

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

(19) Всемирная Организация
Интеллектуальной Собственности
Международное бюро

(43) Дата международной публикации
17 июня 2021 (17.06.2021)



(10) Номер международной публикации
WO 2021/118397 A1

- (51) Международная патентная классификация:
B64G 1/22 (2006.01) B64G 1/64 (2006.01)

(21) Номер международной заявки: PCT/RU2020/000056

(22) Дата международной подачи:
04 февраля 2020 (04.02.2020)

(25) Язык подачи: Русский

(26) Язык публикации: Русский

(30) Данные о приоритете:
2019140893 11 декабря 2019 (11.12.2019) RU

(72) Изобретатель; и

(71) Заявитель: ПЕТРАКОВА, Елена Валерьевна
(PETRAKOVA, Elena Valerevna) [RU/RU]; ул. Гостин-

ничная, д. 4А, коп. 8, пом. 8426А Москва, 127106, Moscow (RU).

(572) Изобретатель: ФРЕЙЛЕХМАН, Станислав
Александрович (FREYLEKHMAN, Stanislav
Alexandrovich); ул. Добролюбова, 56, кв. 95 Москов-
ская область, г. Пушкино, 141206, Moskovskaya oblast,
g. Pushkino (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, 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,

(54) Title: SPACECRAFT FOR SIMPLIFIED ON-ORBIT SERVICING

(54) Название изобретения: КОСМИЧЕСКИЙ АППАРАТ ДЛЯ УПРОЩЁННОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ НА ОРБИТЕ

