



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

B64G 1/10 (2021.02); B64G 1/22 (2021.02)

(21)(22) Заявка: 2020117683, 28.05.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
28.05.2020

Дата регистрации:
12.08.2021

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 28.05.2020

(45) Опубликовано: 12.08.2021 Бюл. № 23

Адрес для переписки:

125362, Москва, ул. Водников, д. 2, оф. 36, АО
"Фирма "Центр патентных услуг", Харченко
Елена Алексеевна

(72) Автор(ы):

Басков Сергей Михайлович (RU),
Лабутин Валерий Владимирович (RU),
Рачинский Андрей Григорьевич (RU),
Чулков Дмитрий Олегович (RU),
Андронкин Алексей Алексеевич (RU),
Соловьев Олег Николаевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ
КОНЦЕРН "БАРЛ" (RU)

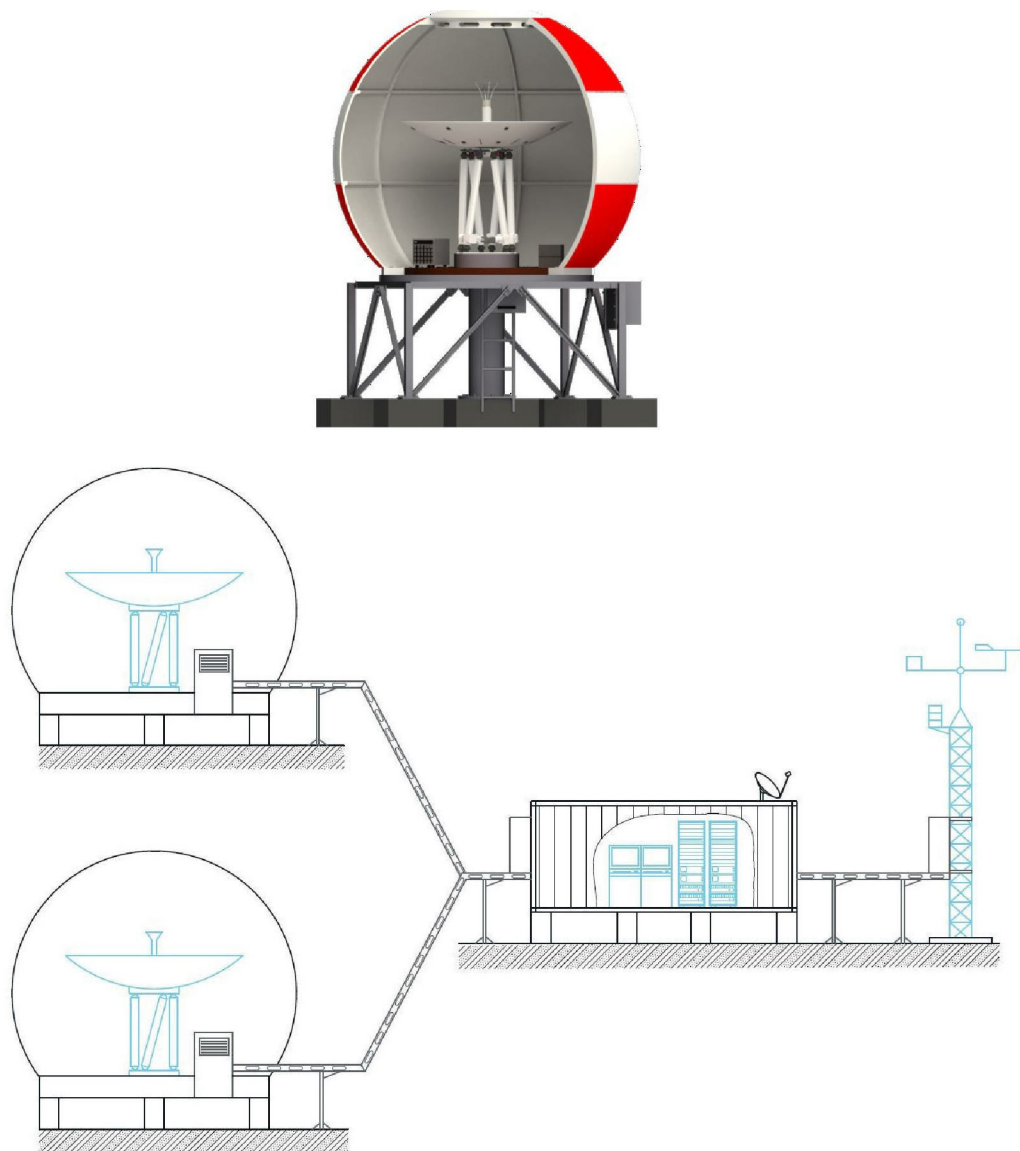
(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2460136 C2, 27.08.2012. RU
2640167 C1, 26.12.2017. RU 2321182 C1,
27.03.2008. RU 159980 U1, 27.02.2016. JP
2008126876 A, 05.06.2008.

(54) Космический комплекс дистанционного зондирования Земли высоко-детального уровня наблюдения наземных объектов

(57) Реферат:

Изобретение относится к космической технике, а именно к космическим системам оптико-электронного дистанционного зондирования Земли. Космический комплекс дистанционного зондирования Земли содержит по меньшей мере один космический аппарат, наземный комплекс управления (НКУ), наземный комплекс приема и обработки изображений (НКПОИ). Космический аппарат содержит оптико-электронную полезную нагрузку, построенную по схеме Корша с пятью оптическими элементами, обеспечивающую формирование изображений в панхроматическом канале и в четырех диапазонах мультиспектрального канала

(NIR, R, G, B), систему приема и преобразования информации, средство передачи информации на базе активной фазированной решетки с узконаправленным лучом в X-диапазоне. НКУ и НКПОИ используют антенно-приемное устройство на базе роботизированного механизма, построенного по схеме гексапод, функционирующее как в S, так и в X-диапазонах, и выполнены с возможностью связи с единым центром обработки. Техническим результатом изобретения является усовершенствование конструкции КА и улучшение качества съемки. 3 з.п. ф-лы, 13 ил.



