

(12) МЕЖДУНАРОДНАЯ ЗАЯВКА, ОПУБЛИКОВАННАЯ В
СООТВЕТСТВИИ С ДОГОВОРом О ПАТЕНТНОЙ КООПЕРАЦИИ (РСТ)

(19) Всемирная Организация
Интеллектуальной Собственности
Международное бюро

(43) Дата международной публикации
07 апреля 2022 (07.04.2022)



(10) Номер международной публикации
WO 2022/071830 A1

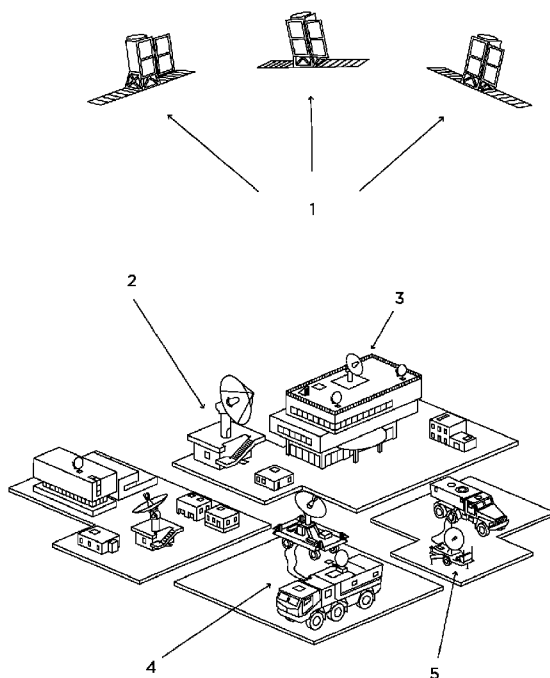
- (51) Международная патентная классификация:
B64G 1/22 (2006.01) *G01S 13/88* (2006.01)
- (21) Номер международной заявки: РСТ/RU2021/050243
- (22) Дата международной подачи:
27 июля 2021 (27.07.2021)
- (25) Язык подачи: Русский
- (26) Язык публикации: Русский
- (30) Данные о приоритете:
2020132182 30 сентября 2020 (30.09.2020) RU
- (71) Заявитель: АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ КОНЦЕРН "БАРЛ"
(AKTSIONERNOE OBSHCHESTVO NAUCHNO-PROIZVODSTVENNYI KONTSEARN "BARL")
[RU/RU]; Мурманский проезд, д.14 Москва, 129075, Moscow (RU).

(72) Изобретатели: БАСКОВ, Сергей Михайлович (BASKOV, Sergei Mikhailovich); Псковская ул, д. 9, корп. 1, кв. 48 Москва, 127253, Moscow (RU). ЛАБУТИН, Валерий Владимирович (LABUTIN, Valerii Vladimirovich); Желябова ул, д. 46, кв. 7, г.Тверь, Тверская обл, 170100, g. Tver (RU). РАЧИНСКИЙ, Андрей Григорьевич (RACHINSKII, Andrei Grigorevich); Юбилейный мкр, Малая Комитетская ул, д. 7, кв. 115, г. Королев, Московская обл, , 141090, g. Korolev, Moskovskaya obl (RU). ЯКОВЛЕВ, Артём Викторович (IAKOVLEV, Artem Viktorovich); Челобитьевское ш, д. 1Б, секция 5 Москва, 127495, Moscow (RU). ЧЕРНОВ, Михаил Евгеньевич (CHERNOV, Mikhail Evgenyevich); Трудовая ул, д. 22, кв. 199, г. Ивanteevka, Московская обл, , 141281, g. Ivanteyevka, Moskovskaya obl (RU). СТЕПАНОВ, Андрей Юрьевич (STEPANOV, Andrei Iurevich); Ягодная ул, д. 6, кв. 219 Москва, 115598, Moscow (RU). АБАНИН, Максим Борисович (ABANIN, Maksim Borisovich); ул.

(54) Title: SPACE-BASED SYSTEM FOR EARTH REMOTE SENSING

(54) Название изобретения: КОСМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Fig 1



(57) Abstract: The invention relates to space-based information systems for comprehensive Earth monitoring. The present space-based system comprises compact and lightweight spacecraft which interact with distributed ground control centres for receiving and processing images. Installed onboard the spacecraft are a C-band radar with a synthetic aperture (based on an active phased antenna array), electro-optical cameras with different frequency ranges, and an AIS signal receiver. An adaptive high-speed radio link for transmitting target information comprises an X-band active phased antenna array with a narrowly focused beam, wherein the modulation index is selected automatically according to the estimated distance from a receiving station. The technical result consists in expanding the information capabilities of the space-based system and increasing the efficiency of data exchange with the ground segment.

(57) Реферат: Изобретение относится к информационным космическим системам (КС) для комплексного мониторинга Земли. КС содержит компактные и легкие космические аппараты (КА), взаимодействующие с распределенными наземными комплексами управления приема и обработки изображений. На борту КА установлены радиолокатор С-диапазона с синтезированной апертурой (на базе активной фазированной антенной решетки-АФАР), оптико-электронные камеры разных диапазонов частот, приемник сигналов идентификации судов AIS. Адаптивная высокоскоростная радиолиния передачи целевой информации включает АФАР с узконаправленным лучом в Х-диапазоне, причем индекс модуляции автоматически выбирается в зависимости от расчетной дальности до приемной станции. Технический результат состоит в расширении информационных возможностей КС и повышении эффективности обмена данными с наземным сегментом.

Яхромская, д.4, корп.2, кв. 40 Москва, 127411, Moscow (RU). **БУШУЕВА, Ирина Сергеевна (BUSHUEVA, Irina Sergeevna)**; ул. Тихомирова, д.12, корп.2, кв.205 Москва, 127282, Moscow (RU).

(74) Агент: **ХАРЧЕНКО, Елена Алексеевна (KHARCHENKO, Elena Alekseevna)**; ул. Водников, д.2, оф.36 Москва, 125362, Moscow (RU).

(81) **Указанные государства** (если не указано иначе, для каждого вида национальной охраны): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) **Указанные государства** (если не указано иначе, для каждого вида региональной охраны): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), евразийский (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), европейский патент (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Опубликована:

- с отчётом о международном поиске (статья 21.3)
- в черно-белом варианте; международная заявка в поданном виде содержит цвет или оттенки серого и доступна для загрузки из PATENTSCOPE.

Космическая система дистанционного зондирования Земли

Область техники

5 Заявленное изобретение относится к области космической техники, более конкретно, к космическим системам (КС) радиолокационного дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

Уровень техники

10 В современных условиях развития цифровых информационных технологий на рынке ДЗЗ наиболее актуальными являются изменения в лучшую сторону следующих основных количественных показателей качества и производительности космических систем:

- 15 – значительное снижение себестоимости квадратного километра изображения космической съемки;
- снижение стоимости изготовления, запуска и эксплуатации космической системы ДЗЗ;
- снижение стоимости проектирования и изготовления
- 20 космического аппарата;
- создание универсальной космической платформы для аппаратов, позволяющей на своей базе изготавливать аппараты с различной по разрешению оптико-электронной и радиолокационной полезной нагрузкой;
- 25 – снижение масса-габаритных характеристик космического аппарата;
- возможность осуществления группового запуска космических аппаратов ДЗЗ;

– увеличение пространственного и линейного разрешения изображений продуктов космической съемки без существенного увеличения массы космического аппарата;

– увеличение периодичности съемки территории интереса путем увеличения маневренности космического аппарата (КА), а также путем быстрого и эффективного создания группировки космических аппаратов;

– увеличение скорости передачи целевой информации на наземные пункты приема путем использования узконаправленных бортовых антенн с электронным сканированием луча и с использованием схем динамической модуляции сигналов;

– использование в составе КА вторичной оптико-электронной полезной нагрузки для увеличения эффективности обработки результатов радиолокационной съемки;

– уменьшение стоимости эксплуатации наземных комплексов приема и управления путем создания сети универсальных совмещенных по радиочастотным диапазонам (прием в X-диапазоне, прием/передача в S-диапазоне частот) контейнерных необслуживаемых станций, управляемых в автоматическом режиме из единого центра;

– использование современных цифровых технологий эффективного планирования применения целевой аппаратуры космических аппаратов КС ДЗЗ в целях оптимизации съемки с учетом приоритетов, оперативности, а также погодных условий и сезонности.

Различные известные решения предлагают решение какого-либо из перечисленных аспектов либо ряда аспектов. Детальное описание всех известных из уровня техники решений, подобных предложенному изобретению, в рамках данной заявки не представляется целесообразным.

В то же время, следует указать решение, которое можно принять в качестве наиболее близкого аналога предложенного изобретения по назначению и ряду совпадающих признаков.

А именно, известен наземный специальный комплекс приема и обработки изображений, раскрытый в патентном документе RU 2460136 С2, 27.08.2012 [1], в состав которого дополнительно введен приемопередающий радиотракт S-диапазона, с помощью которого может осуществляться передача на борт космического аппарата управляющих команд.

