

9. Popelka V., Wenzlova M. Informacné technológie v poľnohospodárskych subjektoch // Zborník medzinárodnej vedeckej konferencie. – P. 88–90. – ISBN 80-7137-946-8. – Nitra, 2001.

10. Makyš P., Vidová H. Knowledge discovery from databases in marketing // In 12th international scientific conference CO-MAT-TECH 2004. – P. 826–833. – ISBN 80-227-2117-4. – STU Bratislava, 2004.

Павол Божек, кандидат технических наук, доцент, Словацкий Технологический Университет, Трнава
А. И. Коришунов, доктор технических наук, профессор, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

Усовершенствование управления мехатронными системами с применением математического аппарата теории проверки надежности

В статье описана созданная информационная система, содержащая данные по качеству, функционированию, автоматизированным испытаниям и новому методу оценки транспортной подсистемы. Система протестирована на статистически важной группе коммерческих грузовиков. В данном случае была использована информация об эксплуатационных параметрах представителей этой группы. Численный анализ выполнен на основе автоматизированного сбора и систематической записи информации о работе коммерческих грузовиков. Предложенная новая информационная система данных по функционированию и испытаниям позволяет проверять надежность в соответствии с разработанной методикой. Детали машин, находящиеся в критическом состоянии, выявленные в лабораторных условиях, распознаются численным анализом надежности. Описана методика испытаний и ее численное моделирование на трех уровнях. Результатом работы является не только повышение качества готовой продукции, но и созданная автоматизированная испытательная лаборатория для автомобилей.

Ключевые слова: данные измерений, автоматизация испытаний, новая методология.

УДК 658.011.56

А. П. Кузнецов, кандидат технических наук, доцент, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

К. И. Замятин, кандидат технических наук, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

УСОВЕРШЕНСТВОВАННАЯ МОДЕЛЬ СИНТЕЗА ВАРИАНТОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТРУКТУР-СТРАТЕГИЙ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Рассматривается усовершенствованная модель синтеза вариантов технологического обеспечения структур-стратегий производственных систем машиностроения. Разработанная модель может быть использована при модернизации производственных систем, а также при смене номенклатурной модели предприятия.

Ключевые слова: промышленная система, варианты структур-стратегий, модель синтеза.

Машиностроительное предприятие, осуществляющее хозяйственную деятельность в условиях рыночной конкуренции, стремится минимизировать затраты на производство, а также максимизировать свою прибыль. Вместе с тем, по данным ассоциации «Станкоинструмент», парк механообрабатывающего оборудования, состоящий преимущественно из отечественных станков, за последние 15 лет практически не обновлялся, сократился на 1 млн единиц и составляет сегодня около полутора миллиона единиц. Более 70 % станочного парка эксплуатируется свыше 15-20 лет и находится на грани полного физического износа, а большая часть из более чем 300 предприятий России нуждается в модернизации и диверсификации [1, 2].

По мнению российских и зарубежных экспертов, любая модернизация машиностроительных предприятий должна сочетать в себе эффективную замену старого оборудования с внедрением современных

принципов и подходов в организации и управлении производством [1, 2]. Однако решение этой многокритериальной задачи невозможно без использования эффективных алгоритмов оценки и подбора новых элементов структур-стратегий производственных систем, а также подразумевает использование современных автоматизированных систем поддержки принятия решений.

Основой для усовершенствованной модели синтеза вариантов технологического обеспечения структур-стратегий производственных систем (ПС) машиностроения является базовая модель выбора технологического оборудования [3], не учитывающая ряд потребностей предприятий, таких как частичная модернизация производств.

Предлагаемая модель построена на основе комбинаторного алгоритма синтеза технологического обеспечения структур-стратегий производственных систем (ПС) машиностроения и является составной

частью автоматизированной системы поддержки принятия решений при модернизации производственных систем машиностроения [3, 4].

Модель может быть использована при модернизации производственных систем машиностроения в условиях штучного и мелкосерийного производства, а также при смене номенклатурной модели предприятия и обеспечивает синтез вариантов технологического и информационного обеспечения производственных систем в автоматизированном режиме.

К наиболее значимым изменениям базовой модели относится возможность анализа и оценки существующего парка металлообрабатывающего оборудования, что позволяет предприятиям наиболее гибко и эффективно пройти процедуру модернизации механообрабатывающих производств.

Синтез вариантов технологического обеспечения структур-стратегий осуществляется в несколько этапов (рис. 1).