Фиг. 13



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

B64G 1/10 (2021.02); **B64G 1/22** (2021.02)(21)(22) Application: **2020117683, 28.05.2020**(24) Effective date for property rights:
28.05.2020Registration date:
12.08.2021

Priority:

(22) Date of filing: **28.05.2020**(45) Date of publication: **12.08.2021** Bull. № 23

Mail address:

125362, Moskva, ul. Vodnikov, d. 2, of. 36, AO
"Firma "Tsentr patentnykh uslug", Kharchenko
Elena Alekseevna

(72) Inventor(s):

**Baskov Sergei Mikhailovich (RU),
Labutin Valerii Vladimirovich (RU),
Rachinskii Andrei Grigorevich (RU),
Chulkov Dmitrii Olegovich (RU),
Andronkin Aleksei Alekseevich (RU),
Solovev Oleg Nikolaevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**AKTSIONERNOE OBSHCHESTVO
NAUCHNO-PROIZVODSTVENNYJ
KONTSEIN "BARL" (RU)**

(54) **SPACE COMPLEX FOR REMOTE EARTH SENSING WITH A HIGHLY DETAILED LEVEL OF OBSERVATION OF GROUND OBJECTS**

(57) Abstract:

FIELD: cosmonautics.

SUBSTANCE: invention relates to space technology, namely to space systems for optical-electronic remote Earth sensing. The space complex for remote Earth sensing is comprised of no less than one space vehicle, a ground control complex (GCC), a ground image receiving and processing complex (GIRPC). The space vehicle is comprised of an optical-electronic payload built according to the Korsch design with five optical elements, providing imaging in the panchromatic channel and in four bands of the multispectral channel (NIR, R, G, B), an information

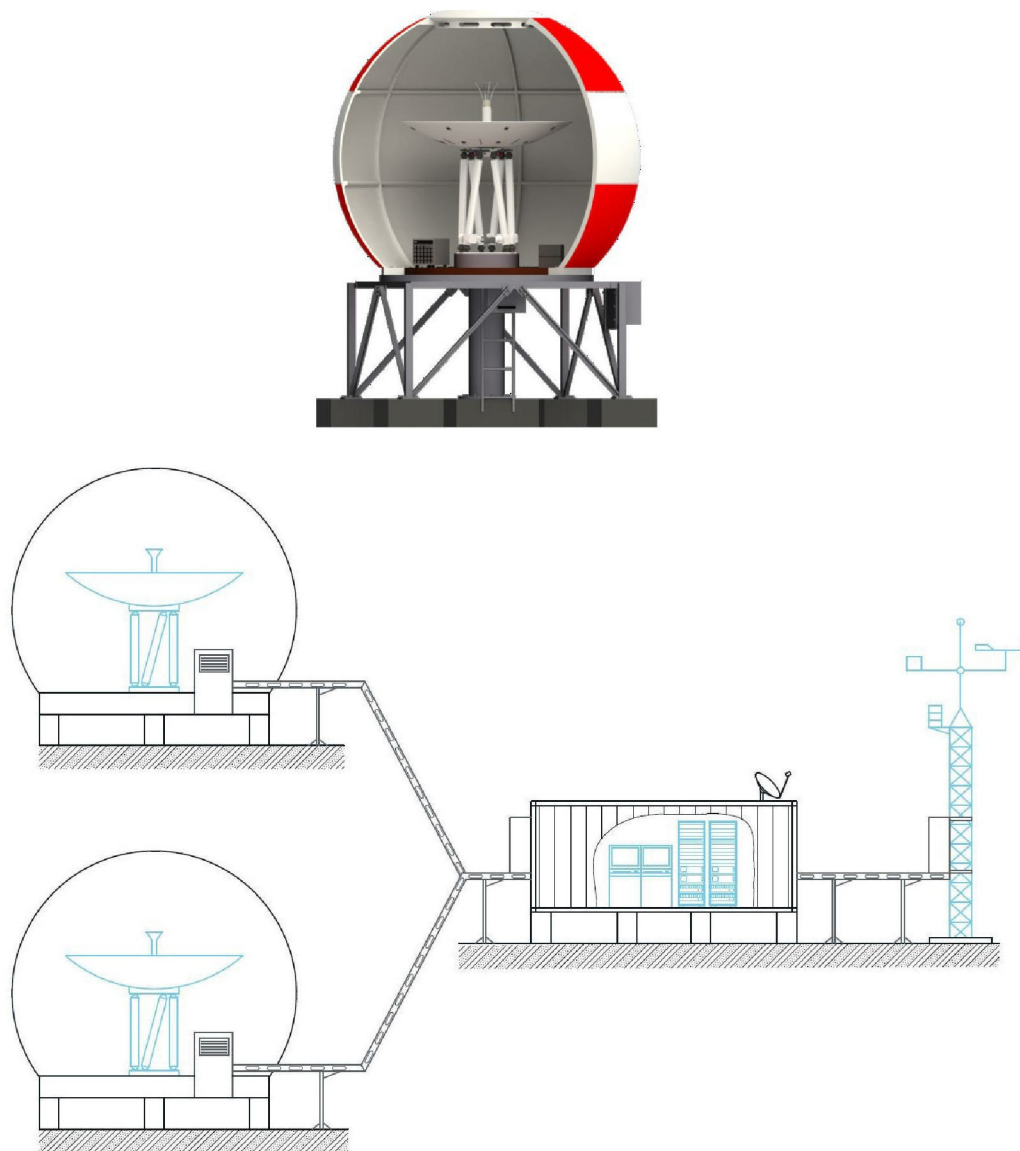
reception and conversion system, and an information transmission tool based on an active phased array with a narrowly directed beam in the X-band. The GCC and the GIRPC use an antenna receiving apparatus based on a robotic mechanism built according to the hexapod scheme, functioning in both S and X bands, and are configured to communicate with a unified processing center.

