Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

«Балтийский Государственный Технический Университет

«Военмех» им. Д.Ф. Устинова»

Факультет А «Ракетно-космической техники»

Кафедра А3 «Космические аппараты и двигатели»

**Отчёт по НИР**

**«Исследование возможности создания выносных энергетических установок космического аппарата»**

Выполнил: Смирнов., гр.А3М32

Проверил: Бабук В.А.

Санкт-Петербург

2018 г.

**Оглавление**

# Патентный обзор существующих систем отодвижения рабочих модулей КА……3

1.2. «Ядерная энергетическая установка космического аппарата»

Патент РФ 2225809……………………………………………………………………4

* 1. Ядерная энергетическая установка космического аппарата»

Патент РФ 2225809………………………………………………………………….…6

* 1. «Ядерная энергетическая установка космического аппарата».

Патент РФ 2474893…………………………………………………………………….8

* 1. «Устройство для отведения ядерной энергетической установки от приборно-агрегатного отсека космического аппарата»

Патент РФ 2535356……………………………………………………………………10

1. Альтернативная система отодвижения……………………………………………..12
2. Анализ предлагаемых решений……………………………………………………..15
   1. Описание метода эксперных оценок……………………………………………15
   2. Обработка экспертных оценок……..……………………………………….…...16
   3. Подготовка к опросу……………………………………………………………..16
3. Выводы………………………………………………………………………………...17

Список литературы…………………………………………………………………...18

# Патентный обзор существующих систем отодвижения рабочих модулей КА

Задачей патентного обзора является определение основных конструктивных решений устройств отодвижения рабочих модулей космических аппаратов (КА).

В КА с ЯЭУ одним из основных требований к конструктивно‑компоновочной схеме (ККС) КА является требование обеспечения радиационной стойкости оборудования, обеспечивающего работу ЯЭУ, и оборудования приборно‑агрегатного отсека (ПАО) с радиационно-чувствительной аппаратурой управления, при условии обеспечения минимальной массы выводимого КА.

КА входит в состав космической головной части (КГЧ) ракеты-носителя (РН) и размещается внутри головного обтекателя (ГО) внутренний объем которого ограничен, поэтому компоновка КА под ГО РН должна быть максимально компактной. Приведение КА в рабочее положение производится после выведения на расчетную орбиту. Отодвижение ЯЭУ на заданное расстояние осуществляется при помощи специальной системы отведения до включения реактора, на рабочей орбите. По современным международным требованиям высота радиационно-безопасной орбитой (РБО) не менее 800 км.

*Источники информации, по которым проведен обзор:*

— сайт ФИПС (федеральный институт промышленной собственности);

— открытые реестры интеллектуальной собственности :

* <http://www.findpatent.ru/> ;
* <http://www.freepatent.ru/> .

*Поиск проводится в следующих разделах:*

– «Конструктивные элементы ядерных энергетических установок, вспомогательные устройства» (G21D 1/02);

– «Космические летательные аппараты основные составные части летательного аппарата и оборудование, устанавливаемое на нем или внутри него» (B64G1/22).

*Ключевые слова поиска:* «система отодвижения или отведения», «устройство выдвижения».

* 1. **«Устройство для выдвижения рабочих модулей космического аппарата»**

**Патент РФ 2136549**

*Публикация патента:* 10.09.1999.

*Авторы:* Белоскурский И.М., Гаврилов Л.Н.

*Патентообладатель:* АО "Красная Звезда".

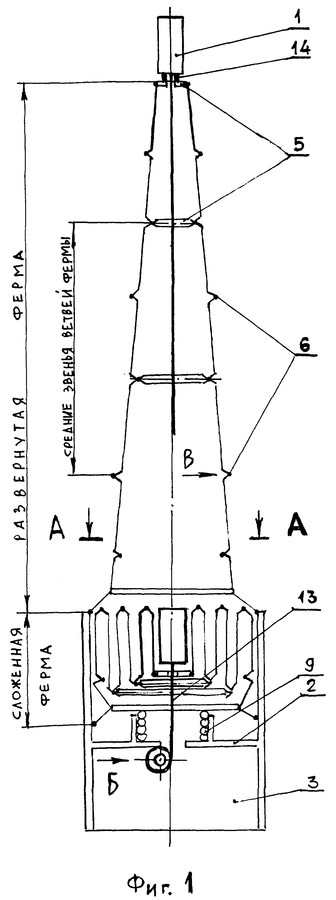
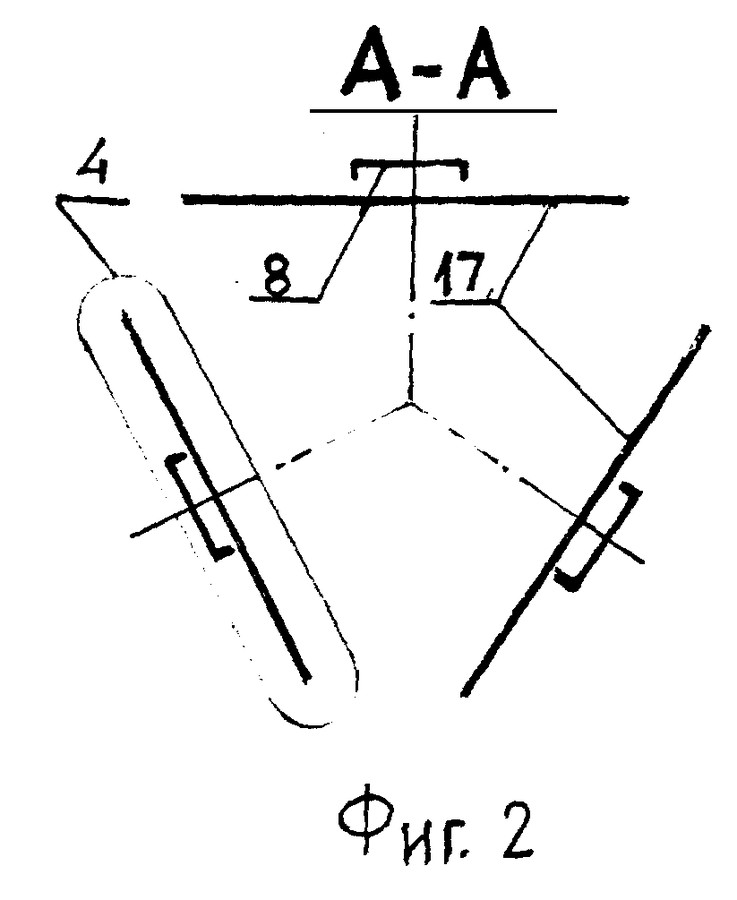
Описание устройства (рис 1-4):

Устройство для выдвижения рабочих модулей 1 космического аппарата, содержащее установленную на опорной платформе 2 приборного отсека 3 космического аппарата ферму - систему выдвижения в виде складывающихся многозвенных ветвей 4, равнорасположенных по окружности и соединенных шпангоутами 5 через шарниры 6 с осями 7 звеньев 8, оно снабжено толкателем, выполненным, например, в виде пружинного механизма сжатия 9, который установлен в центре опорной платформы 2, и тормозной системы, на оси 10 которой установлены тормозные колодки 11 и барабан 12, к которому прикреплен канат 13, соединяющий опорную платформу 2 приборного отсека 3 с модулем 1 космического аппарата; причем между модулем 1 и крайним к нему шпангоутом 5 установлены демпферы 14.

