

С. И. Барановский, А. П. Крачковский, С. В. Шишло

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА МАТЕРИАЛЬНЫХ ПОТОКОВ В ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ПРОЦЕССЕ МЕБЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Мониторинг движения материальных потоков внутри мебельных предприятий способен повысить эффективность управленческих решений. В статье характеризуются системы радиочастотной идентификации и штрихового кодирования, необходимые для мониторинга материальных потоков. Проводится сравнительный анализ данных систем. Излагается метод расчета текущих затрат предприятия при использовании различных видов системы идентификации, на основе которых принимается решение о их внедрении.

Организация рационального управления движением материальных потоков на предприятиях мебельной промышленности, определения их оптимальной структуры и величины представляет значительный резерв сокращения материальных затрат производства продукции.

Эффективность управления движением материальных потоков зависит от возможностей фиксировать и обрабатывать информацию о их состоянии во времени и пространстве. Достигается это применением современной техники (сканеров, компьютеров), информационных технологий сбора обработки и передачи информации. С помощью современных систем идентификации во внутрипроизводственной логистической системе можно решить следующие проблемы:

- управление производственным, транспортирующим, сортирующим оборудованием, позволяющим разделять материальные потоки в режиме реального времени;
- сбор, обработка и анализ различного вида статистической информации;
- контроль за работой отдельных подсистем и важных участков производственного процесса, в частности сокращение количества бракованной продукции.

Современные системы идентификации позволяют производить автоматизированный сбор и передачу закодированных данных в электронные вычислительные машины (ЭВМ).

Автоматизированный сбор информации основан на использовании штрихового кодирования и радиочастотной идентификации. Наиболее широко используется штриховое кодирование. Радиочастотная идентификация стала получать применение на практике только в последнее время. В этой связи представляется важным определить степень эффективности использования этих двух видов кодирования для оптимизации управления движением материальных потоков.

В статье рассматривается сущность штрихового и радиочастотного кодирования, экономическая оценка их внедрения и эксплуатации на производстве и на основании этого делается вывод о перспективе их развития в дальнейшем.

Основные характеристики системы штрихового кодирования. Штриховой код это графическое

изображение цифрового номера товара в виде, пригодном для автоматического считывания с помощью сканера. Современные программы, используемые на производстве, в торговле и на складах позволяют находить по штриховому коду товар в справочниках для дальнейшего проведения с товарами учетных, контрольных и приходно-расходных операций [1].

История развития штрихового кодирования изложена А. А. Краевым [2]. В 1932 г. разработан линейный код, ставший основой штриховой идентификации. После окончания Второй мировой войны в 1949 г. в США Д. Вудлендом и Б. Сильвером изобретено и запатентовано штриховое кодирование, а также выдан первый патент на штриховые коды EAN. Однако его практическое использование началось после появления ЭВМ.

В 1973 г. в США был принят код UPC (Universal Product Code – универсальный товарный код), который мог применяться как в промышленности, так и в торговле. Код UPC предназначался для маркировки товаров, продаваемых в продовольственных магазинах самообслуживания – супермаркетах. В последующем применение данного кода распространилось на товары, реализуемые во всех типах магазинов розничной торговли [2].

В 1977 г. в Европе образована Европейская Ассоциация Товарной Нумерации (European Article Numbering Association), которая на основании американского кода UPC разработала структуру 13-разрядного кода, наиболее широко применяемого во всех странах мира. В результате была закреплена Европейская Система Кодирования EAN (European Article Numbering – Европейское Товарное Кодирование), ставшая Европейским стандартом кодирования. С 1992 г. Ассоциация Товарной Нумерации является не только европейской, но и международной.

В 1986 г. в Ассоциацию пользователей кода EAN вступил Советский Союз. Однако в то время использование штриховых кодов торговыми организациями в стране ограничивалось лишь одиночными экспериментами, поскольку Министерство торговли СССР медленно вело разработку технических и программных средств, позволивших приступить к широкому внедрению автоматизированных рабочих мест (АРМ) на расчетно-кассовых узлах магазинов. Несмотря на большое разнообразие штриховых кодов, существующих на всех континентах, на практике при иденти-

фикации товаров коду EAN отдается предпочтение перед другими кодами, в том числе в США, Японии и других неевропейских странах.

