

*Власов А. П., канд. техн. наук, доц.,**Бобков С. П., д-р техн. наук, проф.**Ивановский государственный химико-технологический университет*

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ОПЕРАЦИЙ ДЛЯ СИНТЕЗА ПОДСИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯМИ ХИМИЧЕСКОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

**Vlasov-a-p@yandex.ru**

*С использованием методов исследования операций рассмотрена проблема синтеза подсистем предприятия химического машиностроения на примере декомпозиции 1-го и 2-го уровня. Предложена математическая модель. Программная реализация выполнена на языке X++ в среде разработки MorphX Microsoft Dynamics AX 2009. Система позволяет разработчикам АИС при адаптации Microsoft Dynamics AX 2009 к информационным потребностям конкретного предприятия осуществлять синтез подсистем.*

**Ключевые слова:** синтез; информационная система; UML; язык X++

Технологическая сложность производства, специфика используемого сырья, высокая фондёмкость химического производства – вот основные проблемы, которые необходимо решить специалистам предприятий химического машиностроения. Нестабильная экономическая ситуация в мире также чревата большим количеством рисков.

К продукции химического машиностроения предъявляются жесткие требования по температурному режиму (в ряде случаев оборудование должно обеспечивать возможность работы при температурах, близких к абсолютному нулю; в других случаях – проведение процессов при температурах до 3000°C.), по давлению (в ряде случаев минимальным давлением в системах для проведения некоторых процессов является остаточное давление 10–6–10–9 мм рт. ст., а максимальным – 1000 атм), а также по стойкости к агрессивному воздействию кислот и щелочей различной концентрации.

Оборудование, выпускаемое предприятиями химического машиностроения, как правило, состоит из большого количества деталей и сборочных единиц и представляет собой комплексы с количеством уровней структуры изделий до 9 ÷ 10. Длительность цикла изготовления одного изделия разных типов колеблется в пределах от одного месяца до полутора лет.

Количество товарных изделий может достигать несколько сотен, база данных (БД) состав изделий может достигать до 10 тысяч записей, трудовые и материальные нормативы – до 100 тысяч записей каждая.

Все вышесказанное говорит о том, что для качественного управления предприятием химического машиностроения необходимо оптимальное построение автоматизированной информационной системы (АИС).

Вопросы синтеза систем различного вида широко освещены в литературе [1, 2]. В данной

статье исследуются проблемы, возникающие на этапе адаптации (этот этап часто называют «привязкой») типовых проектных решений (ТПР) к автоматизированной информационной системе (АИС) конкретного предприятия. ТПР в настоящее время получили название ERP-системы (Enterprise Resource Planning – дословно переводится как «Планирование ресурсов предприятия».) [3, 4]. ТПР позволяют существенно уменьшить затраты на разработку АИС и сократить сроки их создания.

Однако при адаптации ТПР возникают определенные трудности, вызванные следующими обстоятельствами:

-на многих отечественных предприятиях процветает так называемая «лоскутная» автоматизация, т.е. отдельные модули создавались в разное время разными разработчиками, на различных платформах, зачастую информационно и программно не совместные;

-функциональная декомпозиция многих ERP-систем резко отличается одна от другой и зачастую не соответствуют организационной структуре предприятий.

Так на 1-м уровне декомпозиции многих ERP-систем указывается 16 составляющих, в некоторых 7, 5 и т.п. Столь разнородное и слабо формализованное описание ERP-систем (которые по определению должны быть схожими) создает серьезные проблемы для отечественных заказчиков по выбору той или иной ERP-системы.

Таким образом, синтез подсистем АИС является довольно актуальной задачей и для разработчиков АИС, и для заказчиков, т.е. предприятий.

Необходимо уточнить, что же такое декомпозиция 1-го и 2-го уровня. В [3] показано, что наиболее соответствующая практике отечественных предприятий декомпозиция 1-го уровня должна включать не более 7 ÷ 8 элементов,

это в частности маркетинг, техническая подготовка производства, основное производство и т.п.. 1-й уровень декомпозиции как правило, соответствует уровню заместителей генерального директора в организационной структуре предприятия. Это коммерческий директор, технический директор (главный инженер), начальник производства и т.п.

В подходах к декомпозиции 2-го уровня (и в теоретических исследованиях, и в практической деятельности) еще больше расхождений. Наиболее наглядно эти расхождения можно проиллюстрировать на примере такой подсистемы как «маркетинг».

Ф. Котлер (всемирно признанный классик маркетинга) ввел понятие 4Р (four "P"), т.е. это те модули, на которые должна декомпозироваться подсистема маркетинг и какими функциями должен управлять маркетинг:

- товар (product);
- цена (price);
- продвижение (promotion);
- позиционирование на рынке (place).

Некоторые авторы добавляют несколько других элементов, а именно - люди (people), способ действия (policy), проектирование во времени и в пространстве результатов маркетинговых исследований (projection). В настоящий момент количество этих элементов достигло 12.

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } i\text{-й модуль готовит отчет для } j\text{-й подсистемы} \\ 0 & \text{иначе} \end{cases}$$

$C = \| c_{ij} \|$  - матрица смежности, отражающая трудоемкость подготовки отчета

$$c_{ij} = \begin{cases} t, & \text{если } i\text{-й модуль может подготовить отчет } j\text{-й подсистеме} \\ 0 & \text{иначе} \end{cases}$$

где  $t$  – трудоемкость подготовки отчета.

Целевая функция — минимальные суммарные затраты на формирование отчетов, представлена выражением (1). Ограничения представлены в виде выражений (2) и (3).