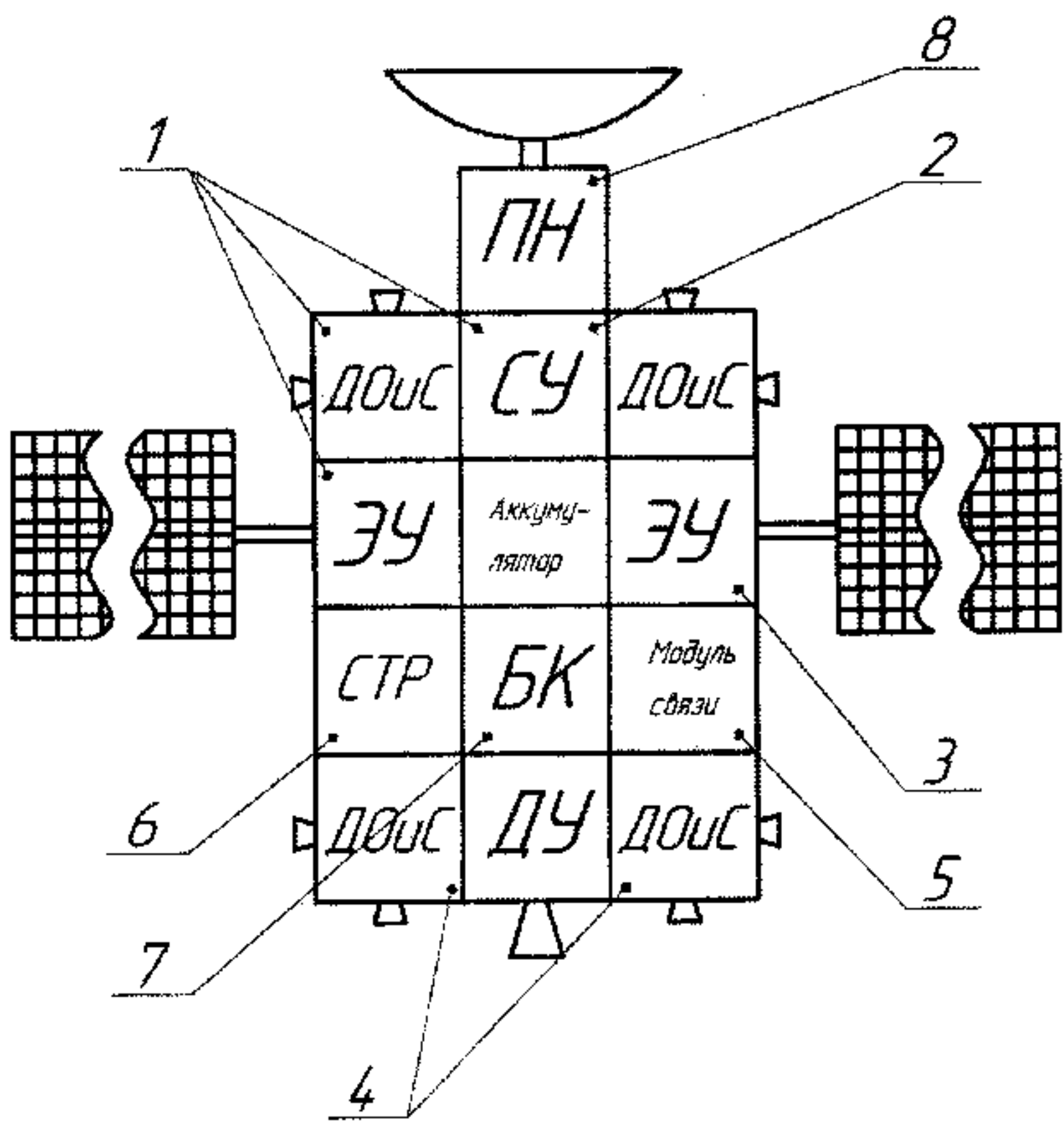


Рисунок 1 Возможный технический облик КА для упрощённого обслуживания на орбите

AA Possible technical configuration of a spacecraft for simplified on-orbit servicing
ПН Payload
ДОУС Positioning and stabilizing system
СУ Control system
ЭУ Power supply system
Аккумулятор Battery
СТР Thermal control system
БК Onboard computer
Модуль связи Communication module
ДУ Propulsion system

(57) Abstract: The invention relates to space engineering, and more particularly to spacecraft that can be used individually or in a constellation for monitoring and warning of disasters, providing global Internet coverage and other purposes, and which can also be serviced in orbit to allow prolonged operation and failure prevention. The claimed spacecraft for simplified on-orbit servicing comprises the following spacecraft systems interconnected by means of mechanical couplings, assembly operations or any other suitable methods for simplifying the replacement and removal of spacecraft modules: a life support and spacecraft positioning system, a spacecraft information transfer system, a power supply system, and other systems according to the purpose of the specific spacecraft. The spacecraft modules are standardized, which simplifies the process of servicing a spacecraft. The technical result of the claimed invention consists in simplifying the servicing of spacecraft in orbit, as well as expanding the range of existing methods for the simplified on-orbit servicing of spacecraft.

(57) Реферат: Изобретение относится к космической технике, а более точно к космическим аппаратам, которые могут использоваться индивидуально или в созвездиях для мониторинга и предупреждения опасных ситуаций, обеспечения глобального интернет-покрытия и других задач, а также обслуживаться на орбите для обеспечения продленного функционирования и предупреждения отказов. Заявленный КА для упрощенного обслуживания на орбите содержит взаимосвязанные посредством механических соединений, сборочных операций или любых других целесообразных методов, облегчающих замену и изъятие модулей КА, системы космического аппарата (КА), а именно: систему жизнеобеспечения, ориентации КА, систему передачи информации КА, систему энергоснабжения и другие, соответствующие задачам, выполняемым конкретным КА. При этом модули КА унифицированы, что способствует упрощению процесса обслуживания КА. Технический результат заявленного изобретения заключается в упрощении обслуживания аппаратов на орбите, а также в расширении арсенала имеющихся способов упрощенного обслуживания космических аппаратов на орбите.



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).

Декларации в соответствии с правилом 4.17:

- *касающаяся установления личности изобретателя (правило 4.17 (i))*
- *касающаяся права заявителя подавать заявку на патент и получать его (правило 4.17 (ii))*
- *об авторстве изобретения (правило 4.17 (iv))*

Опубликована:

- *с отчётом о международном поиске (статья 21.3)*

Описание

Космический аппарат для упрощённого обслуживания на орбите

Изобретение относится к космической технике, а более точно к космическим аппаратам, которые могут использоваться индивидуально или в орбитальных группировках для мониторинга и предупреждения опасных ситуаций, обеспечения глобального интернет-покрытия и других задач, а также упрощённо обслуживаться на орбите для обеспечения продлённого функционирования и предупреждения отказов.