Штриховые коды позволяют быстро и точно считывать и передавать информацию о товарах, нуждающихся в учете и контроле. Этикетки с кодами легко приклеиваются к любой поверхности, значит, они могут быть нанесены практически на все предметы, которые нуждаются в идентификации. С помощью штриховых кодов сбор и запись информации становятся более быстрыми и точными процессами, что позволяет удешевить данные операции, исключить вероятность ошибок и упростить все процессы товарооборота.

Система штрихового кодирования включает базу данных штриховых кодов, оборудование для нанесения и считывания штриховых кодов, базу данных спецификации товаров.

База данных штриховых кодов содержит информацию о значении символов штрихового кода, технологических операций, которые необходимо выполнять при прохождении маркированного товара через производственные участки и т. д.

Оборудование для нанесения штриховых кодов описывается такими характеристиками, как производительность, способ или метод нанесения штрихового кода, тип основы для нанесения кодов, разрешающая способность, размер печатаемой этикетки. Например, принтеры, предназначенные для печати этикеток, имеют следующие характеристики: разрешение – разрешающая способность печатающего устройства определяется количеством наносимых элементарных символов на интервале в 1 дюйм; используемый материал этикеток (бумага, пластик.); тип печати (термопечать, термотрансферная печать, матричный принтер, лазерный принтер и др.); максимальная ширина печати, которая определяет ширину наносимого изображения и т. д. [3].

Оборудование для считывания штриховых кодов подразделяется на простое, в котором нет предварительной обработки входного сигнала, и оборудование, содержащее контроллер, обеспечивающий управление считывающим элементом и обработку полученной информации. Оборудование первой группы может быть описано следующими характеристиками: напряжение питания; потребляемая мощность; максимальная дистанция считывания; диапазон дистанций считывания; предельные значения скорости чтения (проведения пластиковой карточки в щелевом считывателе или проведение «светового пера» по ШК); угол чтения; вес устройства и т. д. Оборудование, оснащенное встроенными контроллерами, может описываться следующими дополнительными характеристиками: скорость сканирования; наличие и размер клавиатуры; наличие звуковой сигнализации; характеристики интерфейса и т. д. [4].

База данных изготовленных товаров содержит информацию о штриховых кодах конкретных единиц товара и информацию материальных потоков этих товаров.

В мировой практике используется стандарт идентификации GS1 (global system one), который осно-

вывается на использовании системы штрихового кодирования. В глобальной системе GS1 применяют:

- порядковые штрих-коды: EAN-8, EAN-13, ITF-14 и GS1-128;

- кодированные обозначения: GTIN (глобальный номер торгового объекта), SSCC (серийный номер выслаемого объекта), GLN (глобальный номер месторасположения), GIAI (глобальный идентификатор индивидуальных ресурсов), GRAI (глобальный идентификатор возвратных ресурсов), GSRN (глобальный номер отчета об услугах) [5].

Основная задача GS1 – обеспечение точной информацией о движении материальных потоков на любой стадии в логистической сети, что позволяет определять «узкие места» производства, повышать эффективность движения материальных потоков внутри предприятия, повышения контроля за качеством выпускаемой продукции.

Данный стандарт можно использовать и во внутрипроизводственной логистической системе. Это позволит облегчить учет на складах сырья и готовой продукции. Присвоение кодов выпускаемым деталям даст возможность оперативно получать информацию о движении материального потока на всех стадиях производства, произойдет автоматизация процесса обработки информации, которая создаст предпосылки для управления материальными потоками в гибких производственных системах.

Основные характеристики радиочастотной идентификации. Система радиочастотной идентификации (RFID-система) это система автоматической бесконтактной идентификации объектов при помощи радиочастотного канала связи. Эта технология становится популярной, предполагается, что она в скором времени вытеснит технологию штрихового кодирования [6].

