



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
A01G 31/02 (2022.08); B64G 1/10 (2022.08)

(21)(22) Заявка: 2022117406, 28.06.2022

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
28.06.2022

Дата регистрации:  
05.12.2022

Приоритет(ы):  
(22) Дата подачи заявки: 28.06.2022

(45) Опубликовано: 05.12.2022 Бюл. № 34

Адрес для переписки:  
308015, Белгородская обл., г. Белгород, ул.  
Победы, 85, НИУ "БелГУ", ОИС,Цуриковой  
Н.Д.

(72) Автор(ы):  
Журавлева Екатерина Васильевна (RU),  
Никулин Иван Сергеевич (RU),  
Тохтарь Валерий Константинович (RU),  
Воропаев Валерий Сергеевич (RU),  
Тохтарь Людмила Анатольевна (RU),  
Саенко Михаил Юрьевич (RU),  
Ткаченко Наталья Николаевна (RU)

(73) Патентообладатель(и):  
федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Белгородский государственный  
национальный исследовательский  
университет" (НИУ "БелГУ") (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 2331185 C2, 20.08.2008. RU  
2489328 C2, 10.08.2013. RU 2271965 C2,  
20.03.2006. US 2021/0197988 A1, 01.07.2021. CN  
106005486 A, 12.10.2016.

(54) Устройство для автономного выращивания микроклонов растений в космосе

(57) Реферат:

Изобретение относится к области растениеводства, в частности к устройствам для выращивания кустарников в условиях космоса. Устройство состоит из трех кубических отсеков, на боковых поверхностях которых расположены солнечные батареи. В двух отсеках расположен модуль полезной нагрузки, состоящий из блока управления системами жизнеобеспечения растений и приема-передачи данных на Землю. В третьем отсеке расположена камера автономного роста растений, содержащая две титановые вакуум-герметичные ячейки с питательной средой и микроклонами растений. В каждой вакуум-герметичной ячейке содержится

от двух до четырех растений. Растения фиксируются в питательной среде, изготовленной на основе среды Мурасиге-Скуга. Каждая вакуум-герметичная ячейка оборудована винтовой герметичной крышкой, через которую производится заливка питательной среды и посадка растений и имеет две стеклянные стенки для внешнего наблюдения за ростом растений с помощью фотокамеры. Техническим результатом является обеспечение возможности выращивания высших растений в условиях космоса в течение длительного промежутка времени без непосредственного участия человека. 9 ил., 1 табл.



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

*A01G 31/02 (2022.08); B64G 1/10 (2022.08)*(21)(22) Application: **2022117406, 28.06.2022**(24) Effective date for property rights:  
**28.06.2022**Registration date:  
**05.12.2022**

Priority:

(22) Date of filing: **28.06.2022**(45) Date of publication: **05.12.2022** Bull. № 34

Mail address:

**308015, Belgorodskaya obl., g. Belgorod, ul.  
Pobedy, 85, NIU "BelGU", OIS, Tsurikovoj N.D.**

(72) Inventor(s):

**Zhuravleva Ekaterina Vasilevna (RU),  
Nikulin Ivan Sergeevich (RU),  
Tokhtar Valerij Konstantinovich (RU),  
Voropaev Valerij Sergeevich (RU),  
Tokhtar Lyudmila Anatolevna (RU),  
Saenko Mikhail Yurevich (RU),  
Tkachenko Natalya Nikolaevna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe avtonomnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniya "Belgorodskij gosudarstvennyj  
natsionalnyj issledovatel'skij universitet" (NIU  
"BelGU") (RU)**(54) **DEVICE FOR AUTONOMOUS GROWING OF PLANT MICRO-CLONES IN SPACE**

(57) Abstract:

FIELD: plant growing.

