

Системный анализ, управление и автоматизация

УДК 002.63:339.138

О ПРОБЛЕМЕ УПРАВЛЯЕМОСТИ ПОДСИСТЕМ АИС ПРЕДПРИЯТИЙ ХИМИЧЕСКОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

А.П. Власов

Ивановский государственный химико-технологический университет
Россия, 153000, г. Иваново, пр. Шереметьевский, 7
E-mail: vlasov-a-p@yandex.ru

Рассмотрен один из подходов к исследованию проблемы управляемости в АИС предприятия с использованием теоретико-множественного анализа. Апробирование проведено на учебном варианте ERP-системы Microsoft Dynamics AX 2009. Модуль линейного программирования реализован на языке x++.

Ключевые слова: управляемость, линейное программирование, UML, язык X++.

Предприятия химической промышленности (а также и предприятия химического машиностроения) подвержены большому количеству рисков вследствие нестабильной экономической ситуации в мире и достаточно высокой фондоемкости химического производства. Технологическая сложность производства, специфика используемого сырья характеризуют большинство химических предприятий.

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 – при температурах до 3000 °С), 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 $9 \div 10$. Длительность цикла изготовления одного изделия разных типов колеблется в пределах от одного месяца до полутора лет.

Наличие внешних угроз требует от системы управления способности быстро адаптироваться к изменениям внешней среды.

Проблема управляемости широко освещена в многочисленных источниках. Р.Е. Калман [8, 9] впервые поставил и исследовал задачи о построения области

Алексей Петрович Власов (к.т.н.), доцент кафедры «Информационные технологии».

управляемости при ограничении на величину управляющего воздействия. А.М. Формальский [10] исследовал случаи, когда на управление наложено несколько ограничений одновременно. М. Мессарович [6] рассматривал управляемость с использованием теоретико-множественного подхода. Ю.Н. Андреев рассмотрел детерминированные системы с непрерывным временем, а также с помощью аппарата линейных векторных пространств изложил основные положения теории модального управления и теории оптимальных обратных связей в системах с квадратичным критерием качества. В [2, 3] рассматриваются проблемы организационной управляемости, в [2] вводятся понятия «административный контур управления», «финансовый контур». В [4] приводятся подробные рекомендации по управлению ритмичностью машиностроительного производства, что является важнейшей частью подсистемы «основное производство». В [12] разработана методика системного анализа дестабилизирующих программных воздействий. Проблемы финансовой устойчивости исследованы в [13].

В настоящей статье рассмотрен один из подходов к исследованию проблемы управляемости в АИС предприятия на примере подсистемы «маркетинг».

Точка зрения автора настоящей статьи на проблему декомпозиции автоматизированной информационной системы (АИС) изложена в [1, 7]. На первом уровне система декомпозируется на такие подсистемы, как маркетинг, техническая подготовка производства, персонал, основное производство, вспомогательное производство, финансы, запасы (материально-техническое снабжение), качество.

Подсистема «маркетинг» является довольно специфической подсистемой в отличие от таких подсистем, как «финансы», «материально-техническое снабжение», «управление персоналом», которые хорошо типизированы. Специфика маркетинга обусловлена как объективными (очень большими расхождениями в теоретических подходах к подсистеме «маркетинг» среди специалистов по маркетингу [5]), так и субъективными причинами (на некоторых отечественных предприятиях продолжают существовать одновременно плановый отдел и отдел сбыта – с одной стороны, отдел маркетинга – с другой; такой подход в рыночных условиях не совсем корректен).

В многочисленных типовых проектных решениях (ТПР), получивших название Enterprise Resource Planning (ERP) и предназначенных для использования при создании и модернизации АИС химических предприятий [1], содержится много самых разнообразных подходов к подсистеме «маркетинг».

Отношение фирм – производителей ERP-систем к подсистеме «маркетинг» очень разнородное. На одном полюсе – признание этой подсистемы как самой важной, на другом – полнейшее замалчивание. В [1, 7] раскрываются причины подобного явления.

В настоящий момент среди специалистов по маркетингу нет единства в отношении термина «комплекс маркетинга».

Комплекс маркетинга – одно из основных понятий современной системы маркетинга. Это понятие включает набор поддающихся управлению переменных факторов маркетинга, совокупность которых фирма использует в стремлении вызвать желаемую ответную реакцию со стороны целевого рынка [5]. Существует несколько мнений относительно включения маркетинговых переменных в комплекс маркетинга. Концепция 4P (four P) предполагает наличие следующих элементов:

- 1) продукт (product);

- 2) цена (price);
- 3) продвижение (promotion);
- 4) позиционирование на рынке, или место (place).