Известен способ поддержания состава орбитальной группировки автоматических космических аппаратов по патенту RU 2666014 (от 05.09.2018 г.), представляющий собой подход, согласно которому комплектуют на Земле целевой КА, предназначенный для замещения неработающего КА (НКА), и сервисный КА. Выводят ракетой-носителем и разгонным блоком указанные КА на орбиту НКА, размещая их в окрестности рабочей точки этой орбиты и поддерживая информационную связь между ними. Отделяют сервисный КА, определяют параметры вращения НКА с помощью аппаратуры наблюдения сервисного и/или целевого КА, захватывают НКА и уводят с орбиты средствами сервисного КА. При переводе НКА на более низкую орбиту сервисный и целевой КА при их выведении размещают перед НКА, а при переводе НКА на более высокую орбиту - позади НКА. Технический результат достигается за счёт пополнения группировки новыми космическими аппаратами вместе с уводом вышедших из строя аппаратов. Данный комплекс не может быть рассмотрен в качестве близкого по устройству заявляемой системе ввиду разного подхода к решению задачи.

Известны способ и система для управления группой КА, выполненных с возможностью обеспечения обслуживания, по патенту RU 2608186 (от 30.01.2017 г.). Изобретение относится к способу управления группой, по меньшей мере, из двух спутников, выполненных с возможностью обеспечения обслуживания с использованием в заданный момент времени, по меньшей мере, одной части из группы упомянутых спутников. Предложенный способ состоит в ослаблении "топливных" ограничений в случае флотилии или группировки спутников за счет

разрешения дрейфа некоторых из отдельных параметров орбиты каждого спутника, поскольку одновременное наличие нескольких спутников позволяет передавать обслуживание, которое должно быть обеспечено, даже в случае изменения параметров орбиты, исключительно при условии, что управление каждым спутником осуществляют вблизи общего среднего векового дрейфа флотилии спутников. Принципиальная разница с заявляемым способом заключается в том, что обслуживанием, обеспечиваемым группой спутников, может являться, например, обслуживание связи или обслуживание наблюдения, что в том числе обуславливает отличия целей предлагаемых подходов.

Наиболее близким по совокупности существенных признаков с заявляемым изобретением является способ обеспечения функционирования на орбите группировки космических аппаратов по патенту RU2598682 (от 27.09.2016 г.), согласно которому происходит поддержание состава орбитальной группировки автоматических космических аппаратов с одновременным уменьшением засорения космоса, что предполагает продление срока существования космических аппаратов группировки их восстановлением на орбите с использованием космического аппарата обслуживания (КАО). По завершении миссии КАО осуществляет также сбор группы не подлежащих восстановлению КА для увода с орбиты. Данный способ адаптирован для обслуживания группировки КА, унифицированных между собой и с КАО составом аппаратуры, узлами, разъёмами и т.д. Данное изобретение рассматривает систему для обслуживания группировки орбитальных аппаратов и описывает алгоритм обслуживания спутников, в то время как заявляемое изобретение предполагает создание модульных спутников, которые будут функционировать не только в составе группировок, но и индивидуально, конструкция которых будет способствовать упрощению их обслуживания на орбите.

Проблема насыщения околоземного космического пространства неработающими космическими аппаратами - космическим мусором - становится крайне актуальной. Объекты различных масс и размеров свободно и бесконтрольно плавают по оперативным орбитам, подвергая опасности действующие спутники. В прошлом случались катастрофические столкновения, например, столкновение Iridium-Cosmos в 2012 году или спутника Европейского космического агентства в 2016,

который был поражен частицей, повредившей его систему энергоснабжения и изменившей его ориентацию и орбиту. Столкновения между космическими объектами создают опасность образования большого количества мелких объектов космического мусора, что ведет к эскалации проблемы и подрыву будущего доступа к космической среде и ее устойчивости. В целях содействия предотвращению увеличения темпов роста космического мусора предлагаются пути сокращения количества запускаемых и/или находящихся в космосе объектов - прямо или косвенно. С учетом значительной стоимости создания и запуска КА на орбиту (запуск 1 кг груза оценивается ~ в 40 тыс. долларов США), рациональным представляется обеспечение функционирования (в т.ч. ремонта, модернизации) на орбите спутников, представляющих собой систему модулей, унифицированных по конструктивным особенностям. Так, замена неисправных элементов космических аппаратов может спасти или продлить срок службы завершающейся в противном случае миссии, что позволит устранить необходимость в дополнительных запусках для замены нефункционирующего спутника. Снижение темпов роста космического мусора будет способствовать ускорению осуществления будущих миссий, тем самым повышая безопасность космических аппаратов и устойчивость космической среды.