Базовая RFID-система состоит из меток, считывателей, антенны, системы управления считывателем, базы данных. Метка (tag) – устройство, способное хранить и передавать данные. В памяти меток содержится их уникальный идентификационный код. Метки некоторых типов имеют перезаписываемую память. Считыватель (reader) – прибор, который с помощью антенн получает информацию из меток, а также записывает в них данные. Антенна используется для наведения электромагнитного поля и получения информации от меток, попавших в это поле. Система управления считывателями (middleware) – программное обеспечение, которое формирует запросы на чтение или запись меток, управляет считывателями, объединяя их в группы, накапливает и анализирует полученную с меток информацию, а также передает эту информацию в учетные системы. База данных, которая содержит информацию о материальных потоках внутри предприятия.

Различают RFID-системы высокочастотные, промежуточной частоты и низкочастотные. От частоты зависит радиус действия системы [6].

Основным преимуществом RFID-систем перед системами штрихового кодирования является бес-

контактное считывание информации с метки, возможность повторного использования меток и записи на нее большого объема информации (до 10 000 байт).

В качестве системы автоматического учета, RFID гарантирует [6]:

- возможность быстрого занесения и считывания информации с метки;
 - обеспечение защиты информации, хранящейся на метке;
 - большой срок службы метки.
- Недостатки данного вида систем:
- относительно высокая стоимость;
 - подверженность помехам в виде электромагнитных полей.

Сравнение систем идентификации. Сравним основные характеристики системы штрихового кодирования и RFID-систем.

1. *Необходимость в прямой видимости.* В системе штрихового кодирования считывание кодов невозможно без прямой видимости. Это налагает определенные ограничения в пользовании данной системы и приводит к увеличению времени считывания. В RFID-системе для считывания информации с метки нет необходимости в прямой видимости, что ускоряет управление движением материального потока в процессе производства.

2. *Объем содержащейся информации.* Штриховые коды могут содержать информацию до 100 байт. Это незначительный объем, который ограничивает возможности идентификации в управлении движением материального потока. В радиочастотной системе идентификации метки могут содержать до 10 000 байт информации, что дает возможность повысить эффективность управления как в целом по производству, так и на отдельных участках.

3. *Возможность перезаписи данных.* Срок жизни. Данные штрихового кода на этикетку записываются одновременно и находятся на ней на протяжении всего жизненного цикла товара. После этого информация штрихового кода может быть использована повторно, при этом штриховой код необходимо наносить на новую основу. Информация радиочастотной метки также может использоваться на протяжении всего жизненного цикла, либо дополняться и изменяться. Повторно эта информация может использоваться для идентификации других товаров, при этом одна метка – до 10 лет.

4. *Одновременная идентификация нескольких объектов.* В системе штрихового кодирования нет возможности одновременного считывания информации с нескольких объектов. Это налагает определенные ограничения в эффективности управления движением материальными потоками. В RFID-системах существует возможность одновременного считывания до 600 объектов. Это дает возможность идентифицировать грузовые единицы, содержащие множество товаров, что позволяет значительно сократить время считывания информации.

Экономическая оценка систем идентификации. При выборе системы идентификации имеет смысл не учитывать возможные затраты на оплату труда стороннего персонала, первоначальные затраты на внедрение различных систем, технологическую струк-

туру предприятия и т. д. Основанием выбора являются текущие затраты использования различных систем идентификации.

Сравним показатели экономической эффективности систем штрихового кодирования и системы радиочастотной идентификации на примере мебельного предприятия. Технологическая схема мебельного предприятия представлена на рисунке 1.

При внедрении штрихового кодирования на мебельном предприятии основной задачей является определение количества принтеров, печатающих штриховые этикетки. Решение этой задачи основано на использовании замкнутой многоканальной системы массового обслуживания. Исходные данные для расчета: количество деталей (q), шт., производимых в одну смену на линии раскроя заготовок (в нашем случае 4 984 шт.); время печати одной этикетки (t) (в нашем случае 0,05 мин.); затраты на содержание одного принтера, которые включают амортизационные отчисления (A) (амортизация не самого дорогого принтера этикеток при условии, что он будет служить 5 лет, составит 181 250 руб.); средние затраты на расходные материалы в месяц ($З_p$) (в нашем случае при полной загрузке принтера она будет составлять 580 000 руб.). Кроме того, технические потери при печати и наклеивании этикеток равны 3 % от объема напечатанных этикеток. Имеет смысл найти оптимальное количество принтеров, печатающих этикетки при минимизации затрат. Для определения необходимо найти плотность события (λ), время обслуживания ($t_{обсл}$), μ – средняя продолжительность обслуживания одним принтером.

