

Власов А. П., канд. техн. наук, доц.,

Бобков С. П., д-р техн. наук, проф.

Ивановский государственный химико-технологический университет

О ПРОБЛЕМЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОПТИМИЗАЦИОННЫХ МЕТОДОВ В АИС ХИМИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

vlasov-a-p@yandex.ru

В нашей стране и за рубежом с середины 60-х годов XX века начали создаваться типовые проектные решения, которые позже получили обобщенное название MRP/ERP-системы. С ростом мощностей вычислительных систем и поиском новых более эффективных методов управления в условиях конкуренции с середины 90-х годов на базе систем MRPII/ERP появляются системы класса APS (Advanced Planning/Scheduling - "Развитые системы планирования"), для которых декларировалось применение экономико-математических методов для решения задач планирования.

Однако представленные на рынке системы не используют методы оптимизации. В данной работе выясняются причины подобного несоответствия, а также даются конкретные предложения.

Ключевые слова: MRP/ERP-система, линейное программирование, язык UML, язык ++, Microsoft Dynamics AX 2009, маркетолог.

Системы класса MRP/ERP, которые правильнее было бы называть типовыми проектными решениями, занимают значительную долю на рынке информационных технологий [1,2]. Отличительной особенностью этих систем является реализация интегрированности всех подсистем промышленного предприятия, настраиваемость, наличие технологии обучения. Однако представленные на рынке системы не используют методы оптимизации [2].

Наиболее часто встречающийся метод оптимизации - линейное программирование, классическое описание которого дано в работе [4].

Суть данного метода приведена ниже.

Целевая функция в каноническом виде представлена выражением (1).

$$\sum_{i=1}^n c_i x_i \Rightarrow \max \quad (1)$$

где n – общее количество продуктов предприятия, i – порядковый номер продукта, c_i – цена i -го продукта, x_i – выпуск i -го продукта в соответствующих единицах измерения (план), $x_i \geq 0$.

Для упрощения рассмотрим только два ограничения – по персоналу см. выражение (2), по материалам см. выражение (3).

$$\sum_{i=1}^n a_i x_i \leq A \quad (2)$$

где a_i – норма трудозатрат (час) на один продукт i -го наименования; A – общий наличный фонд рабочих (час)

$$\sum_{i=1}^n b_i x_i \leq B \quad (3)$$

где b_i – норма расхода материалов на один продукт i -го наименования B – общая величина запасов материалов на складе.

При описании модели линейного программирования обычно указывают еще два ограни-

чения – по финансам и по пропускной способности (мощности) оборудования. Эти два ограничения записываются аналогично ($0=2$) и ($0=3$), поэтому для упрощения изложения можно опустить.

Теория линейного программирования впервые была разработана в 30-е годы прошлого века [4]. Однако долгое время практическое внедрение было затруднено вследствие двух основных причин:

-вычислительная техника или отсутствовала, или мощности ее были явно недостаточны;

-не было экономической свободы в нашей стране. План определялся правительством (госпланом) и был обязателен для всех предприятий страны. А как известно оптимизация возможности только в случае свободы выбора.

В настоящий момент ситуация кардинально изменилась, мощность вычислительной техники резко возросла, страна полностью перешла к рыночной экономике. См., например, [8]. Тем не менее, как отмечено выше, в представленных на рынке ERP-системах отсутствуют методы оптимизации. Причина подобной невостребованности по мнению авторов данной статьи в следующем.

Размерность реальных задач для практического применения чрезвычайно велика. Так величина параметра « n » в выражении (1) измеряется десятками и сотнями. А для предприятий химического машиностроения может достигать тысячи, так как любая деталь и сборочная единица может быть в качестве запасных частей являться отдельным товарным продуктом.

Выражение (2) в представленном виде не может быть использовано для практического применения, так как количество профессий, участвующих в создании современной продукции измеряется десятками, с учетом различных

разрядов работ (которые как правило имеются для каждой профессии) счет уже идет на сотни. В этом случае д.б. не одно выражение (2), а множество ограничений, так как каждая совокупность профессия-разряд может ограничивать область допустимых значений линейной модели.

Номенклатура используемых материалов в реальном производстве так же измеряется сотнями и тысячами. Соответственно вместо одного выражения (3) д.б. столько ограничений, сколько материалов используется для каждого товарного продукта.

