

7. *Lischuk V. I.* Transformation of the collagen structure during beam-house processes and combined tanning / V. I. Lischuk, V. P. Plavan, A. G. Danilkovich // Proceedings of the estonian academy of sciences. Engineering. – 2006. – № 12/3-1. – P. 188-198.
8. *Екологічно ефективні ресурсощадні технології* виробництва поліфункціональних шкіряних матеріалів / А. Г. Данилкович, В. І. Ліщук, О. Г. Жигоцкий, В. К. Жуковський // Матеріали Міжнародного Екологічного форуму «Довкілля для України». – 2013. – С. 138-141
9. *Данилкович А. Г.* Особливості взаємодії гідрокосульфатохромових комплексів з колагеном / А. Г. Данилкович // Вісник КДУТД. – 2001. – № 1. – С. 151-153.
10. *Данилкович А. Г.* Розробка технології дублення-жирування хутрової овчини та її багатокритеріальна оптимізація / А. Г. Данилкович, О. В. Василюк // Проблемы лёгкой и текстильной промышленности Украины. – 2000. – № 3. – С. 82-84.
11. *Банди Б.* Методы оптимизации. Вводный курс ; перевод с англ. / Б. Банди. – М. : Радио и связь, 1988. – 129 с.

УДК 004:519.637+519.677

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К МОДЕЛИРОВАНИЮ ПРОЦЕССА ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА КАРТОНА

Сангинова О.В., * Козлов П.В.

СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПЛАНУВАННЯ ВИРОБНИЦТВА КАРТОНУ

Сангінова О.В., * Козлов П. В.

SYSTEMS APPROACH TO THE MODELLING OF CARTON PRODUCTION PROCESS PLANNING

Sanginova O., * Kozlov P.

Национальный технический университет Украины «КПИ»

sanginova@xtf.kpi.ua

* ИП «Хоневелл Украина», Киев, Украина

Предложено использовать системный подход к моделированию процесса планирования производства картона. Разработана математическая модель производства, учитывающая периодический характер работы предприятия и стоимость хранения продукции на складе. Сформирована целевая функция для автоматической системы планирования производства картона, предусматривающая возможность конфигурирования под конкретный объект автоматизации.

Ключевые слова: системный подход, математическая модель, производство картона.

Застосовано системний підхід до моделювання процесу планування виробництва картону. Розроблена математична модель виробництва, що враховує періодичний характер роботи підприємства і вартість зберігання продукції на складі. Сформовано цільову функцію

для автоматичної системи планування виробництва картону, яка передбачає можливість конфігурування під конкретний об'єкт автоматизації.

Ключові слова: системний підхід, математична модель, виробництво картону.

The system approach to modeling of the planning process of the carton production is proposed. A mathematical model that takes into account the periodic nature of the enterprise and the cost of storing products in stock is developed. The objective function for automatic planning system of carton production, which provides the ability to configure a specific automation object, have been generated.

Keywords: systems approach, mathematical model, carton production.

Введение

Повышение производительности и рентабельности производств целлюлозно-бумажной промышленности в современных рыночных условиях возможно путем реализации инвестиционных программ по модернизации производственных мощностей [1-3].

Как правило, модернизация производств картона требует привлечения больших капиталовложений и предполагает долгосрочную реализацию проектов по переоборудованию или замене картоноделательных машин (КДМ) и станков по переработке полуфабрикатов. Поэтому более эффективным и простым в реализации способом является внедрение и использование автоматизированных систем управления производством (АСУП) [1, 8]. Структуру типичной АСУП можно представить в следующем виде (рис. 1).

