

УДК 629.785:523.3

А. И. Псарёв, С. И. Ерофеев, В. С. Назарец

КОНЦЕПЦИЯ МОДУЛЬНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА ДЛЯ ЛУННОЙ ПРОГРАММЫ

Рассмотрено концептуальное техническое решение, направленное на повышение унификации и взаимозаменяемости составных частей транспортного средства, способного осуществлять регулярные перевозки грузов и быть оперативно адаптированным для решения разнородных функциональных задач на поверхности разных планет. Описано отличие данного технического решения от существующих конструкций планетоходов. Поставленная задача решается путем сборки самоходной модульной платформы из унифицированных модулей, жестко соединяемых между собой с образованием единой системы управления платформой и единой системы ее электроснабжения. Количество модулей выбирается исходя из поставленной задачи и устанавливаемого на платформу оборудования. Самоходная модульная платформа способна функционировать как единый агрегат, управляемый дистанционно, с возможностью оперативной его адаптации для решения новой задачи на поверхности разных планет. Новизна концепции модульного транспортного средства заключается в создании унифицированного транспортного средства с возможностью оперативной его перекомпоновки в зависимости от функциональной задачи, а также с возможностью доставки его по частям к месту непосредственной эксплуатации.

Ключевые слова: планетоход, самоходная модульная платформа, унифицированный модуль, взаимозаменяемость.

Розглянуто концептуальне технічне рішення, спрямоване на підвищення уніфікації та взаємозамінності складових частин транспортного засобу, здатного регулярно перевозити вантажі і бути оперативно адаптованим для вирішення різнорідних функціональних завдань на поверхні різних планет. Описано відмінність цього технічного рішення від наявних конструкцій планетоходів. Поставлене завдання вирішується шляхом складання самохідної модульної платформи з уніфікованих модулів, жорстко з'єднаних між собою з утворенням єдиної системи керування платформою та єдиної системи її електропостачання. Кількість модулів обрано зважаючи на поставлене завдання і встановлюване на платформу устаткування. Самохідна модульна платформа здатна функціонувати як єдиний агрегат, керований дистанційно, з можливістю оперативної його адаптації для вирішення нового завдання на поверхні різних планет. Новизна концепції модульного транспортного засобу полягає у створенні уніфікованого транспортного засобу з можливістю оперативного його перекомпоновування залежно від функціонального завдання, а також з можливістю доставлення його частинами до місця безпосередньої експлуатації.

Ключові слова: планетохід, самохідна модульна платформа, уніфікований модуль, взаємозамінність.

The conceptual engineering solution was examined to increase the unification and interchangeability of components in a vehicle that can regularly transport cargo and be operationally adapted to solving various problems on the surface of different planets. The difference between this engineering solution and the existing designs of planetary roving vehicles was described. The objective is achieved by assembling a self-propelled modular platform from generic modules that are rigidly joined with each other to create a unified control system and a unified power supply system for the platform. The number of modules is chosen depending on the objective and equipment installed on the platform. Self-propelled modular platform can function as a unified remote-controlled unit with capability to adapt operationally to solving new problems on the surface of various planets. Novelty of the modular vehicle concept lies in creation of the generic vehicle that is capable of being rebuilt depending on the functional task and can be delivered by parts to the site of its direct operation.

Keywords: planetary roving vehicle, self-propelled modular platform, generic module, interchangeability.

Введение

Актуальной темой сегодняшнего дня является освоение поверхности разных планет (в частности Луны). Для этой задачи потребуется различное передвижное оборудование и транспортные средства, способные функционировать без непосред-

ственного участия человека, максимально приспособленные для решения широкого круга задач, имеющие возможность быть доставленными на поверхность планеты по частям, обладающие высокой надежностью и максимальной ремонтпригодностью в условиях эксплуатации на разных планетах.

Опыт существующих разработок

Анализ конструкций существующих планетоходов и технических решений в этой области техники показал, что они предусматривают исключительно научно-исследовательский характер, например китайский луноход «Юйту», (рис. 1). В настоящее время по-прежнему ведутся работы в основном в части компоновки планетоходов, повышения проходимости и создания нового научно-исследовательского оборудования для них [1-8].