SUBSTANCE: invention relates to the field of plant growing, in particular to device for growing of shrubs in space conditions. The device consists of three cubic compartments, on side surfaces of which solar panels are located. In two compartments, a useful load module is located, consisting of a unit for control of plant life-support systems and reception-transmission of data to the Earth. In the third compartment, a chamber for autonomous growth of plants is located, containing two titanium vacuum-sealed cells with a nutrient medium and plant micro-clones. In each vacuum-sealed cell,

there are from two to four plants. Plants are fixed in the nutrient medium made based on Murashige and Skoog medium. Each vacuum-sealed cell is equipped with a screw sealed cover, through which the nutrient medium is poured, and plants are sowed, and it has two glass walls for external observation for plant growth, using a photo camera.

EFFECT: provision of a possibility of higher plant growing in space conditions during a long period of time without direct human participation.

1 cl, 9 dwg, 1 tbl

Предлагаемое изобретение относится к области растениеводства, в частности, к устройствам для выращивания кустарников в экстремальных условиях (в условиях космоса) в течение длительного промежутка времени без непосредственного участия человека.

5 Известно изобретение роботизированного автономного модуля для выращивания растений на искусственных средах с применением автоматизированных средств жизнеобеспечения растений на всех стадиях выращивания по патенту (RU № 2748379 публ. 2021.05.25), представляющее собой автономную роботизированную тележку с  
10 возможностью ручного управления перемещением или автоматического перемещения модуля по заданным маршрутам и установленную на тележке секцию для выращивания растений на искусственных средах, включающую в себя средства жизнеобеспечения растений на разных стадиях выращивания. Секция содержит установленные снизу вверх друг на друге нижнюю техническую секцию, резервуар для питательного раствора, стойку с возможностью вращения вокруг своей оси, верхнюю техническую секцию,  
15 направляющие штанги, соединяющие верхнюю и нижнюю технические секции, для размещения устройств жизнеобеспечения процесса выращивания растений и обеспечения их электропитанием. При этом нижняя техническая секция через стыковочный модуль установлена на роботизированной тележке и содержит установленный в закрытой части секции блок управления процессом выращивания, соединенный с устройством  
20 мониторинга и управления работой роботизированного автономного модуля. Модуль позволяет создать компактный роботизированный автономный модуль, содержащий все необходимые средства жизнеобеспечения растений на всех стадиях выращивания, исключает присутствие человека в процессе выращивания растений за счет полной автоматизации модуля и средств жизнеобеспечения растений на всех стадиях  
25 выращивания.

Недостатком данного изобретения являются техническая сложность, большие габариты, необходимость наличия дополнительной системы электропитания.

Известно устройство для выращивания растений по патенту (RU № 108705, публ. 2011.09.27), для интенсивного круглогодичного выращивания растений высотой до 1,2  
30 м. Устройство содержит растильню с субстратом, световой прибор, пульт управления, бак для питательного раствора с насосом, отличающееся тем, что устройство дополнительно содержит одну или две растильни, снабженные подставками, на которых уложены полиэтиленовая пленка, а на пленку один или два слоя синтетической, непроницаемой для корней ткани таким образом, что края пленки и ткани доходят до  
35 дна растильни, в которую налит питательный раствор, а сверху на подставку уложена такая же синтетическая ткань, края которой закреплены на бортах растильни, причем в промежутках между боковыми стенками растильни и подставки ткань находится ниже горизонтальной поверхности подставки, образуя карманы, имеющие в самой нижней части отверстия, расположенные друг от друга на расстоянии 8ч10 см, причем  
40 карманы опущены до уровня загнутого конца сифона, представляющего собой пластмассовую трубку, соединенную через силиконовую трубку с патрубком, находящимся выше дна растильни и служащего для удаления избытка раствора из растильни, рядом с упомянутым патрубком имеется второй патрубок, служащий для слива раствора из растильни, при этом на ткань насыпан субстрат слоем ниже бортов  
45 растильни на 1ч2 см.

Недостатком данного технического решения являются большие геометрические размеры и вес, что является решающим фактором при определении стоимости доставки конструкции на орбиту, также предлагаемая система организации субстрата неприемлема

в условиях невесомости.