Параметры замкнутой многоканальной системы массового обслуживания равны:

$$\lambda = q/8 = 4984/8 = 623 \text{ ед./ч}; \quad t_{обсл} = t/60 = 0,05/60 = 0,0008 \text{ ч};$$

$$\mu = 1/t_{обсл} = 1/0,0008 = 1250; \quad \alpha = \lambda / \mu = 623/1250 = 0,5.$$

Общие издержки предприятия определяются

$$F(n) = (n \cdot 3_k + \lambda \cdot k_n \cdot 3_n \cdot p_n) \cdot T$$

где $3_k = \frac{A + 3_p}{22 \cdot 8} = 4325 \text{ руб.}$ – затраты на со-

держание одного принтера; $k_n = 0,03$ – средний коэффициент технических потерь при печати и наклеивании этикеток; 3_n – средние суммарные затраты предприятия, связанные с простым оборудованием (в нашем случае расходы в час составят 215 000;

$$P_N = P_0 \frac{\alpha^n}{n!};$$

$$P_0 = \left(1 + \frac{\alpha}{1!} + \frac{\alpha^2}{2!} + \dots + \frac{\alpha^k}{k!} + \dots + \frac{\alpha^n}{n}\right)^{-1};$$

$$T = 8 \text{ ч.}$$



Рисунок 1 – Технологическая схема производства готовой продукции мебельного предприятия

Зададим ряд значений $n = 1, 2, \dots, 5$ и составим таблицу 1 значений критерия экономической эффективности, работы системы штрихового кодирования.

Таблица 1 – Критерии экономической эффективности

n	P_n	$F(n)$
1	0,1667	5 393 471,6
2	0,0385	1 306 851,8
3	0,0063	306 324,84
4	0,0007	160 902,76
5	0,00007	175 250,28

Данные таблицы свидетельствуют, что оптимальное количество принтеров равно 4 штуки.

Зная количество принтеров, рассчитываем издержки, которые будет нести мебельное предприятие в течение года на обслуживание системы штрихового кодирования в зависимости от количества производимых деталей.

Текущие затраты в год на штрих-кодирование представлены в таблице 2.

Текущие затраты в год на штрих-кодирование представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Текущие затраты функционирования системы штрихового кодирования

Наименование затрат	Формула определения	Расшифровка значений
Амортизация оборудования ($A_{об}$)	$\frac{n \cdot CT_n}{d_1} + \frac{m \cdot CT_c}{d_2} + \frac{m \cdot CT_k}{d_3}$	n – число принтеров, шт. m – число компьютеров и сканеров, шт. CT_n – стоимость принтера, бел. руб. CT_c – стоимость сканера, бел. руб. CT_k – стоимость компьютера, бел. руб. d_1 – срок службы i -го оборудования, лет
Затраты на заработную плату работникам	$ЗП \cdot K + \frac{ЗП \cdot K \cdot r}{100}$	$ЗП$ – заработная плата работника, обслуживающего принтер, бел. руб. K – число работников, обслуживающих принтеры r – ставка налога, исчисляемого с заработной платы, %
Затраты на расходные материалы для принтеров	$n \cdot Z_p$	Z_p – затраты на расходные материалы для принтера, бел. руб.
Затраты на этикетки	$q \cdot P_э + q \cdot P_э \cdot K_б$	q – выпуск заготовок в месяц, шт. $P_э$ – цена этикетки (0,005), бел. руб. $K_б$ – средний коэффициент технических потерь при печати и наклеивании этикеток

Затраты на использование системы штрихового кодирования в зависимости от количества обрабатываемых деталей представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Текущие затраты на использование системы штрихового кодирования

