

УДК 637.028

Е. А. Янец, студентка (БГТУ);**Н. Э. Трусевич**, кандидат экономических наук, доцент (БГТУ)**СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬЮ УПАКОВКИ МОЛОКА:
СТРУКТУРА, МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ**

Статья посвящена разработке системы управления показателями технологичности упаковки для жидких молочных продуктов. Проблема совершенствования системы и механизмов управления технологичностью изделий является актуальной и требует основательной теоретической и методической проработки. Подобные системы в настоящее время еще не нашли широкого применения на промышленных предприятиях в силу неразвитости методического аппарата, отсутствия типовой структуры и системности в управлении технологичностью создаваемых изделий. В работе предложена структура системы, рассмотрены основы построения математических моделей для ее блоков.

Article is devoted to development of the system of management of indicators of technological effectiveness of packing for liquid dairy products. The problem of improvement of system and mechanisms of management of technological effectiveness of products is actual and demands thorough theoretical and methodical study. Similar systems didn't find now broad application at the industrial enterprises owing to not development of the methodical device, absence of standard structure of systemacity in management of technological effectiveness of the created products yet. In work the structure of system is offered, basics of creation of mathematical models for its blocks are covered.

Введение. Обеспечение технологичности конструкции изделия — функция процесса подготовки производства, предусматривающая взаимосвязанное решение конструкторских и технологических задач, которые направлены на повышение производительности труда, достижение оптимальных трудовых и материальных затрат и сокращение времени на производство, в том числе и монтаж вне предприятия-изготовителя, техническое обслуживание и ремонт изделия [1].

Обеспечение технологичности конструкции включает отработку конструкции изделий на технологичность на всех стадиях разработки изделия; количественную оценку технологичности конструкции изделий; технологический контроль конструкторской документации; подготовку и внесение изменений в конструкторскую документацию.

Система управления технологичностью. Комплексный характер проблемы обеспечения технологичности конструкций упаковки (далее — технологичности упаковки), сложность процессов управления отдельными подсистемами предприятия из-за разнообразия их целей и возрастание их влияния на технологичность, динамизм внешней среды и уменьшение периода ценности принятых решений предопределяют необходимость создания системы управления технологичностью изделий (СУТИ). Такая система в настоящее время еще не нашла широкого распространения на промышленных предприятиях в силу неразвитости методического аппарата, отсутствия типовой структуры и системности в управлении технологичностью создаваемых изделий, хотя проблема совершенствования системы и механизмов управления технологичностью изделий является по-

прежнему актуальной и требует серьезной теоретической и методической проработки [2].

По структуре СУТИ представляет собой совокупность взаимодействующих управляющих органов, объектов управления и управляющих воздействий, которые направлены на достижение поставленных заранее целей управления в виде придания конструкции такого комплекса свойств, при котором достигаются оптимальные значения затрат всех видов ресурсов при производстве, эксплуатации и ремонте изделия для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ.

Так, система СУТИ может быть признана сложной системой с присущими ей признаками устойчивости, разнообразия межэлементных связей и должна функционировать непрерывно на всех этапах разработки, изготовления и эксплуатации серийных, вновь создаваемых перспективных изделий и базироваться на совокупности взаимосвязанных научно-методических разработок и нормативно-технических документов [3].

Система должна выполнять планирование программ обеспечения технологичности изделий и доводить их до заданного уровня, вести учет достигнутого уровня технологичности с помощью отраслевой системы показателей, осуществлять технологический контроль конструкторской документации (КД), регулировать ход выполнения мероприятий по обеспечению технологичности изделия и не допускать постановки на производство нетехнологичных изделий.

Одним из важнейших этапов моделирования, построения и анализа СУТИ является их классификация по признакам, характеризующим их цели, показатели деятельности и функции в рамках соответствующих системообразующих элементов предприятия.

Для построения и анализа системы управления показателями технологичности упаковки необходимо рассмотреть стадии ее жизненного цикла.