Известна конструкция устройства для выращивания высших культурных растений в космосе и способ доставки его на орбиту космического аппарата по патенту (RU № 2331185, публ. 2008.08.20). Устройство содержит два идентичных блока с корпусами в виде прямоугольных параллелепипедов для растений луковичного типа в каждом блоке.

Недостатком является потребность в дополнительном поливе, что осложняет работу устройства в течение длительного автономного полета в условиях невесомости.

Задачей изобретения является создание устройства для автономного выращивания микроклонов растений в космосе.

Техническим результатом изобретения является возможность выращивания высших растений, в частности, кустарников в условиях космоса в течение длительного промежутка времени без непосредственного участия человека.

Поставленная задача решается с помощью предлагаемого устройства для автономного выращивания микроклонов растений в космосе, состоящего из трех кубических отсеков на боковых поверхностях которых расположены солнечные батареи, в двух отсеках расположен модуль полезной нагрузки с установленным в нем блоком управления системами жизнеобеспечения растений и приема-передачи данных на наземные радиостанции, включающим макетную плату, материнскую плату, плату батарейного блока, плату контроля антенны, плату коммутации, к которому через вакуумный разъем присоединена камера автономного роста растений, с расположенными в ней двумя титановыми вакуум-герметичными ячейками с возможностью размещения в них через винтовую герметичную крышку от двух до четырех микроклонов растений в питательную среду, полученную на основе среды Мурасиге-Скуга, и обеспечивающую необходимые условия питания и роста микроклонов растений за счет ее оптимального состава, кроме того, каждая вакуум-герметичная ячейка оборудована двумя стеклянными стенками для внешнего наблюдения за ростом микроклонов растений с помощью фотокамеры, причем, камера автономного роста растений расположена в третьем отсеке.

Сущность изобретения поясняется чертежами, на которых:

Фиг. 1 – изображен общий вид устройства для автономного выращивания микроклонов растений в космосе;

Фиг. 2 – изображен внешний вид камеры автономного роста микроклонов растений;

Фиг. 3 – изображена вакуум-герметичная ячейка;

Фиг. 4 – изображено внутреннее устройство камеры автономного роста микроклонов растений с размещенной в ней вакуум-герметичной ячейкой;

Фиг. 5 - показано устройство на начальной стадии сборки камеры автономного роста растений и блока управления системами жизнеобеспечения растений и приема-передачи данных на наземные радиостанции;

Фиг. 6 – показано устройство с системой электронной коммутации компонентов;

Фиг. 7 – показана камера автономного роста растений в сборе с двумя вакуум-герметичными ячейками;

Фиг. 8 – показана вакуум-герметичная ячейка с микроклонами в процессе роста в замкнутой системе;

Фиг. 9 – показано устройство в собранном виде.

Предлагаемое устройство для автономного выращивания микроклонов растений в космосе состоит из трех кубических отсеков изготовленных из алюминиевого сплава:

1) модуль полезной нагрузки 1 (Фиг. 1), состоит из двух отсеков, в которых размещается блок управления системами жизнеобеспечения микроклонов растений и

приема-передачи данных на наземные радиостанции;

2) камера автономного роста растений 2 (Фиг. 1), изготовленная из титана ВТ1-0, в которой расположены две титановые вакуум-герметичные ячейки с питательной средой и микроклонами растений расположена в третьем отсеке (Фиг. 5).

