

УДК 338.2+004:33

© Е. А. Ковалькова¹, И. Н. Хаймович², 2018

^{1,2} Самарский национальный исследовательский
университет им. академика С. П. Королева
(Самарский университет), Россия

^{1,2} Самарский университет государственного управления
«Международный институт рынка»
(Университет «МИР»), Россия

E-mail ^{1,2}: kovalek68@mail.ru

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СТАНДАРТОВ ПРЕДПРИЯТИЯ

В статье проведен анализ информационных стандартов менеджмента качества производственных процессов машиностроительных предприятий. Подробно освещены особенности управления конструкторско-технологической подготовкой производства и выявлена актуальность создания подмодуля информационной системы на производстве для принятия решений по улучшению конструкции изделия.

Ключевые слова: бизнес-процессы, конструкторско-технологическая подготовка производства, информационные стандарты, принятие управленческих решений.

При управлении конструкторско-технологической подготовкой производства основной из проблем является оптимизация затраченного конструкторами и технологами времени для принятия согласованного решения, что, в свою очередь, приводит к увеличению сроков вывода нового изделия на конкурентный рынок. Для оптимизации работы между конструкторскими и технологическими отделами необходимо сформировать новый механизм, который позволит спроектировать новый информационный модуль в существующем стандарте предприятия, связанный с принятием решений по улучшению конструкции изделия через взаимодействие конструкторско-технологических подразделений.

Цель данной работы — разработать механизм управления в системе «центр – конструкторы – технологи» с принятием решений по улучшению конструкции изделия с учетом совершенствования модуля «Конструкторско-технологическая подготовка», который смо-

жет интегрировать работу конструкторских и технологических отделов через информационное взаимодействие специалистов.

Объектом исследования выступила конструкторско-технологическая подготовка производства. *Предмет исследования* – автоматизация системы менеджмента качества конструкторско-технологической подготовки производства.

Для решения поставленной цели автором были сформулированы следующие задачи:

1) провести анализ существующих информационных стандартов машиностроительных предприятий с учетом подробной детализации процесса «конструкторско-технологическая подготовка производства»;

2) сформировать новый механизм для согласованного управления в конструкторско-технологической подготовке производства на основе оптимизационной математической модели;

3) установить связь нового механизма согласованного взаимодействия с существующими информационными стандартами предприятий.

Проектирование систем автоматизации документооборота основано на математических моделях определенного типа и автоматизированных бизнес-процессах [3, 6]. В настоящее время разработано большое количество методик повышения (информационных стандартов) эффективности управления тем или иным видом ресурсов [1, 4]. Наиболее известными из них являются:

- тотальное управление качеством (TQM);
- управление потребностью в материалах (MRP);
- управление производственными ресурсами (MRP II);
- управление ресурсами предприятия (ERP).

Рассмотрим более подробно некоторые из них:

1. MRP II

MRP II представляет собой методологию, направленную на эффективное управление всеми ресурсами производственного предприятия (прогнозирование, планирование и контроль производства осуществляется по всему циклу, начиная от закупки сырья и заканчивая отгрузкой товара потребителю). В общем случае она обеспечивает решение задач планирования деятельности предприятия в натуральных единицах, а финансовое планирование в денежном выражении. Данная методология представляет собой набор проверенных на практике принципов, моделей и процедур управления, выполнение которых должно способствовать улучшению показателей экономической деятельности предприятия.

Дальнейшее развитие систем MRP II связано с их перерастанием в системы нового класса — ERP. Системы «управление производственными ресурсами» ориентированы на работу с финансовой информацией для решения задач управления большими корпорациями с разнесёнными территориально ресурсами.

