, съемку ведут отдельными сеансами. В главном центре приема и обработки данных по заявкам пользователей формируют программу съемки, включающую время проведения сеансов, режимы работы и углы наведения съемочной и передающей аппаратуры и передают эту программу в Центр управления полетом. Центр управления полетом прогнозирует движение спутника и через командно-измерительные пункты передает ее

на борт, передает приемным земным станциям целеуказания по наведению антенн, режимам съемки и сеансам работы передающей аппаратуры.

Приемная земная станция обеспечивает прием, предварительную обработку информации, включающую ее географическую привязку, радиометрическую и геометрическую коррекцию и передачу результатов обработки пользователям с использованием существующих каналов связи.

Общими признаками прототипа и заявленного изобретения являются прогнозирование движения спутника, формирование программы работы спутника и закладку ее на борт, наведение бортовой съемочной и передающей аппаратуры, съемку и передачу информации на приемные земные станции, прием, обработку и распространение информации пользователям.

В известном способе при детальной съемке с высоким разрешением поток информации от съемочной аппаратуры может быть весьма значительным. Например, при многоспектральной (3 канала) съемке с разрешением 10 м в полосе обзора 30 км поток информации составит 50 Мбит/с. Для приема такого потока необходимы приемные земные станции с большими антеннами диаметром 6-10 м и высокопроизводительными средствами регистрации и обработки данных. Обусловленная этими фактами высокая стоимость земных станций препятствует их массовому распространению среди пользователей при реализации известного способа.

В известном способе съемку и передачу информации производят в соответствии с заблаговременно заложенной на борт программой, а для распространения информации используют привлекаемые средства связи общего пользования, что снижает оперативность и эффективность реализации заявок.

Так, время от выдачи заявки до получения информации пользователем составляет 6-22 суток. Из-за меняющихся условий облачности эффективность оптической съемки составляет не более 10-20%. Из-за ошибок в прогнозировании движения спутника и ошибок в его угловой ориентации снижается точность программного наведения на объект съемки и затрудняется географическая привязка снимка к объекту.

В основу изобретения поставлена задача усовершенствовать способ наблюдения Земли путем передачи функций управления съемочной и передающей аппаратурой спутника непосредственно пользовательской прямо-передающей земной станцией,

устанавливаемой в районе съемки, что приводит к повышению оперативности и эффективности выполнения заявки пользователя.

Поставленная задача решается тем, что в способе, включающем прогнозирование движения спутника, формирование программы съемки и передачу ее в Центр управления полетом, формирование и закладку на борт временной программы работы спутника, передачу целеуказаний приемным земным станциям, наведение съемочной аппаратуры и бортовых передающих антенн, съемку и передачу информации на приемные земные станции, прием полученной со спутника информации, ее обработку и распространение пользователям, согласно изобретению в Центре управления полетом формируют программу предельной загрузки спутника сеансами съемки, абонентские приемо-передающие земные станции устанавливают непосредственно в районе съемки, со спутника по широкополосному служебному каналу "борт-Земля" с глобальной зоной обслуживания передают сигнал готовности спутника к съемке, при получении земной станцией сигнала готовности визуально определяют условия освещенности и облачности в районе съемки и при благоприятных условиях передают на спутник заявку на проведение съемки; измеряют навигационные параметры местоположения земной станции в системе координат, связанной со спутником, и наводят съемочную и передающую аппаратуру в соответствии с заявкой земной станции.

Кроме того, передачу информации на абонентскую станцию ведут на скорости, пониженной относительно съемочной, а при наложении времени съемки отдельных объектов на время передачи абонентской станции, кадра от съемки предыдущего объекта, передачу информации от этих объектов ведут в режиме непосредственной передачи на узловую станцию с последующей ретрансляцией через спутник информации от узловой к абонентской станции в свободное от съемок время.

Такие существенные отличительные признаки изобретения как формирование в Центре управления полетом программы предельной загрузки спутника сеансами съемки, широкополосное оповещение со спутника готовности к съемке, установка абонентских приемо-передающих земных станций непосредственно в районе съемки с возможностью визуального контроля освещенности и облачности и передачи на спутник заявки на проведение съемки, измерение навигационных параметров местоположения земной станции в системе

координат, связанной со спутником и наведение съемочной и передающей аппаратуры в соответствии с заявкой земной станции являются необходимыми и достаточными во всех случаях, на которые распространяется испрашиваемый объем правовой охраны.