5 Все отсеки закреплены на раме 3 (Фиг. 1). Снаружи на всех боковых поверхностях отсеков установлены солнечные панели 4, выполненные из арсенида галлия, которые преобразуют солнечную энергию в электрическую. Модуль полезной нагрузки 1 представляет собой два отсека с установленным в нем блоком управления системами жизнеобеспечения растений и приема-передачи данных на наземные радиостанции, 10 внутри которого установлены:

- макетная плата 5, которая предназначена для размещения электроники с полезной нагрузкой, связанной с управлением автономной системой и обеспечивающая связь с материнской платой 6;

15 - материнская плата 6, отвечающая за взаимодействие и управление всеми элементами автономной системы в зависимости от внешних условий, а также от показаний датчиков полезной нагрузки;

- плата батарейного блока 7 представляющая собой автономный источник питания, накапливающий заряд от солнечных панелей 4 и позволяющий автономной системе функционировать при отсутствии солнечной энергии;

20 - плата контроля антенны 8, предназначенная для передачи и приема данных на наземные радиостанции;

- плата коммутации 9 солнечных панелей 4, которая соединяет все солнечные панели 4 и передает получаемый с них заряд на плату батарейного блока 7, а так же управляет питанием материнской платы 6, платы контроля антенны 8 и макетной платы 5.

25 Камера автономного роста растений 2, расположенная внутри третьего отсека представляет собой короб из соединенных сваркой титановых деталей: боковые стенки сформированы из двух гнутых титановых листов 10 (Фиг. 2), лицевая стенка – пластиной 11, а торцевая – съемной пластиной 12. Внутренние поверхности камеры автономного 30 роста растений 2 отполированы до зеркала для улучшения отражающих свойств при попадании солнечных лучей, чтобы избежать попадания инфракрасного и ультрафиолетового излучений внутрь камеры.

Снаружи на боковых поверхностях камеры автономного роста растений 2 жестко на клей зафиксированы элементы Пельтье 13, предназначенные для понижения 35 температуры внутри камеры автономного роста растений 2 при превышении порогового значения 24 °С.

Снаружи на лицевой пластине 11 установлено сборное герметичное смотровое окно, через которое осуществляется наблюдение и освещение камеры автономного роста растений 2. Герметичное смотровое окно состоит из фланцев 14 и 15, двух уплотнителей 16 и закаленного стекла 17. Фланец 14 через уплотнители 16 притягивает винтами 40 закаленное стекло 17 к фланцу 15.

С лицевой стороны герметичного смотрового окна камера автономного роста растений 2 закрыта кожухом и защитным экраном (на Фиг. не показано), закрепленным винтами. Назначение кожуха и защитного экрана – обеспечение безопасности 45 расположенных в камере автономного роста растений 2 вакуум-герметичных ячеек 22 от прямого и рассеянного солнечного излучения при открытой защитной пластине 18 (Фиг. 2).

Герметичное смотровое окно оснащено системой защиты от избыточного солнечного освещения, состоящей из отполированной защитной пластины 18.

К защитной пластине 18 скобой жестко прикреплен микродвигатель 19, благодаря которому защитная пластина 18 может открывать и закрывать доступ поступающего светового излучения внутрь камеры автономного роста растений 2 и регулировать его количество. Микродвигатель 19 с помощью винтов крепится на скобе 20, установленной в пространство между фланцами 14 и 15 под уплотнитель 16. Микродвигатель 19 не обладает достаточной мощностью для удержания защитной пластины 18 от повреждений при многократных перегрузках, возникающих при выводе устройства с Земли на орбиту, поэтому для обеспечения функциональной возможности движения защитной пластины 18 на ней жестко закреплен крюк, соединяющий фиксирующую нить с подтягивающей пружиной, закрепленной через скобу 20 на фланце 15, а после выхода на орбиту нить пережигается резистором также расположенным на фланце 15 (на Фиг. не показано).

На съемную пластину 12 на клей посажена светодиодная панель 21, необходимая для освещения вакуум-герметичных ячеек 22 с микроклонами растений при закрытой защитной пластине 18.

Для коммутации электрокомпонентов (Фиг. 6), расположенных внутри камеры автономного роста растений 2, с общей цепью питания и передачи логических сигналов на блок управления системами жизнеобеспечения растений и приема-передачи данных на наземные радиостанции, снаружи съемной пластины 12 закреплен вакуумный разъем 23 с фиксирующей гайкой 24.