Предложенное устройство работает следующим образом.

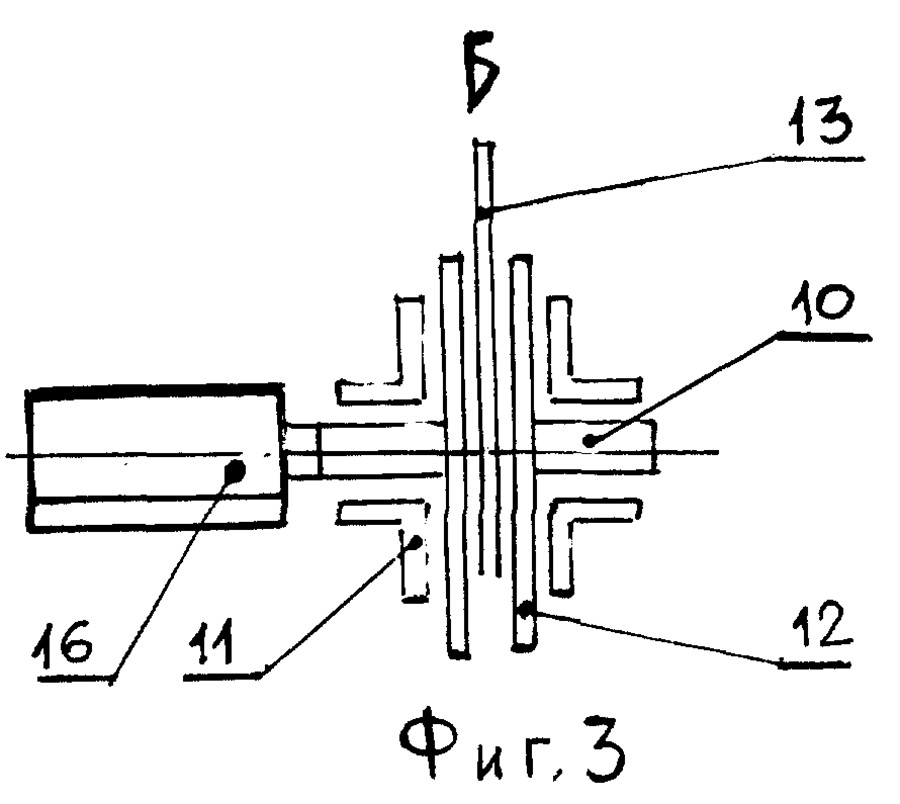
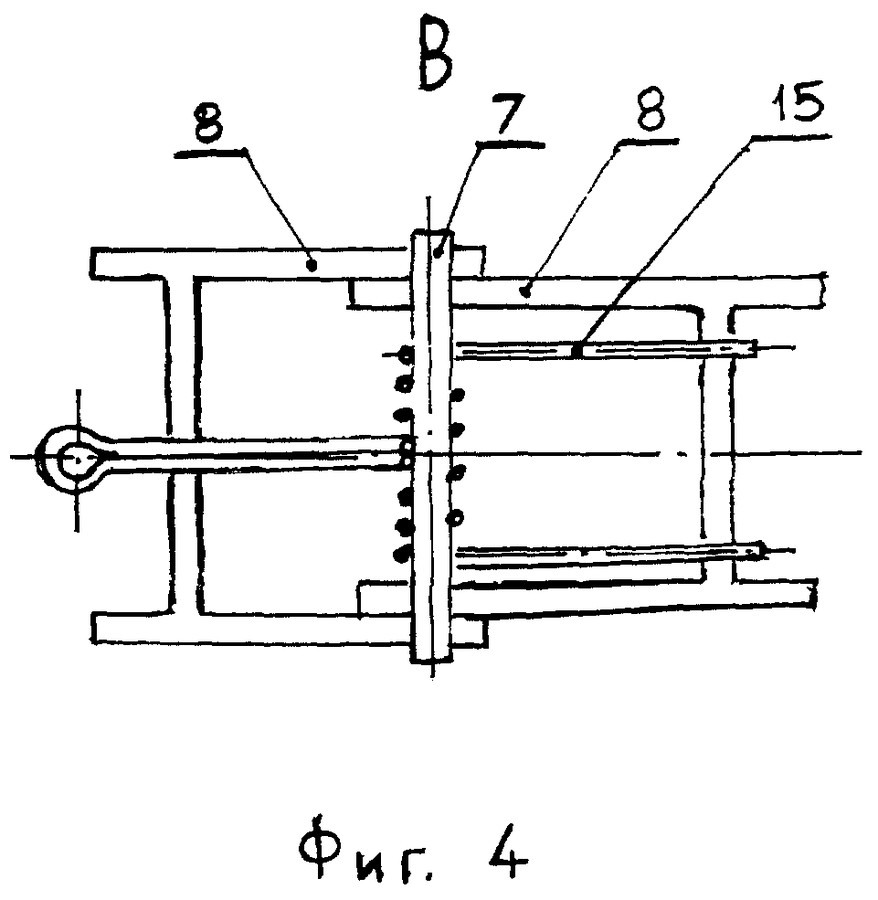
Для приведения в действие системы выдвижения ослабляются тормозные колодки 11 и срабатывает толкатель, 9 (пружинный механизм сжатия)

Далее осуществляется раскрытие фермы - системы выдвижения и происходит последовательное раскрытие сложенных многозвенных ветвей 4 за счет ускорения полученного модулем 1 при "разгоне" в начале срабатывания пружинного механизма сжатия 9. Масса модуля 1 "плывет" с регулированием скорости вращения оси 10 и барабана 12 тормозными колодками и в конце торможения модуль 1 останавливается канатом 13, как фалом. Пружины кручения 15, установленные на осях 7 звеньев раскрытия 8, компенсируют потери энергии в узлах раскрытия на трение или перекос

.  

**Рисунок 2 - поперечное сечение складывающихся ветвей устройства.**

Рисунок 1- устройство для выдвижения рабочих модулей КА в сложенном и развернутом (рабочем) виде.

**Рисунок 4-пружинный узел системы выдвижения.**

**Рисунок 3 -тормозной узел привода устройства.**

*Недостатки системы:*

1. Увеличение массы в следствии применения мощных пружин.

2. Усилие не прикладывается к элементам конструкции на всем этапе отодвижения, а только в начальный момент, что требует достаточно точной имитации условий невесомости в процессе отработки системы отодвижения.

3.Ограничение расстояния отодвижения в следствии малой жесткости конструкции.

4. Описанная конструкция содержит большое количество шарнирных соединений, в которых в условиях вакуума может произойти «холодная сварка».

* 1. **«Ядерная энергетическая установка космического аппарата».**

**Патент РФ 2225809**

*Публикация патента:* 20.03.2004.

*Авторы:* Андреев П.В., Галкин А.Я., Еремин А.Г. и др.

Патентообладатель: АО "Красная Звезда".

