

## РАЦИОНАЛИЗАЦИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ РЕИНЖИНИРИНГА

© 2006 И. Н. Хаймович<sup>1</sup>, А. И. Хаймович<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Международный институт рынка

<sup>2</sup>Самарский государственный аэрокосмический университет

Рассмотрены вопросы автоматизации модели базовых бизнес-процессов предприятия и показаны пути сокращения времени технологической подготовки производства за счет использования типового конструкторского решения. Представлена методика формирования базовой концептуальной модели данных для проектирования PDM – системы.

Рационализация базовых бизнес-процессов машиностроительного предприятия многономенклатурного производства является актуальной задачей. Один из путей ее решения связан с применением объектно-ориентированного подхода по IDEF-моделям.

Эти модели интегрируют перспективные предложения руководства и специалистов с учетом мнения экспертов и системных аналитиков и на этой основе формируют бизнес – процессы деятельности подразделений предприятия.

Известно, что оптимальное число блоков в функциональных диаграммах по SADT-методологии составляет от трех до шести [1]. Основные изменения связаны с механизмами реализации имеющихся функций.

В результате проведенного функционально-стоимостного анализа было установлено, что большинство затрат на технологическую подготовку производства относится на этап «Проектирование технологической документации» и, в частности, на процесс «Проектирование технологического процесса». Отсюда следует, что улучшение организации проектирования связано с повышением эффективности PDM-систем.

Формирование PDM-системы по IDEF-моделям позволит оптимизировать функциональные структуры бизнес-процессов. Реализованная методика моделирования бизнес-процессов от модели «как есть» к модели «как должно быть» с концептуальной моделью данных (КМД) является базой для единого информационного пространства.

Можно проследить, как внедрение PDM-системы отразилось на функциональной структуре процесса «Управление технической подготовкой производства» (рис. 1).

Изменения коснулись уровня «Управление технической подготовкой производства изделий основного профиля». Помимо существующих этапов: конструкторской подготовкой производства и технологической подготовкой производства - появился новый этап - администрирование проекта.

Для реализации этого этапа введена новая должность «администратор проекта», задачей которого является координация действий конструкторов и технологов в едином информационном пространстве, созданном внедрением PDM-системы. Благодаря созданию единого информационного пространства администратор видит текущую картину технической подготовки производства и следит за выполнением требований по конструкторской и технологической документации.

Изменения касаются также этапов конструкторской и технологической подготовки производства, внутри которых появляются новые функции: администрирование конструкторской подготовки производства и администрирование технологической подготовки производства.

Для этого в составе конструкторского и технологического отделов предусмотрены соответствующие должности специалистов по PDM-системе.