Поставлена задача создания космических аппаратов, конструктивное исполнение которых облегчит их обслуживание на орбите и тем самым позволит увеличить срок их функционирования, что будет способствовать замедлению темпов роста космического мусора.

Решение задачи достигается тем, что предлагаемый в качестве изобретения КА для упрощенного обслуживания на орбите содержит взаимосвязанные посредством механического соединения, сборочных операций или любых других целесообразных методов, облегчающих замену и изъятие модулей КА, системы космического аппарата (КА), а именно: систему жизнеобеспечения, ориентации КА, систему передачи информации КА, систему энергоснабжения и другие, соответствующие задачам, выполняемым конкретным КА. При этом модули унифицированы, что способствует упрощению процесса обслуживания КА.

Технический результат заявленного изобретения заключается в упрощении обслуживания аппаратов на орбите, а также в расширении арсенала имеющихся способов упрощённого обслуживания космических аппаратов на орбите.

Преимущества такого технического решения следующие:

- Использование спутников, системы которых взаимосвязаны соединениями, способствующими их упрощённому изъятию, облегчит обслуживание КА на орбите и продлит срок его функционирования. В качестве такого соединения может быть применено разъёмное соединение.
- Создание аппаратов с унифицированными модулями и схожим конструктивным исполнением и упрощённый доступ к системам, будет способствовать их более экономичному обслуживанию на орбите и производству на Земле, что особенно актуально для высокостоймых геостационарных спутников.
- Эффективность применения модульных КА обуславливается не только снижением экономических затрат за счет унификации отдельных систем КА, а так же за счет изоляции отдельных жизненно важных систем для КА друг от друга, что повышает коэффициент живучести аппарата на орбите при выходе из строя одного из модулей, который в дальнейшем можно будет заменить, а при комбинации предложенного в данной заявке метода с методом горячего резервирования всех жизненно важных систем КА, спутник при получении повреждений от столкновения с мусором не лишается систем жизнеобеспечения и продолжает свое штатное функционирование.

На рис. 1 схематично показан один из возможных примеров осуществления КА для упрощённого обслуживания на орбите.

Описываемый космический аппарат для упрощённого обслуживания на орбите, представляющий собой модульный спутник, системы которого взаимосвязаны посредством механических соединений, сборочных операций или любых других целесообразных методов, облегчающих замену и изъятие модулей КА, включает в себя корпуса модулей 1, в или на которых устанавливаются: система управления 2, система энергоснабжения 3, система ориентации и стабилизации КА 4, система

связи и передачи данных 5, система терморегулирования КА 6, вычислительный комплекс, представленный бортовым компьютером 7, приборы для выполнения целевых задач в виде полезной нагрузки КА 8 и другие, соответствующие задачам, выполняемым конкретным КА (на рисунке не отображены).

Алгоритм функционирования модульных КА не отличается от современных известных аппаратов, что обуславливает простоту реализации предложенной заявки. Как известно, большинство современных КА используют горячее резервирование почти всех важных для функционирования аппарата систем для защиты от радиации и повышения коэффициента надежности всей системы в целом. При проектировании модульных КА будут использоваться те же методы резервирования основных систем КА, но они будут размещаться отдельно друг от друга и находиться в отдельных унифицированных модулях, что непосредственно увеличит шансы на выживание КА при столкновении с космическим мусором. Процесс замены поврежденных или устаревших модулей происходит с применением механических сил, которые могут быть представлены электромагнитным взаимодействием. В качестве этих сил могут выступать любые внешние или даже внутренние факторы. В качестве примера внешних сил можно привести пример доставки необходимого модуля другими КА, для которых он является попутной нагрузкой, которые выходят на ближайшие орбиты. В качестве примера внутренних сил можно привести ситуацию, когда КА оснащен манипулятором и сам в состоянии заменить поврежденный модуль путем отсоединения старого модуля и установки на его место нового модуля. Каждый модуль КА обладает как унифицированными элементами, такими как корпус модуля, соединительные замки, так и уникальными – органы управления КА, вычислительный центр, система энергоснабжения и прочие различные приборы в зависимости от целевого назначения модуля.