Описание конструкции (рис. 5-6):

Предлагаемая ЯЭУ содержит энергетический блок с последовательно расположенными по оси ядерным реактором, радиационной защитой и агрегатами жидкометаллического контура. Этот блок имеет систему выдвижения и холодильник-излучатель, излучающие панели которого размещены на шарнирных балках. Балки сложены в стартовом положении по трем продольным плоскостям вокруг энергетического блока.

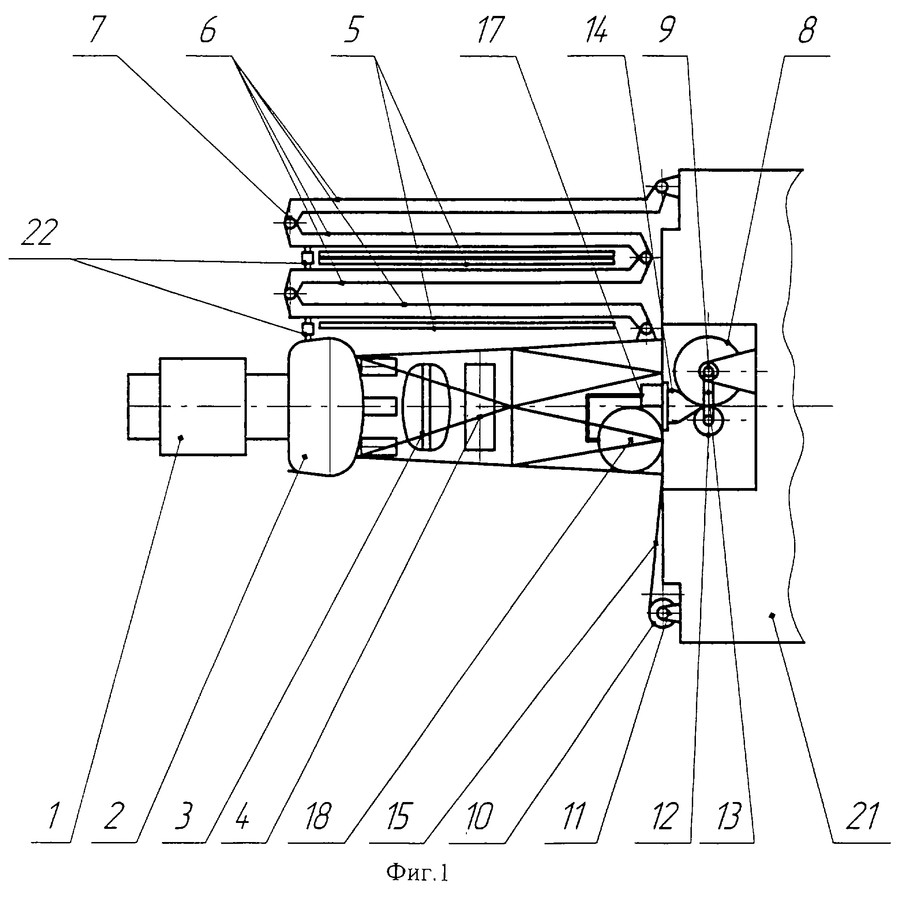
Конструкция системы отодвижения состоит из расположенного на космическом аппарате барабана 8 с намотанным на него газонепроницаемым рукавом 7, материалом которого может служить металлическая лента либо синтетическая ткань. Барабан снабжен приводом 9, придающим ему вращательное движение. Свободный конец газонепроницаемого рукава герметично закреплен на кольцевом фланце 16, расположенном на энергоблоке. Аккумулятор давления 18 через редуктор 17 соединен с газонепроницаемым рукавом. В месте схода его с барабана помещен валик 12, прижимающий рукав к барабану с помощью связующего элемента 13, например пружины.

Электрические коммуникации, идущие от реактора на космический аппарат, разводятся по трем жгутам 19 и размещаются на балках, тем самым исключается сам процесс развертывания кабелей, способных ввести силовое возмущение в развертывание балок. В местах сочленения балок силовые кабели снабжены гибкими электропроводящими элементами 20.

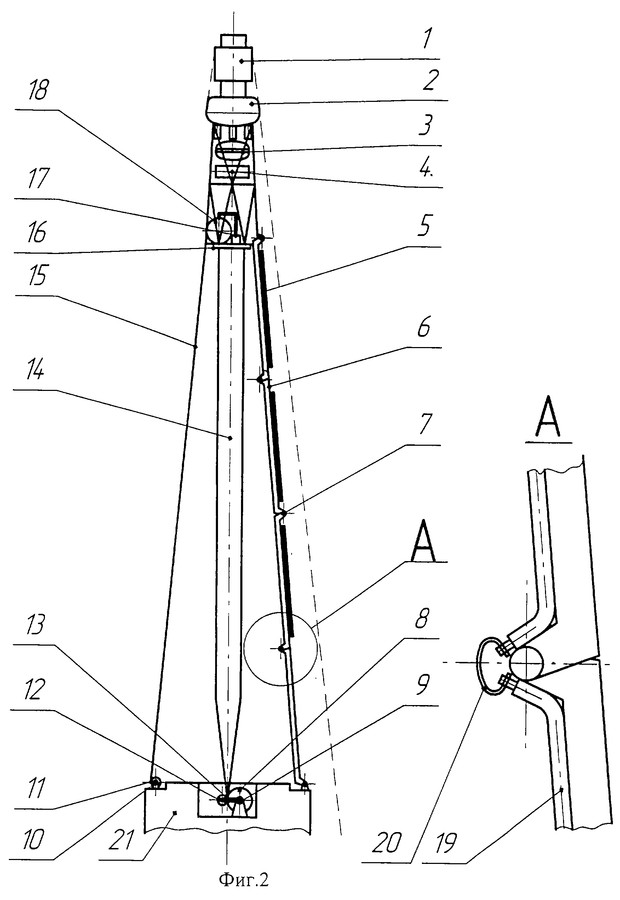
Наличие пиропатронов 22 в местах крепления пары балок при нахождении их в сложенном состоянии обеспечивает управляемое и последовательное разложение балок при отодвижении энергетического блока.

Дополнительную устойчивость процессу отодвиженния придают тросы 15, одним концом закрепленные на энергоблоке, а другим - на барабанах 11, размещенных на космическом аппарате. Привода 12, соединенные с барабанами 11, позволяют осуществлять регулируемое натяжение тросов во время отодвижения энергоблока.

Предлагаемая конструкция ЯЭУ работает следующим образом .По команде происходит срабатывание пиропатронов 22, освобождающих внешнюю пару балок и позволяющих им начать процесс раскладки после отделения энергоблока от космического аппарата. После этого из аккумулятора давления 18 через редуктор 17 происходит подача давления в газонепроницаемый рукав 14. Одновременно с подачей давления начинается вращение барабана 8, постепенно освобождающего рукав. Под действием давления газа рукав на участке между фланцем 16 и барабаном 8 с прижимающимся к нему валиком 12 надувается, приобретая конструктивную жесткость, и воздействует на энергетический блок, отодвигая его от космического аппарата. Разматываемые при этом тросы 15 позволяют отслеживать возможные перекосы отодвижения энергоблока и своевременно их парировать. Одновременно эти тросы могут быть использованы для складывания ЯЭУ при наземной отработки системы отодвижения.

