



## ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБМЕНА ПРИ ИДЕНТИФИКАЦИИ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ CCSDS

**В. Е. Таратун, Е. А. Таратун**

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

*В статье рассмотрен вопрос исследования информационного обмена при выполнении идентификации объектов и комплектующих частей на основе CCSDS для сложно структурированных и распределенных цепей поставок. Рассмотрены основные системы автоматической идентификации для решения задач информационной логистики. Приведена модель представления идентификационных данных. Определена необходимость разработки имитационной модели для оценки эффективности информационного обмена и прогнозирования нестандартных ситуаций, с целью оценки адаптируемости системы, оптимизации управляющих механизмов.*

*Ключевые слова:* радиочастотная идентификация, объекты материального потока, имитационное моделирование, адаптация, информационные технологии.

### **Для цитирования:**

Таратун В. Е., Таратун Е. А. Имитационная модель исследования информационного обмена при идентификации объектов на основе CCSDS // Системный анализ и логистика: журнал.: выпуск №4(34), ISSN 2007-5687. – СПб.: ГУАП., 2022 – с. 119-124. РИНЦ. DOI: 10.31799/2077-5687-2022-4-119-124.

## SIMULATION MODEL OF THE STUDY OF INFORMATION EXCHANGE DURING OBJECT IDENTIFICATION BASED ON CCSDS

**V. E. Taratun, E. A. Taratun**

Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

*The article deals with the issue of researching information exchange when performing the identification of objects and components based on CCSDS for complexly structured and distributed supply chains. The main systems of automatic identification for solving problems of information logistics are considered. A model for presenting identification data is given. The necessity of developing a simulation model for evaluating the effectiveness of information exchange and predicting non-standard situations, in order to assess the adaptability of the system, optimize control mechanisms, is determined.*

*Key words:* radio frequency identification, material flow objects, simulation modeling, adaptation, information technologies.

### **For citation:**

Taratun V. E., Taratun E. A. Simulation model of the study of information exchange during object identification based on ccsds // System analysis and logistics.: №4(34), ISSN 2007-5687. – Russia, Saint-Petersburg.: SUAI., 2022 – p. 119-124. DOI: 10.31799/2077-5687-2022-4-119-124.

### **Введение**

На сегодняшний день системы автоматической идентификации отлично зарекомендовали себя в нашем мире. Они применяются для решения целого спектра задач как в повседневной жизни человека, позволяя реализовать, к примеру противокражные системы, системы доступа в закрытые зоны на основе биометрических данных, упростить идентификацию продукции при покупке в супермаркете, так и решить задачи автоматизации распознавания объектов и процессов в сложных технических системах.

Для информационной логистики, системы автоматической идентификации имеют ключевую значимость. Система штрихкодирования была одной из первых технологий, которая позволила выполнить автоматическую идентификацию какого-либо объекта. Визуальное представление технологии штрихкодирования представлено на рис.1.

Данная технология дала толчок к дальнейшему развитию таких систем. Сегодня трудно найти товары, которые не промаркированы были бы штрих-кодом. Несмотря на множество



преимуществ данной технологии, например таких как стоимость, простота использования она также имеет ряд недостатков. Такими недостатками является как необходимость непосредственного взаимодействия с объектом идентификации, так и невозможность применения этикеток штрих-кодов в агрессивной среде.



Рис. 1. Визуальное представление штрих-кода

Системой такого класса, не обладающей данными недостатками, является технология радиочастотной идентификации. В основе данной технологии лежит методика выполнения идентификации объекта за счет взаимодействия с идентификационной меткой путем передачи радиочастотного сигнала. В свою очередь идентификационная метка в своем составе имеет микрочип, в памяти которого хранится необходимая информация для идентификации того или иного объекта.

Относительно системы штрихкодирования, технология радиочастотной идентификации обладает гораздо большими функциональными возможностями. Визуальное представление радиочастотной метки представлено на рис.2.