Известное решение включает наземный комплекс приема и обработки изображений, совмещенный с комплексом управления.

Наземный комплекс управления в известном из [1] решении использует антенно-поворотный роботизированный комплекс, функционирующий в S-, и X-диапазонах. Наземный комплекс приема и обработки изображений (и управления) построен на базе автоматизированных рабочих мест, высокоскоростной демодулятор позволяет осуществлять демодуляцию сигналов с произвольным видом модуляции.

Задачей, решаемой предложенным изобретением, является одновременное выполнение всех вышеперечисленных современных системных требований к космическим комплексам ДЗЗ путем реализации предложенных подходов к построению космических аппаратов и наземных комплексов приема, обработки и управления.

Технический результат – получение радиолокационных изображений с лучшим уровнем радиометрической чувствительности.

Другим техническим результатом – осуществление режима непосредственного сброса (одновременная съемка и сброс изображения на приемную станцию) со скоростями до 1,5 Гбит/с без

каких-либо механических приводов наведения, только за счет электронного сканирования.

Еще одним техническим результатом – применение динамической модуляция, обеспечивающей увеличение объема сброса сырого потока при использовании малоапертурной антенны в составе Земной приемной станции.

Другие технические результаты, достижение которых обеспечивает предложенное изобретение, будут указаны в следующих разделах описания как в явном виде, так и будут следовать для специалиста из описания конструкции и функционирования составных частей комплекса.

Раскрытие изобретения

В качестве объекта изобретения рассматривается космическая система дистанционного зондирования Земли, спроектированная и изготовленная с учетом комплексного применения целого ряда технических и конструктивных решений, позволяющих существенно улучшить основные показатели классических систем ДЗЗ.

Согласно изобретению, в его подробном варианте осуществления предложена космическая система дистанционного зондирования Земли, включающая:

- по меньшей мере, один космический аппарат (КА), который построен на силовой раме из алюминиевых и/или карбоновых ферменных конструкций, и выполненный с возможностью размещения под головным обтекателем ракеты-носителя;
- наземный комплекс управления (НКУ);
- наземный комплекс приема и обработки изображений (НКПОИ);

и содержащая в составе полезной нагрузки:

– радиолокатор, с синтезированной апертурой, построенный с использованием активной фазированной антенной решетки (АФАР) С-диапазона частот;

5 – оптико-электронные камеры среднего разрешения видимого и инфракрасного диапазонов частот;

– приемник сигналов автоматической идентификации судов AIS;

10 – аппаратуру передачи целевой информации, выполненную на базе активной фазированной решетки с узконаправленным лучом в Х-диапазоне, обеспечивающую адаптивную высокоскоростную радиолинию Х-диапазона с регулированием скорости от 480 Мбит/с до 1,5 Гбит/с, причем индекс модуляции автоматически выбирается системой управления в зависимости от расчетной относительной
15 дальности до приемной станции.

Радиолокационная полезная нагрузка, построенная с использованием планарной АФАР С-диапазона частот позволяет получить радиолокационные изображения с лучшим уровнем радиометрической чувствительности.

20 Построение АФАР как цифровой антенной решетки позволяет повысить общую надежность системы, использовать цифровое формирование лучей на передачу и прием.

 Данное решение позволяет обеспечить работоспособность системы при 2-3 рабочих устройствах управления (включая одну из трех
25 центральных) с незначительным снижением функциональности.

В качестве бортового оборудования радиолинии передачи целевой информации используется решение, состоящее из кодер-модулятора и двух моноблоков АФАР с узконаправленным лучом в Х-диапазоне частот.

Данное решение позволяет осуществлять режим непосредственного сброса (одновременная съемка и сброс изображения на приемную станцию) со скоростями до 1,5 Гбит/с без каких-либо механических приводов наведения, только за счет электронного сканирования,

Также в устройстве применяется динамическая модуляция, причем индекс модуляции автоматически выбирается системой управления в зависимости от расчетной относительной дальности до приемной станции, объем сброса сырого потока увеличивается до 2-х раз при использовании малоапертурной антенны в составе Земной приемной станции.

В варианте развития изобретения станции НКУ и НКПОИ размещены в необслуживаемых контейнерах, работающих в автоматическом режиме и управляемыми из единого центра обработки данных.

Изобретение обеспечивает решение множества комплексных аспектов. Поэтому, для более ясного понимания сущности изобретения, соответствующие результаты будут указаны далее при подробном описании изобретения при непосредственном описании его существенных признаков.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Для более полного раскрытия сущности предложенное изобретение иллюстрируется чертежами, согласно которым представлены:

Фиг. 1 – состав КС ДЗЗ.

Фиг. 2 А, В – внешний вид конструкции КА.

Фиг. 3 – вид КА в транспортной конфигурации.

Фиг. 4 А, В – вид КА в летной конфигурации.

Фиг. 5-6 – габаритный чертеж КА в транспортной конфигурации.

Фиг. 7 – вид АФАР.

Фиг. 8 – подрешетка АФАР.

5 Фиг. 9 – антенная панель.

Фиг. 10 – моноблок АФАР.

Фиг. 11 – размещение КА при их групповом запуске.

Фиг. 12 А, В – вид наземного комплекса управления или наземного комплекса приема и обработки изображений.

10

ВАРИАНТ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ.

В основе осуществления изобретения находятся следующие положения.

15 Предпочтительно, в состав КС ДЗЗ входят, по меньшей мере, один космический аппарат, а также наземный комплекс управления, наземный комплекс приема и обработки изображений, которые могут быть совмещены в рамках одного комплекса.

20 Кроме того, как показано на фиг. 1, в состав КС ДЗЗ могут входить более чем один космический аппарат (1), совмещенная стационарная антенна X и S-диапазонов (2), центр управления и обработки (3), мобильный комплекс управления (4), мобильный комплекс приема (5).

25 Совмещение средств в рамках одного комплекса или выполнение из мобильными осуществляется в зависимости условий и целей поставленных задач.

Космический аппарат (фиг. 2А, 2В) построен на силовой раме из карбоновых и/или алюминиевых ферменных конструкций. Неизменность сочетаний размеров элементов конструкции позволяет

обеспечить требуемую прочность. При этом одновременно при требуемой жесткости обеспечивается малая масса конструкции.

Космический аппарат (фиг. 3, 5, 6) построен с использованием раскрываемых панелей солнечных батарей и раскрываемой конструкцией радиолокационной полезной нагрузки.

Панели солнечных батарей и конструкция радиолокационной полезной нагрузки (фиг. 4А, 4В) приводятся и фиксируются в рабочем положении для обеспечения жесткости конструкции и минимального времени успокоения после маневров при наведении.

В космическом аппарате используется радиолокационная полезная нагрузка, построенная с использованием планарной активной фазированной антенной решетки (АФАР) С-диапазона частот (5250-5570 МГц, длина волны 554 см). АФАР состоит из трех механических панелей, служащих для уменьшения габаритов космического аппарата в транспортной конфигурации (фиг. 7).

АФАР состоит из 15 одинаковых подрешеток, каждая из которых является самостоятельным радиоэлектронным устройством (фиг. 8). Три центральных подрешетки используются для управления остальными подрешетками, сбором данных от всех подрешеток, фильтрации и сжатия данных, сохранения результатов съемки в блоке запоминающего устройства (БЗУ). Подобная конструкция позволяет легко масштабировать АФАР при расчете работы на разных орбитах или для получения радиолокационных изображений с лучшим уровнем радиометрической чувствительности.

Так, на фиг. 8 показано: антенная панель (6), комбинирующие устройства по азимуту (7), плата фазовращателей и аттенюаторов (7 каналов) (8), разделители/сумматоры сигналов по азимуту (7 на один канал) (9), внешний цифровой интерфейс (10), контроллер антенной панели (11), усилитель высокой мощности (7 каналов).

В частном случае, структурно каждая подрешетка может состоять из устройства управления – ПЛИС с 8-канальным АЦП / ЦАП, 6 одинаковых антенных панелей, цепи электроснабжения с дублированием, цифровых линий управления и синхронизации, цифровых сигнальных линий. Антенные панели представляют собой самостоятельное радиоэлектронное устройство, содержащее в себе 7 линий по 16 приемо-передающих излучателей (ППИ) в каждой, выполненных по микрополосковой технологии (фиг. 9). Шаг между ППИ равен 23 мм, меньше половины длины волны, что позволяет снизить уровень боковых лепестков излучения антенны. Каждая антенная панель содержит преобразователь частоты вверх, разделитель сигнала на 7 каналов, 7-канальные управляемые фазовращатели, предусилители, аттенюаторы, усилители мощности в передающем тракте; циркуляторы для переключения электрических цепей с передачи на прием; 7-канальные управляемые фазовращатели, малошумящие усилители, преобразователь частоты вниз, сумматор сигналов в приемном тракте. В усилителях используются нитрид-галлиевые транзисторы, имеющие больший КПД по сравнению с арсенид-галлиевыми и кремниевыми, большую радиационную стойкость, температурный диапазон. Радиолокатор работает в импульсном режиме, со скважностью от 4 до 30, поэтому для исключения скачков напряжения и тока в момент излучения импульсов, в каскадах усилителей мощности используются ионисторы (суперконденсаторы) большой емкости.