После раскладки первой пары балок и фиксации шарниров проходит команда на срабатывание следующих пиропатронов 22 и вторая пара балок начинает раскладку под действием наполняемого газом рукава 14, формируя, таким образом, совместно с другими балками ферму.

**Рисунок 5 – начальное положение.**



**Рисунок 6 – орбитальное (рабочее) положение**

*Недостатки данной системы:*

1.Ограничение расстояния отодвижения в следствии малой жесткости конструкции.

2. Описанная конструкция содержит большое количество шарнирных соединений, в которых в условиях вакуума может произойти «холодная сварка».

3. При увеличении требуемой длины отодвижения увеличивается длина рукава, как следствие необходим большой перепад давления.

4. К материалу рукава предъявляются жесткие требования по герметичности и и радиационной безопасности.

5. Для обеспечения должной степени герметичности к укладке рукава предъявляется ряд ограничений, вследствие которых при определенной длине рукава значительно увеличиваются массово-габаритные характеристики системы укладки.

* 1. **«Ядерная энергетическая установка космического аппарата».**

**Патент РФ 2474893**

*Публикация патента:* 10.02.2013

*Авторы:* Еремин А. Г., Шитц Э.Н., Максименко Д. В.

*Патентообладатели:* АО "Красная Звезда",  Государственная корпорации по атомной энергии "Росатом".

Описание конструкции (рис. 7-8):

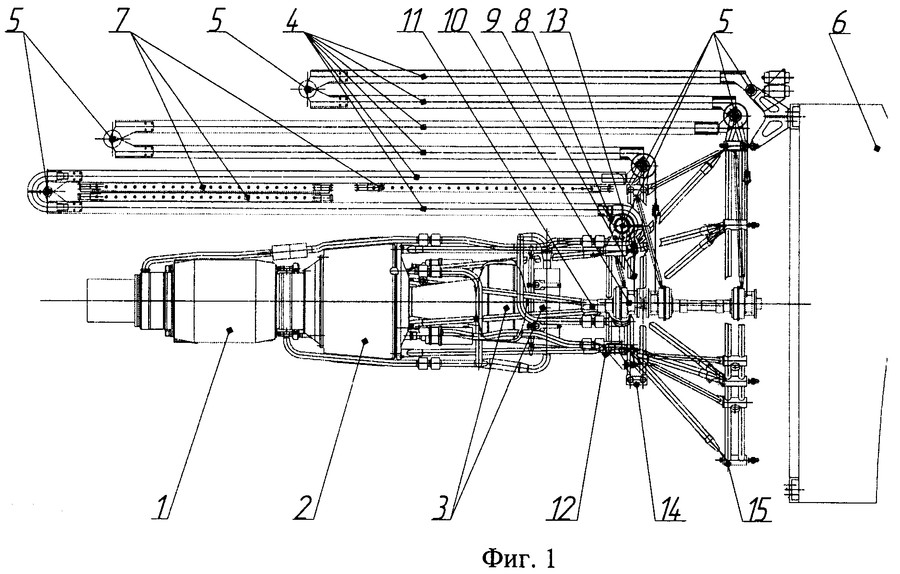
ЯЭУ содержит энергетический блок с последовательно расположенными по оси ядерным реактором 1, радиационной защитой 2 и агрегатами 3 жидкометаллического контура (ЖМК). Система отодвижения энергетического блока представляет собой балки 4, сложенные в стартовом положении по трем продольным плоскостям вокруг энергетического блока и соединенные между собой шарнирами 5, позволяющими балкам при отодвижении энергетического блока раскладываться с образованием при их фиксации трех стержней. Они формируют ферму, в вершине которой размещен энергетический блок с реактором 1, а в основании - космический аппарат 6. На балках размещены панели холодильника-излучателя (ХИ) 7 (рис8).

На валу шарнира каждой из трех нечетных (считая с отодвигаемого энергетического блока) балок выполнен шкив 8, на котором закреплен трос 9 таким образом, что, проходя по шкиву при своем натяжении, обеспечивает вращение вала по часовой стрелке. Другой конец троса закреплен на расположенном по оси ЯЭУ барабане 10, снабженном электроприводом 11. Электропривод и барабан зафиксированы на шпангоуте 12, относительно которого происходит поворот балки со шкивом. Таким образом, на барабан приходит три троса от трех шкивов, размещенных на валах нечетных (ведущих) балок. Каждый трос снабжен пружиной 13, например, тарельчатой, усилие которой и соответствующая ей деформация при нагрузке обеспечивают раскрытие и фиксацию всех балок независимо от натяжения тросов. Аналогичной конструкцией снабжены следующие две пары балок, закрепленных на соседних шпангоутах 14 и 15.

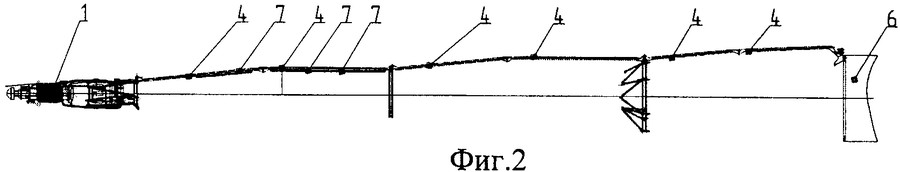
Предложенное устройство работает следующим образом

При команде на отодвижение энергетического блока от космического аппарата включается электропривод, закрепленный внутри шпангоута, ближайшего к космическому аппарату. На его кронштейнах установлены ведущие балки. Электропривод через редуктор приводит во вращение барабан с намотанными на него тремя тросами, идущими на шкивы ведущих балок. Натяжение тросов обеспечивает начало вращения шкивов, установленных на валах ведущих балок. Разворачиваясь по часовой стрелке, ведущие балки приводят во вращение ведомые, обеспечивая тем самым разворот ведущих и ведомых балок.

В результате выполняется отодвижение энергоблока на длину развернутых балок. Размещенные на тросах пружины, например, тарельчатые обеспечивают установку всех трех пар развернутых балок на фиксаторы независимо от натяжения трех тросов, наматываемых на общий барабан. После срабатывания фиксаторов подается команда на разворот двух следующих пар балок, и процесс повторяется.



**Рисунок 7 – Стартовое положение**



**Рисунок 8 – Рабочее( орбитальное) положение**

*Недостатки системы:*

1. Ограничение расстояния отодвижения в следствии малой жесткости конструкции.

2. Описанная конструкция содержит большое количество шарнирных соединений, в которых в условиях вакуума может произойти «холодная сварка».

**1.4. «Устройство для отведения ядерной энергетической установки от приборно-агрегатного отсека космического аппарата»**

**Патент РФ 2535356**

Публикация патента: 10.12.2014

Авторы: Косенко А. Б., Синявский В.В.