Первый отрезок жизни упаковки подразумевает получение упакованной продукции, он объединяет при этом два потока: изготовление упаковочной тары и продукции. Включает такие этапы:

1) конструирование (маркетинговые исследования, разработка дизайна и технического проекта, рабочего проекта с комплектами конструкторской и технической документации);

2) изготовление упаковки (связан со знанием свойств материалов, технологических процессов при изготовлении упаковки);

3) изготовление упаковываемого продукта (изучение технологии изготовления и свойств самого упаковываемого продукта);

4) подготовку продукта к упаковыванию (для увеличения времени сохранения продукта);

5) упаковывание продукции (подготовка тары к упаковыванию, позиционирование в зоне упаковывания, дозирование продукции, транспортировка дозы продукции в тару, укупоривание тары).

Второй отрезок жизни упаковки — это, по сути, путь от изготовителя к потребителю. Включает в себя этапы:

1) транспортирование;

2) складирование;

3) распределение по торговой сети;

4) продажу;

5) использование потребителем.

Третий отрезок жизни упаковки — превращение ее в отходы. Включает в себя сбор обработанной упаковки, захоронение на свалках, сжигание или вторичную переработку материалов для изготовления различной продукции.

Информация обо всех этапах жизненного цикла предназначена для достижения целей управления технологичностью упаковки, разрабатываемой и реализуемой в производстве.

Система управления технологичностью может состоять из блоков планирования, организации и оперативного управления.

Блок планирования системы управления технологичностью должен выполнять следующие функции:

1) постановку задачи управления;

2) сбор информации о технологичности упаковки и эффективности функционирования системы управления технологичностью;

3) оценку и анализ технологичности упаковки;

4) технико-экономическое нормирование и планирование работ по повышению технологичности;

5) определение сроков реализации решения поставленных задач.

Блок организации выполняет функции:

1) организации управления технологичностью упаковки;

2) информационного обеспечения управления технологичностью изделий;

3) анализа результатов и контроля деятельности по обеспечению технологичности продукции;

4) организации взаимодействия по управлению технологичностью с разработчиками, поставщиками и потребителями.

Функции оперативного блока можно разделить на два вида:

1) операции по регулированию, т. е. оперативному изменению планов по координации во времени. Этот блок включает:

а) реализацию плана;

б) оперативную оценку технологичности;

в) оперативное нормирование и планирование работ по повышению технологичности упаковки;

2) операции по контролю — анализ состояния, оценка выполнения планов, разработка рекомендаций по устранению недочетов. Включает:

а) формирование оперативной информации об уровне технологичности;

б) оперативный контроль и учет технологичности упаковки;

в) оперативное управление уровнем технологичности упаковки.

Математическое моделирование. К дополнительным показателям оценки технологичности изделия относятся пригодность его к серийному выпуску и организационно-технический уровень труда и производства (ОТУП) [4].

В ряде случаев эти показатели могут стать основными, определяющими. Так, показатель серийнопригодности изделия при запуске его в серийное или массовое производство является обязательной характеристикой, отражающей его технико-экономические свойства, позволяющие обеспечить высокое качество при низкой себестоимости в условиях конкретного производства.

Показатель ОТУП в системе управления процессами обеспечения технологичности выполняет роль обратной связи, т. е. характеризует возможности конкретного производства реализовать заданные или рассчитанные показатели технологичности. Оба показателя связаны с основными и между собой, тем самым дополняя общую систему оценки технологичности.

Технические характеристики серийнопригодности определяют с помощью специальных

испытаний, которые позволяют выявить элементы упаковки и технологические операции, в наибольшей степени влияющие на разброс выходных параметров, наметить рациональные пути повышения серийнопригодности и вместе с тем технологичности изделий. Показателем серийнопригодности служит вероятность нахождения параметров изделия в заданных допусках на момент окончания его производства, что определяется конструктивными и технологическими решениями с учетом климатических, технологических и производственных факторов, способствующих разбросу параметров. Значение показателя серийнопригодности устанавливается, исходя из конкретных требований к изделию.

Для оценки организационно-технического уровня производства используют следующую методику, которая предназначена для оценки достигнутого уровня развития организации производства и труда в целях определения направлений совершенствования организации производства. Уровень организации производства и труда $Y_{о.п.т}$ зависит от уровня использования трудовых ресурсов, основных фондов, оборотных средств и уровня выпуска продукции надлежащего качества.

