

УДК 519.816:004.421.4

С.С. Кочергина

Кременчугский национальный университет имени М. Остроградского, Кременчуг

МОДЕЛЬ ПОДСИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ФОРМИРОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО СОСТАВА НЕСТАНДАРТНОГО ИЗДЕЛИЯ В КОМПЛЕКСНОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

В статье формализовано взаимодействие разрабатываемой подсистемы с производственным процессом и технической подготовкой производства, а именно, в структуру процесса управления формированием состава нестандартного изделия добавлена процедура оптимизации, что позволит ведущему конструктору наилучшим образом сформировать состав нестандартного изделия на основании загруженности производства и требований заказчика. Формализовано представление взаимодействия между процессами формирования состава изделия, формирования состава компонент повторного использования и процедурой оптимизации. Внедрение разрабатываемой подсистемы в производство позволит установить и стабилизировать оптимальное равновесие между требованиями заказчика и возможностями производства и ускорить процесс постановки на производство нестандартного изделия.

Ключевые слова: нестандартное изделие, формирование состава, оптимизация, формализация взаимодействия.

Введение

Стремление устранить противоречие между сложностью изделий и необходимостью уменьшения сроков разработки проектов характерно для всех машиностроительных предприятий, выпускающих сложную, наукоемкую продукцию. Повышение технико-экономических показателей при изготовлении такой продукции заставляет предприятия все более широко применять комплексную автоматизацию производства с использованием CALS-технологий.

При решении этих вопросов преимущественное внимание уделяется процессам технологической подготовки производства (ТПП) и диспетчеризации. Однако при формировании сложного нестандартного изделия очень важно то, насколько качественно будут выполнены передпроектные работы, так как именно от этого зависит дальнейший жизненный цикл его изготовления. Существующие программные продукты по комплексной автоматизации машиностроительных предприятий такие как «Аскон», «Интермех», «1С: Машиностроение», «Галактика: Машиностроение», «Парус», «IT-Предприятие» и др. не включают этап передпроектных работ формирования оптимального состава нестандартного изделия.

На сегодняшний день в области внедрения CALS-технологий и их применения на стадии разработки машиностроительной продукции есть несколько работ известных авторов, в которых исследованы вопросы управления конфигурацией изделия [1 – 3], формирование компонент повторного использования [4 – 6], формирования единого информационного пространства.

При использовании технологии управления конфигурацией изделия, в зависимости от количества изменений, создается либо новое исполнение выпускаемой продукции, либо полностью новый модельный ряд. Данные разработки занимают достаточно много времени (создание новой документации, проведение опытно-конструкторских работ) и денежных средств как для предприятия, так и для заказчика.

В работах ученых, которые занимаются задачами формирования компонент повторного использования, основными недостатками является тот факт, что отбор компонент производится по критериям, установленными разработчиками-экспертами, а не заказчиками; отсутствие возможности формирования состава изделия по требованиям конкретного заказчика, а не на общую перспективу, а также отсутствие возможности учета производственной ситуации при формировании состава изделия для более эффективной работы производства.

Вместе с тем установлено, что научные работы, рассмотренные выше, не имеют формализованного характера, и указанные системы не осуществляют решения сложных многокритериальных задач, в частности подбора оптимального состава нестандартного изделия. На практике разрабатываются собственные методики, которые не позволяют тиражировать накопленный опыт и осуществлять успешные решения на аналогичных предприятиях.

В связи с этим целью данной статьи является формализация взаимодействия подсистемы автоматизированного формирования оптимального состава нестандартного изделия в комплексной автоматизации производства, что позволит, при ее использова-

нии, установить и стабилизировать оптимальное равновесия между требованиями заказчика и эффективностью работы производства, а также ускорение процесса постановки на производство нестандартной продукции.

Материалы и результаты исследования

Разрабатывая дополнительную подсистему формирования оптимального состава нестандартного изделия, в рамках общей комплексной автоматизации машиностроительного производства, не стоит

забывать про информационное взаимодействие между подсистемами, которое влияет на эффективность всей автоматизации в целом.

В связи с этим, первым этапом разработки подсистемы формирования оптимального состава нестандартного изделия было определение взаимодействия разрабатываемой подсистемы с производственным процессом и ТПП, которое изображено на рис. 1.

Формальная сторона взаимодействия разрабатываемой подсистемы с производственным процессом представлена на рис. 2.