Предлагаемая система обладает высокой экономичностью ввиду того, что использование модульных КА повышает надежность и, как следствие, срок эксплуатации аппарата. Так же экономичность обусловлена унификацией ключевых систем КА, что напрямую влияет на ценообразование производства КА в положительную сторону. Так же модульные КА, за счет увеличения сроков эксплуатации и повышенной устойчивостью к внешним факторам, таким как

космический мусор, имеют низкие шансы выхода из строя и, как следствие, не станут причиной аварийных ситуаций для прочих аппаратов на орбите. Доступность и простота предлагаемого решения позволяют использовать его повсюду.

Таким образом, эффективность от осуществления предложенного технического решения состоит в упрощении обслуживания аппаратов на орбите, в расширении арсенала имеющихся способов упрощённого обслуживания космических аппаратов на орбите, а также в экономичности будущих миссий ввиду модульности и унификации конструкции, что, при массовом внедрении, позволит замедлить темпы роста космического мусора в околоземном пространстве. Предложенная система отличается надёжностью функционирования и не требует выполнения сложных алгоритмов действий для замены или изъятия системы аппарата, способствуя поддержанию устойчивости космоса и доступности космического пространства для будущих поколений.

Вышеуказанные достоинства предлагаемой системы позволяют создать не просто универсальную и высокоэффективную, но и относительно простую систему для её последующего упрощённого обслуживания на орбите.

Формула изобретения.

1. Космический аппарат для упрощённого обслуживания на орбите, системы которого взаимосвязаны посредством механических соединений, сборочных операций или любых других целесообразных методов, облегчающих замену и изъятие модулей КА, а именно: систему жизнеобеспечения, ориентации КА, систему передачи информации КА, систему энергоснабжения и другие, соответствующие задачам, выполняемым конкретным КА, отличающийся тем, что КА является модульным, и его модули унифицированы.
2. Космический аппарат для обслуживания на орбите по п. 1, отличающийся тем, что выполнен с возможностью упрощённой замены его систем на орбите в случае их нефункционирования или не должного функционирования.
3. Космический аппарат для обслуживания на орбите по п. 1, отличающийся тем, что может быть отнесён как к классу больших и средних аппаратов, так и к специальному классу малых космических аппаратов (МКА), под которые может быть введён отдельный стандарт, подразумевающий унифицированный технический облик отдельных систем, что может позволить увеличить срок службы КА на орбите, а также будет способствовать замедлению процесса образования космического мусора.