Количество обрабатываемых деталей, шт.	Затраты, тыс. руб.	Количество обрабатываемых деталей, шт.	Затраты, тыс. руб.
50 000	61 524	600 000	143 666
100 000	68 991	650 000	151 134
150 000	76 459	700 000	158 601
200 000	83 926	750 000	166 069
250 000	91 394	800 000	173 536
300 000	98 861	850 000	181 004
350 000	106 329	900 000	188 471
400 000	113 796	950 000	195 939
300 000	121 264	1 000 000	203 406
350 000	128 731	1 050 000	210 874
400 000	136 199	1 100 000	218 341
450 000	61 524	1 150 000	225 809
500 000	68 991	1 200 000	233 276
550 000	76 459	1 250 000	240 744

Анализируя схему производства, представленную на рисунке 1, предположим, что для внедрения системы радиочастотной идентификации потребуется один считыватель для программирования меток, семь комплектов антенн и считывателей для считывания информации и перепрограммирования меток.

При использовании RFID-системы текущие затраты за год представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Текущие затраты функционирования RFID-системы

Наименование затрат	Формула определения	Расшифровка значений
Амортизация оборудования	$\frac{n \cdot CT_a}{d_1} + \frac{m \cdot CT_p}{d_2}$	n – число антен; m – считывателей CT_a – стоимость одного считывателя, бел. руб. CT_p – стоимость антенны, бел. руб. d_1 – срок службы n -го оборудования, лет
Затраты на заработную плату работникам	$ЗП \cdot K + \frac{ЗП \cdot K \cdot r}{100}$	$ЗП$ – заработная плата работника, программирующего метки, долл. США K – число работников, чел. r – ставка налога, исчисляемого с прибыли, %
Затраты на метки	$q \cdot P_s$	q – выпуск заготовок за смену, шт. P_s – цена метки (0,5), долл. США

Затраты на использование системы радиочастотной идентификации представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Текущие затраты на использование системы радиочастотной идентификации

Количество обрабатываемых деталей, шт.	Затраты, тыс. руб.	Количество обрабатываемых деталей, шт.	Затраты, тыс. руб.
50 000	234 274	600 000	243 336
100 000	235 098	650 000	244 160
150 000	235 922	700 000	244 984
200 000	236 745	750 000	245 808
250 000	237 569	800 000	246 632
300 000	238 393	850 000	247 456
350 000	239 217	900 000	248 280
400 000	240 041	950 000	249 103
300 000	240 865	1 000 000	249 927
350 000	241 689	1 050 000	250 751
400 000	242 513	1 100 000	251 575
450 000	234 274	1 150 000	252 399
500 000	235 098	1 200 000	253 223
650 000	235 922	1 250 000	254 047

Следующий шаг – построение графика зависимости общих издержек от количества производимой продукции (рисунок 2).

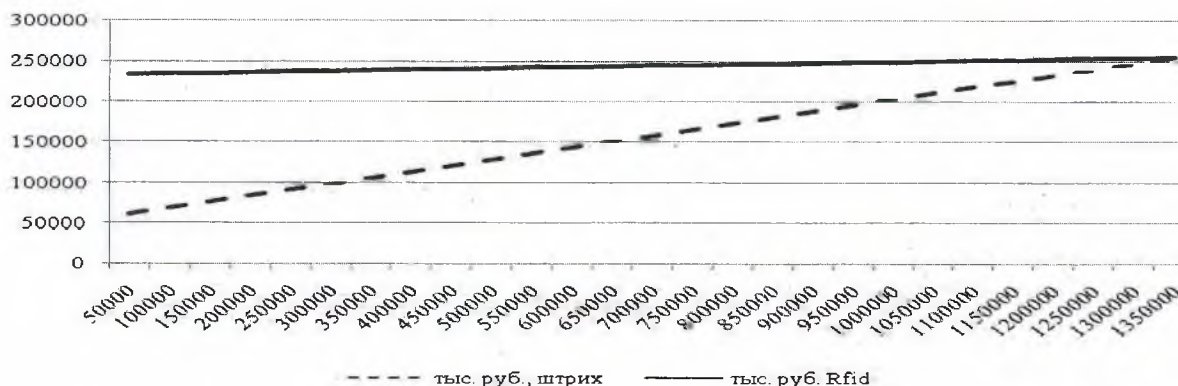


Рисунок 2 – Сравнение текущих издержек за год работы

Таким образом, использование системы штрихового кодирования на мебельном предприятии эффективнее при небольших и средних объемах про-

изводства. При больших объемах производства лучшим вариантом идентификации движения материальных потоков является применение RFID-систем.