EFFECT: improvement in the design of the SV and improvement in the quality of survey.

4 cl, 13 dwg

RU 2 753 201 C1

RU 2 753 201 C1



Фиг. 13

Область техники

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

Уровень техники

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:

- значительное снижение себестоимости квадратного километра изображения

космической съемки;

- снижение стоимости изготовления, запуска и эксплуатации космической системы ДЗЗ;

- снижение стоимости проектирования и изготовления космического аппарата;

- создание универсальной космической платформы для аппаратов, позволяющей на своей базе изготавливать аппараты с различной по разрешению оптико-электронной полезной нагрузкой;

- 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 производительности космической системы путем использования в составе целевой электронной аппаратуры новейших оптико-электронных преобразователей, способных обеспечивать съемку в течении большего времени на витке без нагрева аппаратуры и ухудшения качества изображений;

- 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;

- 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 космический комплекс дистанционного зондирования Земли высоко-детального уровня наблюдения наземных объектов, раскрытый в патентном документе RU 2460136 C2, 27.08.2012 [1].

Известное решение включает в составе комплекса космический аппарат, 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.

В составе комплекса реализованы функции: планирование объектов съемки и закладки программы на борт КА, формирование, отображение и анализ отчетов о проведенных сеансах связи с полной телеметрией оборудования, отображение в реальном времени полной телеметрии антенно-приемных комплексов и демодуляторов, сбор и анализ диагностических данных о состоянии составных частей, отображение критически важной информации, работу в автоматическом и ручном режимах.

К недостаткам известного решения можно отнести слабую конструктивную и функциональную проработку средств космического размещения, в то время как данные средства являются ключевыми при достижении качества съемки и устойчивости работы комплекса в целом.

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.

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 космический комплекс дистанционного зондирования Земли высоко-детального уровня наблюдения наземных объектов, спроектированный и изготовленный с учетом комплексного применения целого ряда технических и конструктивных решений, позволяющих существенно улучшить основные показатели классических систем ДЗЗ.

Согласно изобретению, в его предпочтительном варианте осуществления, предложен космический комплекс дистанционного зондирования Земли высоко-детального уровня наблюдения наземных объектов включающий в свой состав: по меньшей мере, один космический аппарат, а также наземный комплекс управления, наземный комплекс приема и обработки изображений, при этом космический аппарат (КА) построен на силовой шестигранной раме из алюминиевых или карбоновых ферменных конструкций и содержит: соединенные с рамой четыре панели солнечных батарей, выполненные с возможностью фиксирования в рабочем положении с углом наклона 45° к продольной оси силовой рамы с помощью раскрывающейся штанги; оптико-электронную полезную нагрузку, построенную по схеме Корша с пятью оптическими элементами, выполненную с неизменным отношением фокусного расстояния F к диаметру входной апертуры d , $F/d=11,53$, указанная оптико-электронная полезная нагрузка обеспечивает формирование изображений земной поверхности как в панхроматическом канале, так и в четырех диапазонах мультиспектрального канала (NIR, R, G, B) и оснащена системой приема и преобразования информации, построенной на использовании приемников с зарядной связью, работающих в режиме временной задержки и накопления (ПЗС с ВЗН); средство передачи целевой информации на базе активной фазированной решетки с узконаправленным лучом в X-диапазоне, обеспечивающее адаптивную

высокоскоростную радиолинию X-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; систему ориентации и стабилизации КА, позволяющую обеспечить съемку с реверсом, а наземный комплекс управления и наземный комплекс приема и обработки изображений используют в своем составе антенно-приемное устройство на базе роботизированного механизма, построенного по схеме гексапод с минимальным диаметром зеркала $2,4\text{ м} \div 4,0$ функционирующее как в S так и в X-диапазонах, и выполнены с возможностью связи с единым центром обработки данных через проводной или спутниковый канал связи Ku/Ка-диапазона.

Дополнительные варианты осуществления, в том числе, нашедшие свое отражение в зависимых пунктах формулы изобретения, также представлены в рамках данного описания и указаны ниже.

В рамках данного описания не представляется целесообразным совместно группировать технические результаты, обеспечиваемые изобретением, поскольку, как отмечено выше, 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.

Осуществление изобретения

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

Фиг. 1 – состав КС ДЗЗ.

Фиг. 2 – Платформа с шестигранной конструкцией с установленным оптико-электронным модулем и звездными датчиками.

Фиг. 3 – изображение конструкции силовой шестигранной рамы.

Фиг. 4 – изображение карбоновой основы солнечных батарей.

Фиг. 5 – вид КА с раскрытыми солнечными батареями.

Фиг. 6 – вид фотоэлектрических преобразователей солнечных батарей.

Фиг. 7 – оптическая схема Корша (5 зеркал).

Фиг. 8 – телескоп.

Фиг. 9 – использование сферической фокальной плоскости.

Фиг. 10 – высокоскоростная радиолиния на базе АФАР.

Фиг. 11-12 – размещение КА при их групповом запуске.