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} \times x_{ij} \Rightarrow \min \quad (1)$$

$$3 \leq \sum_{i=1}^n x_{ij} \leq 8 \quad j=1...m \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^m x_{ij} \leq 1 \quad i=1...n \quad (3)$$

Ограничение (2) отражает то требование, чтобы одна подсистема не состояла из более, чем 8 модулей (читай- одному заместителю генерального директора должно подчиняться не

В сложившейся практике отечественных предприятий расхождений не меньше. На некоторых предприятиях маркетологи управляют только одним «Р» - продвижение (promotion). Товаром управляет технический директор, а позиционированием на рынке занимается отдел сбыта.

Вся полемика по данному вопросу ведется не аргументировано, единственный довод, который приводится, - это - «на мой взгляд» или «я так считаю».

Таким образом, необходим инструмент, который позволил бы аргументировано давать рекомендации по синтезу системы, а именно ответ на вопрос «какие элементы 2-го уровня декомпозиции необходимо подчинить тому или иному заместителю генерального директора».

В простейшем случае математическую модель можно представить в следующем виде.

Пусть  $N = \{1, \dots, i, \dots, n\}$  – множество подразделений 2-го уровня, в дальнейшем элементы этого множества будем называть «модулями».

Пусть  $M = \{1, \dots, j, \dots, m\}$  - множество руководителей 1-го уровня (заместителей генерального директора), в дальнейшем элементы этого множества будем называть «подсистемами»

Естественно, что  $n > m$ .

$X = \| x_{ij} \|$  - матрица смежности, отражающая информационные связи между подсистемами и модулями

более 8 подразделений). Также одна подсистема не должна состоять из одного или двух модулей (читай- одному заместителю генерального директора не должно подчиняться менее 3-х подразделений; когда заместителю подчиняется одно или два подразделения, такая структура в теории организации называется патологической).

Для того, чтобы показать принцип единоначалия, используется ограничение (3), т.е. модуль  $i$  должен входит в состав только одной подсистемы  $j$  (иными словами подразделение 2-го уровня должно подчиняться только одному заместителю генерального директора. Естественно при моделировании системы конкретного предприятия константы в ограничениях (2) и (3) могут быть изменены.

Дальнейшее исследование проблемы синтеза подсистем АИС проводилось с использованием языка UML, который позволяет следующее:

- визуализировать систему в ее текущем или желательном для нас состоянии;
- описать структуру или поведение системы;
- получить шаблон, позволяющий сконструировать систему;
- документировать принимаемые решения, используя полученные модели.

Автором данной статьи в рамках соглашения между ИГХТУ и MSDAA проводились эксперименты на учебной версии Microsoft Dynamics AX-2009 [5,6] в рамках преподавания курса «Корпоративные информационные системы». Microsoft Dynamics AX-2009 - это масштабируемая система класса ERP II для средних и крупных предприятий. Как известно, ERP-система должна удовлетворять следующим требованиям:

- интегрированность;
- настраиваемость;
- наличие технологии внедрения.

Всеми этими тремя качествами Microsoft Dynamics AX-2009 обладает. Но также известно, что типовое проектное решение работает менее эффективно, чем оригинальная разработка для конкретного предприятия. Поэтому вопрос об оптимальном синтезе элементов АИС очень важен.

Microsoft Dynamics AX 2009 имеет уникальную многослойную структуру, регулируемую обновления и изменения приложения. Многослойная структура — мощное и гибкое средство, обладающее следующими основными особенностями:

- стандартные компоненты приложения Microsoft Dynamics AX 2009 хранятся в базовом слое (называемом системным), который управляется системой Microsoft Dynamics;
- изменения, обусловленные стандартами страны, отрасли и предприятия, создаются и сохраняются в слоях, отдельных от базового;
- в верхнем слое отдельные конечные пользователи могут хранить выполненные ими изменения, например структуру отчета.

Для программной реализации использовался язык X++ в среде разработки MorphX Microsoft Dynamics AX 2009 [5].

Заключение. Предложен метод синтеза подсистем АИС предприятия. Рассмотрены 1-й и 2-й уровни декомпозиции АИС. В качестве целевой функции приняты минимальные суммарные затраты на формирование отчетов. Проведено исследование на учебном варианте корпоративной информационной системы с использованием языка UML и языка X++ в среде разработки MorphX Microsoft Dynamics AX 2009.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Подходы к построению дискретных моделей непрерывных технологических процессов для синтеза управляющих автоматов /Магегут В. З., Игнатенко В. А., Бажанов А. Г., Шапала В. Г.// Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. №2. С.100-102
2. Човган Н.И. Синтез методик, характеризующих инвестиционный потенциал хозяйствующего субъекта// Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. №5. С.141-145
3. Власов А.П., Бобков С.П. Исследование типовых проектных решений, создаваемых для автоматизированных информационных систем предприятий химического машиностроения. Иваново: Изд. Иван.гос. хим.-технол. ун-т, 2012. 107 с.
4. Власов А.П., Бобков С.П., Чаусова С.М. Исследование автоматизированных информационных систем, используемых в химической промышленности //Известия вузов «Химия и хим. технология». 2011, Т. 54, №. 11 С. 126-128
5. Фирменное руководство. MICROSOFT DYNAMICS AX 2009. INSTALLATION AND CONFIGURATION. Microsoft Official Training Materials for Microsoft Dynamics
6. Власов А.П., Каткова А.П. Совершенствование корпоративной информационной системы Microsoft Dynamics AX 2009 / Фундаментальные науки- специалисту нового века»: тезисы докладов IX региональной студенческой научной конференции // Иваново: Изд. Иван.гос. хим.-технол. ун-т, 2012. Т.2. С.108.