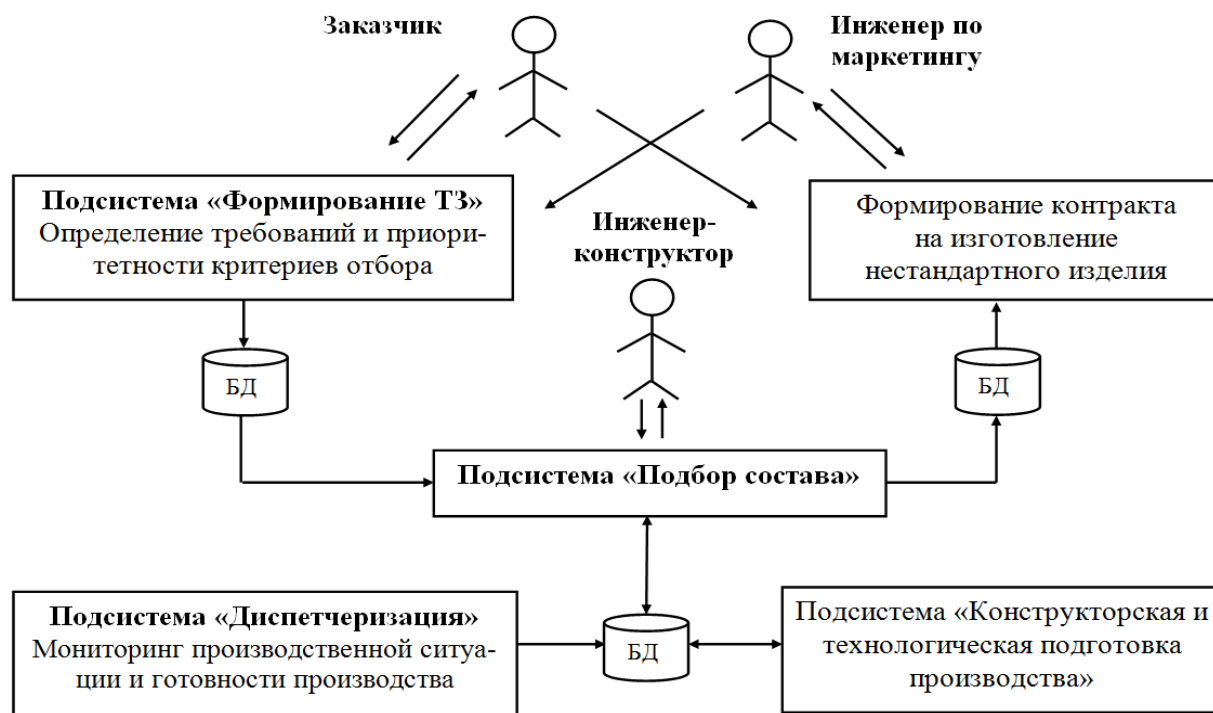


Рис. 1. Взаимодействие подсистемы автоматизированного формирования оптимального состава нестандартного изделия с производством и ТПП

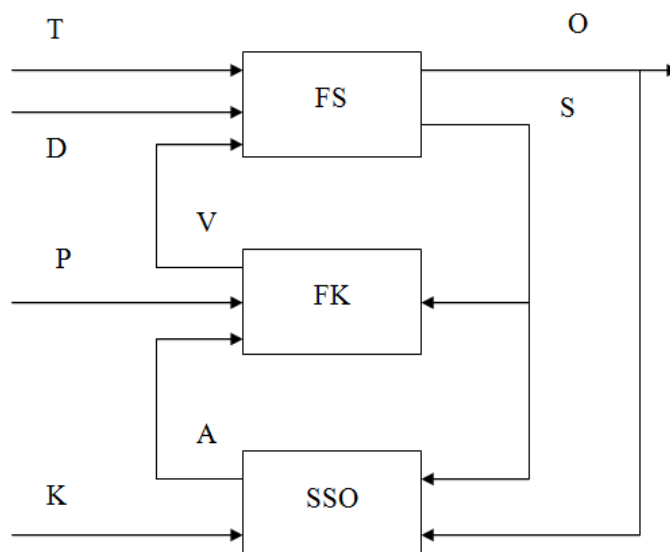


Рис. 2. Структурная схема процесса управления формированием оптимального состава изделия

Процесс формирования состава изделия представлен на рисунке блоком FS, процесс формирования состава компонент повторного использования – FK и подсистема оптимизации блоком SSO.