Предложенная функциональная структура бизнес-процесса отвечает требованиям

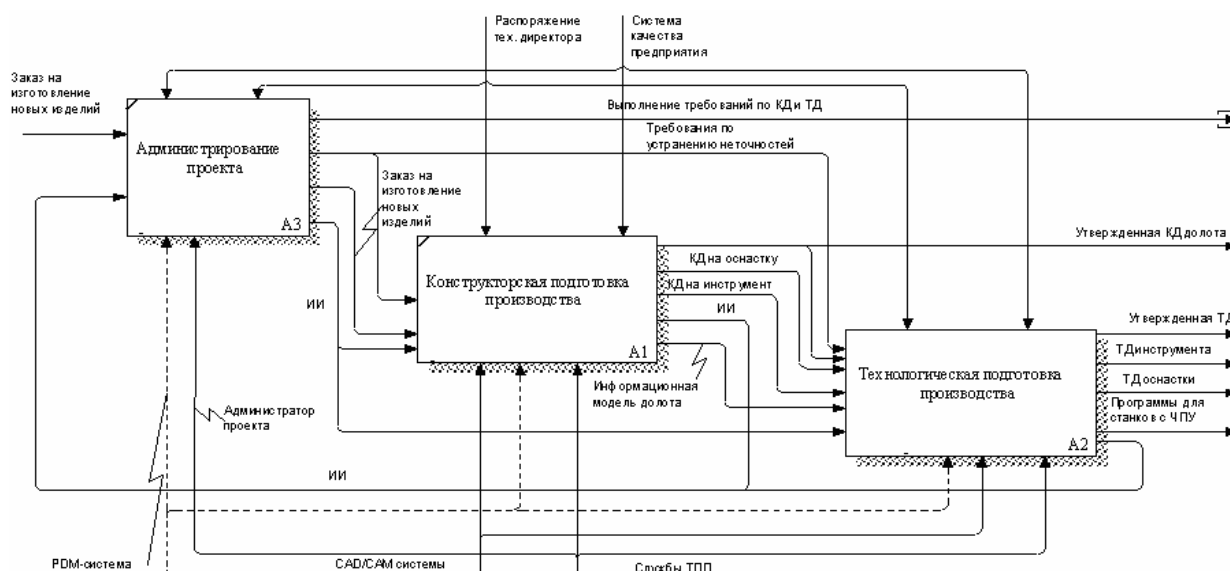


Рис. 1. Функциональная структура управления технологической подготовкой производства (модель «как должно быть»): КД – конструкторская документация; ТД – технологическая документация; ТП – технологический процесс; ТПП – технологическая подготовка производства; ИИ – извещения об изменении; ЧПУ – станки с числовым программным управлением

SADT - методологии, а механизм реализации основан на PDM-системе, что позволяет упростить и ускорить процесс проектирования технологической документации за счет создания единого информационного пространства.

После формирования функциональных моделей бизнес-процессов работы конструктора и технолога «как должно быть» для проектирования PDM-системы определяем структуру данных в информационной системе с использованием структурного подхода [2].

Постановка задачи: минимизация количества данных (сущностей предметной области), адекватно описывающих предметную область, подлежащую автоматизации.

Введем понятия:

- документ предметной области (ДПО) – выбор информации, использующейся в технологических процессах предметной области и являющейся для них неделимой;

- сущность предметной области (СПО) – объект или состояние объекта предметной области, характеризующиеся устойчивой совокупностью признаков;

- словарь документов (СД) - словарь данных, содержащий ДПО, используемые в функциональной модели, и их характеристики;

- словарь сущностей (СС) – словарь данных, содержащий СПО, используемые в мо-

дели предметной области, и их характеристики;

- базовая концептуальная модель данных (БКМД) - концептуальная модель данных со значимыми СПО.

Чтобы определить БКМД для PDM-системы, надо определить структуру словаря документов, а затем словаря сущностей.

Для словаря документов определяем: атрибуты, позволяющие однозначно идентифицировать каждый ДПО; идентификаторы нормативных документов, определяющих структуру, содержание и использование ДПО; атрибуты, позволяющие определить место использования данного ДПО в функциональной модели; ссылки на элементы словаря сущностей (СПО), реквизиты которых содержатся в данном ДПО.

Для словаря сущностей определяем атрибуты, позволяющие однозначно идентифицировать каждую СПО и ссылки на элементы словаря документов (ДПО), которые используют атрибуты данной СПО.

Можно формализовать получение словаря сущностей из словаря документов. Выбираем следующие сущности: «предметные» сущности, сущности границ, сущности управления. Принципы выявления и нормализации информационных сущностей на осно-

ве анализа первичной информации. Для сущностей первого типа:

- разграничение сфер ответственности системы на основе результатов анализа потока событий, охватывающего определенные варианты использования;

- определение функций, относящихся к сферам ответственности;

- фильтрация списка описаний с целью удаления фрагментов, которые не относятся к предметной области, являются избыточными или отражают особенности реализации.

Для сущностей второго типа:

- отыскание классов границ на основе пар вида «активный субъект/вариант использования»;

- моделирование и документирование сущностей границ на этапе планирования с низким уровнем детализации в виде функций окна графического интерфейса в целом;

- закрепление найденных критериев «дружественности» в виде структур и характеристик поведения сущностей границ;

- уточнение сущностей в процессе проектирования с учетом особенностей выбранных механизмов их реализации;

- моделирование способов взаимодействия разрабатываемой системы с другими системами.

Для сущностей третьего типа:

- на ранних стадиях жизненного цикла системы для каждой пары вида «активный субъект/вариант использования» создается по одному классу управления, на который возлагаются обязанности по контролю за потоком событий, происходящих по мере выполнения этого варианта;

- в процессе проектирования сущности и основанные на них классы могут расчленяться, сочетаться и удаляться.

На следующем этапе по словарю сущностей и словарю документов выделяют значимые СПО по разработанной методике, используя правила реляционной или матричной алгебры.

1) Формализация результатов моделирования предметной области через установление матриц соответствия. Для СПО и ДПО определяем матрицу

$$A = \{a_{ij}\}, \text{ где } a_{ij} \in \{0,1\},$$

где 1 – означает, что атрибуты  $i$ -го СПО содержатся в  $j$ -м ДПО; 0 – иначе.