2. ERP

Опишем типовую ERP структуру. Инструментом управления уровня высшего менеджмента является модуль «Стратегическое управление предприятием», который, в свою очередь, состоит из модулей:

- 1) «Стратегическое планирование и моделирование бизнес-процессов»,
- 2) «Пульт управления предприятием»,
- 3) «Карта сбалансированных показателей»,
- 4) «Хранилище бизнес-информации», в состав которого входят модули «Сбор, обработка, уплотнение данных по предприятию» и «Хранилище данных». Эти модули собираются и обрабатываются системой «Формирование аналитических отчетов по имеющимся данным» и обобщают данные модуля «Бухгалтерский учет», который, в свою очередь, включает информацию о Главной книге, дебиторах и кредиторах, банковской бухгалтерии, основных средствах, данные параллельного учета по международной системе финансового учета (МСФО) и российскому ПБУ.

В общем виде систему управления предприятием, построенную в соответствии с методикой MRP II, можно представить в виде алгоритма (см. рис.1).

Финансовое планирование при использовании ERP заключается в планировании себестоимости продукции, бюджетировании и планировании прибыли. Управление затратами включает калькуляцию себестоимости, выявление видов затрат и мест их возникновения, анализ прибыли, определение стоимости незавершенного производства. Управление основными данными состоит из модулей «Поиск дубликата» и «Контроль изменений». Вся информация, содержащаяся в этом модуле, поступает в следующий модуль — «Основные данные», включающий модули обработки данных по материалам.

Заказ любого материала для изделия начинается с обращения конструктора к списку используемых материалов предприятия (номенклатуре). Если искомая позиция есть в номенклатуре, то составляется конструкторская спецификация и заказывается материал, если нет — конструктор обращается к внешнему справочнику. Данные о материале обязательно содержат единицу измерения,

данные об учетной цене за единицу измерения, данные о поставщиках (код), их список, сведения об основных и альтернативных материалах, личные коды материально ответственных лиц. Далее в «Технолого-нормировочном блоке» материал нормируется на основании макета карты раскроя и норм расхода, которые определяют оптимизацию расхода материала на изделие.



Рис. 1. Алгоритм управления предприятием в соответствии со стандартом MRP II

Модуль «Основные данные» также включает модули «Поставщики и покупатели», «Структура рабочих мест». Его данные использует модуль «Конструкторско-технологическая подготовка производства» (КТПП), основывающийся на модулях «Стандартные интерфейсы с САД, САМ и САЕ системами» и «Единая служба управления изменениями», который, в свою очередь, включает модули «Разработка спецификаций», «Расчет заданных значений» (нормирование) и «Разработка технологических карт». Этот модуль тесно связан с модулем «Планирование производственной программы», который включает в себя модули:

- «Плановая первичная потребность» (план по производству),
- «Наличная мощность»,
- «Необходимая мощность».

Данные этих модулей учитывают модуль «Планирование ведущих позиций», по данным которого составляется модуль «Планирование потребности в материалах» (детальное планирование). Модуль «Планирование потребности в материалах» делится на модули:

- «Заявки на покупку» (календарный график),
- «Резервирование материалов»,
- «Производственные заказы»,
- «Загрузка мощностей» (календарный график).

Модуль «Загрузка мощностей» содержит данные модуля «Управление», основывающегося на информации о предпродажных операциях, расчетах цены, комплекточной ведомости, а также данные модуля «Управление сервисным обслуживанием», который основывается на модулях: «Управление техническими объектами», «Управление сервисными заказами», «Календарное планирование», «Планирование мощностей и подтверждение результатов» и модуле «Управление техобслуживанием», который, в свою очередь, состоит из модулей: «Календарное планирование», «Заказы», «Подтверждение» и, как итог, модуль «История выполнения». Все эти работы запланированы и входят в календарный план, но существуют и внеплановые «Заявки» и «Счетчик» этих заявок.

Модули «Управление основными данными», «Основные данные», «Конструкторско-технологическая подготовка» и «Планирование производственной программы» реализуются в информационной системе для КТПП и являются основой для всех блоков при использовании ERP. Рассматриваемая структура не может функционировать без этих данных, т.к. они имеют основополагающее значение.

