

УДК 65.01

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ БАЗОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В СТАНДАРТАХ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

^{1,2}Хаймович И.Н., ^{1,2}Ковалькова Е.А.

¹Самарский национальный исследовательский университет им. С.П. Королева,
Самара, e-mail: kovalek68@mail.ru;

²ЧОУ ВО «Международный институт рынка», Самара

В статье предлагается метод определения базовых элементов в стандартах менеджмента качества машиностроительных предприятий, который позволяет сокращать элементы бизнес-процессов управления конструкторско-технологической подготовкой производства при автоматизации. Улучшение базовых бизнес-процессов машиностроительного предприятия многономенклатурного производства является актуальной задачей для разработки стандартов менеджмента качества машиностроительных предприятий. На сегодняшний день данные стандарты имеют информационную основу и основным элементом этого стандарта относится к конструкторско-технологической подготовке производства. Разработка информационной основы стандартов связана с применением объектно-ориентированного подхода по IDEF-моделям. В статье рассмотрен новый метод оптимизации информационных сущностей стандарта менеджмента качества предприятий. В итоге из исходного перечня списка бизнес-процессов и словарей документов и сущностей удастся получить оптимизированный по предложенному методу список базовых элементов, который должен составить основу информационной системы менеджмента качества бизнес-процессов конструкторско-технологической подготовки производства.

Ключевые слова: бизнес-процессы, информационная система, базовая концептуальная модель данных, словарь сущностей, словарь документов

METHOD FOR DETERMINING THE BASIC ELEMENTS IN STANDARDS OF QUALITY MANAGEMENT ENGINEERING PRODUCTION

^{1,2}Khaymovich I.N., ^{1,2}Kovalkova E.A.

¹Samara National Research University, Samara, e-mail: kovalek68@mail.ru;

²International Market Institute, Samara

The article proposes a method for determining the basic elements of quality management standards of machine-building enterprises, which allows to reduce the elements of the business process management of design and technological preparation of production with automation. Improving the core business processes of the engineering enterprise of multiproduct manufacturing is an important task for the development of standards for quality management of engineering enterprises. To date, these standards have the information base and the main element of this standard applies to the design and technological preparation of production. Development of information based on the standards associated with the use of object-oriented approach on the IDEF-model. The article describes a new method for optimization of information entities of the quality management standard enterprise. As a result of the initial list of list of business processes and documents and dictionaries entities can obtain optimized by the proposed method a list of the basic elements that should form the basis of the information system of quality management of business processes design and technological preparation of productions.

Keywords: business processes, information systems, basic conceptual data model, entities dictionary, dictionary of documents

Улучшение базовых бизнес-процессов машиностроительного предприятия многономенклатурного производства является актуальной задачей для разработки стандартов менеджмента качества машиностроительных предприятий [1–4]. На сегодняшний день данные стандарты имеют информационную основу и основным элементом этого стандарта относится к конструкторско-технологической подготовке производства (КТПП) [5, 7, 10]. Разработка информационной системы (ИС) КТПП связана с применением объектно-ориентированного подхода по IDEF-моделям [6].

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 [8, 9]. 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».

Использование IDEF-моделей 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) являются базой для единого информационного пространства.

На рис. 1 показано изменение бизнес-процесса (БП) по функциональной модели (ФМ) процесса «Управление технической подготовкой производства».

Изменения коснулись уровня «Управление технической подготовкой производства изделий основного профиля». Помимо существующих этапов: конструкторская подготовка производства и технологическая подготовка 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 ИС КТПП. Благодаря созданию единого информационного пространства в ИС 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.

Предложенная функциональная структура бизнес-процесса отвечает требованиям SADT-методологии, а механизм реализации основан на ИС, что позволяет упростить и ускорить процесс проектирования технологической документации за счет создания единой БД.

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

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

Введем понятия:

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

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

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

– словарь сущностей (СС) – содержащий СПО словарь данных, используемых в модели предметной области, и их характеристики;

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

Чтобы определить БКМД для ИС, 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 основе анализа первичной информации. Для первого типа сущностей:

– 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 расчлениваться, 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 $A_1(N_1, N_2)$, где N_1 – количество СПО; N_2 – количество ДПО:

$$A_1 = \{\alpha_1^{ij}\},$$

где $\alpha_1^{ij} \in \{0,1\}$; здесь 1 – означает, что атрибуты i -го СПО содержатся в j -м ДПО; 0 – иначе.

Для ДПО и бизнес-процесса (БП) определяем матрицу $A_2(N_2, N_3)$, где N_2 – количество ДПО, N_3 – количество БП:

$$A_2 = \{\alpha_2^{ij}\},$$

где $\alpha_2^{ij} \in \{0,1\}$; здесь 1 – означает, что i -й ДПО связан с j -м БП; 0 – иначе.