Антенные панели объединены попарно в фазовые центры, в каждой подрешетке три фазовых центра. Каждый фазовый центр имеет собственную линию АЦП / ЦАП. Используемая в устройстве управления ПЛИС с 8-канальным АЦП / ЦАП задействует только 3 канала в подрешетке для сигналов, 1 канал отводится под цепь

калибровки, оставшиеся 4 канала могут быть использованы для обслуживания фазовых центров и цепи калибровки соседней подрешетки. ПЛИС в соседней подрешетке в таком случае может быть отключена и использоваться в режиме «холодного» резервирования, что значительно повышает надежность АФАР и системы в целом.

Для повышения стойкости к радиационному излучению, электронные компоненты, монтируемые в планарном исполнении на тыльной стороне АФАР, защищаются алюминиевыми пластинами, толщина которой для участка устройства управления увеличена.

В данном исполнении АФАР состоит из 45 фазовых центров, каждый из которых имеет собственные цифровые и аналоговые сигнальные цепи. Для дополнительного обеспечения надежности имеется возможность использования всех антенных панелей в подрешетке как одного фазового центра, что потребует 15 сигнальных линий. Данное решение позволяет обеспечить работоспособность системы при 2-3 рабочих устройствах управления (включая одну из трех центральных) с незначительным снижением функциональности.

Построение АФАР как цифровой антенной решетки позволяет повысить общую надежность системы, использовать цифровое формирование лучей на передачу и прием. Например, получение трех лучей с разными углами отклонения на приеме возможно одновременно при цифровом сложении сигналов от фазовых центров с разными задержками. При классической реализации в данном случае потребуется использование трех параллельных аналоговых линий и утроения числа АЦП.

В КА предусмотрена система ориентации и стабилизации, которая позволяет осуществлять как левостороннюю, так и правостороннюю съемку, что значительно увеличивает полосу обзора, а также поворот КА на 90^0 по рысканью для обеспечения детальной

съемки. Поворот КА на 90^0 по рысканью позволяет использовать углы сканирования по азимуту $\pm 25^0$ без механического разворота КА для сопровождения области съемки, в то время как в классическом исполнении в современных РСА значение угла сканирования по азимуту составляет $\pm 2^0$. Это позволяет значительно увеличить длину синтезированной апертуры, улучшить разрешение по азимуту, использовать накопления сигнала по азимуту для улучшения радиометрической чувствительности.

В качестве бортового оборудования радиолинии передачи целевой информации используется решение, состоящее из кодер-модулятора и двух моноблоков АФАР (фиг. 10) с узконаправленным лучом в X-диапазоне частот.

Для увеличения надежности и оперативности сброса целевой информации в составе КА используется две решетки, установленные на левой и правой стороне КА относительно продольной оси радиолокационной полезной нагрузки. Данное решение позволяет осуществлять режим непосредственного сброса (одновременная съемка и сброс изображения на приемную станцию) со скоростями до 1,5 Гбит/с без каких-либо механических приводов наведения, только за счет электронного сканирования, которое может производиться в секторе ± 70 градусов от нормали по всем направлениям как по левой стороне, так и по правой стороне движения КА.

Также в устройстве применяется динамическая модуляция, причем индекс модуляции автоматически выбирается системой управления в зависимости от расчетной относительной дальности до приемной станции, что обеспечивает увеличение объема сброса сырого потока до 2-х раз при использовании малоапертурной антенны в составе Земной приемной станции. Вследствие примененных в конструкции силовой рамы материалов, массогабаритные

характеристики космического аппарата вследствие указанного выше конструктивного выполнения позволяют размещать до трех аппаратов под обтекателем ракеты-носителя (например, под головным обтекателем ракеты-носителя «Союз 2.1») (фиг. 11) и производить
5 одновременный групповой запуск.

Наземный комплекс управления КА ДЗЗ (НКУ) использует антенно-поворотный комплекс на базе роботизированного механизма, построенного по схеме гексапод с минимальным диаметром зеркала $2,4\text{м} \div 3,5\text{м}$ и малогабаритными характеристиками, функционирующий
10 как в S, так и X-диапазонах.

НКУ использует радиомодем с прямым и обратным каналом, обладающий высокими эксплуатационными и техническими параметрами с минимальным энергопотреблением.

Наземный комплекс приема и обработки изображений (НКПОИ),
15 также использует антенно-приемное устройство на базе роботизированного механизма, построенного по схеме гексапод с минимальным диаметром зеркала $2,4\text{м} \div 4,0$ и малыми массогабаритными характеристиками, функционирует как в S и X-диапазонах длин волн.

В предпочтительных вариантах НКПОИ построен на базе автоматизированных рабочих мест (АРМ), функционирующих с использованием СПО на базе ОС WINDOWS, а также на базе ОС Astra Linux (опционально).
20

НКПОИ построен с использованием демодулятора, функционирующего в адаптивном режиме с точки зрения видов модуляции в зависимости от угла места, обеспечивает скорость от 480 мбит/с до 1,5 Гбит/с. Данный демодулятор оснащен оригинальным демаппером, позволяющим демодулировать сигналы с произвольными видами модуляции. Настройка сигнального созвездия может быть
25

осуществлена оператором. В демодуляторе реализовано аппаратное декодирование помехоустойчивых кодов и снятие транспортного протокола радиолинии в темпе приема.

5 Для повышения надежности и времени эксплуатации, а также для работы в условиях ветровых нагрузок антенные системы оснащаются радиопрозрачным укрытием, как можно увидеть на фиг. 12 А, В.

Для обеспечения максимального суммарного суточного времени сеансов связи с космическими аппаратами земные станции НКУ и приемные станции НКПОИ территориально
10 распределяются/размещаются в необслуживаемых контейнерах, работающих в автоматическом режиме и управляемыми из единого центра.

В состав НКУ и НКПОИ входит комплекс специализированного программного обеспечения (СПО), который может функционировать в
15 двух режимах (автоматический и ручной). Автоматический режим позволяет наземному комплексу функционировать при минимальном вмешательстве оператора. Ручной режим позволяет использовать каждую из частей комплекса СПО по отдельности.

В комплексе СПО НКУ и НКПОИ реализованы следующие
20 функции:

- планирование объектов съемки по всему земному шару и закладки программы на борт КА с выбранным пакетом заданий с НКУ (ЦУП);
- голосовые уведомления оператора о системных событиях и
25 ошибках;
- формирование, отображение и анализ отчетов о проведенных сеансах связи с полной телеметрией оборудования и подсистем;

- отображение в реальном времени полной телеметрии антенно-приемных комплексов (АПК) и демодуляторов (модемов);

- сбор и анализ диагностических данных о состоянии составных частей НКПОИ перед началом и во время проведения сеансов связи;

- отображение критически важной информации о всех составных частях НКПОИ.

СПО НКУ реализует гибкую систему планирования сеансов связи с КА, поддерживающую большое количество антенно-приемных комплексов (АПК). СПО НКУ и НКПОИ, для эффективной работы операторов, имеет встроенную систему электронной эксплуатационной документации в виде всплывающих сообщений с краткой информацией и ссылкой на подробное описание осуществляемого действия оператора.

Дополнительно СПО НКУ и НКПОИ имеет встроенную электронную систему обучения операторов автоматизированных рабочих мест (АРМ) НКПОИ, которая реализует следующие функции:

- ознакомление и обучение работе с СПО определенного АРМ НКПОИ;

- проведение тестов для определения усвоения материалов, квалификации и ввода в строй операторов АРМ. ЗС и НКПОИ построены на базе удаленной технологии управления и передачи полученной информации в Центр обработки данных через проводной или спутниковый канал связи Ku (Ka)-диапазона.

Дополнительно СПО НКПОИ имеет встроенную электронную систему обработки принятых радиолокационных снимков, оптических снимков и сигналов от системы AIS (Automatic Identification System). При получении снимков второго уровня обработки используются нейросетевые технологии, реализованные на аппаратном нейросетевом

модуле. Использование нейросетевых технологий позволяет получать в масштабе времени близком к реальному продукты с тематической обработкой, такие как: комплексное представление радиолокационных и оптических снимков; автоматическое распознавание типов 5 поверхностей, возраста льда, распознавание судов и выявление «темных» судов с отключенным передатчиком сигналов системы AIS.

ПРОМЫШЛЕННАЯ ПРИМЕНИМОСТЬ

10 В заявленном решении НКУ и НКПОИ построены по принципу территориального распределения. Из единого центра обработки данных в автоматическом режиме осуществляется управление функционированием сети контейнерных необслуживаемых станций.