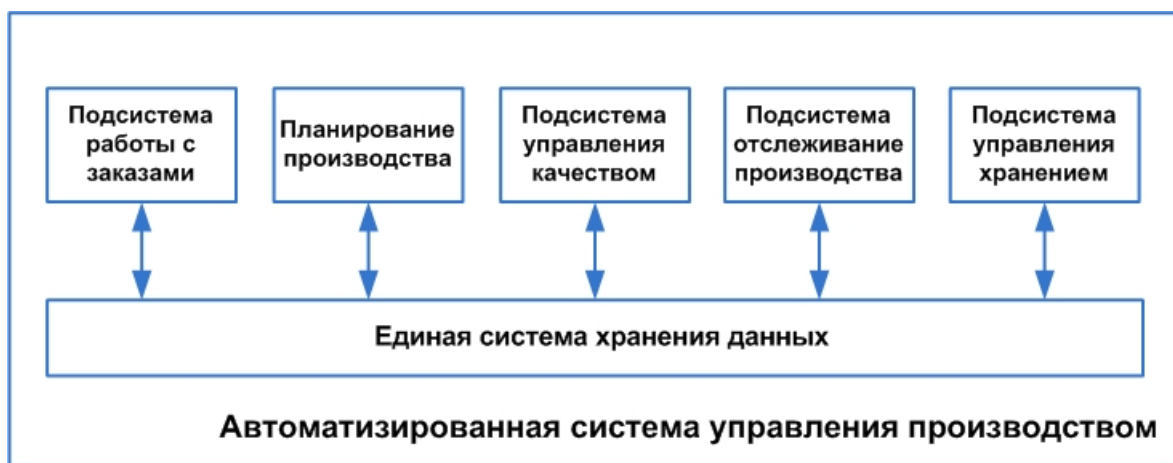


Рис. 1. Автоматизированная система управления производством.

Основными функциями АСУП являются: обработка, хранение и отслеживание информации о полученных заказах; планирование производства; диспетчеризация производственных процессов; перепланирование с учетом текущих показателей; контроль состояния и распределение ресурсов; сбор и хранение данных; управление процессами, техобслуживанием и ремонтами; анализ финансовых затрат [2, 4, 5].

Взаимодействие элементов АСУП между собой и технологическим процессом осуществляется следующим образом:

Подсистема работы с заказами обрабатывает и отслеживает статус выполнения заказа. Заказы, принятые в работу, поступают в подсистему планирования.

Подсистема планирования на основании полученных заказов формирует производственный объемно-календарный план для производства полуфабрикатов и

план позаказного раскроя для готовой продукции. На основании этих планов происходит подготовка сырья для производства картона и планирование работы машин и станков.

Подсистема управления качеством отслеживает качество полуфабрикатов и готовой продукции и передает полученную качественную информацию в подсистему отслеживания производства.

Подсистема отслеживания производства осуществляет учет и диспетчеризацию на каждом из этапов производства – машинах и станках. В случае получения информации о браке продукции в подсистеме формируется задание на оперативное перепланирование производства для подсистемы планирования.

Подсистема управления хранением осуществляет оптимальную приемку продукции на склад и управляет отгрузками готовой продукции. Информация о количестве поступившей готовой продукции и переданной заказчику передается в подсистемы обработки заказов и планирования.

Таким образом, качество плана выпуска продукции, сформированного подсистемой планирования на заданный период времени, оказывает существенное влияние на рентабельность производства, а оптимизация данного плана позволит повысить производительность предприятия [5, 7].

Поэтому основной задачей подсистемы планирования является поддержка принятия решений персоналом при формировании плана выпуска продукции на заданный период времени.

Постановка задачи

Принятие решений руководящим персоналом производства картона на этапе планирования осуществляется с учетом максимальной загрузки производственных мощностей, начиная от производства полуфабрикатов и заканчивая производством готовой продукции; учитывается также количество машин и станков, используемых периодов планирования и экономические параметры. С целью выработки информации, необходимой для принятия решений, в подсистеме настраивается математическая модель планирования и формируется целевая функция [4, 7, 8].

Однако, большинство математических моделей, описываемых в литературе [6, 9], не учитывают влияние позаказного характера производства и стоимость хранения продукции на складе.

