



АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ХРАНЕНИЯ И ДОСТАВКИ ГРУЗОВ РОССИЙСКОГО СЕГМЕНТА МЕЖДУНАРОДНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ РАДИОЧАСТОТНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ДОСТАВЛЯЕМОГО ГРУЗА

Ю. В. Шматко

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

В статье рассмотрены методы хранения и транспортировки грузов, которые применяются в данный момент на Международной космической станции. Также рассмотрена система умных полок, которые работают на основе РЧИД-меток. Представлена классификация РЧИД-систем. На основании рассмотренных методов проведен анализ и оптимизация хранения товаров на МКС.

Ключевые слова: международная космическая станция, РЧИД-система, хранение грузов, РЧИД-метки, оптимизация хранения.

Для цитирования:

Шматко, Ю. В. Анализ системы хранения и доставки грузов российского сегмента Международной космической станции и перспективы применения радиочастотной идентификации доставляемого груза / Ю.В. Шматко // Системный анализ и логистика. – 2024. – № 3(41). – с. 56-61. DOI: 10.31799/2077-5687-2024-3-56-61.

ANALYSIS OF THE CARGO STORAGE AND DELIVERY SYSTEM OF THE RUSSIAN SEGMENT OF THE INTERNATIONAL SPACE STATION AND PROSPECTS FOR THE APPLICATION OF RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION OF THE DELIVERED CARGO

I. V. Shmatko

St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

The article will consider the methods of cargo storage and transportation that are currently used on the ISS. A system of smart shelves that work on the basis of RFID tags will also be considered. The classification of RFID systems is presented. Based on the considered methods, the analysis and optimization of the storage of goods on the ISS will be carried out.

Keywords: International space station, RFID system, cargo storage, RFID tags, storage optimization.

For citation:

Shmatko I.V. Analysis of the cargo storage and delivery system of the Russian segment of the International Space Station and prospects for the application of radio frequency identification of the delivered cargo / I. V. Shmatko // System analysis and logistics. – 2024. – № 3(41). – p. 56-61. DOI: 10.31799/2077-5687-2024-3-56-61.

Введение

Даже такое ограниченное пространство, пригодное для жизни человека, как Международная космическая станция, не может существовать без инвентаризации. Однако среди множества товаров, техники, лекарств сложно найти предмет, который нужен в данный момент.

В данный момент времени на МКС в российском сегменте находится около семи тысяч единиц груза. Каждый предмет имеет свой штрих-код для его инициализации космонавту необходимо считать этот штрих-код и занести данные в базу, чтобы определить товар на выделенном ему месте.

Анализ текущих методов хранения

В первую очередь на МКС доставляются грузы первой необходимости, такие как продукты питания, кислород, вода, лекарственные препараты, лабораторные установки и оборудование для исследований, технические приборы для работоспособности станции. За один рейс космического грузовика доставляется около нескольких тонн груза.



Одной из проблем космической логистики является то, что необходимо разместить огромное количество груза в ограниченном пространстве. Для того чтобы правильно разметить груз не нарушив центровку космической станции специалисты на Земле формируют четкий план размещения данного груза [1].

Также основная работа ложится на экипаж, который в свою очередь должен произвести демонтаж, рационально распределить груз, следуя разработанному плану, и закрепить груз на космической станции.

Российский сегмент космической станции снабжает космический корабль – Прогресс.

Статистика доставленного груза космическим кораблем Прогресс с 2000 года по 2023 год представлена на рисунке 1.



Рис. 1. Статистика доставляемого груза на МКС за 23 года

На МКС существует определенная система хранения вещей, она состоит из транспортно-складских палетов и внешних складских платформ. Транспортно-складские палеты представляют из себя четыре негерметичные платформы, на которых хранится необходимое оборудование для изучения космического пространства. Внешние складские платформы являются негерметичными и служат наружным хранением для крупногабаритного груза [2]. Размещение груза представлено на рисунке 2.



Рис. 2. Размещение груза на космической станции



В настоящий момент на МКС используют систему управления инвентаризацией (СУИ). Она представляет собой информационную систему, в которую записываются данные при считывании штрих-кода сканером [3].

Данная система имеет ряд недостатков. Космонавту необходимо вручную просканировать все штрих-коды, которые имеют ограниченный объем информации (до 20-30 символов), при этом местоположение будет определено с точностью до шкафа, что ограничивает быстрое нахождение и доступ к необходимому предмету.

Так же на МКС сейчас используются РЧИД-метки, но космонавту все равно необходимо вручную просканировать метки, а программа уже заносит информацию в базу данных и строит маршрут для перемещения товаров на МКС.