15 Совместное применение вышеописанных технических решений позволяет добиться значительного улучшения основных характеристик с достижением отмеченных выше технических результатов, а кроме этого значительно удешевить космическую систему как на этапе изготовления, так и на этапе эксплуатации.

Формула изобретения

1. Космическая система дистанционного зондирования Земли, включающая:

– по меньшей мере, один космический аппарат, который построен на силовой раме из алюминиевых и/или карбоновых ферменных конструкций, выполненный с возможностью размещения под головным обтекателем ракеты-носителя;

– наземный комплекс управления (НКУ);

– наземный комплекс приема и обработки изображений (НКПОИ);

и содержащая в составе полезной нагрузки:

– радиолокатор, с синтезированной апертурой, построенный с использованием активной фазированной антенной решетки С-диапазона частот;

– оптико-электронные камеры среднего разрешения видимого и инфракрасного диапазонов частот;

– приемник сигналов автоматической идентификации судов AIS;

– аппаратуру передачи целевой информации, которая выполнена на базе активной фазированной решетки с узконаправленным лучом в Х-диапазоне, обеспечивающую адаптивную высокоскоростную радиолинию Х-диапазона с регулированием скорости от 480 Мбит/с до 1,5 Гбит/с, причем индекс модуляции автоматически выбирается системой управления в зависимости от расчетной относительной дальности до приемной станции.

2. Космическая система по любому из пп. 1, отличающаяся тем, что станции НКУ и НКПОИ размещены в необслуживаемых

контейнерах, работающих в автоматическом режиме и управляемых из единого центра обработки данных.

5

10

15

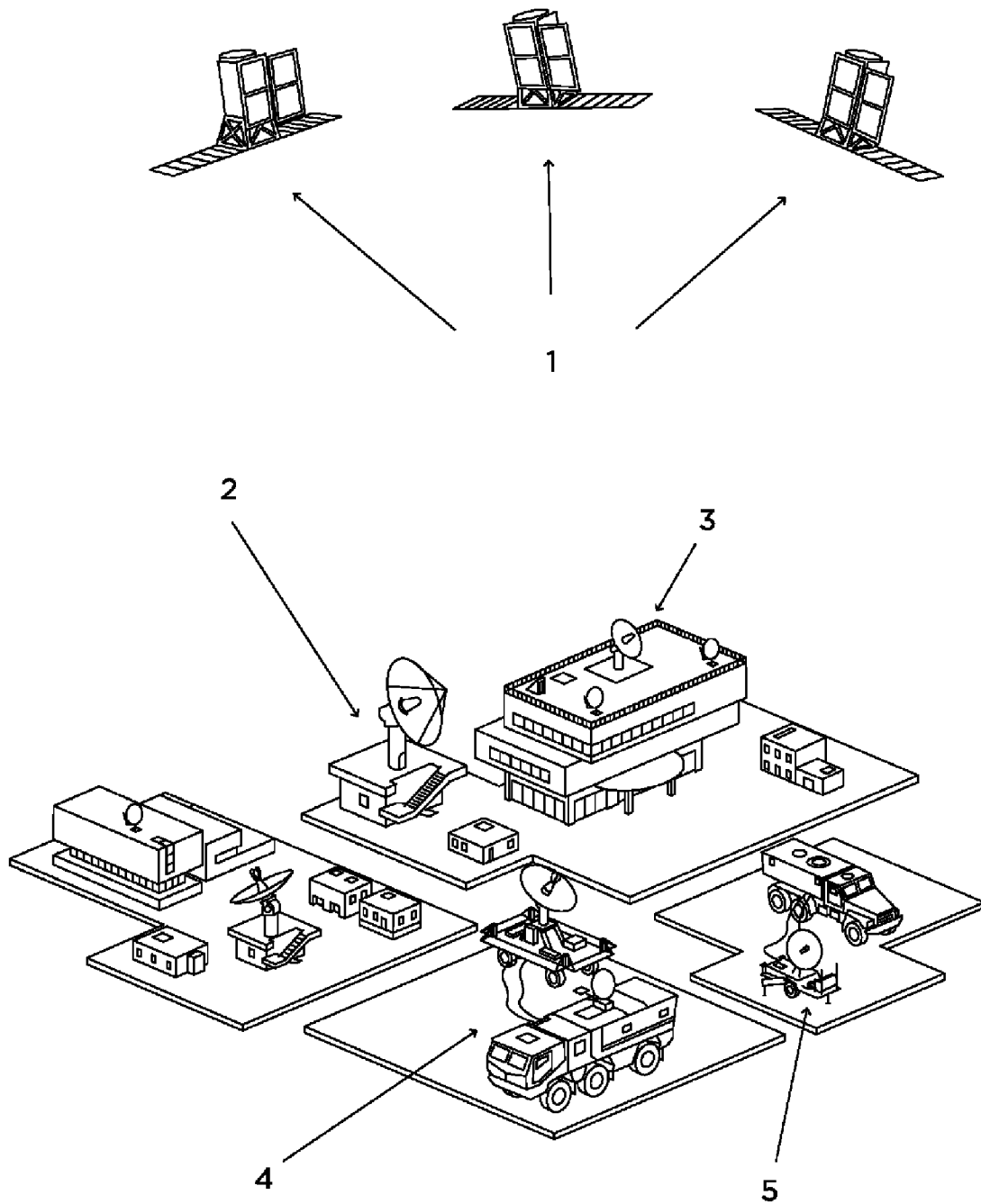
20

25

30

1/12

Fig 1



2/12

Fig 2A

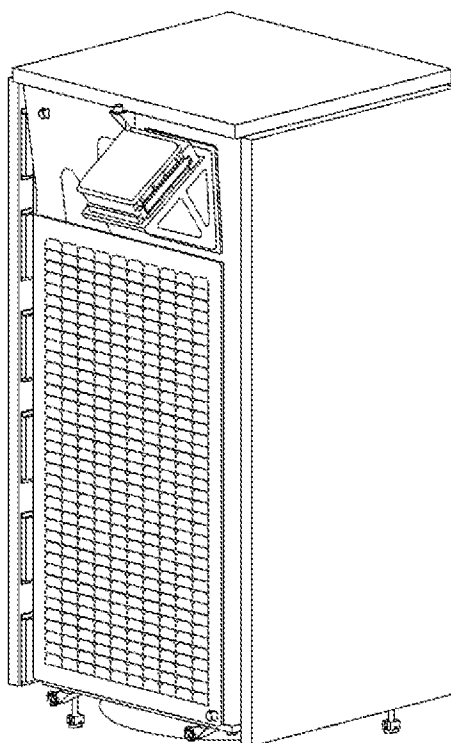
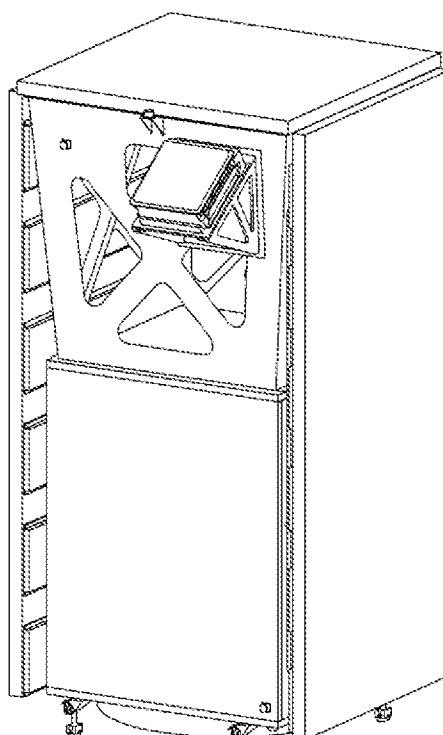
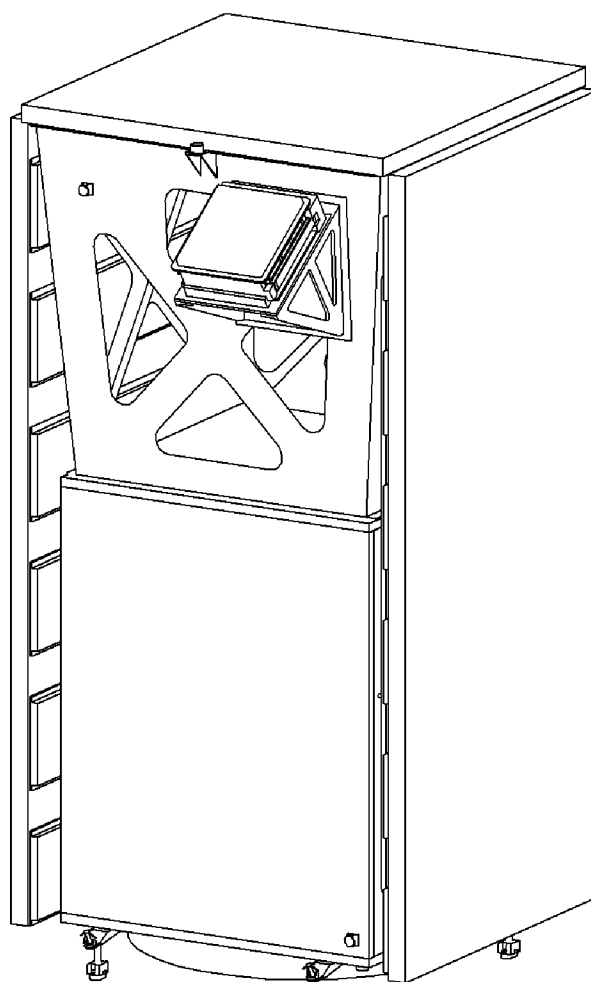