Остальные отличительные признаки характеризуют изобретение лишь в особых условиях, а именно, когда с целью снижения габаритов и стоимости земной станции, передачу информации на абонентскую станцию ведут на скорости, пониженной относительно съемочной, а при наложении времени съемки отдельных объектов на время передачи абонентской станции кадра от съемки предыдущего объекта, передачу информации от этих объектов ведут в режиме непосредственной передачи на узловую станцию с последующей ретрансляцией через спутник информации от узловой к абонентской станции в свободное от съемок время.

Причинно-следственная связь между совокупностью существенных признаков и достигаемым техническим результатом в повышении оперативности реализации заявки пользователя поясняется таблицей, в которой представлены типовые временные затраты на реализацию отдельных операций по известному и предлагаемому способу.

Эффективность реализации заявки пользователя повышается также за счет того, что при визуальном контроле гарантируется 100% вероятность съемки в безоблачных (или малооблачных) условиях, пользователь сам выбирает непосредственно перед съемкой необходимые ему режимы работы аппаратуры, например, нужные спектральные диапазоны, съемочную и передающую аппаратуру наводят по данным навигационного определения местоположения земной станции и фактического углового положения спутника.

Сущность изобретения поясняется фиг.1 и 2, где на фиг.1 изображена схема наблюдения, в которой цифрами обозначены: 1 – центр управления полетом; 2 – командно-измерительный пункт; 3 – положение спутника в момент закладки программы; 4, 5, 6 – абонентские приемо-передающие земные станции; 7 – зона обслуживания спутника, соответствующая его положению 8; 9 – узловая земная станция; 10 – полоса захвата съемочной аппаратуры; 11, 12 – положения спутника в моменты начала и конца съемки, 13 – положение спутника в момент окончания передачи на станцию 9 отснятого кадра.

На фиг.2 приведена структурная схема бортового информационного комплекса, в которой цифрами обозначены: 14 – приемная антенна служебного канала; 15, 33 – частотные фильтры; 16, 34 – приемники; 17 – модем; 18, 23, 27, 36 – передатчики; 19 – передающая антенна служебного канала; 20 – система индикации углового положения; 21 – блок навигации и наведения съемочной аппаратуры; 22 – бортовая ЭВМ; 24 – съемочная аппаратура; 25 – переключатель; 26, 31 – модуляторы; 28, 37 – блоки наведения передающих антенн; 29 – передающая антенна для режима непосредственной передачи на узловую станцию; 30 – бортовое запоминающее устройство; 32 – приемная антенна информационного канала; 35 – преобразователь частоты; 38 – передающая антенна информационного канала.

Предложенный способ реализуется следующим образом.

Центр управления полетом 1 прогнозирует движение спутника, исходя из ресурсных возможностей спутника, формирует программу предельной загрузки спутника сеансами съемки и на ее основе – программу работы спутника. Сформированную программу работы спутника и его начальные условия движения Центр управления полетом через командно-измерительный пункт 2 передает на борт спутника 3. Абонентские приемо-передающие земные станции 4, 5, 6, устанавливаются непосредственно в районах съемки.

Эти станции обеспечивают:

- связь со спутником по служебным каналам "борт-Земля" и "Земля-борт" в глобальной зоне обслуживания 7 (соответствует положению спутника 8) и через него – с узловой приемо-передающей земной станцией 9 и другими абонентскими станциями;

- связь со спутником по основным информационным каналам "борт-Земля" и "Земля-борт" с уменьшенной скоростью относительно съемочной, и через спутник – связь с узловой станцией 9 и другими абонентскими станциями.

Узловая станция 9 дополнительно обеспечивает:

- прием информации от съемочной аппаратуры спутника в режиме непосредственной передачи;

- координацию работы абонентских станций путем выделения им каналов связи и разрешения конфликтных ситуаций.

Для организации связи используются известные методы многостанционного до-

ступа (Спилкер Дж. Цифровая спутниковая связь, М., Связь, 1979, с. 182-264).

С помощью БЦВМ 22 на спутнике определяют его текущее состояние, через передатчик 23 и антенну 19 широкоэмитерного служебного канала "борт-Земля" передают сигнал готовности спутника к работе в зону обслуживания 7 (соответствует положению спутника 8).