Модуль «Управление» учитывает информацию, поступающую из модуля «Проектное производство» (управление НИОКР), включающего данные о структуре проекта, сетевом графике, затратах по проекту и производству в рамках конкретного проекта. Эта же информация поступает и в модуль «Оперативное управление производством», в состав которого входит модуль «Балансировка мощностей». С учетом модуля «Балансировка мощностей» составляется модуль «Сменно-суточное задание». Информация из модуля «Сменно-суточное задание» служит для «Подтверждения фактических результатов», из чего следует «Анализ результатов и заключение о количестве НЗП».

Информация из модуля «Планирование производственной программы» также поступает и в модуль «Управление складами готовой продукции», который ведет учет движения материалов, методов оценки запасов, следит за отдельной оценкой (видов заготовок, партий), ведет анализ дефицитов и контролирует рассылку предупредительных сообщений.

Модуль «Управление закупками» включает в себя модуль «Заявки по точке заказа», откуда информация поступает в модуль «Заявки на материалы», затем в модули:

- «Запрос поставщику»,
- «Предложение от поставщика»,
- «Выбор поставщика».

Далее информация из модуля «Выбор поставщика» вместе с информацией из модуля «Договор на поставку» поступает в модуль «Заказ на поставку», и результаты сводятся в модули «Контроль входящих фактур» и «Поступление материалов».

Поток информации из модуля «Управление закупками» поступает в модуль «Контроль качества», включающий входной контроль, контрольные партии, рекламации, сроки хранения, карты контроля качества.

Для модуля «Конструкторско-технологическая подготовка», который интегрирует работу конструкторских и технологических отделов, актуальным является информационное взаимодействие специалистов.

Рассмотрим пример механизма управления в системе «центр – конструкторы – технологи» с принятием решений по улучшению конструкции изделия с учетом совершенствования модуля «Конструкторско-технологическая подготовка», который сможет интегрировать работу конструкторских и технологических отделов через

повышение информативности (с использованием информационных стандартов предприятий). Для этого создаем новый механизм для согласованного управления в КТПП.

Для создания нового механизма составляем математическую модель. В качестве целевой функции в этой математической модели выбираем набор контролируемых параметров конструкции по надежности, технологичности и точкам контроля для проверки этих параметров, соответствующих плану-графику работ по формированию конструкции изделия.

В итоге задача принятия решений будет соответствовать нахождению оптимальной конструкции изделия в соответствии с математической моделью:

$$\begin{cases} f(\bar{C}, \bar{\mathcal{E}}, \bar{P}, KK, K_{\min}, K_{\text{нетип}}, \gamma_i^t) \rightarrow \max_M \\ f_n(\bar{C}^*, \bar{\mathcal{E}}, \bar{P}, KK) \geq [P_n] \\ f_m(K_{\min}, K_{\text{нетип}}) \geq f_1(\bar{C}) \end{cases}, \quad (1)$$

где:

f — общая целевая функция, объединяющая контроль по надежности, технологичности и время проведения контрольных точек по всей конструкции M ;

f_n — функция проверки надежности конструкции;

f_m — функция проверки технологичности конструкции.

Проведем детальное исследование каждой функции. Контроль конструкции по надежности связан с исследованием первого ограничения в модели:

$$f_n(\bar{C}^*, \bar{\mathcal{E}}, \bar{P}, KK) \geq [P_n], \quad (2)$$

где:

\bar{C}^* — вектор, описывающий оптимальную структуру системы, состоящий из вектора однородных параметров $\bar{X} = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$;

$\bar{\mathcal{E}}$ — вектор энергетического обеспечения структуры;

\bar{P} — вектор, включающий вероятности безотказной работы элементов структуры;

KK — критерий оценки соответствия особой ситуации;

$[P_n]$ — требования к вероятностям невозникновения соответствующих особых ситуаций.