Чертежи

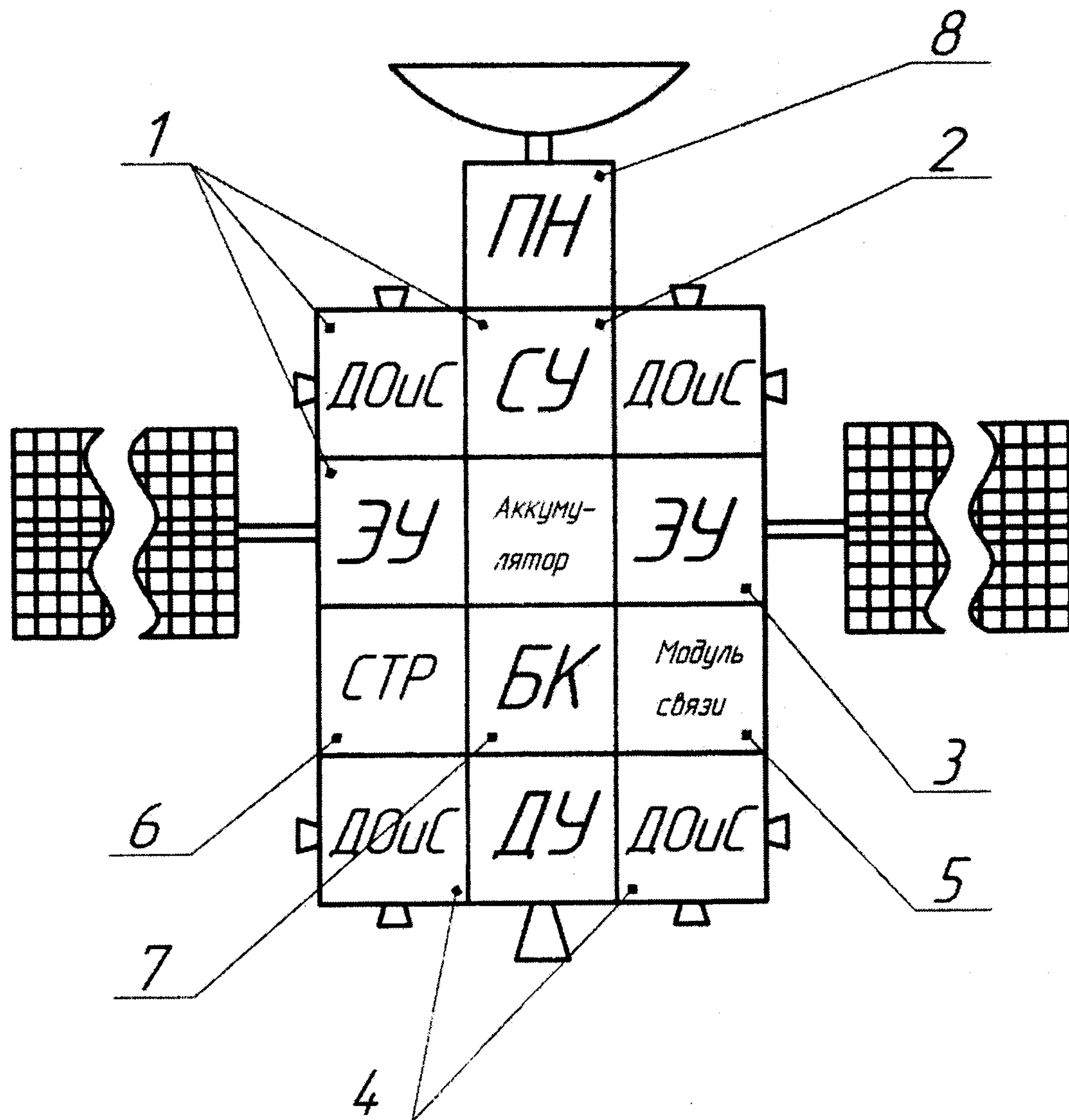


Рисунок 1 Возможный технический облик КА для упрощённого обслуживания на орбите

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/RU 2020/000056

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B64G 1/22 (2006.01)**B64G 1/64 (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 1/00, 1/10, 1/12, 1/22, 1/24, 1/60, 1/64, 1/66, 4/00, 99/00

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.
Y	US 4964596 A (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 23.10.1990, abstract, col. 1-2, 6-8, fig. 1a-2b, 9a-11	1-3
Y	RU 2636453 C2 (AKTSIONERNOE OBSHCHESTVO "INFORMATSIONNYE SPUTNIKOVYE SISTEMY" IMENI AKADEMIKA M.F. RESHETNEVA") 23.11.2017, abstract, fig. 1	1-3
A	RU 2434794 C2 (GULTIAEV ALEKSANDR MIKHAILOVICH) 27.11.2011	1-3
A	US 7163179 B1 (THOMAS S. TAYLOR) 16.01.2007, the claims	1-3

☐ 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

06 August 2020 (06.08.2020)

Date of mailing of the international search report

13 August 2020 (13.08.2020)

Name and mailing address of the ISA/

RU

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

ОТЧЕТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ		Номер международной заявки PCT/RU 2020/000056	
А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ B64G 1/22 (2006.01) B64G 1/64 (2006.01) Согласно Международной патентной классификации МПК			
В. ОБЛАСТЬ ПОИСКА Проверенный минимум документации (система классификации с индексами классификации) B64G 1/00, 1/10, 1/12, 1/22, 1/24, 1/60, 1/64, 1/66, 4/00, 99/00 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			
С. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ:			
Категория*	Цитируемые документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №	
Y	US 4964596 A (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 23.10.1990, реферат, кол. 1-2, 6-8, фиг. 1a-2b, 9a-11	1-3	
Y	RU 2636453 C2 (АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПУТНИКОВЫЕ СИСТЕМЫ" ИМЕНИ АКАДЕМИКА М.Ф. РЕШЕТНЁВА") 23.11.2017, реферат, фиг. 1	1-3	
A	RU 2434794 C2 (ГУЛЬТЯЕВ АЛЕКСАНДР МИХАЙЛОВИЧ) 27.11.2011	1-3	
A	US 7163179 B1 (THOMAS C. TAYLOR) 16.01.2007, формула	1-3	
☐ последующие документы указаны в продолжении графы С. ☐ 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 06 августа 2020 (06.08.2020)		Дата отправки настоящего отчета о международном поиске 13 августа 2020 (13.08.2020)	
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: А. Андреев Телефон № 8(495) 531-64-81	