Фиг. 13 – вид наземного комплекса управления или наземного комплекса приема и обработки изображений

В основе осуществления изобретения находятся следующие положения.

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 совещены в рамках одного комплекса.

Космический аппарат построен на силовой шестигранной раме из карбоновых или алюминиевых ферменных конструкций. При этом в зависимости от диаметра входной апертуры оптической системы (0,535 м; 0,750 м или 1,10 м) рама отличается длиной грани. Неизменность сочетаний размеров элементов конструкции позволяет обеспечить требуемую прочность. При этом одновременно при требуемой жесткости обеспечивается малая масса конструкции.

Космический аппарат построен с использованием панелей солнечных батарей, предпочтительно имеющих карбоновую основу в качестве каркаса, что обеспечивает

уменьшение массы конструкции при соблюдении требуемой

жесткости. В частности, как показано на фиг. 5, космический аппарат использует в своей конструкции четыре панели солнечных батарей с углом наклона 45° к продольной оси силовой рамы для оптимизации моментов инерции космического аппарата и

5 энергоприхода от солнечных батарей.

Панели солнечных батарей приводятся и фиксируются в рабочем положении с помощью раскрывающейся штанги для обеспечения жесткости конструкции и минимального времени успокоения после маневров при наведении. Указанные панели солнечных батарей укомплектованы фотоэлектрическими преобразователями на основе

10 материала арсенида галлия (AsGa) с тремя рп-переходами, позволяющими до 30% повысить их эффективность.

В космическом аппарате используется оптико-электронная полезная нагрузка, построенная по схеме Корша (фиг. 7) с пятью оптическими элементами с минимальными габаритами и весом. Использование схемы Корша позволяет значительно уменьшить

15 габариты телескопа и массу.

Указанная оптико-электронная полезная нагрузка, используемая в космическом аппарате, имеет три варианта исполнения с неизменным отношением фокусного расстояния F к диаметру входной апертуры d , число $F/d=11,53$.

В частных случаях осуществления указанные параметры выбираются из следующего:

20 - диаметр входной апертуры оптической системы 0,535 м, фокусное расстояние $F=6,17$ м;

- диаметр входной апертуры оптической системы 0,75 м, фокусное расстояние $F=8,65$ м;

25 - диаметр входной апертуры оптической системы 1,1 м, фокусное расстояние $F=12,68$ м.

Принятое соотношение диаметра входной апертуры и фокусного расстояния позволяет получить лучшее значение показателей качества изображения при минимальной массе и габаритах. Проведенные испытания показывают, что для телескопа (фиг. 8) с входным диаметром 0,535 м масса телескопа составит 125 кг, а

30 длина при фокусе 6,17 м всего 1,8 м. Состав полезной нагрузки используется стандартный, не требующий доработок при использовании того или иного телескопа. Обеспечивается возможность замены только телескопа, а остальные блоки полезной нагрузки остаются неизменными, имеющими летную квалификацию.

Оптико-электронная полезная нагрузка выполнена так, что обеспечивает

35 формирование изображений земной поверхности как в панхроматическом канале (диапазоне спектра), так и в четырех диапазонах мультиспектрального канала (NIR, R, G, B).

Оптико-электронная полезная нагрузка с системой приема и преобразования информации (СППИ) построена на использовании приемников с зарядной связью,

40 работающих в режиме временной задержки и накопления (ПЗС с ВЗН), а именно:

- в панхроматическом канале со сменяемым количеством шагов накопления от 8 до 128 шагов, с размером элемента матрицы ПЗС - 9×9 мкм и форматом 1536×128 в количестве 12 штук, построенных в фокальной плоскости в линейку в шахматном порядке с перекрытием в 80 элементов между матрицами ПЗС для безразрывного

45 формирования изображений при кренах космического аппарата с обеспечением ширины съемки не менее 12,5 км (размер захвата кадра по Земле);

- в мультиспектральном канале с количеством шагов накопления 64 (диапазоны NIR, R, G) и 96 (диапазон B) шагов, с размером элемента матрицы ПЗС - 18×18 мкм

(применяется бинирование до размера 2х2) и форматом фотозон 768х96 (одна фотозона) и 768х64 (три фотозоны) в количестве 12 штук, построенных в фокальной плоскости в линейку в шахматном порядке с перекрытием в 40 элементов между матрицами ПЗС для безразрывного формирования изображений при кренах космического аппарата с

5 обеспечением ширины съемки не менее 12,5 км (размер захвата кадра по Земле).

Данное построение СППИ позволяет получить полный объем информации в двух каналах, панхроматическом и мультиспектральном, при этом для различных типов оптических систем состав СППИ остается неизменным.

10 При этом расположение матриц панхроматического и мультиспектрального каналов отличается от общепринятого тем, что используется сферическая, а не плоская фокальная плоскость (фиг. 9), что значительно снижает смазы изображения по полю кадра при съемке в надир и при съемке под различными углами крена и, соответственно, повышает качество снимка.

В КА предусмотрена система ориентации и стабилизации, которая позволяет 15 осуществлять съемку с реверсом, что значительно увеличивает полосу захвата и позволяет снимать объекты гораздо больших площадей, чем в известном уровне техники.

В качестве высокоскоростной радиолинии передачи целевой информации используется решение на базе активной фазированной решетки с узконаправленным лучом в X-диапазоне частот. Данное решение позволяет осуществлять режим непосредственного 20 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.

Также в устройстве применяется динамическая модуляция, причем индекс модуляции 25 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.