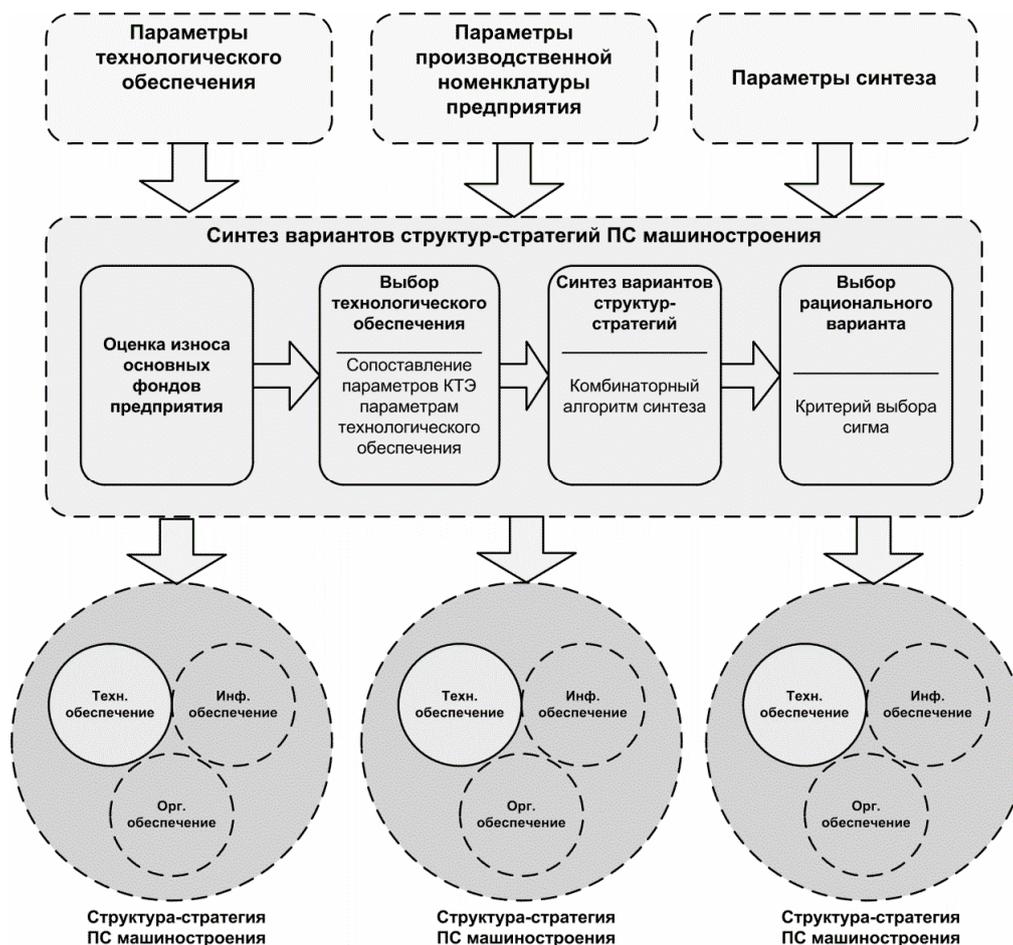


Рис. 1. Этапы синтеза вариантов технологического обеспечения структур-стратегий ПС

На первом этапе синтеза осуществляется оценка состояния основных фондов машиностроительного предприятия. Степень физического износа основных фондов характеризуется величиной уменьшения их стоимости, а также может быть выявлена по времени эксплуатации, объемам выполняемых работ и техническому состоянию [5].

Коэффициент физического износа основных фондов может быть определен следующим образом [5]:

$$K_{и.ф} = \frac{A}{\Phi}, \quad (1)$$

где A – сумма износа основных фондов, руб.; Φ – первоначальная стоимость основных фондов, руб.

Данный коэффициент может быть определен также следующим образом [5]:

$$K_{и.ф} = T_{ф} / T_{н}, \quad (2)$$

где $T_{ф}$ и $T_{н}$ – фактический и нормативный срок службы основных фондов соответственно.

Величина уменьшения стоимости основных фондов по техническому состоянию устанавливается на основании экспертной оценки специалистами путем оценки состояния отдельных узлов оборудования и исчисления средневзвешенного процентного износа [5, 6].