Вероятность возникновения особой ситуации измеряется по следующей формуле:

$$P = \sum_{\nu=1}^R P(A\nu)P(OC/A\nu), \quad (3)$$

где:

R — число состояний подсистемы, вероятность которых больше определенного значения (10^{-12} - 10^{-14});

ν — номер состояния подсистемы;

$P(A\nu)$ — вероятность нахождения подсистемы в состоянии $A\nu$;

$P(OC/A\nu)$ — вероятность невозникновения особой ситуации при возникновении события $A\nu$;

OC — особая ситуация.

Принятие решения по выбору лучшей конструкции осуществляется по всей структуре изделия (деталям, сборочным узлам и т.д.). Конструкция 1 предпочтительнее конструкции 2, если выполняется условие:

$$\left| P_H^1(\bar{C}, \bar{\mathcal{E}}, \bar{P}, KK) - P_H^2(\bar{C}, \bar{\mathcal{E}}, \bar{P}, KK) \right| \leq \varepsilon_n, \quad (4)$$

где:

ε_n — допустимая погрешность характеристики надежности по подсистемам, эта величина является переменной по подсистемам;

P_H — вероятность невозникновения соответствующих особых ситуаций для данной структуры.

Исследование на технологичность связано со вторым ограничением в модели (1), то есть:

$$f_m(K_{min}, K_{нетmin}) \geq f_1(\bar{C}), \quad (5)$$

где:

$f_m(K_{min}, K_{нетmin})$ — функция технологичности, рассчитывается по функции (6);

$f_1(\bar{C})$ — функционал изменений технологичности по подсистемам изделия.

Функция измерения технологичности измеряется по формуле:

$$f_m(K_{min}, K_{нетmin}) = \frac{K_{min}}{K_{нетmin}}, \quad (6)$$

где:

K_{min} — количество типовых элементов в подсистеме;

$K_{нетип}$ — количество нетиповых элементов в подсистеме.

Управление по точкам контроля технологичности и надежности конструкции осуществляется в соответствии с планом-графиком работ по типовым изделиям, эта величина связана с параметром γ_i^t , который определяет величину шагов к положению цели при повышении информативности в ИС. Величина определяется из формулы:

$$I_i^{t+1} = I_i^t + \gamma_i^t (W_i^t (h_i^t) - I_i^t), t=1,2,\dots, i \in N, \gamma_i^t \in [0,1], \quad (7)$$

При согласовании принимаемых решений конструкторами и технологами сходимость к оптимальному решению определяется на множестве субъективных равновесий и области их притяжения, показанному на рисунке 2.