Таким образом, необходимо разработать математическую модель и сформировать целевую функцию для автоматической системы планирования производства картона, учитывающие периодический характер работы предприятия и стоимость хранения продукции на складе, а также предусмотреть возможность конфигурирования модели под конкретный объект автоматизации.

Обсуждение результатов

В данной работе математическая модель для автоматической системы планирования производства картона получена на основе системного подхода.

В соответствии с принципом структуризации, процесс производства картона может быть представлен следующим образом (рис.2).



Рис. 2. Схема производства картона.

Взаимодействие технологического процесса с подсистемами АСУП описано выше.

Процесс планирования осуществляется в два этапа.

На первом этапе производится декомпозиция процесса планирования на объемно-календарное планирование работы машин и планирование раскрыя продольно-резательных станков (ПРС). Данный прием позволяет сбалансировать производственный цикл между непрерывным производством (полуфабрикаты на КДМ) и дискретным производством (готовая продукция на ПРС). Основная цель на данном этапе – максимально использовать производительность КДМ и уменьшить потери сырья на ПРС.

На втором этапе, на основании плана производства, формируется план по подготовке сырья.

Таким образом, математическая модель производства, используемая в АСУП для создания плана работ, должна учитывать максимальную загрузку производственных мощностей, начиная от производства полуфабрикатов и заканчивая производством готовой продукции.

В общем виде математическую модель планирования производства, описываемую в литературе [4], можно представить в следующем виде:

$$\sum Q_{i,t} - \sum g_i R_{i,t} = 0, \quad (1)$$

где t – период планирования; Q_i – количество произведенных полуфабрикатов; R_i – количество произведенной готовой продукции; g_i – количество единиц полуфабрикатов, используемых для производства готовой продукции.

Целевая функция планирования производства в этом случае будет иметь вид:

$$\min \sum_{t=1}^T \left[\sum_{i \in IP} K_{i,t} \rho_{i,t} \right] + \sum_{t=\tau+1}^{T+\tau} \left[\sum_{i=n+1}^N h_{i,t} I_{i,t} \right], \quad (2)$$

где t – количество периодов планирования, K – стоимость перехода с одной марки продукции на другую в периоде планирования, ρ – коэффициент отличия производимой марки на начало периода производства от запланированной, h – стоимость готовой продукции, I – количество готовой продукции, IP – количество полуфабрикатов, τ – отсрочка выполнения производственного задания.

Однако использование таких моделей не позволяет оптимальным образом спланировать работу производственных мощностей и повысить рентабельность производства, поскольку не учитывается периодический характер некоторых этапов производства, а также стоимость хранения продукции на складе.

В данной работе предложено усовершенствовать математическую модель (1) путем введения в ее состав такого дополнительного параметра, как количество продукции, произведенной по заказу:

$$\sum Q_{i,t} - \sum g_i R_{i,t} + \sum g_i B_{i,t} = 0, \quad (3)$$

где R_i – количество готовой продукции в заказе, B_i – количество сопутствующей готовой продукции.

В целевую функцию (2) необходимо ввести поправочный коэффициент готовой продукции для учета расходов хранения на складе не позаказной продукции. Тогда целевая функция примет вид:

$$\sum_{t=1}^T \left[\sum_{i \in IP} K_{i,t} \rho_{i,t} \right] + \sum_{t=\tau+1}^{T+\tau} \left[\sum_{i=n+1}^N C \cdot h_{i,t} I_R + C \cdot h_{i,t} I_B \right], \quad (4)$$

где C – поправочный коэффициент готовой продукции для учета расходов хранения на складе не позаказной продукции, I_R - количество готовой продукции в заказе, I_B - количество сопутствующей готовой продукции.

Таким образом, к уже существующей задаче максимизации нагрузки производственных мощностей добавляется задача максимизации количества позаказной готовой и минимизация количества хранимой продукции, произведенной не по заказу.

Выводы

Предложено использовать системный подход к моделированию процесса планирования производства картона.