Коэффициент износа основных фондов используется на последнем этапе синтеза вариантов структур-стратегий, при этом для нового оборудования данный коэффициент принимается равным 0.

На втором этапе синтеза осуществляется выбор технологического обеспечения, при этом учитыва-

ются параметры не только нового, но и параметры работающего на предприятии оборудования с учетом суммы его остаточной стоимости.

В качестве входных данных алгоритм выбора технологического обеспечения использует множество A' , содержащее набор параметров оборудования, обеспечивающего выполнение технологических операций для производства заданной номенклатуры [7, 8, 9]:

$$A' = \left[a_1, a_2, \dots, a_n \mid a_i \in A \text{ при } \bigwedge_{j=1}^4 f_j(X) = 1 \right], \quad (3)$$

$$a_i = \langle p_i^a, p_c^a, p_m^a, p_w^a, p_p^a, p_a^a, p_d^a \rangle, \quad (4)$$

где p_i^a – конечное множество типов оборудования; p_c^a – признак наличия ЧПУ; p_m^a – максимальный размер заготовки; p_w^a – вес станка; p_p^a – класс точности оборудования; p_a^a – множество технологических операций, выполняемых на оборудовании; p_d^a – стоимость оборудования; X – подмножество параметров технологического оборудования, на которых функция может принимать единичное или нулевое значение; f_i – функция принадлежности для элементов подмножеств; A' – логическая функция, определенная в терминах алгебры логики:

$$f_i = \bigvee_{j=1}^n \phi_j(x_j), \quad (5)$$

где ϕ_j – дизъюнктивный терм, принимающий единичное значение на наборе высказываний x_j в случае, если каждое высказывание принимает истинное значение.

Множество A' получено путем последовательного уточнения множества A параметров технологического обеспечения в зависимости от множества D параметров оборудования, полученного путем декомпозиции детали до конструктивно-технологических элементов [7].

На третьем этапе осуществляется комбинаторный синтез вариантов технологического обеспечения. В зависимости от типа оборудования все элементы множества A' подлежат группировке в m упорядоченных множеств $t_i \in T$, при этом каждое такое множество содержит станки, относящиеся к одной и той же группе технологического оборудования. В этом случае количество вариантов структур-стратегий ПС машиностроения будет равно сумме комбинаторных конфигураций, полученных сочетанием всех элементов ранее сформированных множеств (рис. 2).

Учитывая, что в сформированные варианты структур-стратегий ПС машиностроения войдет оборудование разной ценовой категории, необходимо осуществить отсечение вариантов, не удовлетворяющих финансово-экономическим потребностям предприятия. Такое отсечение производится в зависимости от суммарной стоимости каждого варианта

технологического обеспечения, вошедшего в синтезируемое множество [10].

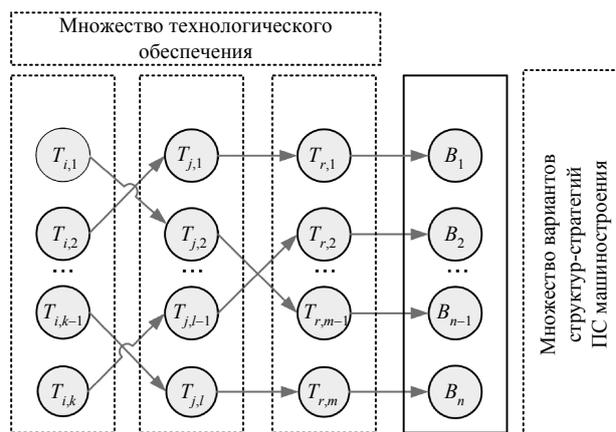


Рис. 2. Синтез вариантов структур-стратегий ПС машиностроения

На последнем этапе синтеза осуществляется выбор рациональных вариантов, которые войдут в финальное множество и будут предложены лицу, принимающему решения. Оценка и выбор рациональных вариантов осуществляется с использованием критерия σ . В качестве основы предложенного критерия была использована его обратная зависимость от стоимости и прямая – от производительности синтезированных вариантов. Такая зависимость позволяет произвести качественную оценку эффективности синтезированных вариантов и необходима для автоматизации синтеза вариантов структур-стратегий. Для оценки вариантов, содержащих уже работающее на предприятии оборудование, данный критерий учитывает также коэффициент физического износа основных фондов $K_{и.ф.}$:

$$\sigma_i = \alpha_1 \left(1 - \frac{C_i}{C_m} \right) + \alpha_2 \frac{P_i}{P_m} + \alpha_3 (1 - K_{и.ф.с}), \quad (6)$$

где C_i – стоимость i -го варианта структуры-стратегии; P_i – производительность i -го варианта структуры-стратегии; C_m и P_m – соответственно, максимальная стоимость и производительность технологического обеспечения; $K_{и.ф.с}$ – средний износ оборудования по каждому варианту; $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ – весовые коэффициенты, определяемые методом экспертной оценки, при этом $\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 = 1$ [3].