Общая схема вакуум-герметичной ячейки 22, расположенной внутри камеры автономного роста растений 2, показана на Фиг. 3.

Вакуум-герметичная ячейка 22 состоит из двух стенок 25, дна 26, крышки 27 изготовленных из титана и двух стеклянных стенок 28 (толщина стекол 3 мм). Стенки 25 фиксируют положение дна 26 и крышки 27 с помощью винтов. В крышке 27 предусмотрено отверстие с винтовой герметичной крышкой 29 и уплотнителем 30 через которое в вакуум-герметичную ячейку заливается питательная среда 31, в которой размещаются микроклоны растений, после чего отверстие герметично закрывается.

Каждая вакуум-герметичная ячейка 22 содержит в себе от двух до четырех микроклонов растений. Освещение и внешнее наблюдение за ростом микроклонов растений проводится через стеклянные стенки 28.

Питательная среда 31, полученная на основе среды Мурасиге-Скуга, обеспечивает необходимые в плане питания условия для выращивания растений за счет ее оптимального состава.

Питательная среда была приготовлена следующим образом. В стакан объемом 1 л помещают 30 г сахарозы, доливают дистиллированной водой примерно до 400 мл. После растворения сахарозы добавляют необходимые количества маточных растворов макросолей, микросолей, мезоинозита, глицина, витаминов (Таблица 1).

Дистиллированной водой доводят объем до 950 мл. Измеряют рН раствора. С помощью 0,1 н. раствора NaOH или HCl доводят рН до уровня 5,7–5,8. Переносят среду в мерный цилиндр или колбу объемом 1 л и доводят объем до метки дистиллированной водой. Разливают среду порциями (100–250 мл) в чистые конические колбы, добавляют агар-агар в количестве 10 г/л, закрывают сверху алюминиевой фольгой и автоклавируют.

Таблица 1

<u>Состав</u>	Концентрация, мг/л
<b>Макроэлементы</b>	
$KNO_3$	19 000
$NH_4NO_3$	16 500
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	3 700
$CaCl_2$	4 400
$KH_2PO_4$	1 700
<b>Микроэлементы</b>	
$MnSO_4 \cdot 7H_2O$	2 230
$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	860
$H_3BO_3$	620
KJ	83
$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	25
$Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$	250
$CoCl_2 \cdot 6H_2O$	25
<b>Источник железа</b>	
$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	2 780
$Na_2EDTA \cdot 2H_2O$	3 730
<b>Источник углевода</b>	
Сахароза	30 000
<b>Витамины и органические добавки</b>	
<u>Мезоинозит</u>	10 000
Глицин	200
<u>Тиамин-НСI</u>	500
<u>Пиридоксин-НСI</u>	500
<b>Никотиновая кислота</b>	500

Растения фиксируются в уникальной питательной среде, изготовленной на основе среды Мурасиге-Скуга, которая не изменяет первоначальную форму в условиях вакуума за счет введенного агар-агара.

Вакуум-герметичная ячейка 22 с микроклонами растений помещается в камеру автономного роста растений 2.

Для загрузки вакуум-герметичных ячеек 22 в камеру автономного роста растений 2 предусмотрена возможность ее разборки: для этого съемная пластина 12 (Фиг. 2) через уплотнитель 32 притягиваемая винтами к плите 33, жестко приваренной изнутри к двум гнутым титановым листам 10, отсоединяется от нее, предоставляя доступ для

размещения вакуум-герметичных ячеек 22. Внутреннее устройство камеры автономного роста растений 2 с размещенной в ней вакуум-герметичной ячейкой 22 показано на Фиг. 4.