Fig 2B

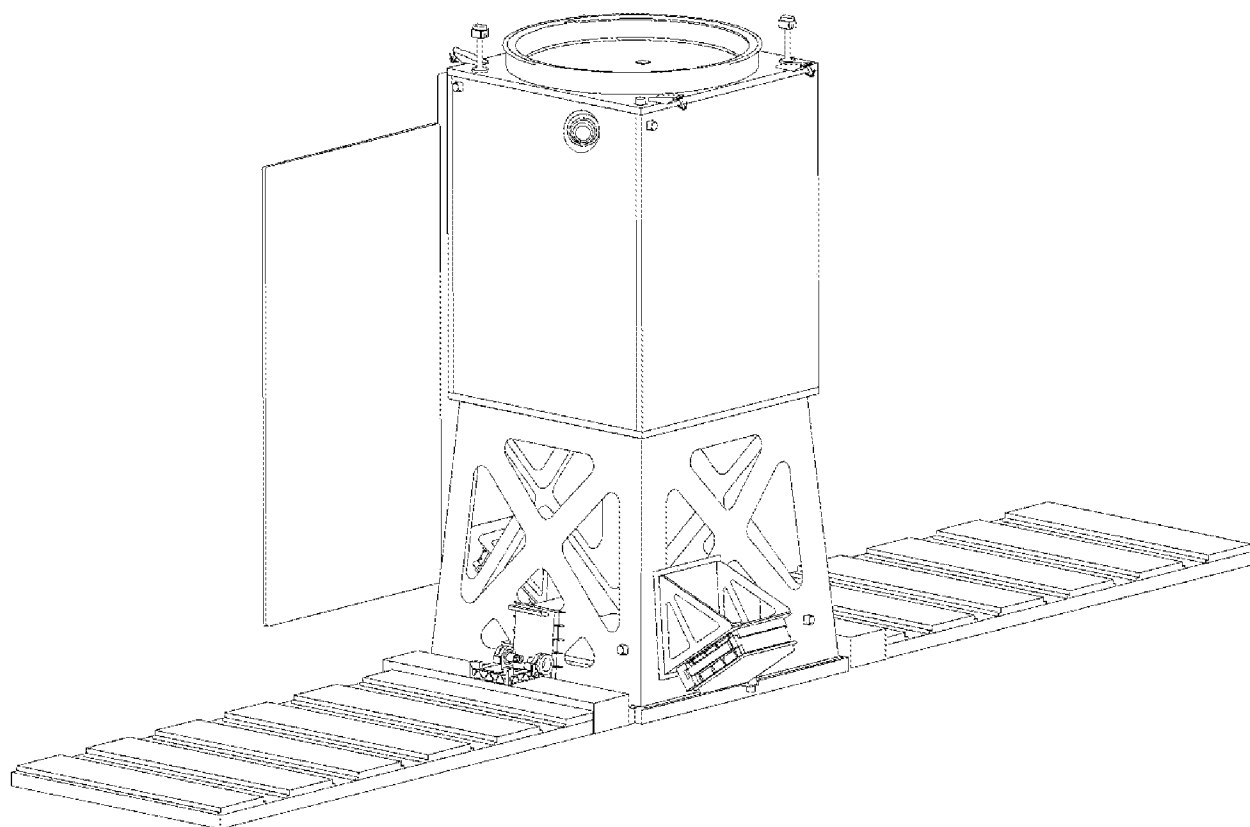
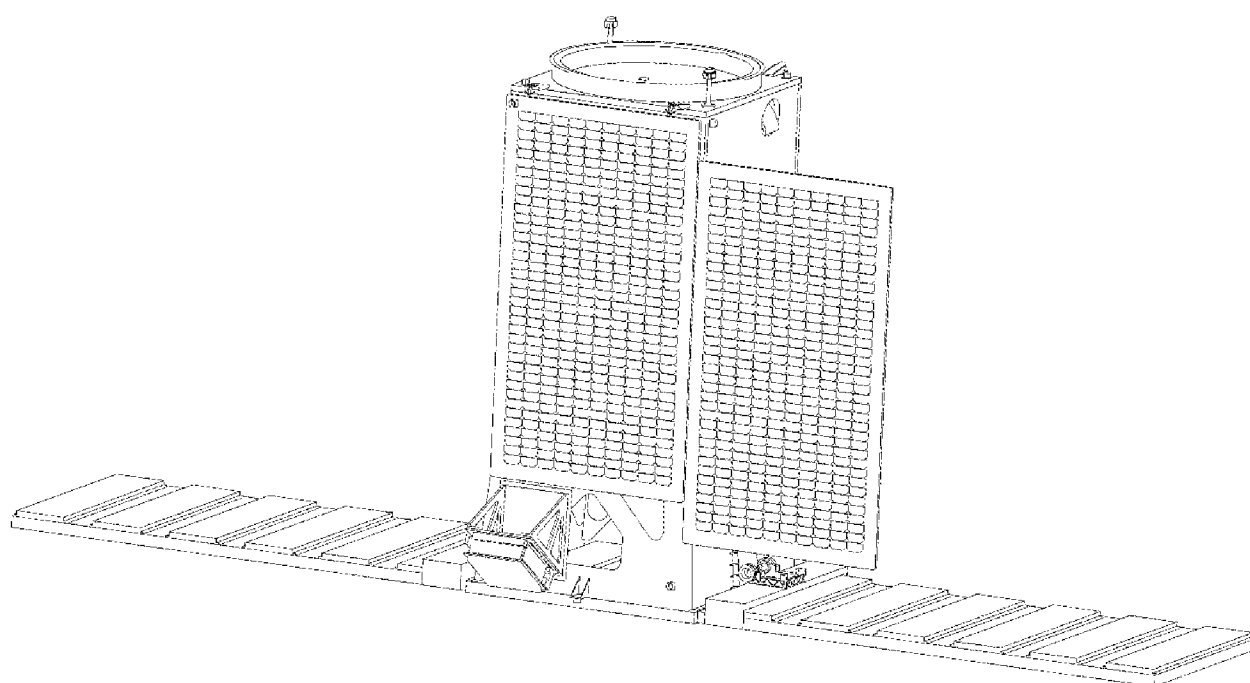