Узловая земная станция 9 и абонентские земные станции пользователей 4, 5, 6 принимают сигнал готовности. По переданным в сигнале готовности начальным условиям движения спутника рассчитывают его трассу движения и возможности наблюдения земной станции, определяемые полосой захвата 9 и удалением земной станции от трассы. При попадании земных станций (станции 5 и 6) в полосу захвата операторы станций визуально определяют условия освещенности и облачности в районе съемки и при благоприятных условиях передают по служебному каналу "Земля-борт" заявку на проведение съемки с использованием известных протоколов многостанционного доступа (Бунин С.Г., Войтер А.П. Вычислительные сети с пакетной радиосвязью. Киев, Техника, 1989).

В заявку на проведение съемки включают необходимые установочные данные: режимы работы, углы прицеливания, времена включения и выключения съемочной и передающей аппаратуры, которые определяют следующим образом.

При передаче сигналов по служебным каналам "борт-Земля" и "Земля-борт" известными способами (Итоги науки и техники. Геодезия и аэросъемка. Т. 27. М., 1989, с. 69-71) измеряют с помощью блока 21 навигационные характеристики сигналов, например, временную задержку сигнала и доплеровский сдвиг частоты, по которым определяют местоположение земной станции в системе координат, связанной со спутником. По данным от бортовой системы индикации положения 20, например, с использованием солнечных датчиков, определяют фактическое угловое положение спутника. На основании полученной информации определяют угол прицеливания съемочной аппаратуры и время ее включения.

С использованием бортовых устройств 14, 15, 16, 17, 22, 18, 19 спутника ретранслируют полученные заявки по широкоэмитерному каналу "борт-Земля" всем абонентам в зоне 7, в том числе и узловой станции 9. Узловая станция анализирует поступающие заявки и устраняет возможные конфликтные ситуации:

1. Заявки частично или полностью совмещаются по времени работы съемочной аппаратуры, но различаются углами ее прицеливания. В этом случае по известным правилам, например, по приоритетности (см. Бунин С.Г., Войтер А.П., Вычислительные сети с пакетной радиосвязью. Изд. Техника, Киев, 1989 ) аннулируют все конкурирующие заявки, оставляя одну.

2. Заявка абонентских станций частично или полностью совмещаются по времени работы передающей аппаратуры, но различаются углами ее прицеливания. В этом случае наиболее приоритетную заявку удовлетворяют полностью, по конкурирующим заявкам передачу информации ведут в режиме НР на узловую станцию через информационный канал, образованный блоками 24, 25, 26, 27, 29.

После устранения конфликтных ситуаций с узловой станции заявки передают по служебному каналу "борт-Земля" на спутник для реализации.

Поступившие от узловой станции бесконфликтные заявки ретранслируются по широкополосному служебному каналу "борт-Земля" всем абонентам в зоне 7, а на борту спутника направляются в программно-временные устройства 21, 28, 37, обеспечивающие наведение съемочной и передающей аппаратуры.

В регионах, не обеспеченных узловыми станциями, например, в удаленных и пустынных районах, анализ и устранение конфликтных ситуаций производится бортовой ЭВМ 22 путем выделения одной приоритет-

ной заявки и аннулирования конкурирующих заявок.

В соответствии с заложенной в блоки 21, 28, 37 программой наводят съемочную аппаратуру 24 на объект съемки, бортовую передающую антенну 38 абонентского канала - на абонентскую земную станцию, бортовую передающую антенну 29 на узловую земную станцию, включают съемочную 24 и записывающую 30 аппаратуру, а также передающую аппаратуру 26, 27 канала непосредственной передачи в рабочий режим на период съемки, т.е. прохождения спутника от положения 11 до положения 12.