К лицевой пластине 11 (Фиг. 2) с внутренней стороны прижимается лицевая проставка 34 (Фиг. 4), на нее с прижимом к гнутым титановым листам 10 (Фиг. 2) устанавливаются базовые упоры 35. Между базовыми упорами 35 устанавливается первая вакуум-герметичная ячейка 22, на нее устанавливается промежуточная проставка 36, затем устанавливается вторая вакуум-герметичная ячейка 22, поджимаемая прижимными упорами 37. Чтобы исключить смещение конструкций, удерживающих вакуум-герметичные ячейки 22 внутри камеры автономного роста растений 2, между прижимными упорами 37 и плитой 33 закреплены запирающие упоры 38 с фиксацией винтами. Между базовым 35 и прижимным 37 упорами слева и справа устанавливается кассета с нагревательными резисторами 39. С каждой стороны внутри базовых упоров 35 закреплены термодатчики 40. Резисторы 39 при включении повышают температуру внутри вакуум-герметичных ячеек 22, а термодатчики 40 контролируют температуру нагрева, передавая значения температуры на материнскую плату 6. Сверху и снизу вакуум-герметичные ячейки 22 защищены от тряски пластинами 41.

Для соединения камеры автономного роста растений 2 с модулем полезной нагрузки 1, изнутри съемной пластины 12 (Фиг. 2) установлен штекер 42, зафиксированный планкой 43, предназначенный к подключению в вакуумный разъем 23 (Фиг. 2) с сохранением герметичности внутри камеры автономного роста растений 2.

К планке 43 встык устанавливается фигурная гайка 44, предназначенная для крепления фотокамеры Raspberry 45. Фотокамера Raspberry 45 фотографирует процесс роста микроклонов растений в вакуум-герметичных ячейках 22 и передает фотоданные на материнскую плату 6. Для увеличения угла обзора камеры Raspberry 45 на фигурную гайку 44 устанавливается линза 46.

Все крепежные винты, держатели и фиксирующие элементы устройства выполнены из нержавеющей стали.

Пример 1. В лабораторных условиях проведены испытания устройства для автономного выращивания микроклонов растений в космосе. В титановой камере 2, указанной на Фиг. 2 и Фиг. 7, было создано давление 2 атм. Затем камера 2 была помещена в воду для обнаружения падения давления по выделяемым пузырькам воздуха. По прошествии 24 часов давление внутри камеры 2 составило 2 атм, пузырьков не обнаружено. Затем в титановой камере 2, указанной на фиг. 2, создавали вакуум  $1,3 \times 10^{-4}$  мбар с помощью турбомолекулярного насоса. Камера 2 полностью выдержала данные испытания.

Пример 2. В вакуум-герметичной ячейке 22, указанной на фиг. 3, создали давление 1 атм, после чего поместили ее в воду для определения потерь давления по пузырькам воздуха. По истечении 24 часов давление составило 1 атм, пузырьков не обнаружено. В вакуум-герметичной ячейке 22 на питательной среде 31 были высажены микроклоны сирени сорта Великая Победа, которые росли на протяжении полугода. За этот период растения показали рост и развитие (Фиг. 8).

Пример 3. Предполетные испытания предлагаемого устройства для автономного выращивания микроклонов растений в космосе были проведены в испытательном центре Акционерного общества «Научно-исследовательский институт электромеханики» (АО «НИИЭМ») 03.06.2022 года. Протокол испытаний № 08АЮ.4636 от 03.06.2022.

Были проведены следующие виды испытаний:

- Термовакuumные испытания;



- Модальные испытания;
- Воздействие квазистатических ускорений;
- Воздействие широкополосной случайной вибрации.

По положительным показателям проведенных испытаний предлагаемое устройство  
5 для автономного выращивания микроклонов растений в космосе соответствует  
требованиям для работы в экстремальных условиях (в космосе).

Предлагаемое устройство отличается малыми габаритами, является простым в  
изготовлении и выполнено из доступных материалов. Эксплуатация данного устройства  
10 не требует определенных условий и энергоресурсов. Обладает высокой механической  
прочностью и ударостойкостью, подвержено минимальному износу в течение времени  
и не восприимчиво к электромагнитному излучению, а также солнечной радиации.  
Устройство позволяет выращивать микроклоны растений (Фиг. 9) в условиях космоса  
в течение длительного промежутка времени без непосредственного участия человека.