Для ДПО и процесса (ПР) определяем матрицу

$$B = \{b_{ij}\}, \text{ где } b_{ij} \in \{0,1\},$$

где 1 – означает, что  $i$ -й ДПО связан с  $j$ -м процессом; 0 – иначе.

2) Определение соответствия СПО и ПР через матрицу

$$C = A * B, \text{ где } C = \{c_{ij}\}, \text{ а } c_{ij} \in \{0,1\},$$

где 1 – означает, что  $i$ -й СПО используется в  $j$ -м процессе; 0 – иначе.

3) Определение абсолютных количественных характеристик использования СПО через матрицу

$$D = \{d_i\}, \text{ где } d_i = \sum_{j=1}^L c_{ij},$$

где  $L$  – количество процессов в функциональной модели,  $d_i$  определяет суммарное количество использования  $i$ -го СПО в  $L$  процессах.

4) Определение относительных характеристик СПО через матрицу

$$E = 1/L * D, \text{ где } E = \{e_i\},$$

где  $0 \leq e_i \leq 1$  показывает коэффициент использования  $i$ -го СПО в модели предметной области.

5) Формирование перечня СПО через матрицу  $M$ .

Введем оператор  $\Delta$ , характеризующий степень полноты модели:

$\Delta \in \{0,1\}$ , где  $\Delta = 0$  при  $e_i \leq K_{min}$ ,  $K_{min}$  – коэффициент минимального использования СПО; 1 – иначе.

Матрица значимых СПО будет формироваться следующим образом:

$$M = \Delta * E,$$

где  $D$  – оператор полноты модели,  $E$  – матрица относительных характеристик СПО.

В настоящий момент методика определения  $K_{min}$  формализована недостаточно. Поэтому его значение оценивается экспертно для промышленной предметной области.

Данная методика позволит минимизировать размеры модели данных при проектировании PDM-системы и обеспечит рационализацию бизнес-процессов в функциональной модели «как должно быть».

Получаем словари сущностей и документов, оптимальные с точки зрения полноты охватываемой информации о бизнес-процессах. На их основе проектируем функциональную модель информационной системы в UML-нотации. Как пример рассмотрим методологические аспекты рационализации бизнес-процесса «Выпуск нового изделия» через UML-диаграммы.

Поскольку UML-моделирование предполагает адаптацию программной среды PDM-системы к конкретной предметной области, то рассмотрен технологический процесс конструкторско-технологической подготовки производства (КТПП) применительно к производству буровых долот. Однако все методологические аспекты этого вида моделирования характерны для КТПП любого машиностроительного предприятия.

Первый этап проектирования - разработка базового бизнес-процесса для конструктора по запуску в производство нового изделия (модель «как есть»).

Например, UML-модель разработки технической документации по запуску в про-

изводство нового изделия - это описание бизнес-процесса в виде диаграммы прецедентов и последовательностей. Диаграмма прецедентов – это диаграмма предлагаемых бизнес-функций. Основными ее элементами являются исполнители и прецеденты. Исполнители – это конечные пользователи системы. Прецеденты определяют последовательность действий, инициируемых одним или несколькими исполнителями с целью получения конечного результата. Связи между элементами отражаются в виде ассоциаций, равноценных связей, а также агрегаций. Следовательно, модель «как есть» является базой для последующей рационализации связи между элементами модели, когда один элемент состоит из других элементов.

На рис. 2 показана UML-диаграмма оптимизированного бизнес-процесса разработки конструкторской документации с элементами автоматизации.

Предложенный подход позволяет за счет внедрения элементов автоматизации на базе PDM-системы оптимизировать работу специалиста в контексте электронного документооборота.

После получения задания на разработку КД конструктор может идти двумя путями. Первый путь – создание документации с нуля. Это самый трудоемкий и продолжитель-