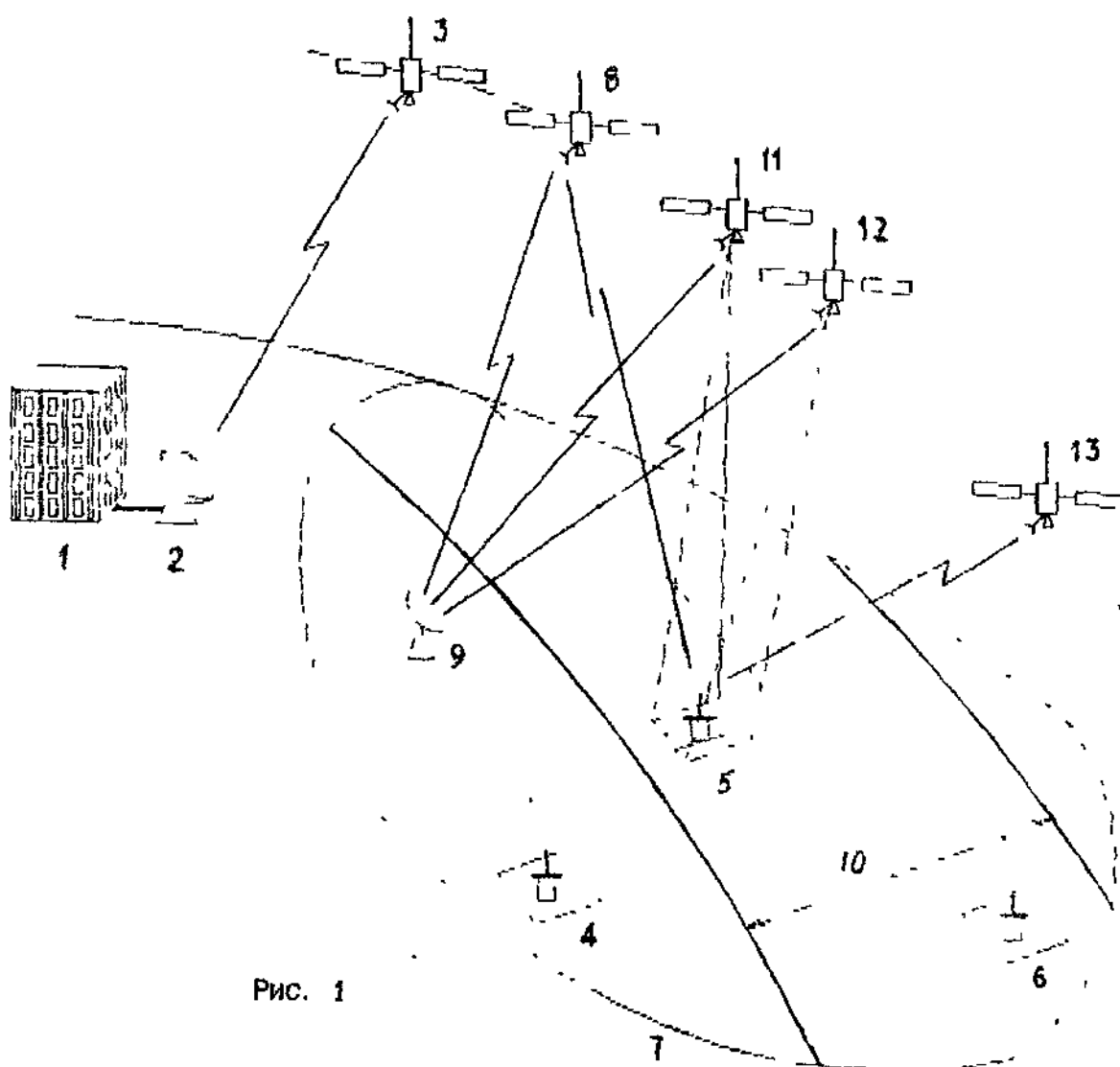
Включают бортовую передающую аппаратуру 30, 31, 36 абонентского канала в рабочий режим на время передачи отснятого кадра на пониженной скорости, т.е. на время прохождения спутника от положения 12 до положения 13.

С целью повышения оперативности доставки информации пользователям, спутник в свободное от съемок время используют для ретрансляции данных между узловой и абонентскими станциями. Для этого с помощью служебного канала, образованного блоками 14, 15, 16, 17, 22, 18, 19 и с использованием известных процедур многостанционного доступа и пакетной коммутации (Бунин С.Г., Войтер А.П., Вычислительные сети с пакетной радиосвязью. Киев, Техника, 1989), устанавливают виртуальный канал передачи данных через приемную антенну 32, фильтр 33, приемник 34, преобразователь частоты 35, передатчик 36 и перенацеливаемую передающую антенну 38 информационного канала.

Операция	Временные затраты, сутки	
	Известный способ	Предлагаемый способ
Прогнозирование движения спутника	0,1	0,1
Формирование программы съемки (предельный для предлаг. способа)	1-2	0,2
Передача программы съемки в центр управления полетом	0,1-1	нет
Формирование и закладка на борт программы работы спутника	0,2	0,2
Передача целеуказаний земным станциям	0,1	нет
Установка земных станций в районе съемки	нет	0-1
Выход спутника в район съемки	0-3	0-3
Радиообмен сигналами между спутником и земной станцией, определение местоположения земной станции	нет	0,00001