Появились концепции 5P (с добавлением составляющей people), 6P, 7P и более (перечислять их нет смысла).

Подобное разночтение затрудняет работу аналитиков, создающих ERP-системы, по вопросу о том, как далее декомпозировать данную функцию, сколько и каких подсистем должно быть на втором уровне декомпозиции.

Ф. Котлер [14] в своем интервью (в рамках которого был задан вопрос в отношении комплекса маркетинга) на вопрос: «Каково ваше отношение к структуре комплекса маркетинга, выходящей за рамки 4P? Нет ли здесь противоречия определению, согласно которому комплекс маркетинга – это набор поддающихся управлению маркетинговых инструментов, а не просто факторов, влияющих на маркетинг?» ответил: «Да, действительно, существует только 4 элемента комплекса маркетинга (продукт, цена, продвижение, позиционирование), являющихся управляемыми инструментами комплекса маркетинга. Все остальные добавления к этим четырем элементам излишни».

Но даже авторитетный голос Ф. Котлера не остановил любителей вводить новые аббревиатуры. Новые «Р» продолжают появляться.

В практической деятельности предприятий подобная классическая концепция маркетинга вызывает много трений. Заявка маркетологов на управление продуктом вызывает неприятие у таких авторитетных специалистов на предприятии, как главный конструктор и главный технолог (по поводу ценообразования – у финансистов, по поводу позиционирования – у работников сбытового отдела). Классическая декомпозиция маркетинга, представленная на рис. 1, не всегда соответствует действительности.

По мнению автора настоящей статьи, подсистема «маркетинг» является слабо формализованной, разнородной и неструктурированной. В [1] было отмечено, что использование теоретико-множественного анализа [6] для исследования слабо формализованных систем является довольно плодотворным.

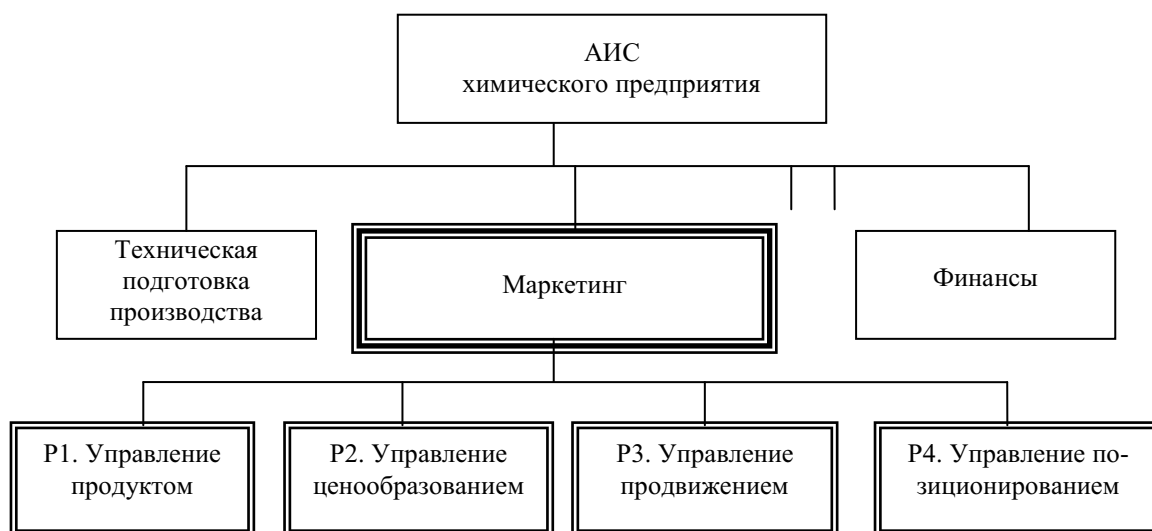


Рис. 1. Декомпозиция системы

Для исследования управляемости подсистемы «маркетинг» целесообразно использовать подход, изложенный в [6] для исследования управляемости системы, суть которого в следующем.

Для того чтобы обобщить понятия типа управляемости, сделав их пригодными для более общего контекста, представляется целесообразным сделать два следующих замечания:

- способность системы функционировать определенным образом обычно оценивается по характеру ее выходной величины, но в конечном счете она зависит лишь от поступающих на нее входных воздействий. Поэтому условия, определяющие, обладает система некоторыми свойствами или нет, будут выражены в терминах существования соответствующих входных воздействий;

- для того чтобы определять понятия в этой категории, необходимо, вообще говоря, вводить некоторую оценочную функцию, или показатель качества, позволяющий уточнить, что же считается желаемым поведением системы. Задается отображение (1), которое называется оценочной функцией (или критерием качества) системы:

$$G : X \times Y \rightarrow V, \quad (1)$$

где G – оценочная функция; V – множество оценок; X – множество входов; Y – множество выходов системы.