3/12

Fig 3



4/12

Fig 4A**Fig 4B**

5/12

Fig 5

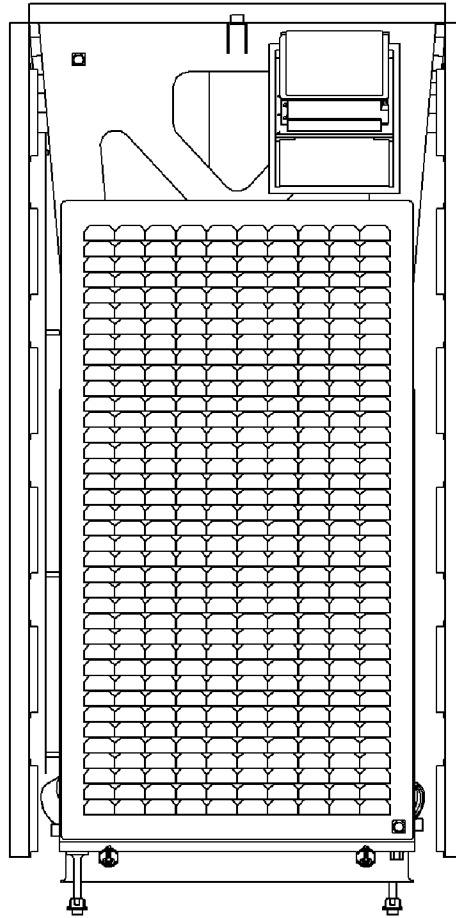
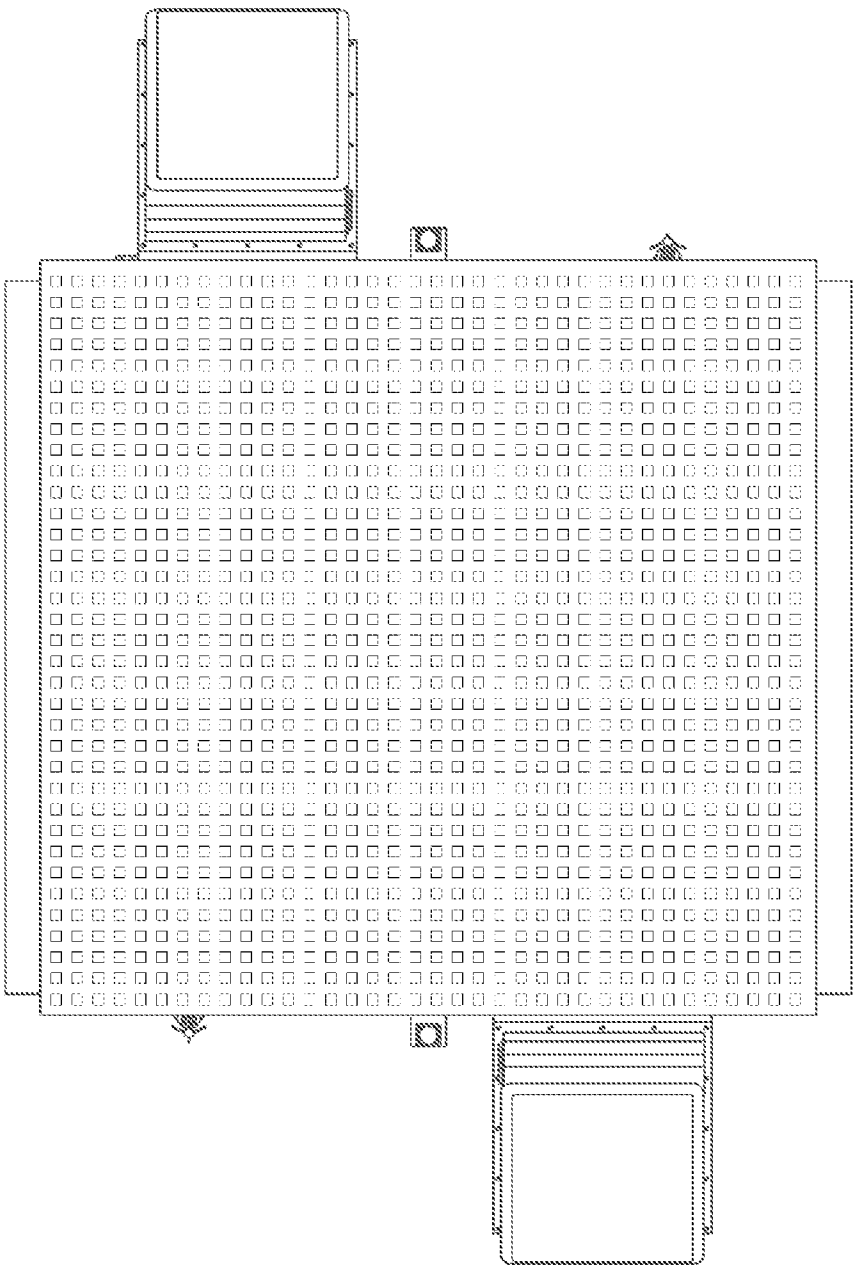
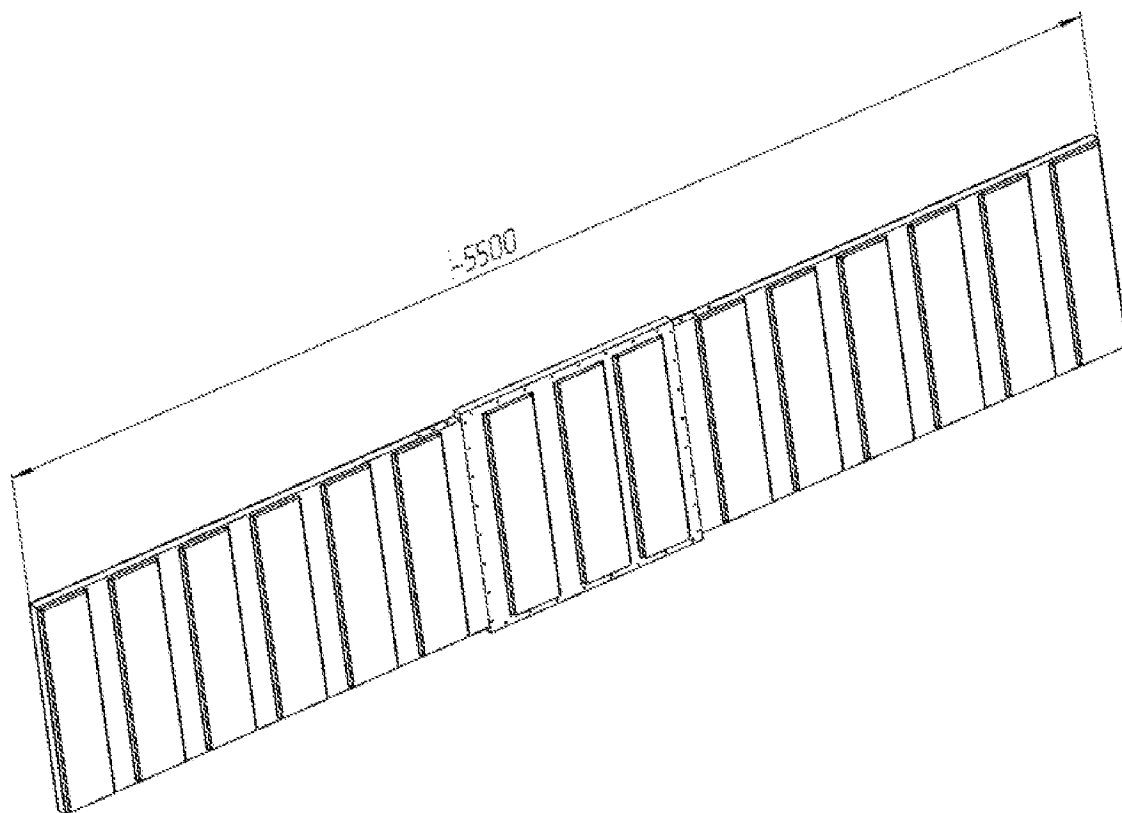


Fig 6

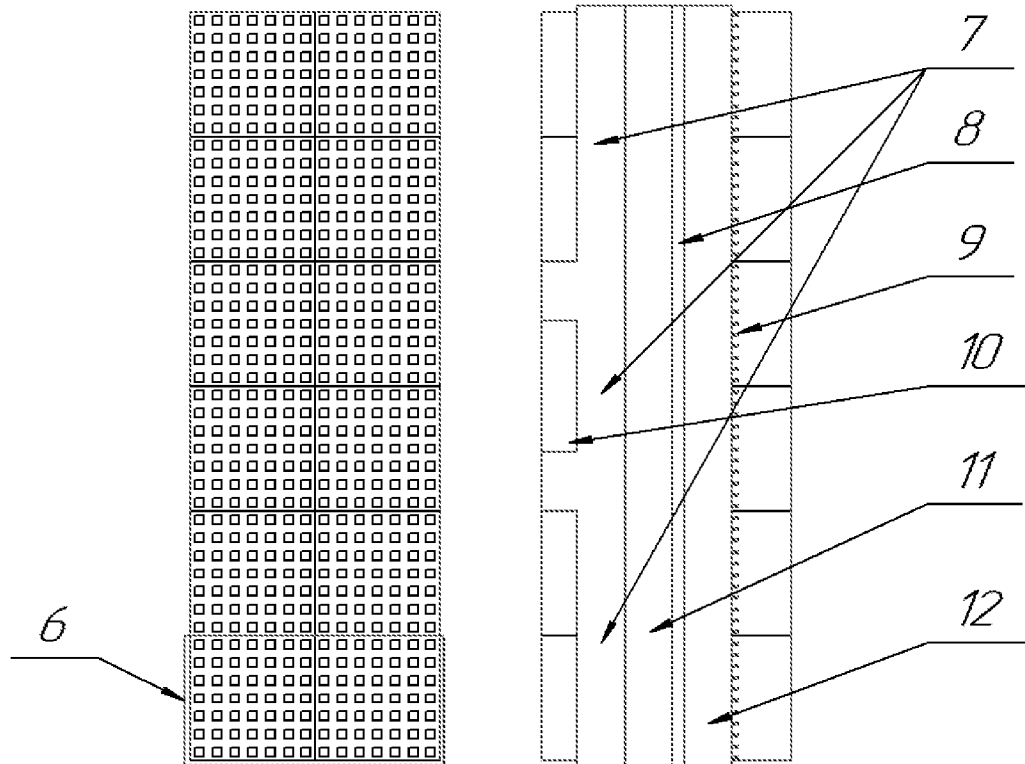
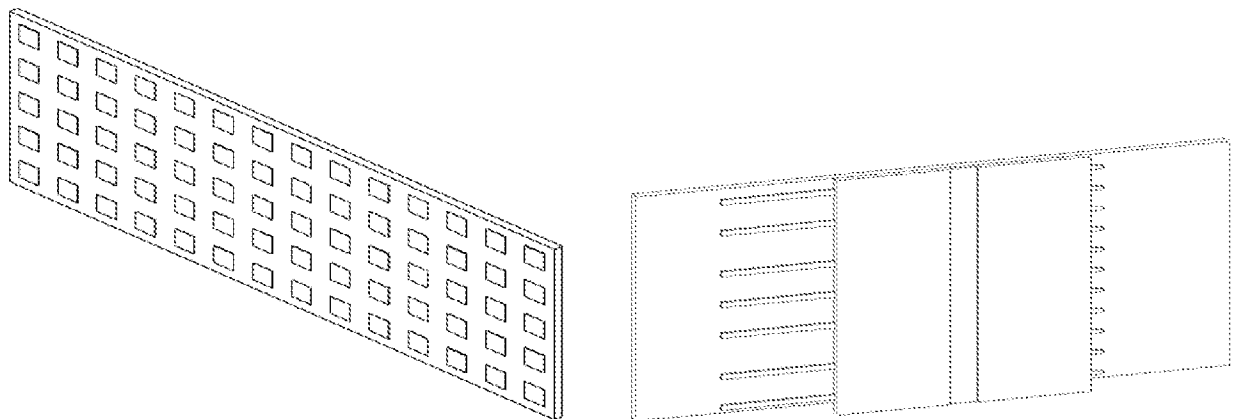