#### 15 (57) Формула изобретения

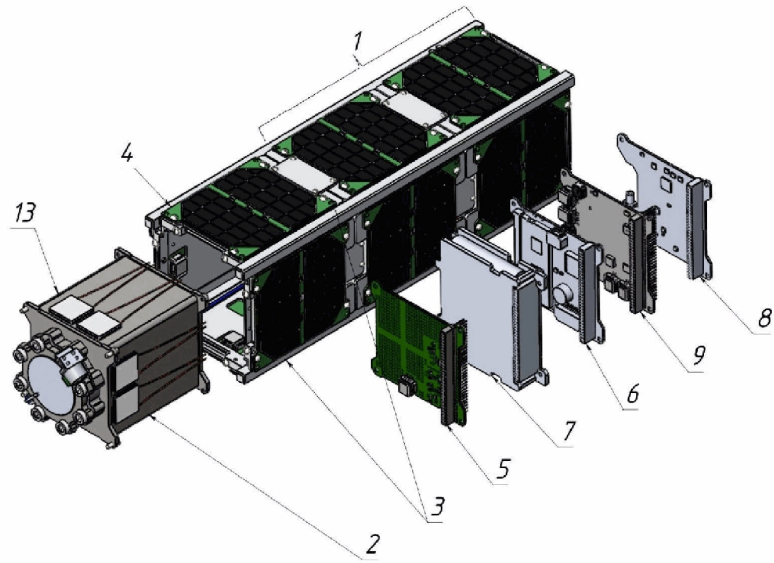
Устройство для автономного выращивания микроклонов растений в космосе,  
состоящее из трех кубических отсеков, на боковых поверхностях которых расположены  
солнечные батареи, в двух отсеках расположен модуль полезной нагрузки с  
установленным в нем блоком управления системами жизнеобеспечения растений и  
20 приема-передачи данных на наземные радиостанции, включающий макетную плату,  
материнскую плату, плату батарейного блока, плату контроля антенны, плату  
коммутации, к которому через вакуумный разъем присоединена камера автономного  
роста растений, с расположенными в ней двумя титановыми вакуум-герметичными  
ячейками с возможностью размещения в них через винтовую герметичную крышку от  
25 двух до четырех микроклонов растений в питательную среду, полученную на основе  
среды Мурасиге-Скуга и обеспечивающую необходимые условия питания и роста  
микроклонов растений за счет ее оптимального состава, кроме того, каждая вакуум-  
герметичная ячейка оборудована двумя стеклянными стенками для внешнего  
наблюдения за ростом микроклонов растений с помощью фотокамеры, причем камера  
30 автономного роста растений расположена в третьем отсеке.