Для исследования управляемости система описывается с помощью отображения (2), определенного на двух объектах M и U :

$$S : M \times U \rightarrow Y, \quad (2)$$

где M и U – входная информация, поступающая (из внешней среды и от руководства соответственно) к элементам маркетинга (продукт, цена, продвижение, позиционирование).

Оценочная функция G для такого представления системы S имеет вид

$$G : M \times U \times Y \rightarrow V. \quad (3)$$

Для исследования управляемости системы вводится несколько понятий.

1. Множество $V' \subset V$ называется воспроизводимым (достижимым, доступным) относительно G тогда и только тогда, когда выполняется условие

$$(\forall v)[v \in V' \Rightarrow (\exists (m, u)) (g(m, u) = v)], \quad (4)$$

где v – элемент множества оценок V ;

m – элемент множества (M) входной информации, поступающей из внешней среды;

u – элемент множества (U) входной информации, поступающей от руководства предприятия;

g – элемент отображения G .

2. Множество $V' \subset V$ называется вполне управляемым относительно g (или G и S) тогда и только тогда, когда выполняется условие

$$(\forall v)(\forall u)[v \in V' \wedge u \in U \Rightarrow (\exists m) (g(m, u) = v)]. \quad (5)$$

3. Если V имеет более одной компоненты, то соответствующая система называется многокритериальной. В этом случае оценочный объект V представляется в виде условия

$$V = V_1 \times \dots \times V_k = \times \{V_j : j \in I_k\}. \quad (6)$$

Множество $V' \subset V^k$ называется склеенным (при заданных S и G) тогда и только тогда, когда истинно предложение

$$(\exists v)[v \in V' \wedge (\exists(m, u))(g(m, u) \neq v)]. \quad (7)$$

Множество V' называется несклеенным тогда и только тогда, когда истинно предложение

$$(\forall v)[v \in V' \Rightarrow (\exists(m, u, y))(g(m, u, y) = v)] \wedge \exists(m', u', y')[g(m', u', y') \neq v]. \quad (8)$$

Содержательный смысл понятия воспроизводимости очевиден. Любой элемент воспроизводимого множества можно получить, если возникнет такая необходимость. Управляемость – это более сильное свойство, которое гарантирует возможность достижения любой заданной оценки $v \in V'$ при любых внешних условиях, т. е. при любых $u \in U$. Наконец, склеенность – это специальное понятие, относящееся лишь к системам, оцениваемым по векторному критерию. Система называется склеивающей относительно декартова множества $V' = V'_1 \times \dots \times V'_k$, если не все возможные комбинации компонент ее оценки возможно реализовать одновременно, т. е. если некоторое заданное значение одной из компонент может быть достигнуто лишь в сочетании с некоторыми (а не всеми) значениями остальных компонент.

На основании вышеприведенной теоретико-множественной модели проведено конструирование системы с использованием языка UML. Проверка модели проводилась на учебном варианте ERP-системы Microsoft Dynamics AX 2009. Модуль линейного программирования реализован на языке x++. Система, позволяющая выявить те переменные, которыми должен управлять маркетинг, представлена на рис. 2.

Технологию работы системы, представленной на рис. 2, можно проиллюстрировать следующим образом. Отдел маркетинга в течение месяца заключает договоры с клиентами на производство изделий (продуктов), которые должны быть изготовлены (выпущены) в следующем месяце. В процессе заключения каждого нового договора происходит в режиме online проверка выполнимости плана на линейной модели. Проверка плана на выполнимость осуществляется совместно с другими подразделениями, в частности:

- подразделение персонала предоставляет константы для линейной модели, которые необходимы для составления ограничений линейной модели по трудовым ресурсам;
- подразделение вспомогательного производства (которое отвечает за исправность оборудования) предоставляет константы для линейной модели, которые необходимы для составления ограничений линейной модели по оборудованию.

Возможна следующая ситуация. В течение ряда месяцев выявляется существенное недоиспользование некоторых видов оборудования. В этом случае (в соответствии с множеством оценок V) формируется управляющее воздействие на продажу или консервацию этого вида оборудования (множество Y) или принимается решение об исключении оборудования из числа элементов, управляемых маркетингом.

Возможна другая ситуация. В течение ряда месяцев некоторые изделия не включаются в базисное решение линейной модели, т. е. план по ним нулевой.