Поэтому опыт существующих разработок нельзя считать достаточным для конструирования новых транспортных средств, предназначенных для повседневного регулярного использования, обладающих высокой ремонтпригодностью и простотой обслуживания в условиях пребывания на других планетах, возможностью быстрой адаптации для решения новой функциональной задачи.

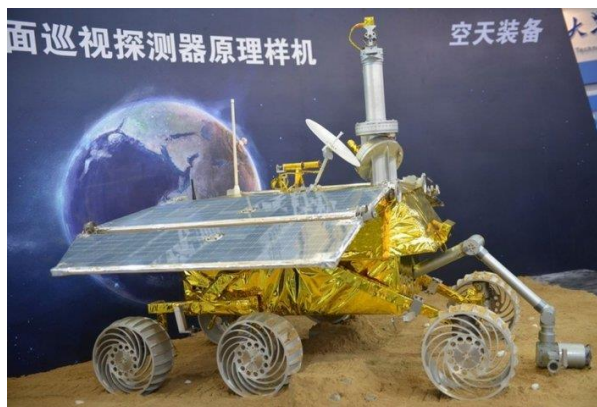


Рис. 1. Китайский луноход «Юйту»

Актуальность разработки новых концепций планетоходов

Конструкция новых транспортных средств должна обеспечивать доставку их по частям к месту эксплуатации с возможностью крупноузловой сборки, высокую унификацию составных частей, обслуживание и ремонтпригодность с минимальной трудоемкостью. Конструкции существующих планетоходов не предусматривали операций по ремонту и обслуживанию, так как имели ограниченный срок эксплуатации, что было вполне рационально для решения ими конкретных исследовательских задач. Для решения же различных функци-

ональных задач в условиях освоения поверхностей различных планет конструкция транспортного средства должна предусматривать возможность оперативной смены устанавливаемого оборудования с минимальной трудоемкостью, что может быть достигнуто лишь посредством максимальной унификации как устанавливаемого оборудования, так и составных частей транспортных средств.

Преимущества унификации

Учитывая количество проблем, противоречий и отсутствие опыта в части решения подобных задач, в данном случае наиболее рациональным является создание максимально унифицированных транспортных средств, которые в том числе предусматривают возможность их использования в качестве «шасси» для передвижного оборудования. Такое решение значительно сократит трудоемкость обслуживания и ремонта, снизит номенклатуру запасных частей (что особо актуально в условиях пребывания на других планетах), позволит оперативно адаптировать транспортные средства для решения новых задач.

Принцип модульности

В процессе работы было создано следующее техническое решение: унифицированный колесный модуль (рис. 2), который содержит корпус, поворотные колеса с независимой подвеской, источник электрической энергии, соединители для стыковки его с другими такими же модулями, соединители для закрепления на нем функциональной нагрузки, электронную аппаратуру управления, навигации и связи.

Унифицированные модули жестко стыкуются между собой в количестве, необходимом для выполнения конкретной функциональной задачи, и образуют самоходную модульную платформу (СМП) (рис. 3). Кроме того, модули могут стыковаться между собой посредством пассивного модуля (модуля без колес), увеличивающего длину СМП, если требуется перевозка габаритных грузов малой массы.