На данный момент задача формирования оптимального состава нестандартного изделия является новой и уровень её автоматизации низкий. Эта задача представлена блоком FK.

Предлагается ввести в систему формирования состава нестандартного изделия еще подсистему оптимизации, которая и позволит реализовать задачу автоматизированного формирования оптимального состава нестандартного изделия. А именно, на основании приоритетности критериев отбора, сформированных заказчиком, рассчитывать интегральный критерий оптимальности и ранжировать варианты состава изделия на каждом уровне детализации конструкции.

Это позволит ведущему конструктору оптимальным образом сформировать состав нестандартного изделия на основании загруженности производства и требований заказчика.

Для записи формальной постановки задачи введены условные обозначения рабочих переменных и ряд отображений, позволяющих представить взаимодействие этих 3-х блоков, а именно: блока формирования состава нестандартного изделия, блока формирования компонент повторного использования и блока оптимизации.

Обозначим:

$U = \{u_l, l = \overline{1, L}\}$ – множество уровней детализации;

$T = \{t_i(u) \mid t_i(u) \in D^{T_i}, i = \overline{1, I}\}$ – множество требований и ограничений;

$D^T = \{D^{T_i}, i = \overline{1, I}\}$ – область допустимых значений требований и ограничений;

$D = \{d_i(u) \mid d_i(u) \in D^{D_i}, i = \overline{1, I}\}$ – множество данных о загруженности и готовности производства незавершенных взаимозаменяемых узлов и деталей;

$D^D = \{D^{D_i}, i = \overline{1, I}\}$ – область допустимых значений возможной загруженности и готовности производства, незавершенных взаимозаменяемых узлов и деталей;

$V = \{v_i(u) \mid v_i(u) \in D^{V_i}, i = \overline{1, I}\}$ – множество вариантов решений;

$D^V = \{D^{V_i}, i = \overline{1, I}\}$ – область допустимых значений вариантов решений;

$S = \{S_u : S_u = f(S_u, D, T, V), D \in D^D, T \in D^T, V \in D^V\}$ – множество состояний процесса формирования;

$$O = \{o_j(u), j = \overline{0, J}\}, u \in U, o_j(u) = \eta_j(u, S_u),$$

$u \in U, j = \overline{0, J}$ – множество результирующих оптимальных решений на каждом уровне детализации;

$P = \{p_i(u) \mid p_i(u) \in D^{P_i}, i = \overline{1, I}\}$ – множество показателей качества изделия;

$D^P = \{D^{P_i}, i = \overline{1, I}\}$ – область допустимых значений показателей качества;

$K = \{k_n, n = \overline{1, N}\}$ – множество критериев качества учитываемых заказчиком;

$A = \{a_m(k), m = \overline{0, M}\}$ – множество адаптируемых показателей важности критериев.

Тогда взаимодействие процесса формирования состава, компонент повторного использования и подсистемы оптимизации можно представить рядом отображений:

$$\eta : T \times V \rightarrow O \quad -$$

отображение множества требований и ограничений T , множества вариантов решений V , во множество результирующих оптимальных решений на каждом уровне детализации O ;

$$\mu : T \times V \times D \rightarrow S \quad -$$

отображение множества требований и ограничений T , множества вариантов решений V , множества данных о загруженности и готовности производства незавершенных взаимозаменяемых узлов и деталей D во множество состояний процесса формирования S ;

$$\psi : P \times A \times S \rightarrow V \quad -$$

отображение множества показателей качества P , множества показателей важности A , множества состояний процесса формирования S во множество вариантов решений V ;

$$\phi : K \times S \times O \rightarrow A \quad -$$

отображение множества критериев, учитываемых заказчиком K , множества состояний процесса формирования S , множества результирующих оптимальных решений на каждом уровне детализации O во множество адаптируемых показателей важности критериев A .

Выводы

Таким образом, впервые предложена теоретико-множественная модель подсистемы формирования оптимального состава нестандартного изделия на машиностроительном предприятии, которая отличается от существующих тем, что содержит функциональный модуль мониторинга готовности производства, функциональный модуль формирования требований заказчика и функциональный модуль многокритериальной

оптимизации состава изделия по требованиям заказчика, что позволяет обеспечить оптимальный выбор состава изделия.