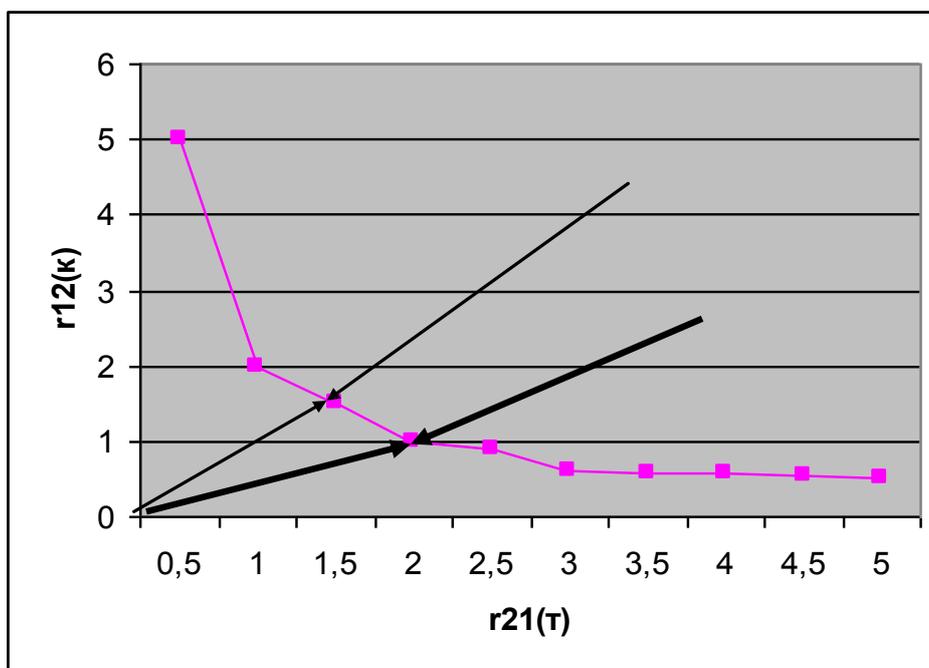


Рис. 2. Множество субъективных равновесий и области их притяжения

Модель (1) имеет оптимальное решение, соответствующее оптимальной конструкции изделия по надежности, технологичности и информативности, так как функции f_n , f_m и $f_{uc}=f(\gamma_i^t)$ являются выпуклыми функциями и позволяют определить максимальные значения функций $f_n \max$, $f_m \max$ и $f_{uc} \max$. Дальнейшее решение связано с решением следующей системы, которая позволяет определить оптимальную структуру изделия:

$$\left\{ \begin{array}{l} f_H \leq |f_{H\max}| + |\varepsilon_H| \\ f_M \leq |f_{M\max}| + |\varepsilon_M| \\ f_{UC} \leq |f_{UC\max}| + |\varepsilon_{UC}|. \\ \varepsilon_H \rightarrow \min \\ \varepsilon_M \rightarrow \min \\ \varepsilon_{UC} \rightarrow \min \end{array} \right. \quad (8)$$

Решение математических моделей (1) и (8) позволит сформировать оптимальную структуру изделия \bar{C}^* , которая будет обладать максимальной надежностью, технологичностью. Определение полученных контрольных параметров будет проводиться в реперных точках, установленных центром, то есть будет осуществляться отслеживание динамической информативности для согласованного принятия решений в системе «центр – конструкторы – технологи».

Внедрение разработанного механизма позволит сформировать модуль «Конструкторско-технологическая подготовка», который сможет интегрировать работу конструкторских и технологических отделов через информационное взаимодействие специалистов.

Литература

1. Герасимов Б. Н. Развитие процесса управления операционной политикой предприятия // Вестник Международного института рынка. 2015. № 1. С. 49-58.
2. Дровяников В. И., Хаймович И. Н., Чумак В. Г. Математический аппарат для выбора стратегии вуза в конкурентной среде // Научное обозрение. 2012. № 4. С. 388-392.
3. Китаев Д. Ф., Макаров А. А., Макарова Л. В., Смольников С. Д. Информационная система для разработки имитационной модели оценки коллектива // Вестник Международного института рынка. 2016. № 1. С. 190-198.
4. Китаев Д. Ф., Макаров А. А., Смольников С. Д. Анализ имитационной модели оценки эффективности обучения в группе // Вестник Международного института рынка. 2016. № 1. С. 206-210.
5. Ковалькова Е. А., Хаймович И. Н. Автоматизация проектирования документоориентированных процессов конструкторско-технологической подготовки производства // Вестник Международного института рынка. 2016. № 1. С. 199-205.
6. Хаймович И. Н. Применение методологии SADT при моделировании бизнес-процессов технологической подготовки производства ма-

шиностроительного предприятия // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2008. № 3. С. 933-939.

7. Хаймович И. Н. Методология организации согласованных механизмов управления процессом конструкторско-технологической подготовки производства на основе информационно-технологических моделей: автореф. дис. на соискание степени д-ра техн. наук / И. Н. Хаймович. Самара, 2008. 35 с.

*Статья поступила в редакцию 15.02.18 г.
Рекомендуется к опубликованию членом Экспертного совета
канд. экон. наук М. М. Васильевым*