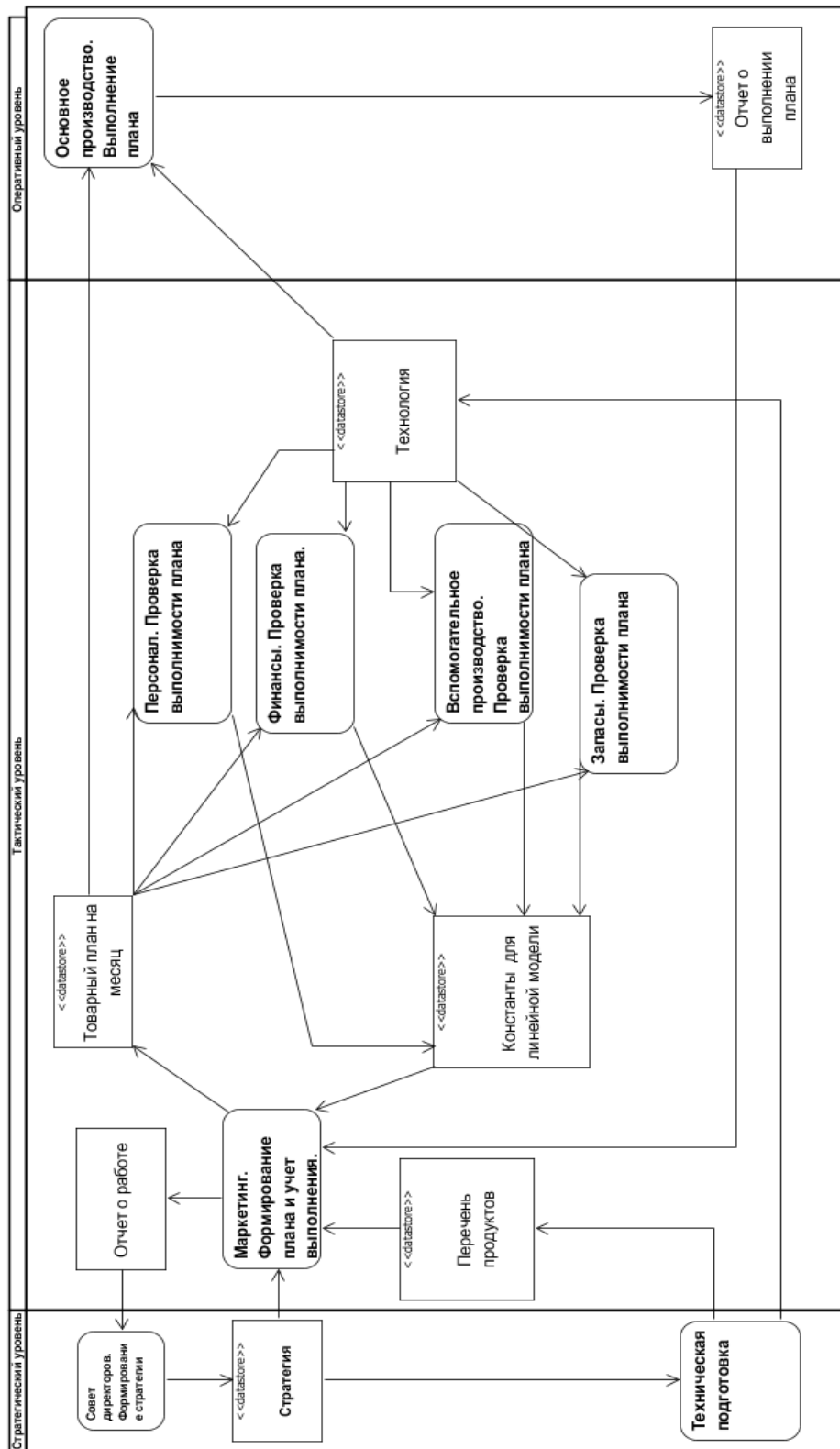


Рис. 2. Взаимосвязь подсистем

Такая ситуация возможна для так называемых сопутствующих товаров, которые изготавливаются не по заказу, а «на склад». В этом случае (в соответствии со множеством оценок V) формируется управляющее воздействие на снятие с производства этого вида изделия (множество Y).

С организационной точки зрения эти управляющие воздействия маркетинга не носят характера административного воздействия, они представляются совету директоров в виде отчета, а затем в случае одобрения отображаются в стратегии.

Верификация и валидация модели проводились следующим образом. До проведения расчета на ЭВМ готовился контрольный пример, включающий в себя все множества данных, в том числе и выходные, на основании интуитивного представления экспериментаторов. Сопоставление данных контрольного примера с результатами расчета на ЭВМ продемонстрировало адекватность модели.