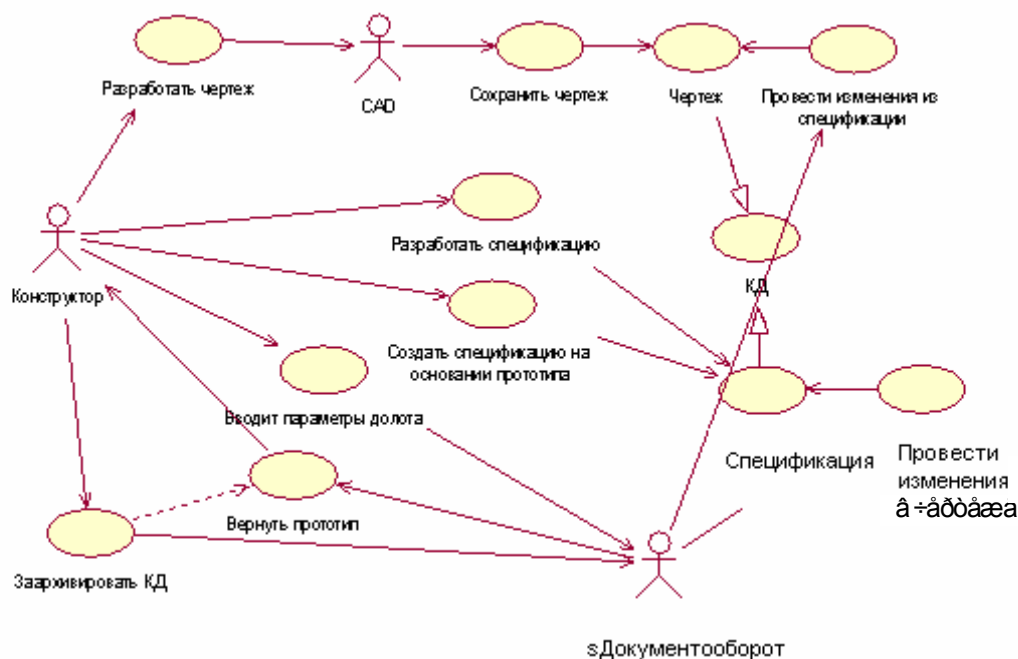


Рис. 2. UML-диаграмма прецедентов бизнес-процесса «работа конструктора по запуску в производство нового изделия» (модель «как должно быть»)

ный по времени процесс. Второй путь более эффективен и основан на использовании классификатора структурированной информации поддержки конструкторских решений на базе PDM-системы.

Поиск вариантов решения осуществляется вводом необходимого количества параметров изделия в PDM-систему. Далее в ответ на запрос конструктор получает список возможных решений. Документация в рамках жизненного цикла изделия копируется на компьютер конструктора для дальнейшей работы.

После завершения конструкторской разработки выдается задание на разработку техпроцесса для изделий, на которые отсутствует технология. Технолог также имеет два направления разработки: с «нуля» или с использованием существующих прототипов. Выбор прототипа ТП идет от классификационного типоразмера изделия согласно типовому технологическому маршруту. При пооперационной детализации ТП выбирается базовая операция и строится таблица соответствия, в которой каждой операции соответствует оборудование. Далее формируется операционный техпроцесс с описанием инструмента, оснастки, заготовок, программ для станков с ЧПУ, мерительного инструмента, а также документации и нормативов.

Такой подход, основанный на типовых решениях, представляется наиболее предпочтительным.

Для многономенклатурного типового

производства целесообразно применять следующий алгоритм решения: типовое конструкторское решение; типовые конструктивные элементы; типовая технология – операция+инструмент+оборудование.

Использование такого подхода позволяет значительно сократить время технологической подготовки производства.

UML-диаграммы являются базой для составления комплексного технического задания на настройку и адаптацию PDM-системы, что позволяет избежать ошибок при ее внедрении.

С использованием модели «как должно быть» проведена рационализация двух процессов: «Запуск в производство нового изделия» и «Внедрение PDM-системы». Объектно-ориентированный подход удобен при реинжиниринге существующей организации.

Предложенные подходы к автоматизации проектирования бизнес-процессов и созданные на их основе методики применялись при разработке PDM-системы на ОАО «Волгабурмаш» и показали эффективность при рационализации и оптимизации производственных процессов.

#### Список литературы

1. Яблочников Е. И. Автоматизация технологической подготовки производства в приборостроении: Учебное пособие. - СПб: СПбГИТМО, 2002.
2. Тудер И. Ю. Новые подходы к автоматизации банка // Банковские технологии. - М: «Бизнес и компьютер», №2, 1998.

## IMPROVING INDUSTRIAL ORGANIZATION AT A MACHINERY CONSTRUCTION PLANT ON THE BASIS OF REENGINEERING

© 2006 I. N. Khaimovitch<sup>1</sup>, A. I. Khaimovitch<sup>2</sup>

<sup>1</sup>International Market Institute, Samara

<sup>2</sup>Samara State Aerospace University

The paper deals with the issues of introducing automation into the model of basic business processes of its technological preparation by using a standard design solution. A procedure of forming the basic conceptual data model for designing a PDM-system is presented.