7/12

Fig 7

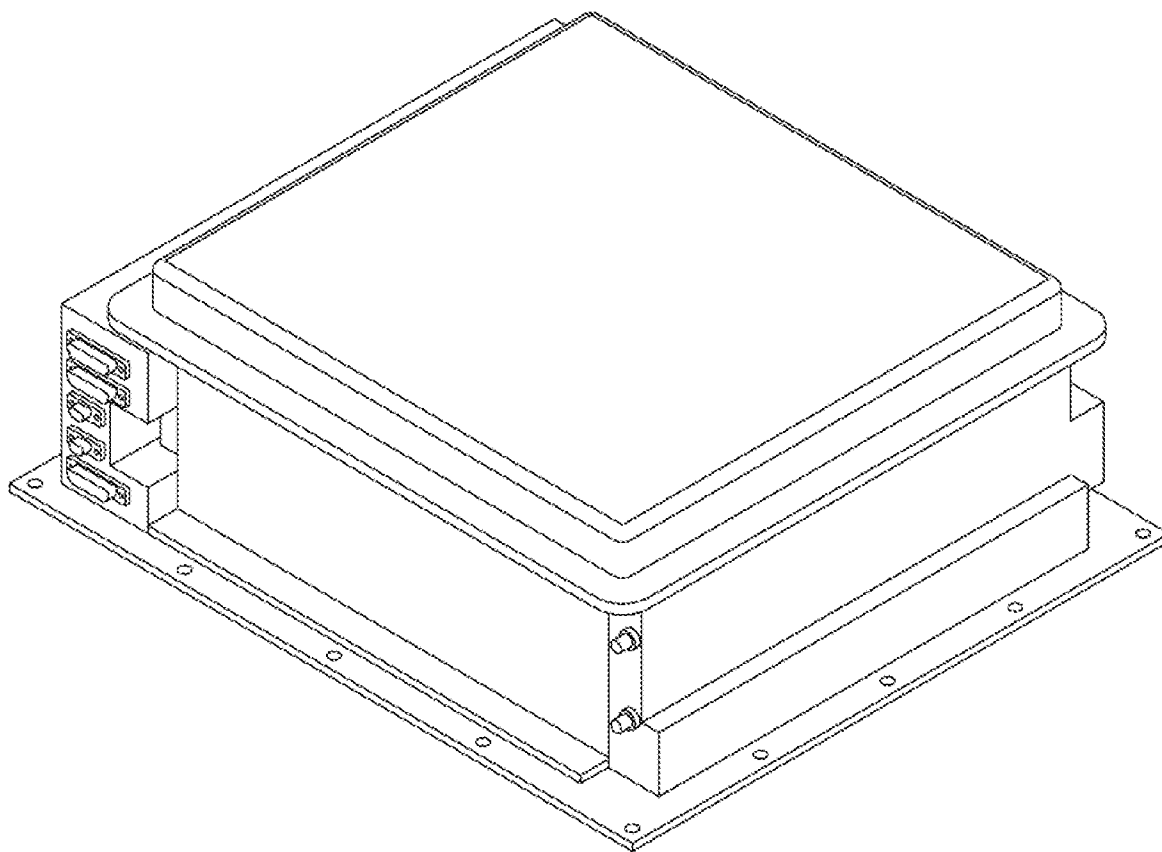


8/12

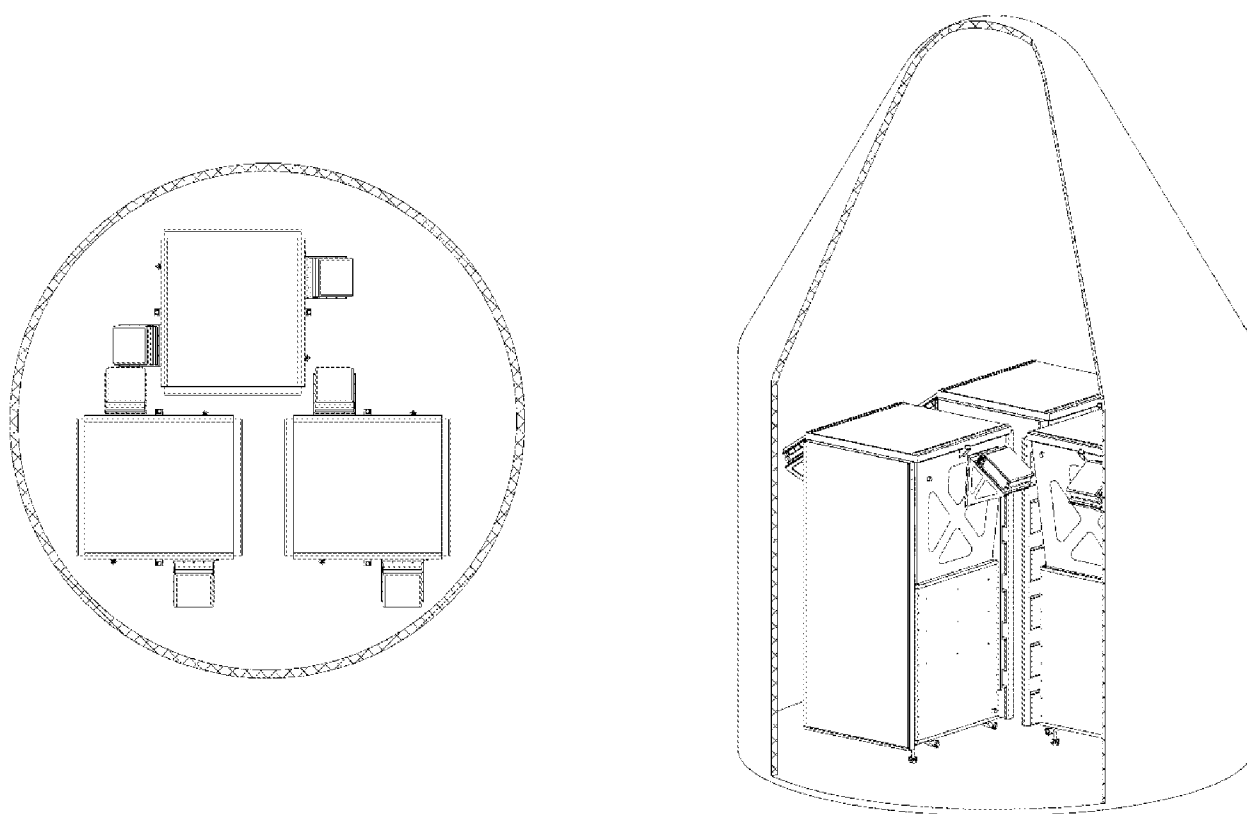
Fig 8**Fig 9**

9/12

Fig 10

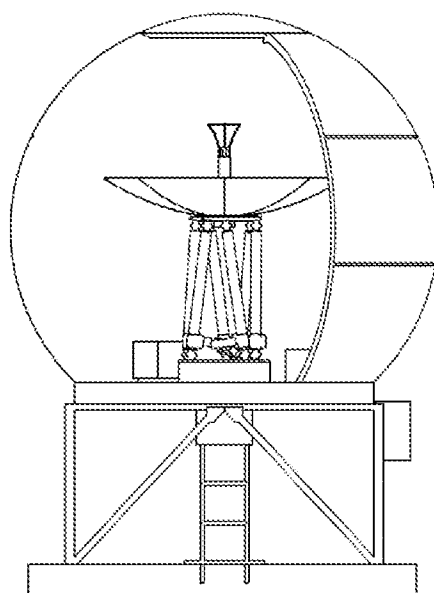


10/12

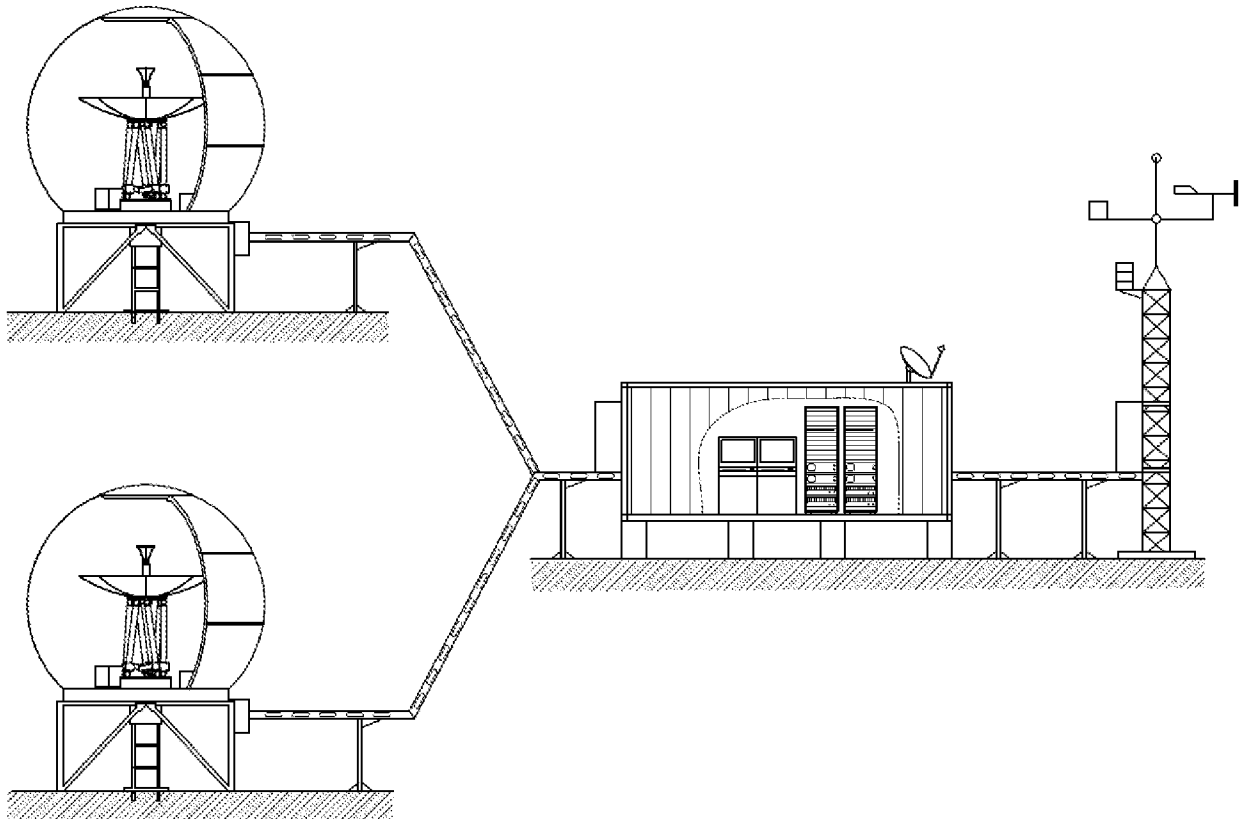
Fig 11

11/12

Fig 12A



12/12

Fig 12B

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/RU 2021/050243

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B64G 1/22 (2006.01)**G01S 13/88 (2006.01)**

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B64G 1/10, 1/22, 1/44, 3/00, G01S 5/02, 7/00, 13/88-13/937, G06T 1/00, G08G 3/02, H04B 7/185, 7/204

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

PatSearch (RUPTO Internal), USPTO, PAJ, Espacenet, Information Retrieval System of FIPS

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	RU 2465729 C2 (FEDERALNOE GOSUDARSTVENNOE UNITARNOE PREDPRIYATIE "GOSUDARSTVENNY KOSMICHESKY NAUCHNO-PROIZVODSTVENNY TSENTR IMENI M.V. KHRUNICHEVA") 27.10.2012, abstract, the claims, p. 14-16, figures 1, 4-7	1-2
A	CN 103287588 A (SHANGHAI SATELLITE ENGINEERING INSTITUTE) 11.09.2013, abstract, paragraphs [0023] - [0031], figures 1-4	1-2
A	DX-1. Sputniki. Kosmicheskije apparaty sputniki) Rossii [on-line] 26 October 2016 [retrieved on 2021-02-09]. Found in Internet: < https://mapgroup.com.ua/kosmicheskije-apparaty/27-rossiya/906-dx-l >	1-2
D, A	RU 2460136 C2 (ZAKRYTOE AKTSIONERNOE OBSHCHESTVO NAUCHNO-PROIZVODSTVENNY KONTSEKSN "BARL") 27.08.2012, abstract	1-2
A	RU 2665704 C1 (SES S.A.) 04.09.2018, abstract, figures 7-10	1-2
A	US 9473578 B2 ((HUGHES NETWORK SYSTEMS, EEC) 18.10.2016, abstract	1-2

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

04 October 2021 (04.10.2021)

Date of mailing of the international search report

03 November 2021 (03.11.2021)

Name and mailing address of the ISA/

RU

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

ОТЧЕТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ

Номер международной заявки

PCT/RU 2021/050243

A. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ <i>B64G 1/22 (2006.01)</i> <i>G01S 13/88 (2006.01)</i> Согласно Международной патентной классификации МПК		
B. ОБЛАСТЬ ПОИСКА Проверенный минимум документации (система классификации с индексами классификации) B64G 1/10, 1/22, 1/44, 3/00, G01S 5/02, 7/00, 13/88-13/937, G06T 1/00, G08G 3/02, H04B 7/185, 7/204 Другая проверенная документация в той мере, в какой она включена в поисковые подборки Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если, возможно, используемые поисковые термины) PatSearch (RUPTO Internal), USPTO, PAJ, Espacenet, Information Retrieval System of FIPS		
C. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ:		