Величина $Y_{о.п.т}$ по предприятию в целом определяется как отношение уровня использования переменных постоянных расходов предприятия с учетом нормативного коэффициента эффективности и затрат, связанных с уровнем выпуска качественной продукции, к общим затратам предприятия по формуле [1]

$$Y_{о.п.т} = \frac{C_1 Y_{и.т.р} + (C_2 Y_{о.ф} + C_3 Y_{об}) E_n}{C_1 + (C_2 + C_3) E_n} Y_k, \quad (1)$$

где C_1 — заработная плата производственных рабочих, руб.; $Y_{и.т.р}$ — уровень использования трудовых ресурсов; C_2 — средняя стоимость основных фондов, руб.; $Y_{о.ф}$ — уровень использования основных фондов; C_3 — среднее фактическое значение нормируемых оборотных средств, руб.; $Y_{об}$ — уровень использования оборотных средств; E_n — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений; Y_k — уровень качества продукции.

Показатели $Y_{и.т.р}$, $Y_{о.ф}$, $Y_{об}$, Y_k выражаются в долях единицы и являются производными от многих факторов, характеризующих состояние организации труда и производства,

$$Y_{и.т.р} = k_1 k_2 k_3, \quad (2)$$

где k_1 — коэффициент эффективности использования рабочего времени, равный $1 - \Pi / \Phi_p$, где Π — потери рабочего времени; Φ_p — фонд рабочего времени за вычетом потерь; k_2 — коэффициент интенсивности труда,

$$k_2 = \frac{\sum^n H_{ср}}{\sum^n H_{ср.пр}}, \quad (3)$$

где $H_{ср}$ — средняя норма выработки, %; $H_{ср.пр}$ — средний процент выполнения плана; n — число рабочих.

Коэффициент использования квалификации рабочих k_3 рассчитывается по формуле [1]

$$k_3 = \frac{\sum^n h}{\sum^n h_1}, \quad (4)$$

где h — тарифная ставка выполняемых работ; h_1 — тарифная ставка рабочих; n — число рабочих.

Уровень использования основных фондов $Y_{о.ф} = k_4 k_5$, первый из коэффициентов характеризуется использованием оборудования по стоимости, второй — по используемой мощности. Значения коэффициентов находятся по формулам [1]

$$k_4 = \frac{\sum^n CL}{\sum^n C_i}, \quad (5)$$

$$k_5 = \frac{T_{общ}}{\sum^n N_r T_p L \cdot 0,8}, \quad (6)$$

где C — стоимость установленного оборудования по видам; L — показатель использования оборудования по времени; C_i — стоимость оборудования на балансе предприятия; $T_{общ}$ — суммарный расход энергии, кВт·ч; N_r — мощность главного привода; T_p — фонд времени работы оборудования; значение 0,8 — КПД оборудования; n — число единиц оборудования.

Показатель уровня использования оборотных средств определяется по формуле [2]

$$Y_{об} = \frac{K_{о.ф}}{K_{о.пл}}, \quad (7)$$

где $K_{о.ф}$ — фактическая оборачиваемость оборотных средств; $K_{о.пл}$ — плановая оборачиваемость оборотных средств,

$$K_{о.пл} = \frac{\Pi_p}{C_o}, \quad (8)$$

где Π_p — выручка от реализации (по оптовым ценам); C_o — средний фактический остаток оборотных средств.

Уровень качества продукции целесообразно определять по следующей зависимости:

$$Y_k = \frac{1 - (C_4 + C_5 + C_6 + C_7)}{C_n}, \quad (9)$$

где C_4 — стоимость забракованной продукции; C_5 — затраты по реализации продукции; C_6 — затраты на гарантийный ремонт; C_7 — прочие затраты, связанные с выпуском некачественной продукции; C_n — себестоимость товарного выпуска продукции за планируемый период.