В экстренных ситуациях, когда космонавту необходимо оказать срочную медицинскую помощь, либо устранить какую-то поломку, необходимо четко ориентироваться на складе товаров. Для этого может помочь РЧИД-система.

Применение радиочастотной идентификации

РЧИД это метод автоматического распознавания по средствам радиосигнала. РЧИД-система состоит из считывателя (сканер, рамки), метки, на которой хранится информация о предмете и базы данных. Метка в свою очередь имеет антенну, с помощью которой передается информация на считыватель. Считыватель обрабатывает полученную информацию с метки [4]. Устройство РЧИД-метки показано на рисунке 3.

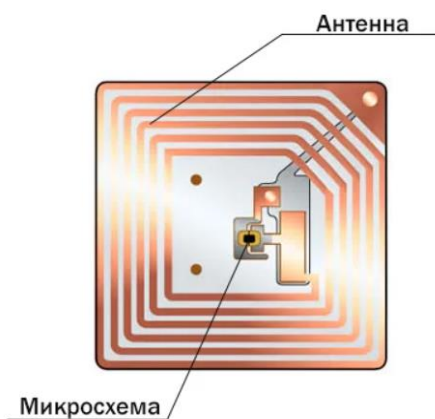


Рис. 3. Устройство РЧИД-метки

Различаются РЧИД метки по диапазону рабочих частот:

– Низкочастотные (Low Frequency)

Данный тип меток действует в диапазоне: 125-134,2 кГц. На таких частотах сигналы проходят сквозь тела и воду, поэтому их можно использовать для определения животных. В зависимости от размеров метки расстояние функционирования от 1-2 см до 2 м.

Применяются на транспорте, в системах контроля управления доступом. Недостаток использования таких меток является то, что они имеют малую скорость обмена информации, а также чувствительны к помехам. Из достоинств можно выделить то, что на этот частотный диапазон не влияют вода и металл [5].

– Высокочастотные (High Frequency)

Диапазон действия данных меток – 13,56 МГц. В зависимости от мощности антенны расстояние функционирования варьируется от 20 см до 2 м. Применяются в архивах для поиска объектов и их контроля, в логистике, а также для управления дверными замками в гостиницах [6].

– Ультравысокочастотные (Ultra High Frequency)

Диапазон действия – 860-960 МГц и срабатывают в радиусе до 300 м. Преимуществом использования таких меток является то, что они имеют большую скорость обмена



информации и радиус считывания. Из недостатков можно выделить то, что данный тип меток чувствителен к воде, высоким температурам и металлам, которые создают помехи и волновые шумы. Используются в производстве, для отслеживания контейнеров, в торговле для контроля запасов и поставок [7].

Классификация РЧИД меток представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Классификация РЧИД меток

Дальность действия	Ближнего действия <i>Действует на расстоянии до 20 см.</i>	Средней дальности <i>Данный тип меток действует в диапазоне от 20 см до 5 м.</i>	Высокой дальности <i>Данный тип меток действует в диапазоне от 5 м до 100 и более метров.</i>
Источник питания	Пассивные <i>Такие метки не имеют собственного источника питания, а получают энергию от сканера. Срабатывают на дистанции до 5-10м.</i>	Активные <i>Данный тип метки имеет встроенный источник питания.</i>	Полуактивные <i>Такие метки имеют функции пассивных и активных, и получают энергию от встроенной батарейки.</i>
Вид памяти	R/O <i>Данный тип памяти используется для однократной записи и рассчитан только для чтения.</i>	WORM <i>Такой тип памяти рассчитан для однократной записи и многократного чтения. Переписать данные нельзя, но при этом их можно считывать много раз.</i>	R/W <i>Этот тип памяти используются для чтения и записи, информацию можно перезаписать.</i>

Принцип работы РЧИД – системы выглядит следующим образом. Рамка считывателя излучает магнитное поле, в момент, когда РЧИД-метка попадает в действие этого поля, она активизируется и передает определенный сигнал считывателю. Считыватель распознает сигнал и производит запрограммированные действия [8], [9].

В ближайшее время планируется внедрение «умных полок» на МКС. Принцип ее работы заключается в том, что в «умной полке» расположены считыватели и при выкладке груза, имеющего РЧИД-метку, информация с метки считывается и заносится в базу данных [10].

Это удобно для поиска лекарственных средств или же для поиска аварийного оборудования для быстрого реагирования в экстренных ситуациях, но при этом не исключается работа космонавта, ему все равно придется искать пустую ячейку для выкладки груза.

Для оптимизации умных полок необходима разработка программного обеспечения, которое будет анализировать загруженность умной полки и искать свободную ячейку, для того чтобы можно было определить в нее необходимый груз.