*Патентообладатель:* АО "Ракетно-космическая корпорация "Энергия" имени С.П. Королева"

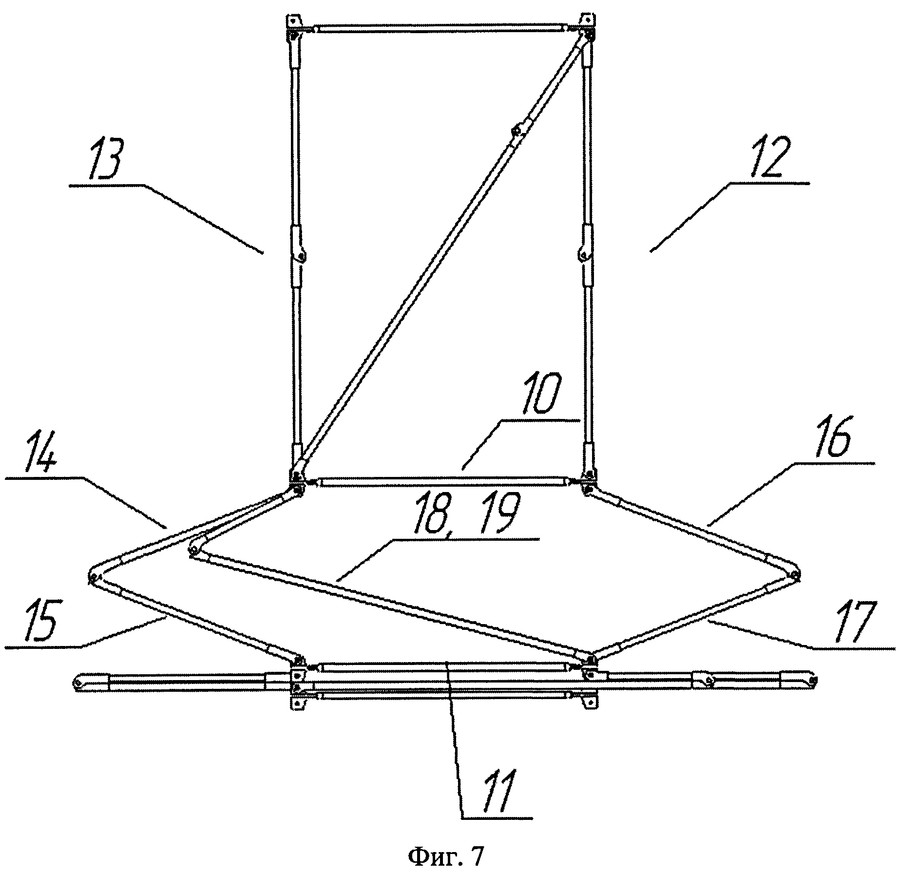
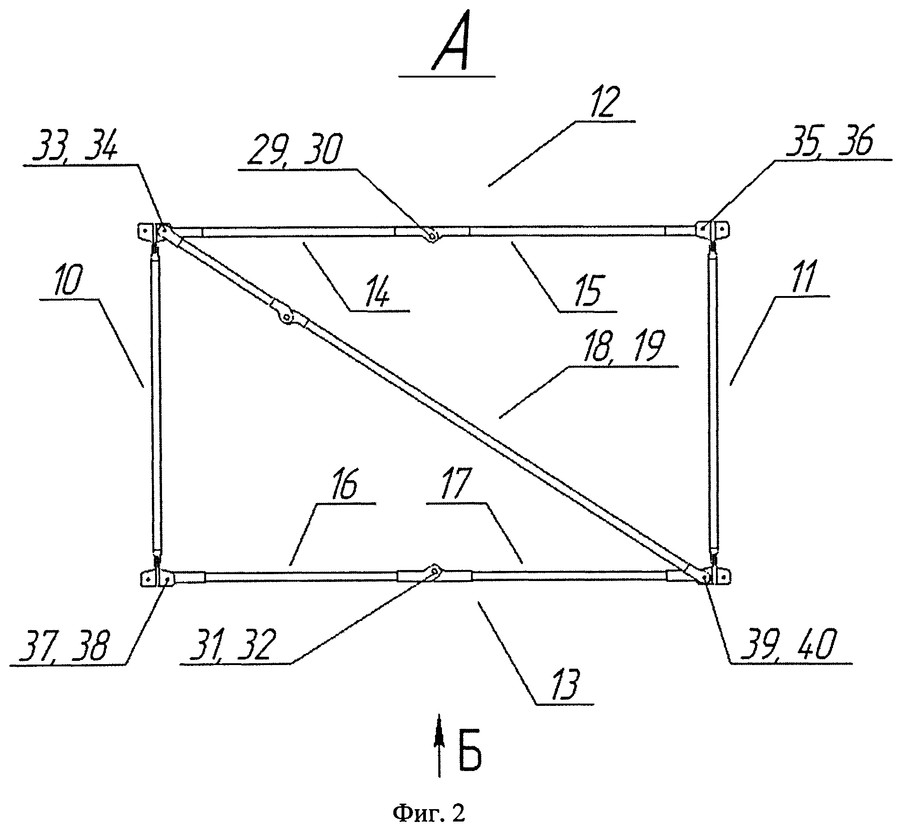
Описание конструкции (рис.9-14):

Устройство для отведения ЯЭУ представляет собой трансформируемую пространственную ферменную конструкцию, базовым элементом которой является секция в форме параллелепипеда с квадратными основаниями, общими для двух смежных секций, со складывающимися боковыми гранями на двух противоположных сторонах секции и со складывающимися диагоналями по одной на двух других противоположных сторонах. Основания, боковые грани и диагонали выполнены из полых стержневых элементов и соединены между собой шарнирными узлами. Диагонали смежных секций установлены разнонаправлено, а продольные и поперечные стержневые элементы боковых граней и оснований скреплены между собой фитингами, образуя с двух противоположных складывающихся боковых граней секции по две скрепленные между собой жесткие рамы. В шарнирных узлах установлены фиксаторы конструкции в развернутом состоянии. Пружины кручения в шарнирных узлах установлены на осях вращения и закреплены в проушинах фитингов, а фиксаторы конструкции в развернутом состоянии выполнены в виде защелки.

Предложенное устройство работает следующим образом.