Категория*	Цитируемые документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
A	RU 2465729 C2 (ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ "ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОСМИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР ИМЕНИ М.В. ХРУНИЧЕВА") 27.10.2012, реферат, формула, страницы 14-16, фигуры 1, 4-7	1-2
A	CN 103287588 A (SHANGHAI SATELLITE ENGINEERING INSTITUTE) 11.09.2013, реферат, параграфы [0023]-[0031], фигуры 1-4	1-2
A	DX-1. Спутники. Космические аппараты (спутники) России [он-лайн] 26 октября 2016 [найден 2021-02-09]. Найдено в Интернет: < https://mapgroup.com.ua/kosmicheskie-apparaty/27-rossiya/906-dx-1 >	1-2
D, A	RU 2460136 C2 (ЗАКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ КОНЦЕРН "БАРЛ") 27.08.2012, реферат	1-2
A	RU 2665704 C1 (СЕС С.А.) 04.09.2018, реферат, фигуры 7-10	1-2
A	US 9473578 B2 ((HUGHES NETWORK SYSTEMS, LLC) 18.10.2016, реферат	1-2
☐ последующие документы указаны в продолжении графы C. ☐ данные о патентах-аналогах указаны в приложении		
* Особые категории ссылочных документов: "А" документ, определяющий общий уровень техники и не считающийся особо релевантным "D" документ, цитируемый заявителем в международной заявке "Е" более ранняя заявка или патент, но опубликованная на дату международной подачи или после нее "L" документ, подвергающий сомнению притязание(я) на приоритет, или который приводится с целью установления даты публикации другого ссылочного документа, а также в других целях (как указано) "O" документ, относящийся к устному раскрытию, использованию, экспонированию и т.д. "P" документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета	"Т" более поздний документ, опубликованный после даты международной подачи или приоритета, но приведенный для понимания принципа или теории, на которых основывается изобретение "Х" документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает новизной или изобретательским уровнем, в сравнении с документом, взятым в отдельности "У" документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает изобретательским уровнем, когда документ взят в сочетании с одним или несколькими документами той же категории, такая комбинация документов очевидна для специалиста "&" документ, являющийся патентом-аналогом	
Дата действительного завершения международного поиска 04 октября 2021 (04.10.2021)		Дата отправки настоящего отчета о международном поиске 03 ноября 2021 (03.11.2021)
Наименование и адрес ISA/RU: Федеральный институт промышленной собственности, Бережковская наб., 30-1, Москва, Г-59, ГСП-3, Россия, 125993 Факс: (8-495) 531-63-18, (8-499) 243-33-37		Уполномоченное лицо: Андреев А. Телефон № 8(495)531-64-81