Рис. 2. Визуальное представление идентификационной метки на основе применения технологии радиочастотной идентификации

Ввиду широкого развития данной технологии появилась возможность использования меток в агрессивной среде. Кроме того, имея в составе метки микрочип, можно сформировать и представить практически любую структуру информационной модели представления данных для решения задач идентификации сложных комплексных объектов с возможностью более глубокой декомпозиции информационного потока.

Рассматривая вопросы функционирования сложных технических систем, важно отметить, что функциональность таких систем в том числе определяется оперативностью снабжения данной системы необходимыми ресурсами.



Примером сложной технической системы является космическая станция. Ее полная функциональность зависит напрямую от наличия и скорости доставки необходимых ресурсов на борт. Для обеспечения высокой эффективности требуется применение самых передовых методов и моделей, информационных технологий. Ввиду наличия сложно структурированной и распределенной цепи поставки, классические методы и модели не применимы ввиду их малой эффективности. Модели и методы, разработанные на основе стандарта CCSDS технологии радиочастотной идентификации, позволяют автоматизировать процесс идентификации и оптимизировать процессы, направленные на формирование грузопотока, за счет улучшения качества информационного потока, путем решения задач учета, мониторинга перемещения как объектов производственных процессов, так и их комплектующих частей [1].

Однако, при информационном обмене идентификационными данными большого объема между сегментами согласно источнику [2] наблюдаются ошибки, связанные с их сложностью представления, спецификой передачи и особенностью распознавания.

### Имитационное моделирование как метод адаптации

Перспективным методом является применение имитационного моделирования для представления процесса межсегментного обмена с целью оценки устойчивости системы, поиска и анализа проблемных мест, а также в последующем адаптации. Для решения данной задачи оптимально применение комбинированного подхода построения имитационной модели, а именно использование дискретно-событийного и агентного. Дискретно-событийный подход позволит воспроизвести процесс передачи идентификационных данных, с последующим их декодированием и анализом на соответствие заявленным характеристикам.

Применение агентного подхода позволит сформировать индивидуальность идентификационных данных при их генерации и воспроизвести случайность некорректности идентификационных данных.

Модель представления идентификационных данных [4] для объекта материального потока производственных процессов представлена на рис. 3.

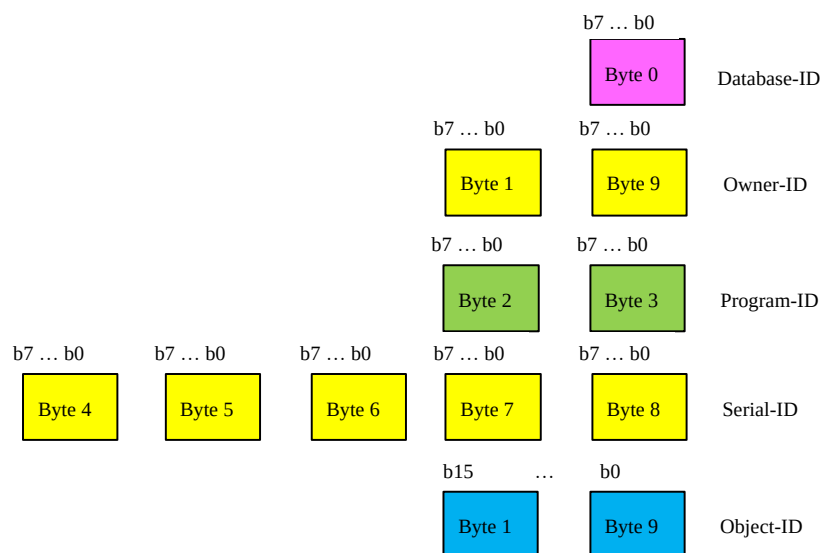


Рис. 3. Модель представления идентификационных данных

За основу для реализации имитационной модели был выбран программный продукт компании Anylogic, который поддерживает все подходы построения имитационных моделей, а также при необходимости позволяет самостоятельно реализовать нестандартную логику работы структурных элементов модели, путем реализации исходного кода на языке программирования высокого уровня - Java. Таким образом, были дополнительно разработаны





Рис. 6. Результаты проведенного моделирования информационного межсегментного обмена

Адекватность разработанной имитационной модели была доказана путем проведения эксперимента информационного обмена [8], который предполагал обмен набором идентификационных данных порядка от 10 тысяч объектов до 1 миллиона.