Выполнена декомпозиция процесса планирования, а также описано взаимодействие элементов АСУП между собой и с технологическим процессом.

Разработанная математическая модель производства с учетом позаказного планирования для автоматических систем управления производством позволит формировать план выпуска готовой продукции с максимальной загрузкой производственных мощностей, а также снизить затраты на хранения готовой продукции на складе.

Литература

1. *Software Datasheet*. Wonderware MES Software 2012 [Электронный ресурс] : Invensys Software : Invensys Software Overview. – 2012. – Режим доступа : http://global.wonderware.com/EN/PDF%20Library/Datasheet_Wonderware_MES2012Overview_11-12.pdf.
2. *Integration of Planning and Scheduling in Multi-site Plants* [Электронный ресурс] / S.A. Munawar, Mangesh D. Kapadi, S.C. Patwardhan [и др.] // *Application to Paper Manufacturing*. – European Symposium on Computer Aided Process Engineering. – 2005. – Режим доступа : <http://www.nt.ntnu.no/users/skoge/prost/proceedings/escape15/papers/IA-016.pdf>
3. *Solve your Toughest Planning and Scheduling Problems: How Business Managers can use Mathematical Optimization Technology* [Электронный ресурс] : IBM Corporation. – 2010. – Режим доступа :

<ftp://public.dhe.ibm.com/software/websphere/ilog/SolveYourToughestPlanningandSchedulingProblems.pdf>

4. Rizk N. Synchronized production–distribution planning in a single-plant multi-destination network [Электронный ресурс] / N Rizk, A Martel, S D'Amours // Journal of the Operational Research Society. – 2008. – Режим доступа : <http://www.palgrave-journals.com/jors/journal/v59/n1/full/2602316a.html#bib13>.
5. Кузнецов В. А. Задачи раскроя в целлюлозно-бумажной промышленности / В. А. Кузнецов. – СПб.: Изд-во СПбЛТА. – 2000. – 132 с.
6. Воронин А. В. Математические модели и методы планирования и управления предприятием ЦБП / А. В. Воронин, В. А. Кузнецов. –Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ. – 2000. – 256 с.
7. CHANG Wei-Shung. A Multi-Criteria Decision Making for the Unrelated Parallel Machines Scheduling Problem / Wei-Shung CHANG, Chih-Cheng CHYU // J. Software Engineering & Applications. – 2009. – 2. – pp. 323 -329.
8. *Scheduling Solutions for the Paper Industry* / Pinar Keskinocak, Frederick Wu, Richard Goodwin [и др.] // Operations Research. – 2002. – Vol. 50. – No. 2 (Mar. - Apr., 2002). – pp. 249-259.
9. *Mathematical Modeling and Performance Optimization for the Paper Making System of a Paper Plant* / Rajiv Khanduja, P.C. Tewari, R.S.Chauhan [и др.] // JJMIE. – 2010. - Volume 4. - Number 4. – pp. 487 – 494.

УДК 51-74

АНАЛИЗ И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ КОНТРОЛЕ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ

Брановицкая С.В., Бондаренко С.Г., Сангинова О.В., Бондаренко Н.С.

АНАЛІЗ ТА ІНТЕРПРЕТАЦІЯ СТАТИСТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ПРИ КОНТРОЛІ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ

Брановицька С.В., Бондаренко С.Г., Сангінова О.В., Бондаренко Н.С.

ANALYSIS AND INTERPRETATION OF STATISTICS IN THE QUALITY CONTROL OF PRODUCTS

Branovitskaia S., Bondarenko S., Sanginova O., Bondarenko N.

Национальный технический университет Украины «КПИ», Киев, Украина,
s_g_bond@mail.ru

Определен объем необходимой выборки для оценки качественных показателей партии продукции для предприятия по производству клея. Показано, что рассчитанное значения объема выборки позволяет достоверно определять показатели генеральной совокупности. На основании проведенного статистического анализа дана оценка качеству работы оборудования.

Ключевые слова: выборка, генеральная совокупность, гипотеза, клей