Космический аппарат использует адаптивную высокоскоростную радиолинию X-диапазона с регулированием скорости от 480 Мбит/с до 1,5 Гбит/с с различными видами 30 модуляции, построенной на электронном сканировании лучом (АФАР), с минимальными габаритами и массой.

Массогабаритные характеристики космического аппарата вследствие указанного выше конструктивного выполнения позволяют размещать до трех аппаратов под 35 обтекателем ракетносителя (фиг. 11-12) и производить 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 2,4м÷3,5м и малогабаритными характеристиками, 40 функционирующий 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), также использует антенно-приемное устройство на базе роботизированного механизма, построенного 45 по схеме гексапод с минимальным диаметром зеркала 2,4м÷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).

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 демалппером, позволяющим демодулировать сигналы с произвольными видами модуляции. Настройка сигнального созвездия может быть осуществлена оператором. В демодуляторе реализовано аппаратное декодирование помехоустойчивых кодов и снятие транспортного протокола радиолинии в темпе приема.

Для повышения надежности и времени эксплуатации, а также для работы в условиях ветровых нагрузок антенные системы оснащаются радиопрозрачным укрытием, как можно увидеть на фиг. 13.

Для обеспечения максимального суммарного суточного времени сеансов связи с космическими аппаратами земные станции НКУ и приемные станции НКПОИ территориально 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 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 функции:

- планирование объектов съёмки по всему земному шару и закладки программы на борт КА с выбранным пакетом заданий с НКУ (ЦУП);
- голосовые уведомления оператора о системных событиях и 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.

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

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

(57) Формула изобретения

1. Космический комплекс дистанционного зондирования Земли высоко-детального уровня наблюдения наземных объектов, включающий в свой состав: по меньшей мере, один космический аппарат, а также наземный комплекс управления (НКУ), наземный комплекс приема и обработки изображений (НКПОИ), при этом космический аппарат (КА) построен на силовой шестигранной раме из алюминиевых или карбоновых ферменных конструкций и содержит: соединенные с рамой четыре панели солнечных батарей, выполненные с возможностью фиксирования в рабочем положении с углом наклона 45° к продольной оси силовой рамы с помощью раскрывающейся штанги; оптико-электронную полезную нагрузку, построенную по схеме Корша с пятью оптическими элементами, выполненную с неизменным отношением фокусного расстояния F к диаметру входной апертуры d , $F/d=11,53$, указанная оптико-электронная полезная нагрузка обеспечивает формирование изображений земной поверхности как в панхроматическом канале, так и в четырех диапазонах мультиспектрального канала (NIR, R, G, B) и оснащена системой приема и преобразования информации, построенной на использовании приемников с зарядной связью, работающих в режиме временной задержки и накопления (ПЗС с ВЗН); средство передачи целевой информации на базе активной фазированной решетки с узконаправленным лучом в X-диапазоне, обеспечивающее адаптивную высокоскоростную радиолинию X-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; систему ориентации и стабилизации КА, позволяющую обеспечить съемку с реверсом, а наземный комплекс управления и наземный комплекс приема и обработки изображений используют в своем составе антенно-приемное устройство на базе роботизированного механизма, построенного по схеме гексапод с минимальным диаметром зеркала $2,4 \div 4,0$ м, функционирующее как в S так и в X-диапазонах, и выполнены с возможностью связи с единым центром обработки данных через проводной или спутниковый канал связи Ku/Ka-диапазона.

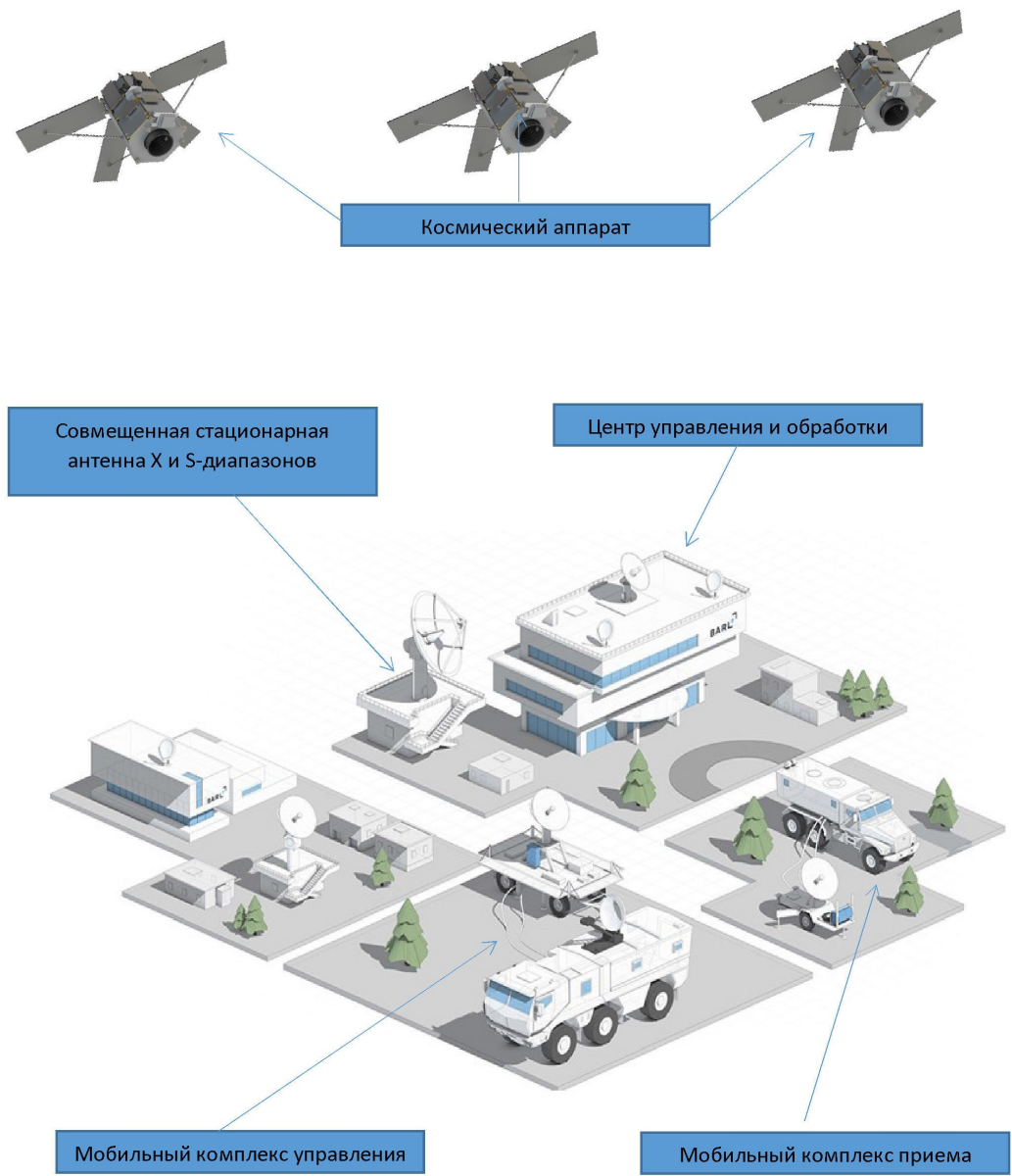
2. Космический комплекс по п. 1, отличающийся тем, что панели солнечных батарей имеют в качестве каркаса карбоновую основу и укомплектованы фотоэлектрическими преобразователями на основе материала арсенида галлия (AsGa) с тремя pn-переходами.