Определим производительность технологического обеспечения [11], входящего в j -й вариант структуры-стратегии, как

$$P_j = \sum \frac{N_i \cdot T_i}{F}, \quad (7)$$

где N_i – количество деталей, обрабатываемых на i -м технологическом оборудовании; T_i – трудоемкость изготовления деталей i -й детали, определяемая на основе статистического анализа маршрутных карт; F – фонд рабочего времени в год.

Учитывая, что эффективность варианта структуры-стратегии стремится к максимуму, могут быть отобраны варианты, эффективность которых выше эффективности базового варианта структуры-стратегии ПС, функционирующего на предприятии.

Усовершенствованная модель синтеза вариантов структур-стратегий ПС машиностроения ориентирована на использование определенным кругом специалистов и позволяет максимально гибко произвести модернизацию существующей производственной системы с учетом как существующего, так и нового технологического оборудования.

В целом разработанный алгоритм в составе автоматизированной системы решает актуальную научную проблему, имеющую существенное теоретическое и прикладное значение, заключающееся в выборе технологического и информационного обеспечения современных производственных систем машиностроения на этапах принятия решения об их модернизации и дальнейшем техническом развитии.

Библиографические ссылки

1. Станкостроение в России: состояние, тенденции, перспективы [Электронный ресурс]. – URL: http://www.mashportal.ru/machinery_russia-15488.aspx
2. Концепция формирования государственной комплексной программы развития машиностроения России / Союз машиностроителей России [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.soyuzmash.ru/informcenter/concept/concept.htm>
3. *Замятин К. И.* Разработка автоматизированной системы выбора технологического и информационного обес-

печения структур-стратегий производственных систем машиностроения : дис. ... канд. техн. наук. – Ижевск, 2010.

4. *Замятин К. И., Кузнецов А. П.* Автоматизированная система принятия решений при синтезе структур-стратегий производственных систем машиностроения (СППР «Синтез ПС») // Автоматизация и современные технологии. – 2012. – № 4. – С. 20.

5. *Бабук И. М.* Экономика предприятия. – Минск : Белорусская гос. политехн. акад., 2000. – 131 с.

6. Оценка машин, оборудования и транспортных средств : учеб.-метод. пособие / А. Н. Асаул, В. Н. Старинский, А. Г. Безлюдная, П. Ю. Ерофеев ; под общ. ред. д-ра экон. наук, проф. А. Н. Асаула. – СПб. : Гуманистика, 2007. – 296 с.

7. *Замятин К. И., Кузнецов А. П.* Выбор технологических элементов структур-стратегий производственных систем машиностроения // Изв. Самарского науч. центра РАН. – Самара, 2009. – С. 292–295.

8. *Якимович Б. А., Коршунов А. И., Кузнецов А. П.* Теоретические основы конструктивно-технологической сложности изделий и структур-стратегий производственных систем машиностроения : монография. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2007. – 280 с.

9. Теория сложности / Ю. С. Шарин, Б. А. Якимович, В. Г. Толмачев, А. И. Коршунов. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 1999. – 132 с.

10. *Замятин К. И., Кузнецов А. П.* Комбинаторный алгоритм синтеза вариантов структур-стратегий производственных систем машиностроения // Вестник ИжГТУ. – 2012. – № 4. – С. 171–173.

11. *Якимович Б. А., Коршунов А. И.* Методы укрупненного нормирования в машиностроении и перспективы получения прогнозной трудоемкости // Информатика. Машиностроение. – 1996. – № 3. – С. 34–37.

A. P. Kuznetsov, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University
K. I. Zamyatin, PhD in Engineering, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Advanced Model of Variants Synthesis of Industrial System Structures-Strategies

The article provides the advanced model of variants synthesis of industrial system structures-strategies. The developed algorithm can be used for modernization of industrial systems, and when changing the enterprise model nomenclature.

Key words: industrial system, variants of structures-strategies, synthesis model.