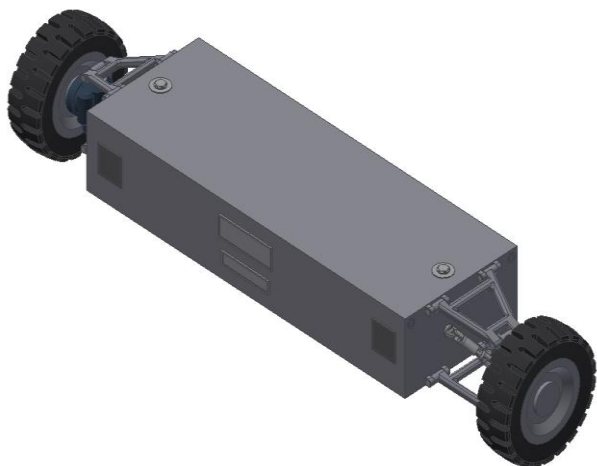


Рис. 2. Унифицированный колесный модуль

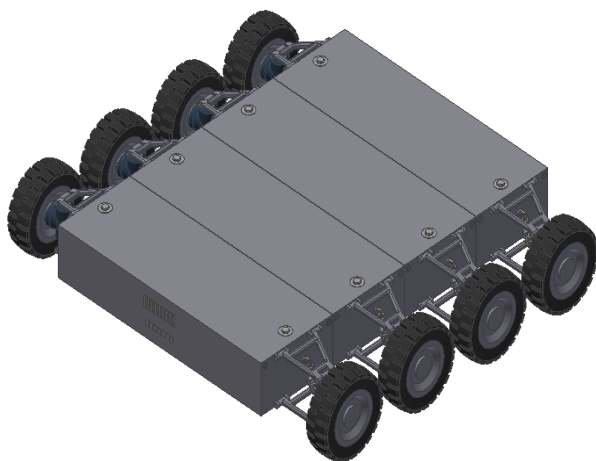


Рис. 3. Самоходная модульная платформа

На СМП устанавливается оборудование исходя из поставленной задачи. Блоки управления модулей соединяются между собой и образуют единую систему управления СМП, к которой подключаются блоки управления установленного на нее оборудования.

Работа СМП

Работа СМП осуществляется следующим образом. Унифицированные колесные модули доставляют на планету космическим аппаратом. Из модулей собирают СМП в соответствии с комплектацией, требуемой для выполнения конкретной функциональной задачи. При этом состыковывают сцепные устройства, электрические соединители и соединители блоков управ-

ления модулей. На СМП устанавливают функциональную нагрузку. Состыкованные блоки управления модулей образуют единую систему управления, к которой подключаются блоки связи и мониторинга окружающего пространства, а состыкованные блоки электроснабжения модулей, преимущественно в виде аккумуляторов, образуют единую систему электроснабжения. К единой системе управления подключается наружный интерфейс мониторинга окружающего пространства. Программное обеспечение распознает количество состыкованных модулей, формирует виртуальные дифференциалы и рулевые трапеции для обеспечения установки необходимых углов поворота управляемых колес, а также для соблюдения требуемых параметров движения. В систему управления закладывают алгоритм работы СМП с установленным на ней оборудованием в зависимости от функционального назначения. Далее система управления автоматически определяет параметры движения исходя из установленной функциональной нагрузки и заданной программы. Блок мониторинга окружающего пространства проводит сбор данных о наличии препятствий и особенностей рельефа местности, на основании которых система управления формирует команды на управление всеми приводами колес, корректирует параметры движения. Работу СМП контролируют из пункта управления и корректируют при необходимости. После выполнения функционального назначения осуществляют возврат СМП к месту хранения и обслуживания, при необходимости изменяют количество модулей и функциональную нагрузку для выполнения новой функциональной задачи.

Таким образом, СМП с установленным на ней оборудованием имеет возможность функционировать как единый агрегат, управляемый дистанционно. Установленное оборудование можно оперативно сменить в зависимости от изменения функциональной задачи (рис. 4 и 5), а также можно добавить или сократить количество модулей СМП. Можно провести быструю замену одного или нескольких модулей в случае их неисправности.



Рис. 4. СМП с установленной функциональной нагрузкой в виде оборудования для грунтовых работ

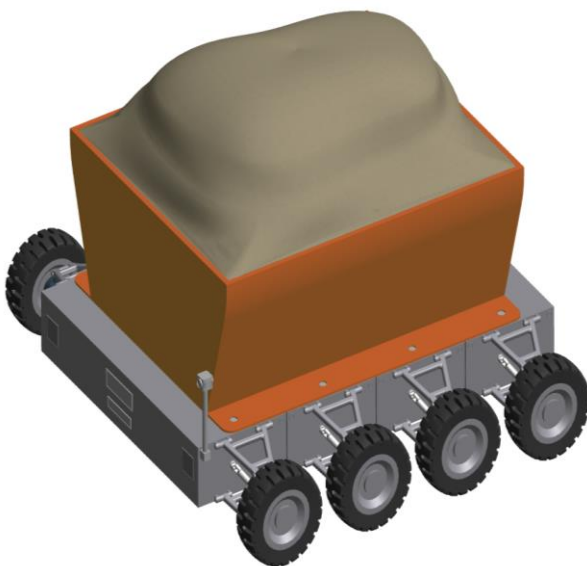


Рис. 5. СМП с установленной функциональной нагрузкой в виде оборудования для перевозки сыпучих грузов

