

## Выводы

Учет и анализ бракованной продукции позволяет выявить причины влияющие на возникновение не нормативной продукции. Устранение этих причин положительно сказывается на организации производства. Изложенная в этом материале система может значительно снизить долю брака продукции при небольших финансовых затратах. При анализе брака, с выявлением его причин, и своевременным устранением источника, уже в течении 3-4 месяцев можно резко снизить долю бракованной продукции на среднем предприятии.

Так же на основе данных учета и анализа брака можно составлять статистические справки, для отслеживания динамики брака, что даёт возможность прогноза выпуска бракованной продукции [3].

## Библиографический список

1. Марьенко А., Портнов А. Как просто и недорого снизить брак на предприятии // «Генеральный Директор» – персональный журнал руководителя. – 2014. – № 9.
2. Ребрин Ю. Управление качеством: учеб. пособие – Таганрог, Изд-во ТРТУ, 2004.
3. Ефимов В.В. Е 91 Статистические методы в управлении качеством: Учебное пособие./ В.В.Ефимов–Ульяновск: УлГТУ, 2003. – 134 с.

УДК 681.58; ГРНТИ 49.37.31

## БЕСПРОВОДНАЯ ТЕЛЕИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СЕТЬ КОНТРОЛЯ ХАРАКТЕРИСТИК КАЧЕСТВА МЕТАЛЛОФТОРОПЛАСТОВОГО ЛЕНТОЧНОГО МАТЕРИАЛА

Д.Р. Кузьяев, А.П. Пудовкин, Д.В. Тихонин

*Тамбовский государственный технический университет,  
Россия, Тамбов, damirkuzjaev@gmail.com*

*Аннотация.* В данной работе описан анализ использования беспроводной системы обмена информацией между устройствами контроля характеристик качества металлофторопластового ленточного материала в процессе его производства.

*Ключевые слова.* Беспроводная сеть, приемопередающее устройство, телеизмерение, контроль, в процессе производства, время передачи сообщения.

## WIRELESS NETWORK FOR MONITORING CHARACTERISTICS OF METAL-FLUOROPLASTIC MATERIAL

D.R. Kuziaev, A.P. Pudovkin, D.V. Tikhonin

*Tambov state technical university,  
Russia, Tambov, damirkuzjaev@gmail.com*

*Abstract.* In this paper, we describe the analysis of using the wireless network for exchange of information between sensors for monitoring characteristics of metal-fluoroplastic material during its production.

*Keywords.* Wireless network, sensors, zigbee, transceiver, IEEE 802.15.4, exchange information, telecommunication, monitoring, material, production, transmission time.

Непрерывный контроль характеристик качества металлофторопластового ленточного материала в процессе его производства требует сбора информации с устройств контроля и передачи её в микропроцессорное устройство для последующей обработки, и обмена информацией между устройствами контроля и базой данных. Использование кабельных коммуникаций для сбора данных с различных устройств контроля затруднительно, т.к. линия производства металлофторопластового ленточного материала может занимать более 40 м в длину.

Для реализации метода контроля характеристик качества металлофторопластового материала [1] в процессе его производства предлагается использование беспроводной теле-

измерительной системы сбора данных и обмена информацией. На рисунке 1 представлена схема реализации метода контроля характеристик качества металлофторопластового ленточного материала.

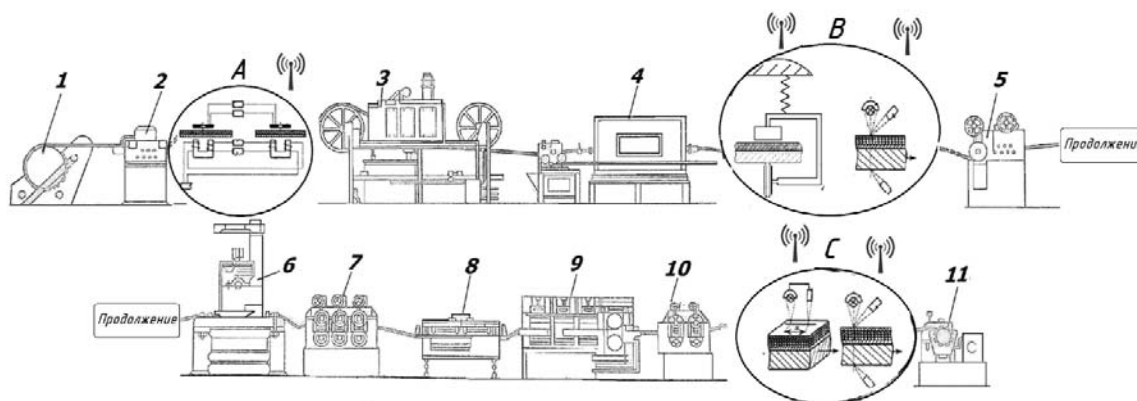


Рис. 1. Схема реализации метода контроля характеристик качества металлофторопластового ленточного материала:

- 1 – размоточное устройство; 2 – правильные вальцы; 3 – агрегат для промывки и очистки;
- 4 – устройство нанесения равномерного слой сферических частиц бронзы и печь для спекания бронзы на биметалл; 5 – лентопротяжный механизм;
- 6 – устройство для нанесение на пористый бронзовый слой пасты фторопластовой;
- 7 – валки для вкатывания пасты в пористый слой; 8 – печь для сушки;
- 9 – печь для спекания фторопласта; 10 – валки для окончательной калибровки;
- 11 – механизм намотки; А – устройство контроля толщин слоев биметалла;
- В – устройство контроля толщины трехслойного материала (биметалл с бронзовым каркасом);
- С – устройство контроля пористости бронзового каркаса, толщины четвертого фторопластового слоя и концентрации входящих в него компонент

Для приема и передачи оперативной информации с устройств контроля характеристик качества в заданные промежутки времени необходимо иметь приемопередающие устройства (конечное устройство) для связи с микропроцессорным устройством (координатор), который выполняет функции, как по формированию сети, так и по поддержанию маршрутизации.

На сегодняшний день наиболее перспективным методом построения систем телеметрии промышленного назначения с использованием беспроводных сетей является – стандарт IEEE 802.15.4 (ZigBee) [2]. Этот стандарт обладает следующими характеристиками: дальность передачи между соседними узлами ZigBee внутри помещений – до 30..50 м; пропускная способность радиоканала – 250 кБит/с; помехоустойчивость технологии ZigBee выше, чем у wi-fi, bluetooth, поскольку используется разбиение частотного диапазона на 16 каналов (по 5 МГц каждый).

Проведенный анализ использования двух топологий сети IEEE 802.15.4 «звезда» и «многочейковая сеть» (рис. 2) по уровню принимаемого сигнала и времени передачи сообщения показал, что при расстоянии до 20 метров между устройствами контроля характеристик качества и координатором предпочтительна в качестве топологий беспроводной сети схема, представленная на рисунке 2а. Для выбранной топологии сообщение от устройство контроля стоит в очереди только один раз, когда получает доступ на передачу в координатор. При передаче сообщение через ретрансляторы время передачи может значительно увеличиться (получение доступа на передачу сообщения у одного ретранслятора, у другого и у координатора).

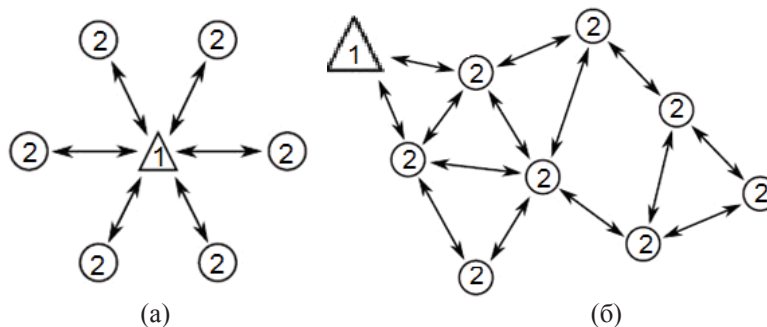


Рис. 2. Топология сети IEEE 802.15.4: а – «звезда», б – многоячейковая сеть; 1 – координатор; 2 – конечное устройство

Время получения доступа на передачу сообщения зависит от: помехозащищенности беспроводной сети, надежности связи и количестве приемопередающих устройств [3].

Время получения доступа может занять более 20% от полного времени передачи сообщения [4]. Полное время передачи сообщения можно представить следующим образом

$$t_{sum} = t_{CCA} + t_x + t_{turnaround} + t_{ACK} + t_{IFS},$$

- где  $t_{CCA}$  – время получения доступа на передачу сообщения;
- $t_x$  – время передачи сообщения;
- $t_{turnaround}$  – время перевода координатора из режима приема в режим передачи (зависит от технических характеристик устройства и согласно стандарта IEEE 802.15.4 не должен превышать 192 мкс [5]);
- $t_{ACK}$  – время получения подтверждения о приеме сообщения;
- $t_{IFS}$  – время задержки перед приемом нового сообщения для обработки принятых данных (согласно стандарта равен 192..640 мкс).

Передача сообщения от конечного устройства к координатору представлена на рисунке 3.