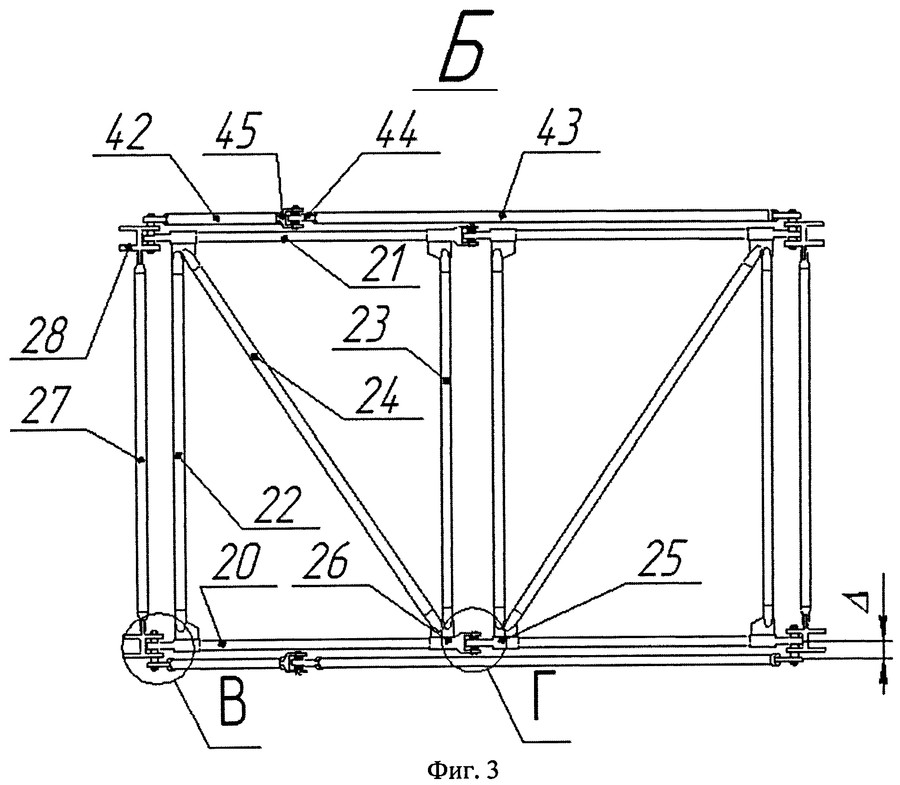
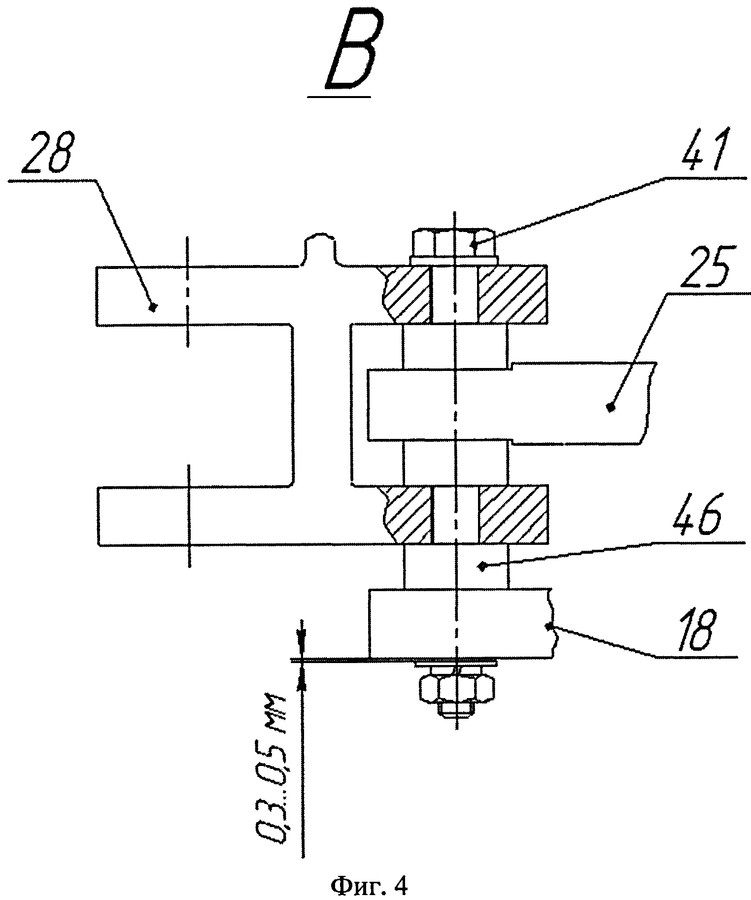
По команде с земли производится подрыв пироболтов и раскрытие стыка опорного шпангоута приборного отсека 5 и фланца на силовом каркасе ХИ ЯЭУ. Под действием пружины кручения 47, находящиеся в сложенном состоянии, попарно соединенные рамы 14 и 15, 16 и 17 совершают вращательное движение друг относительно друга вокруг оси 48 шарнира до тех пор, пока угол между ними не достигнет 180°. При этом шарниры, соединяющие смежные рамы друг с другом, совершают поступательное движение во встречном направлении внутрь секции. Основания 10 и 11 совершают поступательное движение вдоль продольной оси ферменной конструкции в противоположных направлениях. Также под действием пружин кручения 47, установленных в шарнирных узлах в местах сложения диагоналей 18 и 19, происходит вращательное движение друг относительно друга стержневых элементов 42 и 43, составляющих диагональ секции.

Ограничение вращательного движения боковых рам 14 и 15, 16 и 17 друг относительно друга при достижении положения, соответствующего углу 180°, обеспечивается установкой в шарнирах упорной оси 52, в которую упирается пятка фитинга 25 боковой рамы 15. Фиксация конструкции в развернутом состоянии обеспечивается следующим образом. В процессе раскрытия конструкции упорная ось 51, установленная в фитинге 25 боковой рамы 15, совершает вращательное движение вокруг оси 48 шарнира. При этом упорная ось 51 сначала входит в контакт с поверхностью 50 защелки 49, поджатой плоской пружиной 53. Далее в процессе раскрытия конструкции точка контакта смещается на поверхность 51 и перемещается по ней до контакта упорной оси 52 с поверхностью 54 пятки фитинга 25. При этом вращение упорной оси 52 вокруг оси 48 шарнира с одной стороны ограничивается пяткой фитинга 25, с другой - защелкой 49 под действием плоской пружины 53.