Для оптимизации системы хранения на МКС необходимо внедрение стационарных рамок-считывателей, активных РЧИД-меток, создание единой базы данных, которая будет связана с РЧИД-системой. При прохождении груза через стационарные рамки-считыватели, которые получают информацию о грузе с РЧИД-метки, которая в свою очередь записывается в базу данных, где определяется место для груза и маршрут перемещения его к месту хранения.



Заключение

Таким образом, дальнейшее развитие технологии РЧИД на МКС заключается в контроле за перемещением оборудования и грузов между модулями. При эксплуатации орбитальной станции такие перемещения происходят постоянно. Например, разгрузка грузового корабля, перемещение оборудования с мест хранения на место проведения работ, а также загрузка кораблей удаляемыми или возвращаемыми грузами. Это перемещение можно контролировать в автоматическом режиме, с минимальными затратами времени экипажа.

У люков всех модулей устанавливаются рамки-считыватели, которые подключены к системе управления инвентаризацией. При прохождении РЧИД-метки, закрепленной на грузе, через рамку, система фиксирует это перемещение и изменяет местонахождение груза в базе данных с одного модуля на другой модуль.

Ожидаемый эффект от внедрения технологии РЧИД на МКС включает повышение эффективности деятельности экипажа и повышение безопасности за счёт:

- сокращения затрат времени экипажа на учёт и поиски оборудования;
- возможности автоматизированного поиска на борту предметов;
- возможности автоматического отслеживания местоположения важного оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Программа МКС [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.gctc.ru/main.php?id=859> (дата обращения 17.03.2024).
2. Лахин, О. И. Особенности постановки задачи планирования программы полета и грузопотока российского сегмента международной космической станции / О. И. Лахин // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Технические науки. – 2015. – № 3(47). – С. 32-46.
3. Таратун, В. Е. Исследование технологии радиочастотной идентификации и ее роль для космической отрасли / В. Е. Таратун, Е. А. Лось // Системный анализ и логистика. – 2020. – № 1 (23). – С. 47-54.
4. РЧИД метки: разновидности и применение РЧИД технологии [Электронный ресурс]. – URL: <https://mertech.ru/blog/vse-o-tds-terminaly-sbora-dannyh/РЧИД-metki-raznovidnosti-i-primenenie-РЧИД-tehnologii/> (дата обращения 20.03.2024).
5. Омаров, Д. Б. Классификация RFID – меток и их обзор / Д. Б. Омаров // Цифровизация: Россия и СНГ в контексте глобальной трансформации : Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции, Петрозаводск, 08 апреля 2021 года. – Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская Ирина Игоревна), 2021. – С. 29-33.
6. Корчагина, Е. В. RFID-технологии в складской, транспортной и производственной логистике / Е. В. Корчагина, А. С. Вильчик, В. В. Иутинская // Вестник образования и развития науки Российской академии естественных наук. – 2019. – № 4. – С. 5-7.
7. Таратун, В. Е. Применение технологии радиочастотной идентификации в сегменте наземной логистики и ее роль для организации производства аэрокосмического предприятия / В. Е. Таратун // Моделирование и ситуационное управление качеством сложных систем. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, 2021. – С. 237-239.
8. РЧИД метка: классификация, принципы работы и особенности применения [Электронный ресурс]. – URL: <https://scanport.ru/blog/РЧИД-metka-klassifikacziya-princzipy-raboty-i-osobennosti-primeneniya/> (дата обращения 21.03.2024).
9. Таратун, В. Е. Эволюция стандартов для идентификации грузов на основе технологии радиочастотной идентификации для космических транспортных систем/ В. Е. Таратун // В сборнике: «Логистика: современные тенденции развития».



Материалы XIX Международной научно-практической конференции.– Спб.: изд-во ГУМРФ им. Адм. С. О. Макарова – 2020. – С. 86-91.

10. Применение технологии радиометок на Международной космической станции / С. В. Бронников, А. К. Калифатида, А. Н. Лепорский [и др.] // Труды LI чтений, посвященных разработке научного наследия и развитию идей К.Э. Циолковского : Секция «Проблемы ракетной и космической техники», Казань, 20–22 сентября 2016 года / Отв. ред. В.А. Алтунин, В.В. Балашов. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2017. – С. 84-92.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Шматко Юлия Вячеславовна

магистр кафедры системного анализа и логистики

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, лит. А

E-mail: Julia_SUAI@outlook.com

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Shmatko Iuliia Viacheslavovna

Student of the Department of System Analysis and Logistics

Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

67, Bolshaya Morskaya str., Saint-Petersburg, 190000, Russia

E-mail: Julia_SUAI@outlook.com