2. Определение соответствия СПО и БП через матрицу $A_3(N_1, N_3)$, где N_1 – количество СПО, N_3 – количество БП:

$$A_3(N_1, N_3) = A_1(N_1, N_2) \times A_2(N_2, N_3),$$

где $A_3 = \{\alpha_3^{ij}\}$; здесь $\alpha_3^{ij} \in \{0,1\}$; здесь 1 – означает, что i -й СПО используется в j -м БП; 0 – иначе.

3. Определение количественных характеристик использования СПО через матрицу $A_4(N_1)$, где N_1 – количество СПО:

$$A_4 = \{\alpha_4^i\},$$

где $\alpha_4^i = \sum_{j=1}^{N_2} \alpha_3^{ij}$; здесь N_2 – количество БП в функциональной модели; α_4^i – определяет количество использования i -го СПО в БП.

4. Определение относительных характеристик СПО через матрицу $A_5(N_1)$, где N_1 – количество СПО:

$$A_5 = \frac{1}{N_3} \cdot A_4,$$

где $A_5 = \{\alpha_5^i\}$; здесь $0 \leq \alpha_5^i \leq 1$ – показывает коэффициент использования i -й СПО в модели предметной области.

5. Формирование перечня СПО через матрицу $A_6(N_1)$, где N_1 – количество СПО.

Введем оператор Δ , характеризующий степень полноты модели: $\Delta \in \{0, 1\}$, где $\Delta = 0$ при $\alpha_5^i \leq K_{\min}$, K_{\min} – коэффициент минимального использования СПО; 1 – иначе.

Матрица значимых СПО будет формироваться следующим образом:

$$A_6 = \Delta \times A_5,$$

где Δ – оператор полноты модели; A_5 – матрица относительных характеристик СПО.

В настоящий момент методика определения K_{\min} формализована недостаточно, поэтому его значение будет определено дальше.

Данная методика позволит минимизировать размеры модели данных при проектировании ИС 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 и вовлекаемых в эти процессы документах.

Рассмотрим пример расчета словарей и базовых сущностей (ОСПО) при проектировании ИС КТПП СМЗ «Alcoa».

Для расчета общесистемных или базовых сущностей предлагаемым методом формального моделирования предметной области КТПП используем терминологию структурного подхода: сущность предметной области (СПО) – объект и (или) факт предметной области, информацию о котором необходимо хранить в базе данных, либо который используется в качестве системного класса в автоматизированной системе.

Базовая или общесистемная сущность предметной области (ОСПО) – сущность предметной области, имеющая значение для предметной области в целом, в отличие от сущностей, имеющих значение для отдельных функций или групп.

Документ (или требование) предметной области (ДПО) – набор информации, использующийся в технологических процессах предметной области и являющийся для них неделимым. Документ (или требование) представляет собой информационный объект предметной области до его формализации и обобщения в абстрактные категории, применяемые при разработке информационного и программного обеспечения.

Словарь Документов (или требований) (СД) – словарь данных, содержащий документы (требования), используемые в функциональной модели, и их характеристики.

Словарь Сущностей (СС) – словарь данных, содержащий информационные сущности предметной области (СПО), используемые в модели предметной области, и их характеристики.

Базовая концептуальная модель базы данных (БКМД) – концептуальная модель

данных, содержащая только базовые сущности предметной области (ОСПО).

По словарю сущностей и словарю документов определяем значимые СПО по разработанной методике, используя правила реляционной или матричной алгебры.

К исходным данным для метода можно отнести список бизнес-процессов производства:

- 1) подготовка запуска штампованных поковок;
- 2) анализ контракта;
- 3) согласование проекта;
- 4) проектирование инструмента;
- 5) изготовление инструмента;
- 6) технологическая подготовка производства инструмента;
- 7) материальная подготовка производства и заготовительное производство инструмента;
- 8) материальная подготовка производства;
- 9) освоение;
- 10) изготовление опытной партии;
- 11) изготовление, испытание и контроль.

Также к исходным данным относятся словари документов и сущностей (таблица).

Словари документов и сущностей для оптимизации элементов КТПШ

Элемент словаря документов	Элемент словаря сущностей
Письмо от заказчика	Письмо от заказчика
График освоения	Комплект документации заказчика
КД на изделие	График освоения
Извещение о выполнении этапа	Извещение о выполнении этапа
КД на инструмент	Технологическая разработка
Утвержденная технология	Утв. и согл. с заказчиком комплект КД на изделие
Технологическая карта ЧПУ	Математическая модель хол. штамповки
Паспорт инструмента (оснастки)	Копия утв. КД на инструмент
Документ об утверждении продукции и процесса	Копия согл. с заказчиком КД на изд.
Протоколы испытаний	Математическая модель обраб. штамповки
Карта УЗК	
План выпуска оснастки и инструмента	
Ведомость режущего инструмента	
УП	
Пронормированная спецификация материала	
Накладная на приход материала	
Учет основных материалов на квалиф.	
Протоколы испытаний опытной партии	
Протокол несоответствия	
Документ об утверждении продукции и процесса (после коррект.)	
План корректирующих действий	

После реализации метода формирования базовых сущностей в системе менеджмента качества КТПП получаем список ОСПО для информационной системы ОАО «Металлург», к ним будут отнесены следующие базовые элементы:

- 1) письмо от заказчика;
- 2) комплект документации заказчика;
- 3) технологическая разработка;
- 4) предварительная заявка на металл для инструмента;
- 5) график освоения;
- 6) математическая модель холодной штамповки;
- 7) математическая модель обрабатываемой штамповки;
- 8) математическая модель инструмента;
- 9) паспорт инструмента;
- 10) утв. технология;
- 11) протоколы исп. опытной партии;
- 12) протокол несоответствия;
- 13) управляющая программа;
- 14) технологическая карта ЧПУ;
- 15) уведомление о готовности «кубиков»;
- 16) математическая модель заготовки;
- 17) план выпуска инструмента и оснастки.

В итоге из исходного перечня списка бизнес-процессов и словарей документов и сущностей удастся получить оптимизированный по предложенному методу список базовых СПО, который должен составить основу информационной системы менеджмента качества бизнес-процессов конструкторско-технологической подготовки производства.

Список литературы

1. Гречников Ф.В., Хаймович И.Н. Разработка информационных систем управления конструкторско-технологической подготовкой производства как интегрированной базы информационных и функциональных структур // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. – 2008. – № 3. – С. 34–41.
2. Зверев А.В., Росляков Е.М., Некрасов И.Н. Совершенствование организации технической эксплуатации инженерных систем сложных объектов на основе применения концепции управления жизненным циклом // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 3–3 – С. 487–483.
3. Лелюхин В.Е., Колесникова О.В. Интегрированная система управления дискретным машиностроительным производством на платформе 1с: УПП // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2–12. – С. 2558–2562.
4. Мокина Е.Е., Марухина О.В., Шагарова М.Д. Подходы к разработке информационной системы поддержки фор-

мирования документов при оказании высокотехнологичной медицинской помощи // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2–9. – С. 1857–1861.

5. Хаймович И.Н. Автоматизация проектирования объектов заготовительно-штамповочного производства компрессорных лопаток авиационных двигателей // Известия вузов. Авиационная техника. – 2014 – № 2. – С. 44–48.
6. Хаймович И.Н. Методология организации согласованных механизмов управления процессом конструкторско-технологической подготовки производства на основе информационно-технологических моделей: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – Самара, 2008. – 26 с.
7. Хаймович И.Н., Клентак Л.С. Усовершенствование методов сглаживания сложных поверхностей с использованием интерполяционных сплайнов // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 10–12. – С. 2634–2638.
8. Хаймович И.Н., Хаймович А.И. Проектирование и реализация системы автоматизированного проектирования штамповки компрессорных лопаток из титановых сплавов // Известия высших учебных заведений. Цветная металлургия. – 2015. – № 2. – С. 37–43.
9. Хаймович И.Н., Хаймович А.И. Процедурные правила разработки и согласования бизнес-процессов кузнечно-штамповочного производства // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королева (национального исследовательского университета). – 2008. – № 1(14). – С. 248–252.
10. Khaimovich I.N. Computer aided design of blank forging production facilities for aircraft engine compressor blades // Russian Aeronautics. – 2014. – № 57(2) – P. 169–174.

References

1. Grechnikov F.V., Khaimovich I.N. Kuznechno-shtampovochnoe proizvodstvo. Obrabotka metallov, 2008, no. 3, pp. 34–41.
2. Zverev A.V., Roslyakov E.M., Nekrasov I.N. Fundamentalnye issledovaniya, 2016, no. 3(3), pp. 487–483.
3. Lelyukhin V.E., Kolesnikova O.V. Fundamentalnye issledovaniya, 2015, no. 2(12), pp. 2558–2562.
4. Mokina E.E., Maruhina O.V., Shagarova M.D. Fundamentalnye issledovaniya, 2015, no. 2–9, pp. 1857–1861.
5. Khaimovich I.N. Izvestiya vuzov. Aviatsionnaya tehnika, 2014, no. 2, pp. 44–48.
6. Khaimovich I.N. Metodologiya organizatsii soglasovannykh mekhanizmov upravleniya protsessom konstruktorskotekhnologicheskoy podgotovki proizvodstva na osnove informatsionno-tekhnologicheskikh: Avtoref. dis. dok. tekhn. Nauk, Samara, SSAU, 2008. 26 p.
7. Khaimovich I.N., Klentak L.S. Fundamentalnye issledovaniya, 2013, no. 10–12, pp. 2634–2638.
8. Khaimovich I.N., Haimovich A.I. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Tsvetnaya metallurgiya, 2015, no. 2, pp. 37–43.
9. Khaimovich I.N., Khaimovich A.I. Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo aerokosmicheskogo universiteta im. Akademika S.P. Koroleva (natsionalnogo issledovatel'skogo universiteta), 2008, no. 1 (14), pp. 248–252.
10. Khaimovich I.N. Computer aided design of blank forging production facilities for aircraft engine compressor blades // Russian Aeronautics. 2014, no. 57(2), pp. 169–174.