### Заключение

Применение имитационного моделирования как метода адаптации является многообещающим подходом для решения задач исследования межсегментного информационного обмена при идентификации объектов на основе CCSDS. Разработанная имитационная модель позволила не только оценить эффективность предложенных решений на основе стандарта CCSDS, применительно к системам автоматической идентификации объектов и процессов в сложно структурированных и распределенных цепях поставок, а также спрогнозировать возникновение различных нестандартных ситуаций, выполнить процесс адаптации, выявить проблемные участки с целью дальнейшей корректировки, а также оценить устойчивость системы за счет специально разработанного механизма.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Lukinskiy V. Designing the analytical base for optimal allocation of stocks in supply chains/ Lukinskiy V., Lukinsky V. // Transport and Telecommunication. 2018. Vol. 19. No. 4. P. 346-355.
2. Таратун В. Е. Исследование информационного взаимодействия между различными подсистемами на основе стандартов ccstds при идентификации материальных объектов/ В. Е. Таратун, Н. Н. Майоров // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. – 2022. – № 2. – С. 52-65. doi:10.24143/2072-9502-2022-2-52-65.
3. Spacecraft onboard interface services— RFID tag encoding specification Spacecraft Onboard Interface Services—RFID-Based Inventory Management Systems. Issue 1. Recommendation for Space Data System Practices (Magenta Book), CCSDS 881.0-M-1. Washington, D.C.: CCSDS, May 2012.
4. Таратун В. Е. Исследование и практическая реализация модели идентификации объектов систем учета материального потока на основе стандартов CCSDS/ В. Е. Таратун, Н. Н. Майоров // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. – 2022. – № 1. – С. 72-80. doi: 10.24143/2073-5529-2022-1-72-80.
5. Taratun V.E. Development of an identifier analysis algorithms to account for the movement of material flow in space transport systems / Taratun V. E., Fetisov V. A. // В сборнике: JOP Conference Series: Metrological Support of Innovative Technologies. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Krasnoyarsk, Russia, 2020. P. 32053.



6. Таратун В. Е. Программа анализа и передачи потока данных на основе стандартизации методов и форматов кодировок RFID-меток / В. Е. Таратун, Н. Н. Майоров, В. А. Фетисов// Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018615759 от 05.06.2018 г.
7. Таратун В. Е. Программа анализа потоков данных на основе стандартизированных форматов кодировок меток радиочастотной идентификации / В. Е. Таратун, Н. Н. Майоров, В. А. Фетисов// Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019611003 от 05.02.2019 г.
8. Taratun V. E. Simulation the process of cargo distribution and identification for the space transport system based on ccstds standards / Maiorov N. N., Taratun V. E., Fetisov V. A.// В сборнике: 2020 Wave Electronics and its Application in Information and Telecommunication Systems, WECONF 2020. 2020. P. 9131504.

### **ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ**

**Таратун Виталий Евгеньевич –**

старший преподаватель кафедры системного анализа и логистики  
Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения  
190000, Россия, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д.67, лит. А  
E-mail: taratun.vitaliy@gmail.com

**Таратун Екатерина Александровна –**

ассистент кафедры системного анализа и логистики  
Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения  
190000, Россия, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д.67, лит.А  
E-mail: losekaterina@yandex.ru

### **INFORMATION ABOUT THE AUTHORS**

**Taratun Vitaliy Evgenievich –**

senior lecturer of the Department of Systems Analysis and Logistics  
Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation  
67, Bolshaya Morskaia str., Saint-Petersburg, 190000, Russia  
Email: taratun.vitaliy@gmail.com

**Taratun Ekaterina Aleksandrovna –**

assistant of the Department of Systems Analysis and Logistics  
Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation  
67, Bolshaya Morskaia str., Saint-Petersburg, 190000, Russia  
E-mail: losekaterina@yandex.ru