Подсистема позволяет реализовать следующий комплекс основных функциональных задач:

- оптимизация процесса составления технического задания;
- анализ текущего состояния и готовности производства для выпуска нестандартной конструкции изделия;
- оптимизация состава с помощью учета текущего состояния производства, рассчитанного адаптивного интегрального критерия оптимальности и согласованности требований, как со стороны заказчика, так и со стороны изготовителя.

Список литературы

1. Карасев Д.С. Реализация технологии управления конфигурацией в PDM-системе / Д.С. Карасев // Информационные технологии в проектировании и производстве: Научный технический журнал. – 2006. – № 1. – С. 17-22.
2. Шептунов С.А. Возможности информационных технологий по управлению жизненным циклом разработки и изготовления наукоемкого изделия в машиностроении / С.А. Шептунов, А.В. Рыбаков, Л.Л. Бродский // Международный журнал CAD/CAM/CAE Observer, Riga. – 2003. – № 3 (12). – С. 77-82.
3. Левин А.И. Методы и технологии управления конфигурацией сложных изделий / А.И. Левин, Е.В. Судов // Технологии приборостроения. – 2003. – № 4. – С. 12-17.
4. Федорович О.Е. Применение компонент многократного использования в управлении проектами разработки новой техники / О.Е. Федорович, С.С. Плохов, А.Б. Некрасов // Радиоэлектронні і комп'ютерні системи. – 2005. – № 2 (10). – С. 104-107.
5. Федорович О.Е. Рискоориентированный подход к созданию информационных управляющих систем на базе компонент повторного использования / О.Е. Федорович, С.С. Плохов // Авиационно-космическая техника и технология. – 2005. – № 5 (21). – С. 66-69.
6. Замирець Н.В. Метод формирования компонентной архитектуры сложного космического изделия / Н.В. Замирець, В.А. Щеголь // Радиоелектронні і комп'ютерні системи. – 2008. – № 1 (28). – С. 114-117.
7. Кочергина С.С. Математическая модель задачи формирования оптимального варианта состава изделия с учетом ранжирования критериев отбора / С.С. Кочергина, И.В. Шевченко // Автоматизированные системы управления и приборы автоматики. – 2013. – № 165. – С. 28-33.
8. Шевченко И.В. Модель подсистемы формирования оптимального состава изделия при индивидуальном заказе на машиностроительном предприятии / И.В. Шевченко, С.С. Кочергина // Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – 2014. – № 1 (84). – С. 69-75.

Поступила в редколлегию 18.01.2016

Рецензент: д-р техн. наук, проф. А.А. Можаяев, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», Харьков.

МОДЕЛЬ ПІДСИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ФОРМУВАННЯ ОПТИМАЛЬНОГО СКЛАДУ НЕСТАНДАРТНОЇ ПРОДУКЦІЇ В КОМПЛЕКСНІЙ АВТОМАТИЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА

С.С. Кочергіна

У статті формалізовано взаємодію підсистеми, що розробляється, з виробничим процесом і технічною підготовкою виробництва, а саме, в структуру процесу управління формування складу нестандартної продукції додана процедура оптимізації, що дозволить провідному конструкторові найкращим чином сформувати склад нестандартної продукції на підставі завантаженості виробництва і вимог замовника. Формалізовано уявлення взаємодії між процесами формування складу виробу, формування складу компонент повторного використання і процедурою оптимізації. Впровадження підсистеми, що розробляється, у виробництво дозволить встановити і стабілізувати оптимальну рівновагу між вимогами замовника і можливостями виробництва і прискорити процес постановки на виробництво нестандартної продукції.

Ключові слова: нестандартна продукція, формування складу, оптимізація, формалізація взаємодії.

MODEL OF SUBSYSTEM OF AUTOMATED FORMATION OF OPTIMAL COMPOSITION OF NON-STANDARD PRODUCTS IN COMPLEX AUTOMATION OF PRODUCTION

S.S. Kochergina

The article deals with the study of the interaction of the designed subsystem within the production process and technical workout of production, namely, to the structure of the management process of the formation of non-standard products composition the optimization procedure has been added that will provide opportunity for leading designer in the best way to form a part of the non-standard products on the basis of the production workload and customer requirements. It has been formalized the representation of the interaction between the processes of formation of the product composition and formation of component reuse and optimization procedure. Implementation of the designed subsystem in production will make it possible to establish and stabilize the optimal balance between customer requirements and production capabilities and accelerate the process of putting into production of non-standard products.

Keywords: non-standard products, formation of composition, optimization, formalization of interaction.