35

40

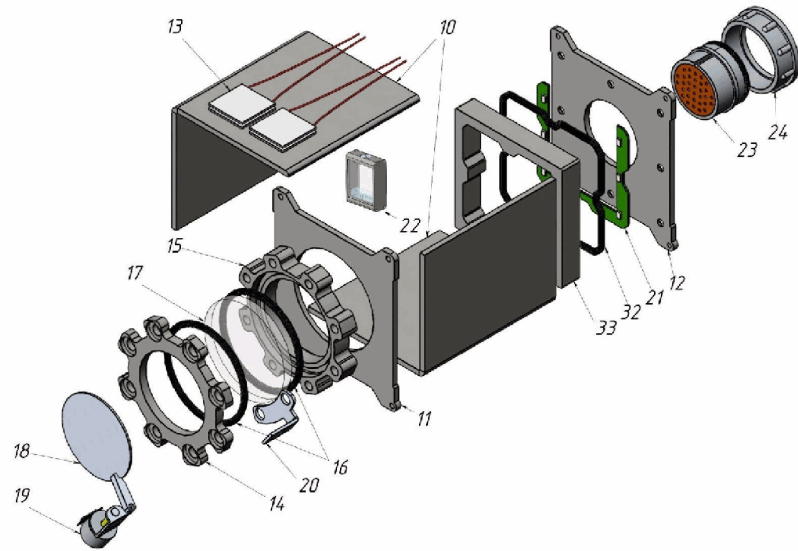
45

1

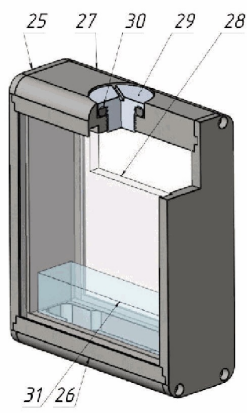


Фиг.1

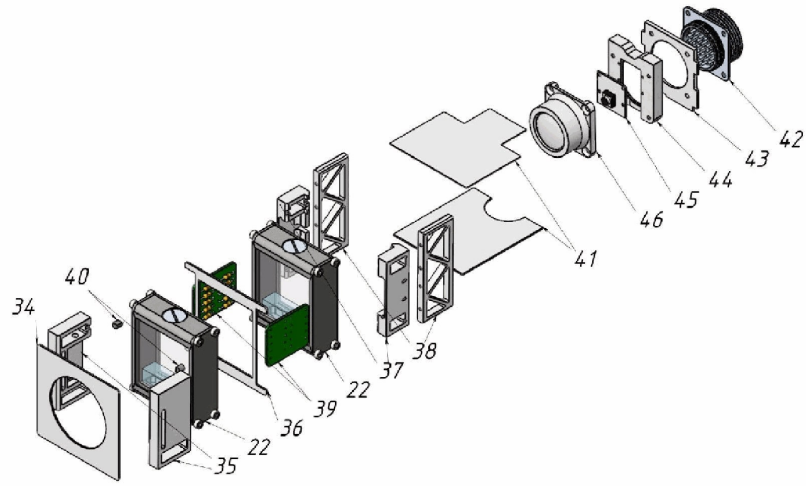
2



Фиг. 2



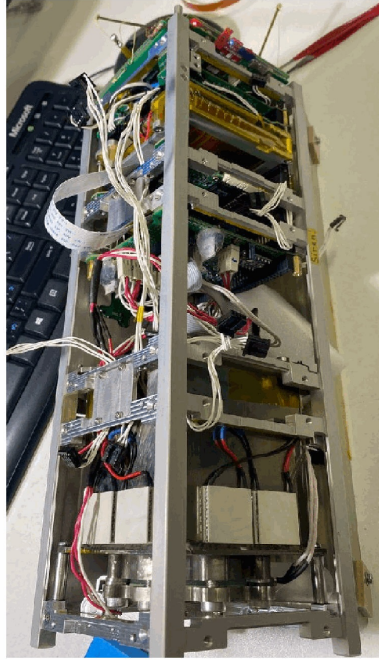
Фиг. 3



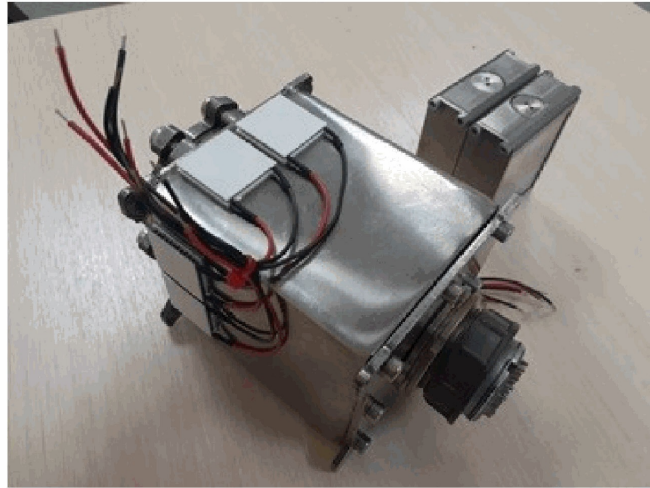
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8





Фиг. 9