3. Космический комплекс по п. 1, отличающийся тем, что параметры d и F выбраны из следующего: $d=0,535$ м, а $F=6,17$ м или $d=0,75$ м, а $F=8,65$ м, или $d=1,1$ м, а $F=12,68$ м.

4. Космический комплекс по п. 1, отличающийся тем, что станции НКУ и НКПОИ размещены в необслуживаемых контейнерах, работающих в автоматическом режиме и управляемых из единого центра обработки данных.

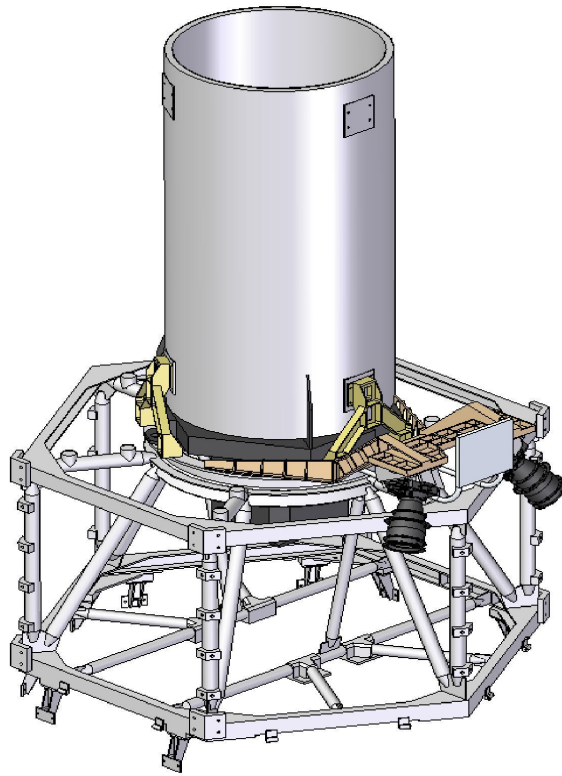
1

Фиг. 1



2

Фиг. 2



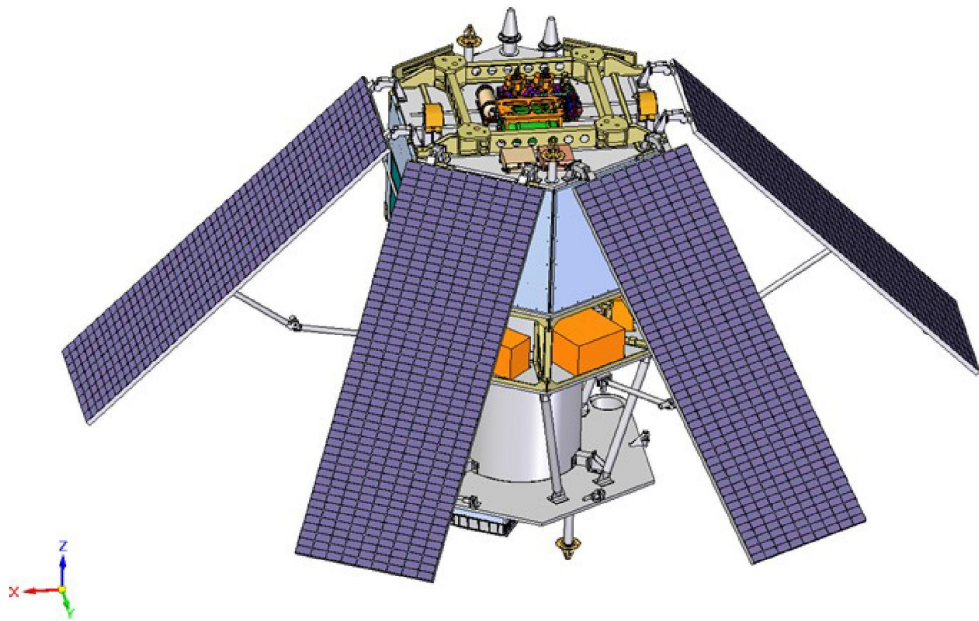
Фиг. 3



Фиг. 4



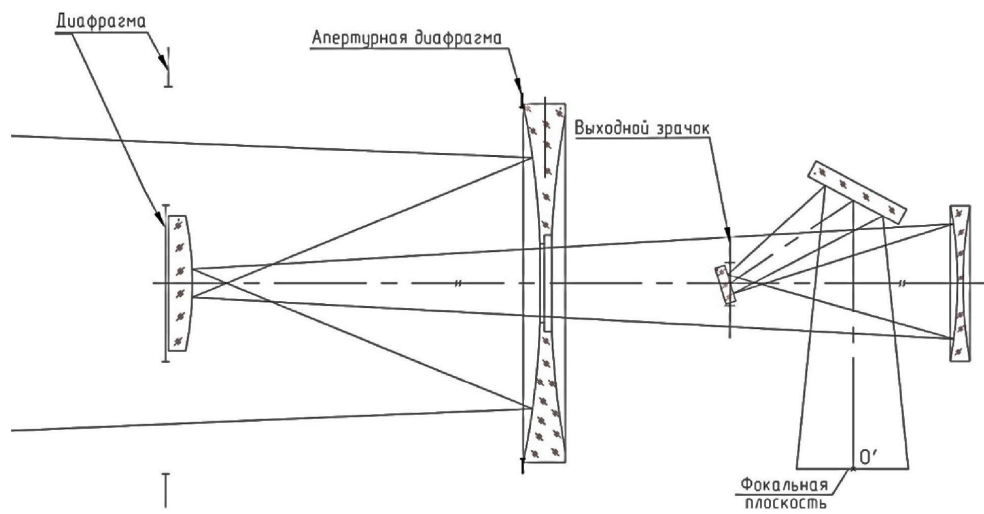
Фиг. 5