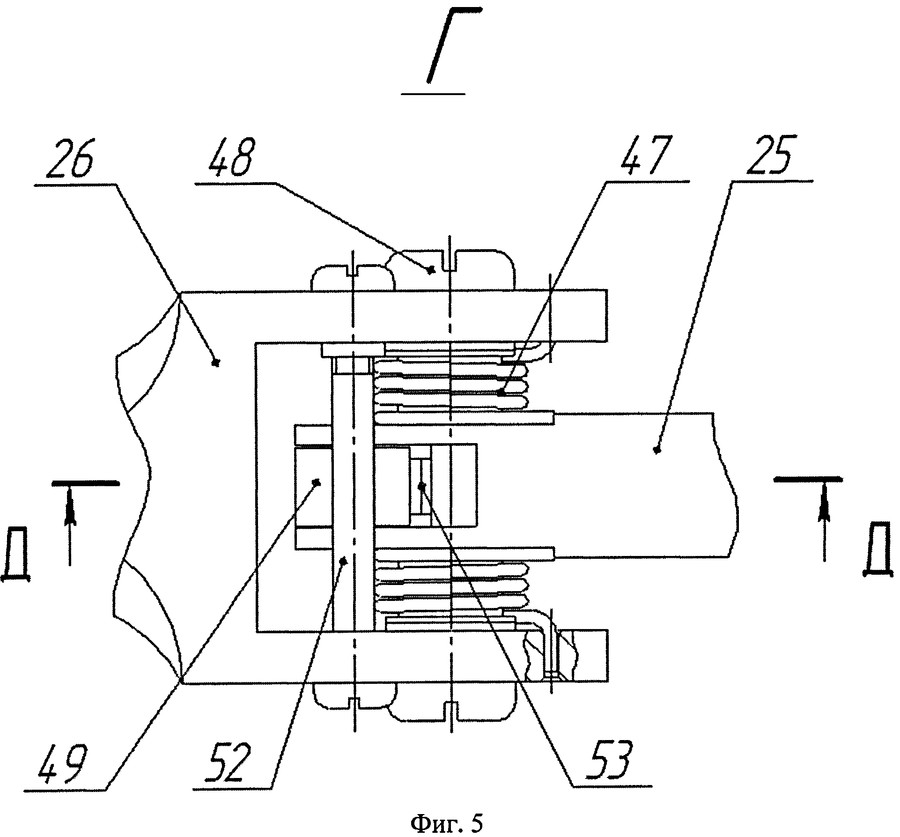
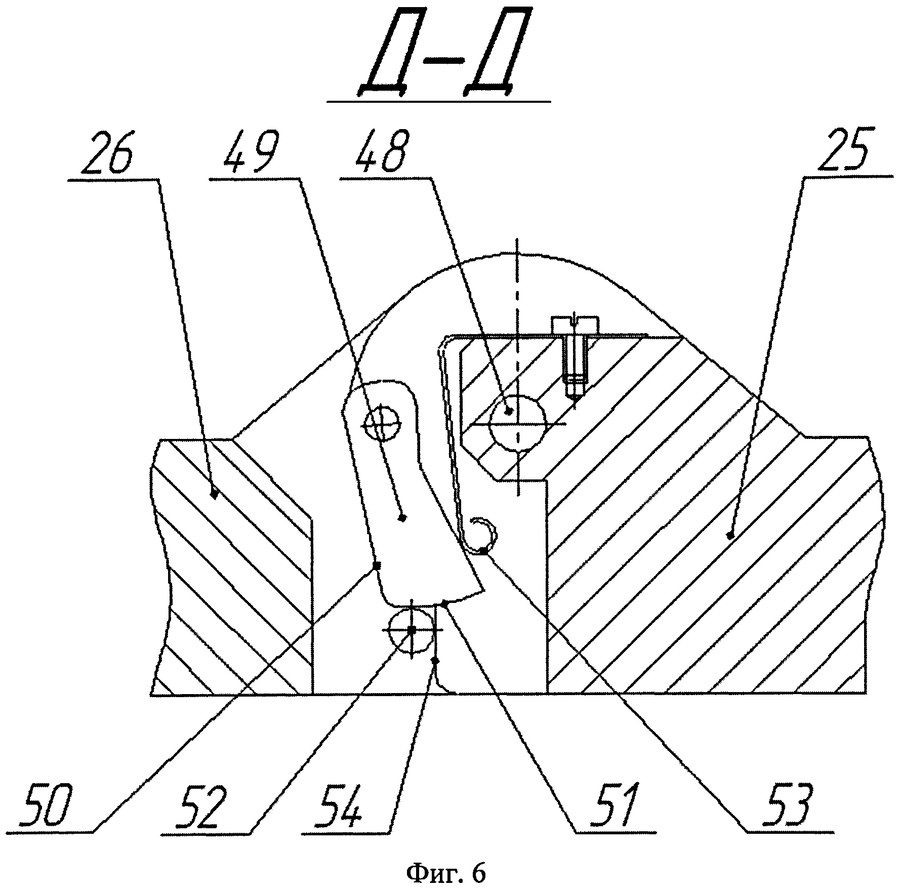
**Рисунок 9— трансформирование конструкции из сложенного состояния в развернутое.**

**Рисунок 10 — вид спереди на одну секцию ферменной конструкции устройства отведения**

**Рисунок 12—шарнирный узел крепления диагонали секции**

**Рисунок 11—вид сбоку**

**Рисунок 14 —шарнирный узел соединения смежных рам в продольном сечении**

**Рисунок 13 —шарнирный узел соединения смежных рам**

*Недостатки системы:*

1. Ограничение расстояния отодвижения в следствии малой жесткости конструкции.

2. Описанная конструкция содержит большое количество шарнирных соединений, в которых в условиях вакуума может произойти «холодная сварка».

# Альтернативная система отодвижения

Рассмотрим применение другой системы отодвижения.

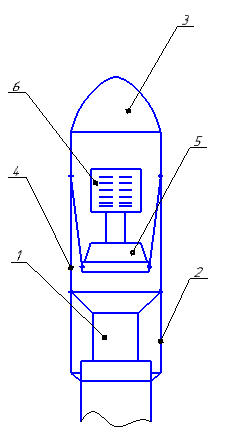
На чертежах (фиг. 1-4) приведена ККС предлагаемой системы отодвижения:

- стартовое положение - фиг.1;

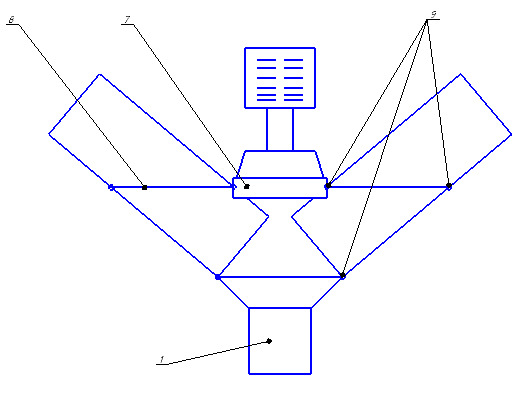
- орбитальное положение - фиг.3;

- промежуточное положение - фиг.2;

- электромеханический привод - фиг.4.



**Фиг.1 — Стартовое положение**



**Фиг.2 — Промежуточное положение**

В состав КА входит:

- блок обеспечивающих систем (БОС) –1,

- сбрасываемые цилиндрические части ГО – 2,

- конические створки ГО – 3,

- раздвижные цилиндрические створки ГО (принадлежность системы отодвижения) – 4,

- энергетический блок –5,

- холодильники-излучатели –6,

- электромеханический привод –7,

- штанги –8, 12

В состав конструкции электромеханического привода входит:

- шарнирные соединения –9,

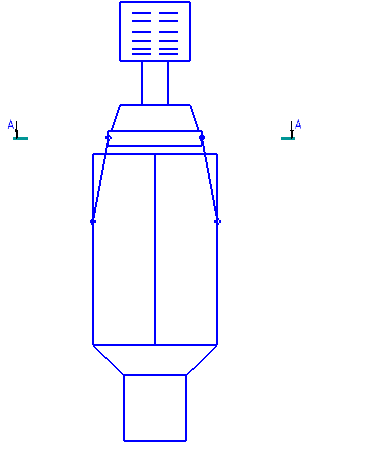
- электродвигатель —10,

- планетарный редуктор — 11,

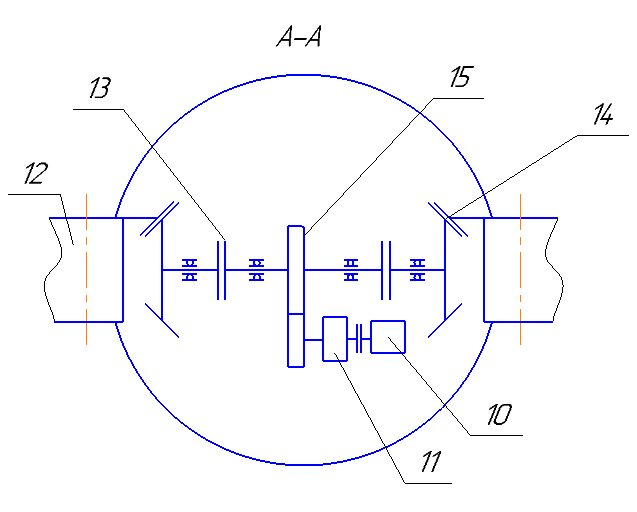
- предохранительная муфта —13,

- коническая передача —14,

- цилиндрическая передача — 15.