Дополнительными показателями, характеризующими уровень организации производства и труда, являются показатели ритмичности, наличия технически обоснованных норм, трудоемкости изготовления изделий и их элементов, уровня специализации рабочих мест, производительности труда, условий труда. Каждый из этих показателей является относительным, и его значение может быть больше или меньше единицы. За единицу, очевидно, следует принимать показатель, достигнутый в прошедшем плановом периоде, или показатель идеальной, гипотетической модели производства и труда.

Такая модель должна характеризоваться, например, высшим показателем ритмичности всех производственных процессов, полной автоматизацией технологических операций, наличием только технически обоснованных норм и т. д. Построение подобных моделей и их анализ позволяют объективно следить за уровнем организации производства и труда, с одной стороны, и обеспечивают объективную оценку технологичности изделий — с другой.

Технический прогресс невозможно представить без периодической замены одних конструкций изделий другими, более прогрессивными. Всякое повышение технологичности конструкции — это шаг вперед.

Допустим, что прогресс в изготовлении упаковки по выбранным конструктивно-технологическим характеристикам нарастает по прямой зависимости (в пределах короткого интервала развития). Тогда с учетом годового темпа роста конкретной характеристики a_i и конкретного уровня этой характеристики $K_{i\phi}$, достигнутого на год t_ϕ , разработчику нового изделия, планируемого к промышленному освоению, например, в году $t_{осв}$, необходимо установить величину этого показателя как базового $K_{iб}$ уже в размере [1]:

$$K_{iб} = K_{i\phi} + \alpha(t_{осв} - t_\phi). \quad (10)$$

Изложенный принцип оценки технологической прогрессивности конструкции изделия может быть использован при создании механизма экономического стимулирования предприятий-разработчиков за достижение высокого уровня технологичности разрабатываемых изделий.

Анализ оборотных средств на основе жизненного цикла. Как видно из формулы (1) уровень организации производства и труда зависит от значения нормируемых оборотных средств. Моделирование изменения коэффициента оборачиваемости (КО) позволит учесть ее влияние на технологичность упаковки.

Сложившаяся в настоящее время концепция жизненного цикла КО изначально строилась по аналогии с концепцией жизненного цикла продукции. Вместе с тем отсутствие объективных параметров затрудняет определение стадии, на которой находится организация, несмотря на логичность построения общей концепции [4].

В настоящее время на ряде предприятий молочной промышленности Беларуси сложилась достаточно тяжелая, а в некоторых случаях и критическая, экономическая ситуация. Предприятия являются убыточными, не выполняются большинство прогнозных показателей, износ оборудования близок к критическому, падают объемы производства, превышены нормативы остатков готовой продукции на складах.

Поэтому необходима разработка комплекса мероприятий по оздоровлению предприятий. Причем базироваться эти мероприятия должны на глубоком системном анализе как внешней, так и внутренней среды предприятий.

Для построения системы управления технологичностью упаковки молока необходимо разработать математическую модель жизненного цикла оборотных средств предприятий по производству молочной продукции.

Для характеристики интенсивности использования оборотных активов применяют коэффициент оборачиваемости, который показывает, сколько раз к предприятию возвращаются его оборотные средства в виде выручки от реализации продукции за определенный период. Чем больше значение коэффициента оборачиваемости, тем меньше требуется оборотных средств, тем эффективнее они используются.

Коэффициент оборачиваемости (КО) может быть рассчитан как для оборотных активов в целом, так и для каждого показателя, входящего в их структуру.

Оценка эффективности управления оборотными средствами может проводиться на основе модели их жизненного цикла.

Жизненный цикл коэффициента оборотных средств описывается дифференциальным уравнением Ферхюльста – Перла [5]:

$$\frac{dy_i}{dt} = b_i y_i (A_i - y_i), \quad (11)$$

где b_i — параметр задачи; y_i — фактическое значение коэффициента оборачиваемости в не-

который момент времени t ; A_i — асимптота логистической функции.

Решением уравнения (11) является логистическая кривая

$$y_i(t) = \frac{A_i}{1 + 10^{a_i - b_i t}}, \quad (12)$$

где a_i — параметр логистической функции.