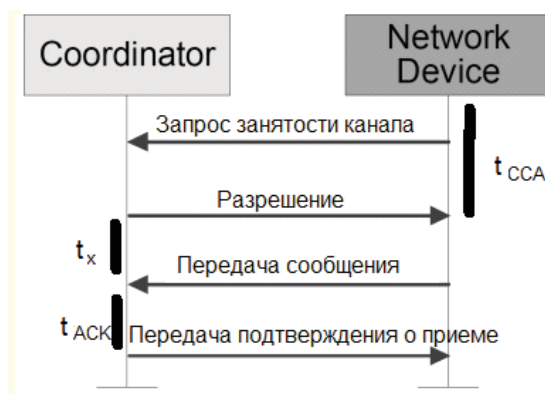


Рис. 3. Схема обмена информацией между координатором и конечным устройством

Таким образом, использование беспроводной телеметрической сети на базе стандарта (ZigBee) с топологии сети типа «звезда» позволит оперативно получать информацию от устройств контроля характеристик качества, повысить эффективность принятия решений и сократить производство дефектной продукции.

### Библиографический список

1. Патент 2290604 Российская Федерация, G01B7/06, G01N25/00. Способ непрерывного контроля толщины слоев и пористости металлического каркаса четырехслойного металлофторопластового ленточного материала / Плужников Ю.В., Пудовкин А.П., Колмаков А.В. и др.; заявитель и патентообладатель ОАО «Завод подшипников скольжения»; заявл. 17.01.05; опубл. 20.06.06, Бюл. № 17. – 9 с.
2. Москвитин, С. П. Построение систем телеметрии промышленного назначения с использованием беспроводных сенсорных сетей / С.П. Москвитин, Д.В. Комраков. – Вестник Тамб. гос. техн. ун-та. – 2014. Т. 20, № 2. – С. 87 – 91.
3. Проблемы беспроводных сетей и пути их решения [Электронный ресурс], URL: [http://bookasutp.ru/Chapter2\\_11\\_1.aspx](http://bookasutp.ru/Chapter2_11_1.aspx) (дата обращения 16.02.18).
4. Burchfield, T.R., Venkatesan, S., Weiner, D. Maximizing Throughput in ZigBee Wireless Networks through Analysis, Simulations and Implementations [Текст] / T.R. Burchfield, S. Venkatesan, D. Weiner // In Proceedings of the International Workshop on Localized Algorithms and Protocols for Wireless Sensor Networks, LOCALGOS 2007. Santa Fe, New Mexico, 2007, pp.15-29.
5. ZigBee specification overview [Электронный ресурс] / ZigBee Alliance. 2012. URL: <http://www.zigbee.org/wp-content/uploads/2014/11/docs-05-3474-20-0csg-zigbee-specification.pdf> (дата обращения 16.02.2018).

УДК 004.932; ГРНТИ 89.57.35

## СПОСОБ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВРЕМЕННОГО РЯДА, АППРОКСИМИРУЕМОГО ЦЕПЬЮ МАРКОВА С ДВУМЯ СОСТОЯНИЯМИ, ПО ЗАДАННОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ НАБЛЮДЕНИЙ СОСТОЯНИЙ

**В. Белов, В. Гуськов, В. Чистякова**

*Рязанский государственный радиотехнический университет,  
Российская Федерация, Рязань, [vguskov\\_71@mail.ru](mailto:vguskov_71@mail.ru)*

*Аннотация.* В данной работе описана пошаговая реализация алгоритма выявления бракованной продукции на предприятии. Дается ряд рекомендаций для снижения и исключения возможности выпуска брака.

*Ключевые слова.* Качество продукции, статистические методы, бракованное изделие, группирование причин, анализ причин.

## A METHOD FOR PREDICTING A TIME SERIES APPROXIMATED BY A MARKOV CHAIN WITH TWO STATES FROM A GIVEN SEQUENCE OF OBSERVATIONS OF STATES

**V. Belov, V. Guskov, V. Chistyakova**

*Ryazan State Radio Engineering University,  
Russian Federation, Ryazan, [vguskov\\_71@mail.ru](mailto:vguskov_71@mail.ru)*

*Annotation.* In this paper, a step-by-step implementation of the algorithm for identifying defective products in an enterprise is described. A number of recommendations are given to reduce and exclude the possibility of issuing a marriage.

*Keywords.* Product quality, statistical methods, defective product, grouping of causes, analysis of causes

### Введение

Ни один руководитель, занимающийся производственной деятельностью или работающий в сфере услуг, не может быть застрахован от вероятности выпуска продукции, не удовлетворяющей нормам. Бракованная продукция может появиться на любой стадии жизненного цикла изделия. Причины, приводящие к возникновению брака, могут быть всевозможными. Таковыми могут стать: некачественное закупаемое предприятием сырьё, отступление при изготовлении деталей и узлов от технолого-конструкторской документации, пере-