Целесообразность использования

Степень унификации модулей также может варьироваться в зависимости от задач. Например, не во всех случаях рационально каждый модуль оснащать поворотными колесами. При массовом производстве унифицированных модулей себестоимость их производства будет, возможно, значительно ниже по сравнению с опытными образцами. Целесообразность использования модульной платформы для некоторых видов работ в условиях Земли и других планет приведена в таблице.

Целесообразность использования СМП в условиях Земли и других планет

Область применения	Земля	Другие планеты
Регулярная перевозка грузов по известным и разведанным маршрутам (транспортировка полезных ископаемых, расходных материалов, готовой продукции и товаров). Перевозка людей, специальные перевозки	+	+
Монтажные, строительные и грузоподъемные работы	+	+
Проведение ремонтных, диагностических работ и работ по техническому обслуживанию магистральных трубопроводов, кабельных сетей, площадок размещения средств связи	+	+
Аэродромное хозяйство, хозяйство космодромов, складское хозяйство	+	+
Медицинское обслуживание (транспортировка пациентов с использованием сменного функционального оборудования по потребностям пациента)	-	+
Наука (использование в качестве базового исследовательского модуля)	+	+

Правовая охрана данного концептуального решения обеспечена подачей заявки на изобретение а20180226 от 06.03.2018 «Самохідна модульна платформа».

Выводы

Предлагаемое авторами статьи максимально унифицированное транспортное средство можно оперативно адаптировать для выполнения конкретной функциональной задачи в условиях пребывания на поверхности различных планет.

В настоящей статье рассмотрено концептуальное решение, которое примет окончательный вид после формирования требований к доставке на конкретную планету, грузоподъемности и габаритам модулей, их проходимости, а также к оборудованию и грузам, которые необходимо будет перевозить (использовать в процессе работы в составе единого агрегата).

Список использованной литературы

1. Пат. CN204452956 Китай, МПК В64Г 1/16. Semi-closed split type manned lunar vehicle/ Shanghai aerospace system engineering institute. – Опубл. 08.07.2015.

2. Пат. CN204452955 Китай, МПК В64G 1/16. Layout-optimized manned lunar vehicle/ Shanghai aerospace system engineering institute. – Оpubл. 08.07.2015.

3. Пат. CN104002615 Китай, МПК В60В 15/02. Lunar surface rover wheel pawl resistant to abrasion and high in road holding/ Shanghai aerospace system engineering institute. – Оpubл. 27.08.2014.

4. Пат. CN103660778 Китай, МПК В60В 19/00. High-performance screen wheel/ Shanghai aerospace system engineering institute. – Оpubл. 26.03.2014.

5. Пат. RU2178752 РФ, МПК В62D61/12. Колесное транспортное средство/ ОАО "Всероссийский научно-исследовательский институт транспортного машиностроения". – Оpubл. 27.01.2002.

6. Пат. RU2019463 РФ, МПК В62D57/02. Сочлененное полноприводное транспортное средство и способ изменения направления его движения/ ОАО "Всероссийский научно-исследовательский институт транспортного машиностроения". – Оpubл. 15.09.1994.

7. Пат. RU2047531 РФ, МПК В62D53/02. Сочлененное транспортное средство/ ОАО "Автоцентр-Тольятти-ВАЗ". – Оpubл. 10.11.1995.

8. Пат. RU2198108 РФ, МПК В62D53/00. Транспортное средство/ Анфиногенов В. М., Бицуков И. В., Марьин В.В., Мухин В. И., Писаренко В. Н., Рисник В. В.

Статья поступила 12.07.2018