Сфера использования предложенной модели определяется следующими обстоятельствами:

- длительность проверки выполнимости должна быть значительно меньше длительности производственного цикла изготовления изделия. Этому требованию удовлетворяют серийные изделия, для которых полностью составлена документация по конструкторской и технологической подготовке (ГОСТ ЕСКД и ЕСТД), содержащая все необходимые нормы (константы линейной модели) для линейной модели. В противном случае (например для единичных изделий, у которых нормы еще не рассчитаны) модель неприменима, для расширения сферы деятельности на подобные изделия необходимо проведение дальнейших исследований с использованием методов стохастического программирования;

- длительность производственного цикла не должна превышать полгода. В противном случае нарушаются требования линейности (аксиомы делимости и аддитивности, т. е. появляется нелинейность). В этом случае для расширения сферы деятельности на подобные изделия необходимо проведение дальнейших исследований с использованием методов нелинейного и динамического программирования.

Выводы

Предложенная теоретико-множественная модель позволяет:

- выявить те элементы структуры маркетинга, по которым реально необходимы управляющие воздействия со стороны маркетинга;
- подготовить аргументированные предложения по организационной структуре предприятия;
- соответствующим образом настроить корпоративную информационную систему предприятия.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Власов А.П., Бобков С.П., Солон Б.Я. Анализ современных ERP-систем // Российская академия естествознания. Региональное приложение к журналу «Современные наукоемкие технологии». – 2009. – № 2. – С. 50-54.
2. Автоматизация управления предприятием / В.В. Баронов и др. – М.: ИНФРА-М, 2000. – 239 с.
3. Белобоков А.Я., Лихтциндер Б.Я. Развитие организационной структуры вертикально интегрированного предприятия связи и телекоммуникаций // Вестник Самарского государственного технического университета. Сер. Технические науки. – 2012. – № 4 (36). – С. 6-11.
4. Бражников М.А., Сафронов Е.Г. Комплексная оценка оперативно-календарного плана машиностроительного производства // Вестник Самарского государственного технического университета. Сер. Технические науки. – 2012. – № 4 (36). – С. 12-18.

5. *Комлер Ф.* Маркетинг XXI века. – СПб.: Нева, 2005. – 425 с.
6. *Mesarovich M.D., Yasuhico Takahara.* General Systems Theory: Mathematical Foundations, Academic press, New York, San Francisco, London. 1975, p. 268.
7. *Власов А.П., Бобков С.П.* Исследование типовых проектных решений, создаваемых для автоматизированных информационных систем предприятий химического машиностроения: Монография / Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2012. – 107 с.
8. *Калман Р.Е.* Об общей теории систем управления. Тр. I Международного конгресса ИФАК. Т. II. – М.: Изд-во АН СССР, 1961.
9. *Калман Р., Фалб П., Арбиб М.* Очерки по математической теории систем. – М.: Мир, 1971.
10. *Формальский А.М.* Управляемость и устойчивость систем с ограниченными ресурсами. – М.: Наука, 1974. – 368 с.
11. *Андреев Ю.Н.* Управление конечномерными линейными объектами. – М.: Наука, 1976. – 424 с.
12. *Батищев В.И.* Методика системного анализа дестабилизирующих программных воздействий // Вестник Самарского государственного технического университета. Сер. Технические науки. – 2012. – № 3 (35). – С. 12-19.
13. *Сергеев А.В.* Предпосылки к применению классического аппарата теории управления в качестве методологической платформы для разработки ERP-систем // Вестник Самарского государственного технического университета. Сер. Технические науки. – 2012. – № 2 (34). – С. 39-45.
14. *Гречков В.* Лояльность в электронной коммерции [Электронный ресурс] http://presentation.ru/articles/e_marketing_01_03_06.html
15. <http://www.advlab.ru/articles/article375.htm> (01.12.2013) Сайт лаборатории маркетинга

Статья поступила в редакцию 12 июля 2013 г.

ON THE PROBLEM OF CONTROL SUBSYSTEMS AIS ENTERPRISES CHEMICAL ENGINEERING

A.P. Vlasov

Ivanovo State University of Chemical Technology
7, etc. Sheremetievskiy, Ivanovo, 153000, Russia

This paper describes one approach to the problem of controllability in the enterprise using the AIS-theoretic analysis. Piloting conducted a training version of the ERP-system Microsoft Dynamics AX 2009. Linear programming module is implemented in x++.

Keywords: control, linear programming, UML, x++ language.