**Фиг.3 — Орбитальное положение**



**Фиг.4 — Электромеханический привод**

ЯЭУ крепится консольно к приводному блоку, который в свою очередь закреплен на коническом переходнике посредством пиротехнических устройств.

Предлагаемая система отодвижения работает следующим образом. По команде системы управления (СУ), когда КА находится на расчетной орбите, на пиротехнические устройства подается напряжение, в результате чего происходит их срабатывание. После этого на электродвигатель 10 подается питающее напряжение. Через механическую передачу, состоящей из редуктора 11, цилиндрической передачи 15 крутящий момент передается к штангам 12, которые соединяется с приводом посредством конического зацепления 14. В свою очередь, штанги воздействуют на створки ГО 5. Начинается отодвижение ЯЭУ от блока обеспечивающих систем 3, в процессе которого створки ГО сначала раскрываются, а затем смыкаются. На фиг. 3 отмечено промежуточное положение ЯЭУ. Во избежание перекосов при раскрытии устанавливаются предохранительные муфты 13.

Цилиндрические части (2) и конические створки ГО (3) сбрасываются на этапе выведения после прохождения плотных слоев атмосферы, когда аэродинамическое воздействие на элементы конструкции минимально.

Предложенная конструкция системы отодвижения выгодно отличается от альтернативных в части массогабаритных характеристик за счет того, что цилиндрическая часть ГО является частью предлагаемой системы отодвижения.

# Анализ предлагаемых решений

Для анализа предлагаемой системы отодвижения применим метод экспертных оценок.

# Описание метода эксперных оценок [1]

*Экспертиза* - процедура получения информации от экспертов. Экспертные оценки - это суждения экспертов о различных сферах человеческой деятельности, предполагающие процедуру сравнения объектов и их свойств по выделенным критериям.

Сущность метода экспертных оценок заключается в рациональной организации проведения экспертами анализа проблемы с количественной оценкой суждений и обработкой их результатов. Обобщенное мнение группы экспертов принимается как решение проблемы.

Метод экспертных оценок применяется для решения проблем прогнозирования, планирования и разработки программ деятельности, выбора перспективной техники, оценки качества продукции и др.

Для применения метода экспертных оценок в процессе принятия решений необходимо рассмотреть вопросы подбора экспертов, проведения

опроса и обработки его результатов.

В зависимости от масштаба решаемой проблемы организацию экспертизы осуществляет лицо принимающее решение (ЛПР) или назначаемая им группа управления. Подбор количественного и качественного состава экспертов производится на

основе анализа широты проблемы, требуемой достоверности оценок, характеристик экспертов и затрат ресурсов.

Широта решаемой проблемы определяет необходимость привлечения к экспертизе специалистов различного профиля. Следовательно, минимальное число экспертов определяется количеством различных аспектов, направлений, которые необходимо учесть при решении проблемы. Достоверность оценок группы экспертов зависит от уровня знаний отдельных экспертов и количества членов.

Характеристики группы экспертов определяются на основе индивидуальных характеристик экспертов: компетентности, креативности, отношения к экспертизе, конформизма, конструктивности мышления, коллективизма, самокритичности.

Опрос экспертов представляет собой заслушивание и фиксацию в

содержательной и количественной форме суждений экспертов по решаемой проблеме. Проведение опроса является основным этапом работы .

Вид опроса по существу определяет разновидность метода экспертной оценки. Основными видами опроса являются: анкетирование, интервьюирование, метод Дельфы, мозговой штурм, дискуссия. Выбор того или иного вида опроса определяется целями экспертизы, сущностью решаемой проблемы, полнотой и достоверностью исходной

информации, располагаемым временем и затратами на проведение опроса.

# Обработка экспертных оценок

После проведения опроса группы экспертов осуществляется обработка результатов. Исходной информацией для нее являются числовые данные, выражающие предпочтения экспертов, и содержательное обоснование этих предпочтений. Целью обработки является получение обобщенных данных и новой информации.

В зависимости от целей экспертного оценивания при обработке результатов опроса решают следующие основные задачи:

* определение согласованности мнений экспертов;
* построение обобщенной оценки объектов;
* определение зависимости между суждениями экспертов;
* определение относительных весов объектов;
* оценка надежности результатов экспертизы.

Определение согласованности оценок экспертов необходимо для подтверждения правильности гипотезы о том, что эксперты являются достаточно точными измерителями, Помимо этого, анализ значений меры согласованности способствует выработке правильного суждения об общем уровне знаний по решаемой проблеме и выявлению различных взглядов, концепций, существованием научных школ, характером профессиональной деятельности и т.д. экспертов.

Задача построения обобщенной оценки объектов по индивидуальным оценкам экспертов возникает при групповом экспертном оценивании. Если эксперты производили оценку объектов в количественной шкале, то задача построения групповой оценки заключается в определении среднего значения.

Важное значение имеет определение зависимости между оценками объектов, построенными по различным показателям сравнения. Это дает возможность определить связанные между собой показатели сравнния и осуществить их группировку по степени взаимосвязи.

Желательно иметь и количественные значения относительной важности объектов. Эту задачу при определенных условиях можно решить путем обработки результатов ранжировок или парных сравнений группы экспертов.

Оценки объектов, получаемые в результате обработки, представляют собой случайные величины, поэтому одной из важных задач является определение их достоверности, т.е. надежности результатов экспертизы.

# Подготовка к опросу

В постановке нашей задачи, наиболее предпочтительным является метод Дельфы. Его суть состоит в серии последовательных опросов (туров анкетирования) с обработкой и сообщением результатов каждой серии экспертам, работающим инкогнито по отношению друг к другу.

В первом туре, экспертам будет предложено произвести оценку пяти систем отодвижения рабочих модулей КА рассмотренных ранее. Анкета будет содержать предварительные критерии, которые анкетируемые могут дополнить при необходимости. Предлагается использовать десяти бальную шкалу оценивания, где наивысший бал подразумевает максимально прогнозирируемое значение критерия. В таблице 1 приведен пример заполнения таблицы.

Таблица– Критерии характеристик, пример заполнения таблицы.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Критерий /Номер системы | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 Простота конструкции | 8 | 6 | 7 | 5 | 10 |
| 2. Надежность | 5 | 6 | 9 | 4 | 8 |
| 3. Габариты в транспортном положении | 6 | 6 | 6 | 10 | 10 |
| 4. Массовые показатели | 8 | 8 | 7 | 10 | 9 |
| 5. Масштабируемость конструкции\* | 8 | 8 | 8 | 10 | 7 |
| 6. Простота наземной отработки | 7 | 7 | 7 | 8 | 7 |
| 7. Экономичность | 8 | 8 | 7 | 9 | 10 |

\*Возможность без серьезных конструкторских дополнений применять для различных КА

# Выводы

1. Были рассмотрены основные варианты конструктивных решений системы отодвижения рабочих модулей КА.
2. Предложена альтернативная система отодвижения.
3. Подготовлена анкета с предварительными критериями для опроса экспертов.

# Список литературы

1. Прохоров Ю.К., Фролов В. В. Управленческие решения: Учебное пособие. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2011.
2. Патент РФ 2225809
3. Патент РФ 2225809
4. Патент РФ 2474893
5. Патент РФ 2535356