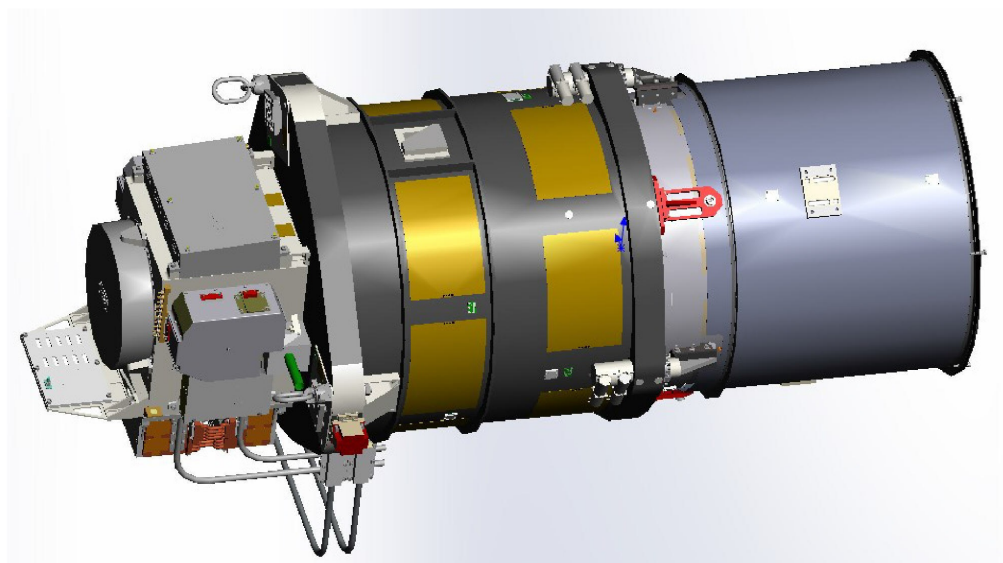
Фиг. 6



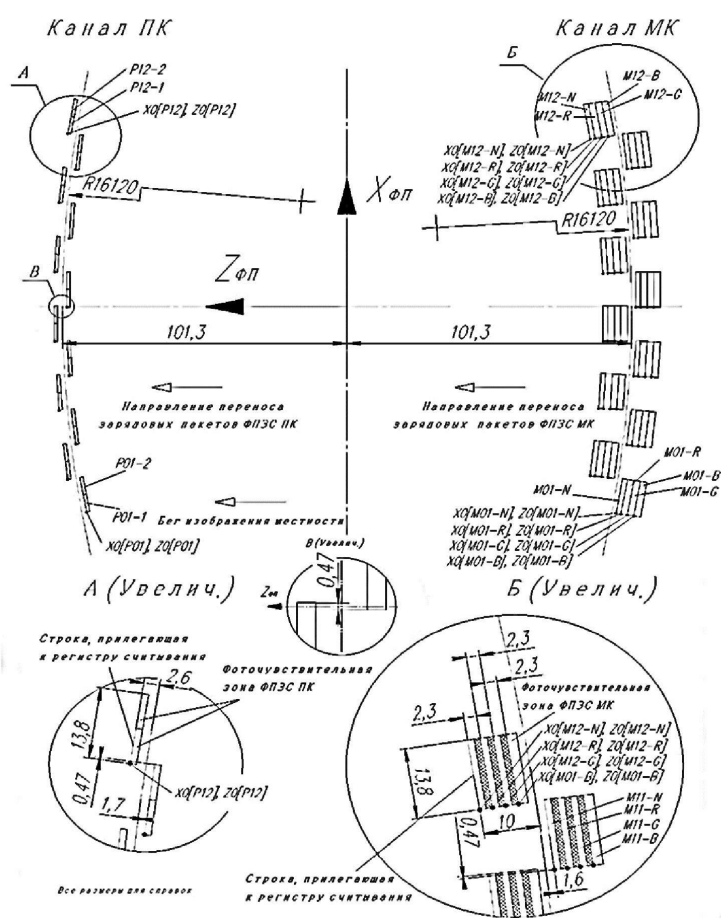
Фиг. 7



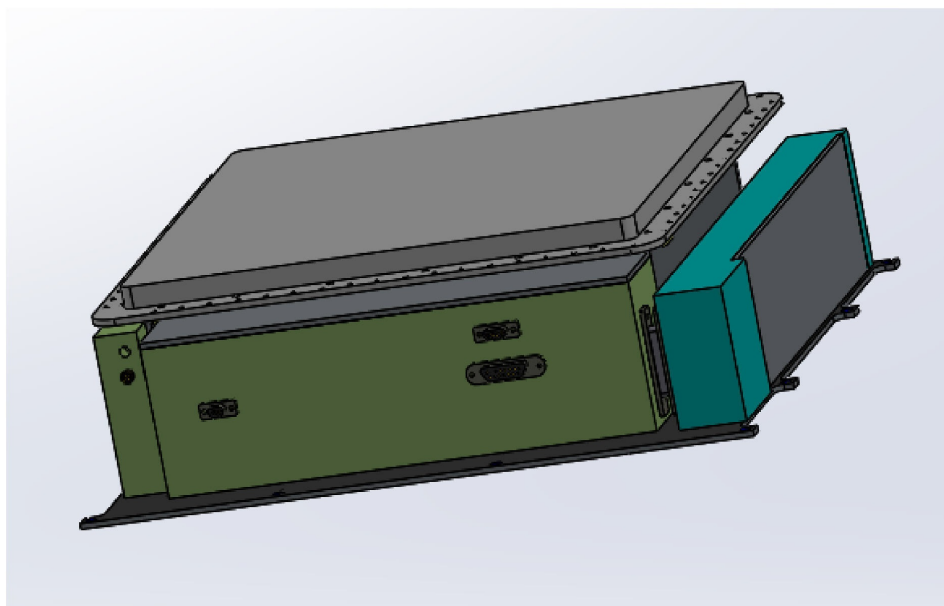
Фиг. 8



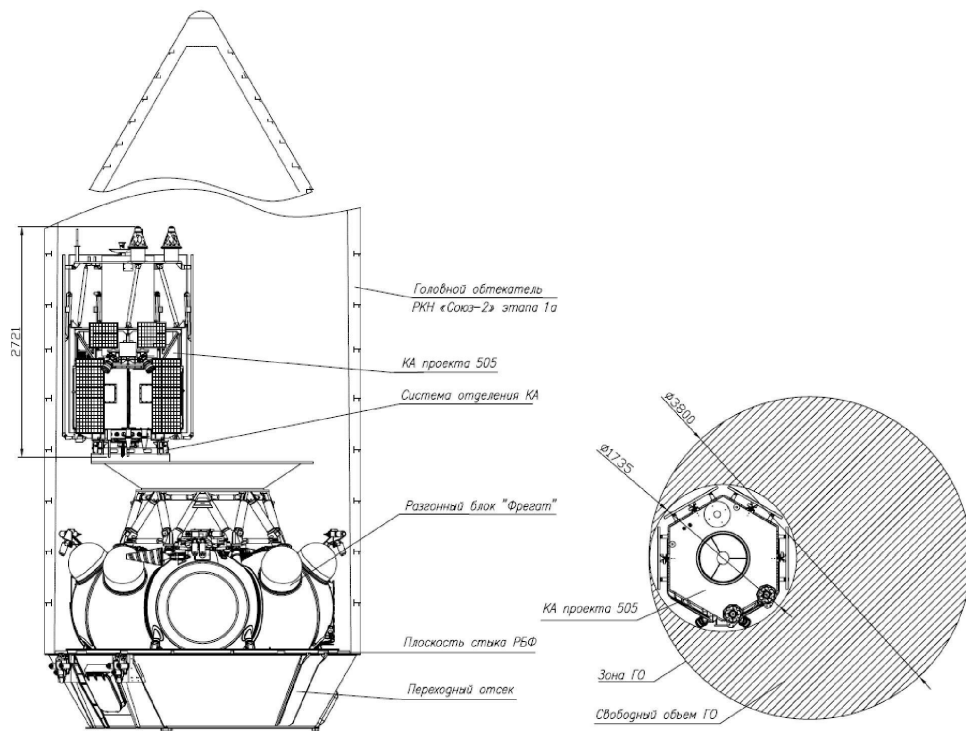
Фиг. 9



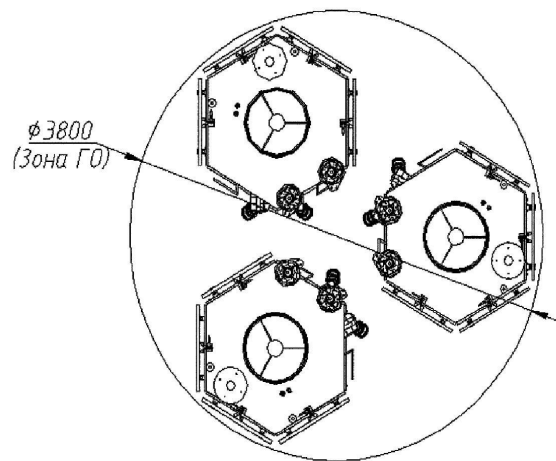
Фиг. 10



Фиг. 11



Фиг. 12



Фиг. 13

