

А.В. АСТАФЬЕВ, Т.О. ШАРДИН

**Разработка алгоритма генерации  
мультикодовых идентификаторов  
для систем контроля движения  
промышленной продукции**

УДК 004.021

Муромский институт  
(филиал) ФГБОУ ВО  
«Владимирский  
государственный  
университет имени  
А.Г. и Н.Г. Столетовых»,  
г. Муром

*В данной статье рассмотрена реализация алгоритма генерации мультикодовых идентификаторов для систем контроля движения промышленных изделий.*

### **Введение**

Производство является сложным технологическим процессом и, соответственно, требует использования соответствующего оборудования для его автоматизации. В области контроля движения продукции, ее маркировке и идентификации используются специализированные маркеры. Несмотря на большое разнообразие маркеров, все они предусмотрены для нанесения одной маркировки на изделие. Такой подход хорошо подходит для автоматизации производственных процессов, где движение продукции имеет изначально определённый характер и считывающие сенсоры можно разместить так, чтобы маркировка всегда попадала в его поле зрения. К таким видам транспортировки относятся конвейерные линии, рольганги и т.д. [1,2].

В процессе автоматизации возникают и такие случаи, когда организовать автоматический контроль с помощью сенсоров невозможно в принципе. Примером такого производства можно считать производство труб разного диаметра. Так, труба большого диаметра двигается по рольгангу со скоростью 2-4 метров в секунду, когда скорость движения труб малого диаметра может составлять до 430 метров в секунду и выше (по данным ОАО «Выксунский металлургический завод»). В таком случае могут применяться только эвристические методы прослеживания, например, использование подходов FIFO, LIFO. Если

предполагается, что трубы едут по конвейеру последовательно, то если очередная труба попала на начало движения, то первой же она и выйдет.

Помимо таких «крайних» вариантов существуют участки, на которых движение продукции не подлежит формализации. К таким участкам относятся в основном места складирования продукции, где ее перемещение осуществляется средствами малой механизации, какими как краны, погрузчики, штабелеры и прочее. В таком случае возникает проблема размещения сенсора, относительно перемещающего изделия и проблема поворота изделия маркировкой в сторону считывателя. Для решения этих проблем предлагается использовать избыточную, мультикодovou маркировку.

Подход мультикодовой маркировки заключается в маркировании изделия однотипными идентификаторами с нескольких сторон таким образом, чтобы при любом расположении продукции относительно сенсора, в его поле зрения всегда попадала хотя бы одна из них.

Использование мультикодовой маркировки приводит к избыточности, однако, если посмотреть на проблему с другой стороны и использовать для маркировки изделий набор разных, но взаимосвязанных идентификаторов можно организовывать дополнительный контроль движения и предотвращение ряда нештатных ситуаций [1], связанных с преднамеренным изменением, а также нарушением целостности информации [3, 4].

### **Разработка алгоритма генерации мультикодových идентификаторов**

В системах контроля движения продукции необходимо на каждом этапе передвижения идентифицировать объекты, попадающие в поле зрения считывающих устройств. Однако если в поле зрения сканера или камеры попадает несколько номеров, возникает вопрос, как доказать что этот номер принадлежит именно этому объекту. Данный алгоритм предназначен для генерации уникальных мультикодových маркировок, связанных между собой числовой последовательностью, позволяющей найти все остальные номера этого объекта.

Рассмотрим принцип работы данного алгоритма по шагам:

1. Генерация уникального номера.
  2. Проверка сгенерированного номера на предмет существования в базе данных.
  3. Если номера не существует, происходит создание циклического избыточного кода (CRC), и контрольного числа (номер + CRC), полученного в ходе работы алгоритма Луна, а также уникального значения, иначе выполняются пункты 1 и 2.
  4. Получившиеся числовые значения соединяются вместе в один номер с помощью разделителя.
  5. Сформированный номер загружается в базу данных.
- В виде блок-схемы данный алгоритм выглядит следующим образом:

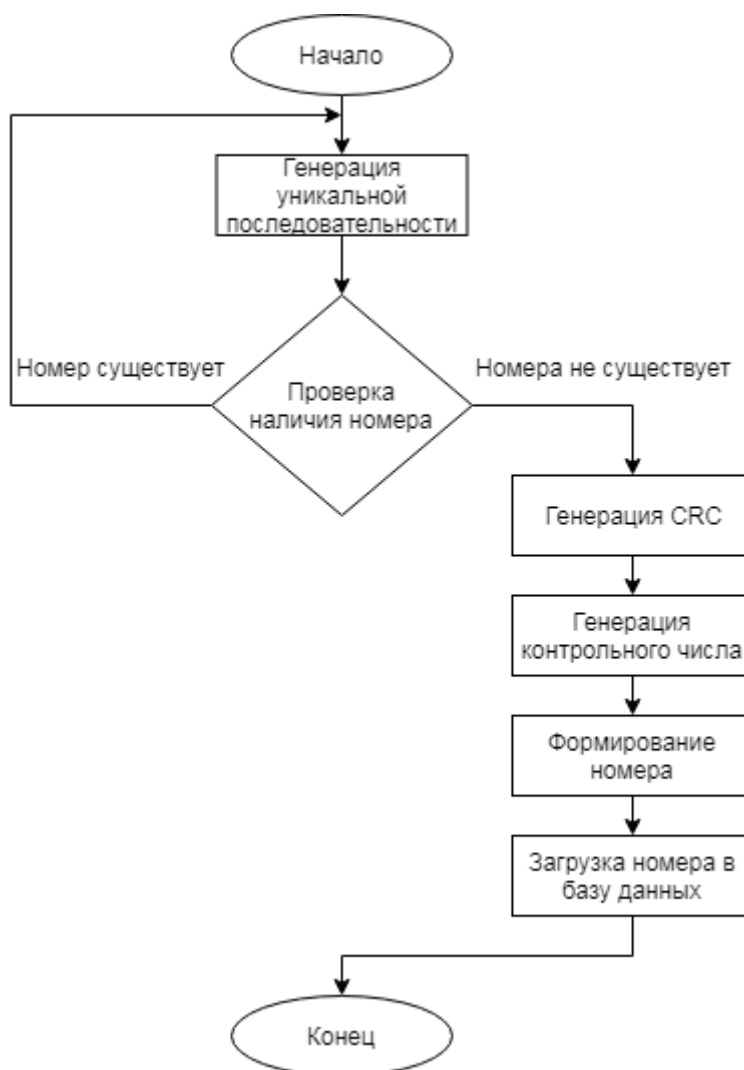


Рис. 1. Блок-схема алгоритма генерации уникальных номеров

Циклический избыточный код и контрольное число необходимы для проверки идентифицированного номера на предмет изменения маркировки механическим путем или при некорректном распознавании номера.

### Результат работы реализованного алгоритма

В результате было создано приложение, включающее в себя:

1. Непосредственно сам алгоритм генерации.
2. Базу данных для хранения информации о номерах.
3. Модули, взаимодействующие с базой данных и необходимыми модулями для корректной работы.

На рисунке 2 показана структура номера, полученного с помощью программной реализации данного алгоритма:



Рис. 2. Структура сгенерированного номера

Рассмотрим пример генерации:

1. Изначально необходимо ввести входные параметры, а именно:

- длину номера;
- количество номеров для генерации.

На рисунке 3 показана данная форма:

### Генерация номеров

Длина номера:

Количество номеров для генерации:

Рис. 3. Форма для ввода входных параметров

## 2. Результат работы алгоритма

На рисунке 4 показан результат сгенерированных номеров с указанием всех его составных частей:

Результат генерации				
Номер	CRC	Контрольное число	Номер партии	Сформированный номер
69304	113	2	1542649280	69304-113-2-1542649280
23940	19	6	1542649280	23940-19-6-1542649280
40527	224	6	1542649280	40527-224-6-1542649280
36280	105	0	1542649280	36280-105-0-1542649280
29522	133	0	1542649280	29522-133-0-1542649280

Время генерации составило: 0.016668796539307 секунд

Рис.4. Результат генерации

Как видно из рисунка 4, реализованный алгоритм сформировал 5 уникальных номеров для 1 изделия, но связь между ними осуществляется по значению «Номер партии». Использование CRC и контрольного числа необходимо для проверки на предмет искажения данных номеров. Время затраченное на генерацию составляет - 0.016668796539307 секунд.

### **Заключение**

В ходе работы был описан и разработан алгоритм генерации мультикодовых маркировок, основанный на методе расчета контрольных сумм.

Результаты исследования были выражены в виде web-приложения, интегрированного в интернет-магазин компании «Группа компаний Global33» (Владимирской область, г. Муром), что подтверждено актом о внедрении. Назначением внедренной системы является организация автоматического контроля отгрузки рулонов воздушно-пузырьковой пленки по конвейерной линии.

### **Литература**

1. Орлов А.А. Разработка и внедрение алгоритма локализации символьной маркировки трубной продукции на основе последовательного двумерного поиска усредненного максимума / А. А. Орлов, А. В. Астафьев, Д. Г. Провоторов // Вестник ЧГУ. - 2015. - №6. - С. 34-37. ISSN 1994-0637.

2. Орлов А.А. Методика и алгоритмы автоматической двухэтапной видеоидентификации металлопрокатных заготовок [Текст] /А. А. Орлов, А. В. Астафьев, А. В. Провоторов // Автоматизация в промышленности. – 2013. – № 10. – С. 53–57.

3. Гостехкомиссия России, “Руководящий документ: Защита от несанкционированного доступа к информации. Термины и определения.” – М.: Военное издательство, 1992.

4. Молдовян А.А., Молдовян Д.Н., Левина А.Б. ПРОТОКОЛЫ АУТЕНТИФИКАЦИИ С НУЛЕВЫМ РАЗГЛАШЕНИЕМ СЕКРЕТА - Санкт-Петербург: СПб: Университет ИТМО, 2016. - 55 с. - экз.

5. Clark D., Wilson D. A comparison of Commercial and Military Computer Security Policies / Proce. Of the 1987 IEEE Symposium on Security and Privacy. – Oakland. Cal., 1987.

6. Astafiev, A.V. The method of combining the results of localization algorithms for character and bar code labels // Astafiev, A.V. Orlov, A.A. ; Provotorov, A.V. / "Stability and Control Processes" in Memory of V.I. Zubov (SCP), 2015 International Conference, St. Petersburg, 5-9 Oct. 2015, pp. 617 – 618, DOI: 10.1109/SCP.2015.7342240

7. Astafiev, A.V. The localization algorithm of symbolic and bar-code labels on industrial products for the control of product movements // Astafiev, A.V. Orlov, A.A. ;

---

Provotorov, A.V. / "Stability and Control Processes" in Memory of V.I. Zubov (SCP), 2015 International Conference, St. Petersburg, 5-9 Oct. 2015, pp. 615 - 616, DOI: 10.1109/SCP.2015.7342230

8. A. V. Astafiev and D. G. Privezentsev, "Development of Automated Identification Technology Objects During Their Movement Along Not Typed Routes Using Multi-Code Labeling," 2018 International Russian Automation Conference (RusAutoCon), Sochi, Russia, 2018, pp. 1-4. doi: 10.1109/RUSAUTOCON.2018.8501612 URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8501612&isnumber=8501604>