Продолжение таблицы

Операция	Временные затраты, сутки	
	Известный способ	Предлагаемый способ
Наведение съемочной и передающей аппаратуры	0	0
Съемка и передача информации	0,0001	0,0001
Прием и обработка информации	1	1
Распространение информации пользователям	3-15	0,2
Суммарные затраты	6-22	2-6



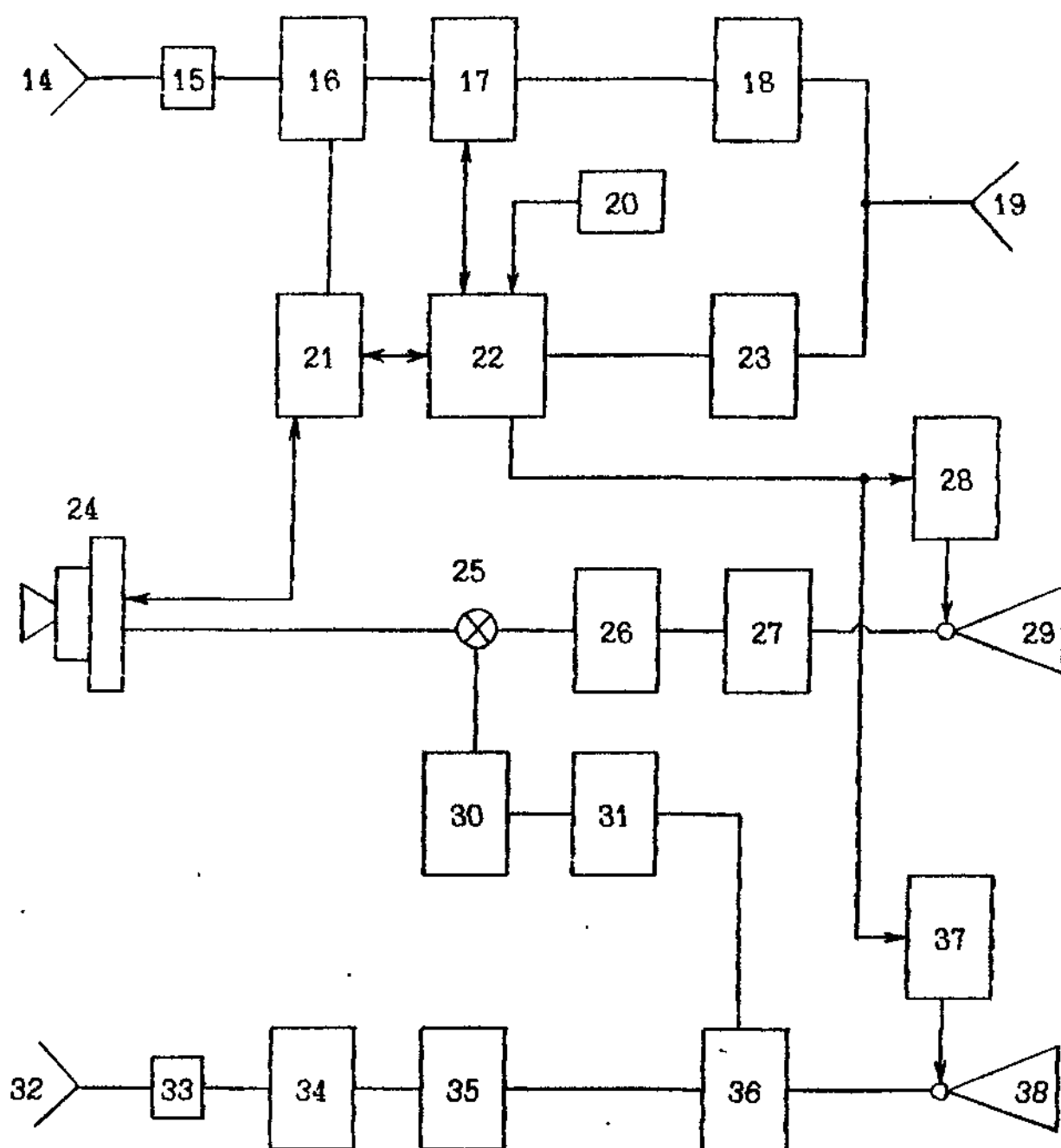


Рис. 2

Упорядник

Техред М.Моргентал

Коректор М. Самборська

Замовлення 4229

Тираж

Підписне

Державне патентне відомство України,  
254655, ГСП, Київ-53, Львівська пл., 8

Відкрите акціонерне товариство "Патент", м. Ужгород, вул.Гагаріна, 101