Литература

1. Штриховое кодирование [Электронный ресурс]. – 2009. – Режим доступа: www.jasmi.ru/automation/automation.html. – Дата доступа: 24.03.2009.
2. Краев, А.А. Современные системы штрихового кодирования товаров / А.А. Краев // Вестник МГТУ. – Т. 4. – № 2. – 2001. – С. 289–296.
3. Основные характеристики оборудования для нанесения штриховых кодов [Электронный ресурс]. – 2009. – Режим доступа: www.ean.by/ean/ean-new.nfs. – Дата доступа: 01.01.2009.
4. Основные характеристики оборудования для считывания штриховых кодов [Электронный ресурс]. – 2009. – Режим доступа: www.ean.by/ean/ean-new.nfs. – Дата доступа: 01.04.2009.
5. Черновалов, А.В. Логистика: современный практический опыт / А.В. Черновалов. – Минск, 2008.
6. Суть технологии RFID [Электронный ресурс]. – 2009. – Режим доступа: www.rfid-ru.ru. – Дата доступа: 01.04.2009.

Summary

This article observes the distinct difficulties and advantages of such prevalent solutions for material flow tracking, as RFID and bar coding to small and medium sized furniture enterprises. The technical feasibility and applicability of the proposed approach are discussed on the basis of typical medium size furniture factory.
17.09.2009

УДК 331+378

Т. Н. Василевич, Г. Е. Ясников

ФОРМИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ПЛАНИРОВАНИЯ ТРУДОВЫХ РЕСУРСОВ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

Рассматриваются проблемы, связанные с определением численности и затрат на оплату труда профессорско-преподавательского состава высшего учебного заведения. Отмечены недостатки существующей методики планирования кадровой обеспеченности. На основе анализа нормативно-правовой базы, действующей в сфере высшего образования, представлена математическая модель, сопоставляющая количество часов по учебному плану и численность преподавателей. Предлагаются направления совершенствования механизма планирования трудовых ресурсов высших учебных заведений.

Характерной чертой современного развития экономики республики является поиск оптимального сочетания мер государственного воздействия с рационально организованной системой внутрифирменного управления. К числу важнейших экономических инструментов управления мировой практика относит бюджетирование, в механизме которого ключевая роль отводится функции планирования, реализуемой через целенаправленный процесс разработки, согласования и взаимной увязки величин показателей, формирующих бюджет. Планирование финансовых и других ресурсов становится задачей чрезвычайно актуальной, успешное решение которой дает не только конкурентные преимущества на рынке, но и обеспечивает дальнейшее развитие организации. Исследованию теоретических аспектов планирования посвящены труды многих белорусских экономистов, однако большинство авторов ограничивается изложением теоретических положений и общих методических рекомендаций без детализации процедур их конкретного применения с учетом отраслевой специфики деятельности. Кроме того, в законо-

дательных и нормативных документах отсутствуют четкие нормативы и показатели, формирующие бюджет.

В Республике Беларусь рекомендации по планированию расходов высшего учебного заведения по отдельным направлениям подготовки предусмотрены в письме Министерства финансов СССР от 1 ноября 1973 г. № 248 «О методическом пособии по планированию расходов на содержание высших учебных заведений» [1]. Однако данная методика требует существенной доработки, поскольку множество современных проблем не затронуты в письме, а некоторые положения утратили силу.

Наибольшую долю затрат в высшем учебном заведении составляют расходы на оплату труда персонала. Расчеты показывают, что на долю этой составляющей, включая начисления на заработную плату в виде социального налога, приходится часто более половины текущих расходов. Учитывая весомость этой составляющей в расходах, представляем целесообразным рассмотреть механизм ее планирования, отталкиваясь от действующих в системе высшей