Для определения параметров a_i и b_i приведем уравнение (12) к следующему виду, нормировав y_i на асимптоту:

$$a - bt = \lg(1 - Y) - \lg Y. \quad (13)$$

Для нормирования на асимптоту функции Y в формуле (13) известны два значения — в середине периода жизненного цикла и в конце [5]. Это позволяет получить систему двух уравнений для параметров логистической кривой:

$$\begin{cases} a - bt_1 = \lg(1 - Y_1) - \lg Y_1, \\ a - bt_2 = \lg(1 - Y_2) - \lg Y_2, \end{cases} \quad (14)$$

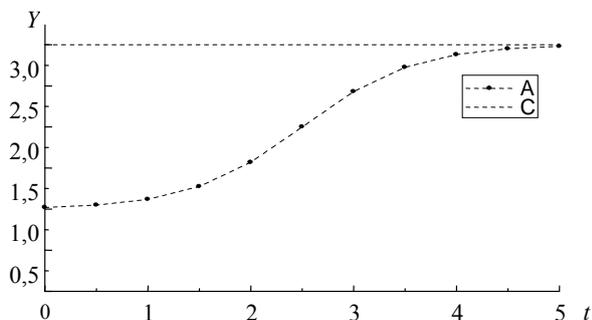
где Y_1 и Y_2 — значения Y в момент времени $t_1 = T$ и $t_2 = T/2$ соответственно.

Значения коэффициента оборачиваемости по предприятию «Савушкин продукт» [6] для наиболее значимых показателей приведены в таблице.

Значения коэффициента оборачиваемости (КО)

Показатель	Количество оборотов			
	2008	2009	2010	Норма
КО дебиторской задолженности	11,8	12,4	8,3	24
КО мобильных активов	5,1	4,9	4,1	1,29
КО немобильных активов	19,2	19,3	18,3	14,61
Общий КО	1,9	2,1	1,9	1,66

На рисунке представлены результаты моделирования жизненного цикла оборотных средств молочного предприятия.



Жизненный цикл оборотных средств:
A — результаты моделирования;
C — асимптота логистической функции

Параметры логистической кривой подобраны так, чтобы значение КО в модели соответствовало фактическим значениям предприятия.

Таким образом, модель жизненного цикла оборотных средств дает возможность предвидеть периоды снижения эффективности использования данного ресурса, а также определить максимальное возможное значение коэффициента оборачиваемости для разных типов производства и влияние данных изменений на показатель технологичности.

Заключение. Предлагаемая структура системы целей в области управления технологичностью и представления о механизмах управления позволяют разработать методологические подходы к построению функциональной структуры СУТИ.

В результате становится возможным формирование стратегии совершенствования и развития СУТИ, рассмотрение производственной подсистемы обеспечения технологичности изделий как особой самоорганизующейся системы, которая фактически тесно взаимодействует с другими подсистемами производства. Разнообразие типов предприятий предопределяет разнообразие схем построения систем управления технологичностью.

Литература

- Амиров Ю. Д. Технологичность конструкций машин как фактор повышения эффективности общественного производства // Вестник машиностроения. 1982. № 3. С. 70–72.
- Войчинский А. М., Янсон Э. Ж. Технологичность изделий в приборостроении // Ленинград: Машиностроение, 1988. 232 с.
- Гжиров Р. И. Краткий справочник конструктора. Ленинград: Машиностроение, 1983. 464 с.
- Ничипорович С. А., Мирончик Е. С. Анализ оборотных средств полиграфических предприятий на основе моделирования их жизненного цикла // Труды БГТУ. Сер. IX, Издат. дело и полиграфия. 2008. Вып. XV. С. 57–60.
- Ничипорович С. А., Мирончик Е. С., Барушко О. В. Анализ жизненного цикла комплекта основного технологического оборудования полиграфических предприятий // Труды БГТУ. Сер. IX, Издат. дело и полиграфия. 2007. Вып. XV. С. 65–68.
- Отчет по преддипломной практике в ОАО «Савушкин продукт» // FreePapers [Электронный ресурс]. 2010–2012. URL: <http://freepapers.ru/68/otchet-po-preddiplomnoj-praktike-v/62383.407225.list4.html> (дата доступа: 18.09.2014).

Поступила 28.03.2014