В многочисленных публикациях, посвященных использованию линейного программирования [5], демонстрируются исключительно примеры учебного характера. Многие пакеты прикладных программ, реализующих метод линейного программирования, в основе своей содержат или MathCad, или Excel (в Excel, например, максимальное количество переменных достигает две сотни). Для учебных целей возможности указанных программных средств более

$$\sum_{i=1}^n a_{i1}x_i \leq A_1, \sum_{i=1}^n a_{i2}x_i \leq A_2, \dots, \sum_{i=1}^n a_{ij}x_i \leq A_j, \dots, \sum_{i=1}^n a_{im}x_i \leq A_m, \quad (5)$$

Как указывалось выше количество ограничений (5) может быть довольно большим. Предлагается из множества элементов $j = \overline{1, m}$ выбрать такое подмножество $j = \overline{1, g}$, которое будет содержать только явно критические позиции. Отбор производится экспертно с учетом данных прошлых периодов.

Аналогичная процедура проводится для материалов, финансов, оборудования.

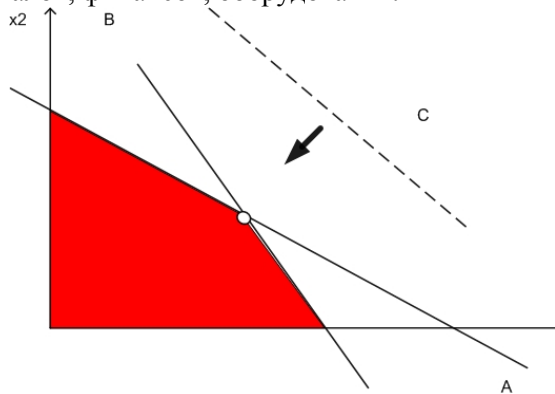


Рис. 1а Начальный момент. Заказы отсутствуют. Область допустимых значений заштрихована.

В некоторый момент (рис.1б) может быть заключен договор с клиентом на первое изделие в количестве x_1^{\min} , в результате чего область допустимых значений уменьшится, т.к. совершенно очевидно, что невыполнение договорных обязательств может привести к штрафным

чем достаточны, чего нельзя сказать о промышленном применении.

В результате исследований, проведенных в Ивановском химико-технологическом университете [3,6,7], была предложена следующая технология.

Автоматизированным путем формируется матрица трудозатрат на единицу продукта по каждой связке профессия-разряд, см. выражение (04). Также рассчитывается общий фонд наличных трудовых ресурсов по каждой связке профессия-разряд.

$$\|a_{ij}\| \quad (4)$$

где i - порядковый номер продукта, j - порядковый номер связки профессия-разряд, $j = \overline{1, m}$, m - общее количество связок профессия-разряд.

Ограничения по трудовым ресурсам будут представлять собой совокупность выражений, см. (05).

Для практического применения линейного программирования необходимо также учесть один важный нюанс. Ограничение на $x_i \geq 0$ не всегда может соответствовать реальной действительности.

В начальный момент некоего планового периода портфель заказов предприятия может оказаться пустым, в этом случае область допустимых значений определяется только ограничениями A, B и $x_i \geq 0$ (рис. 1а).

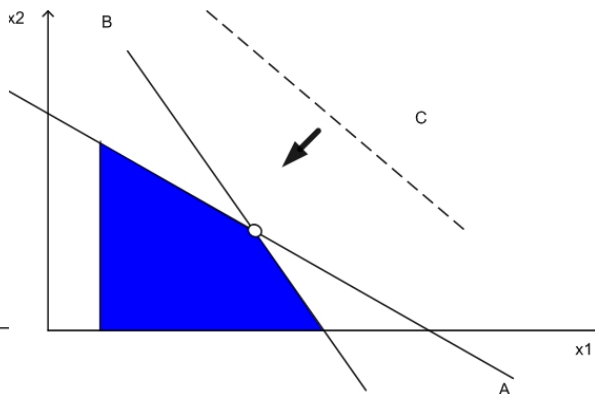


Рис.1б. Второй момент. Появился заказ на первое изделие. Область допустимых значения сузилась.

санкциям. При этом точка оптимума не изменится. В следующий момент времени (рис.2а) может появиться договор на второе изделие в количестве x_2^{\min} . Область допустимых значений еще более сузится, но точка оптимума опять же останется неизменной.

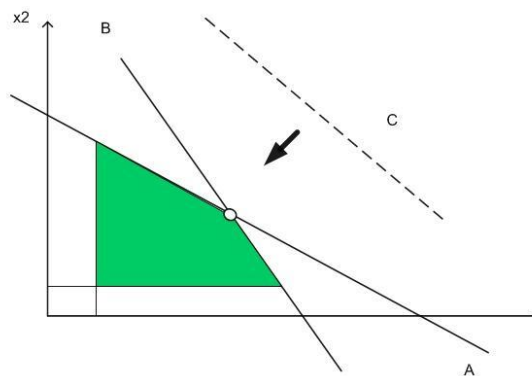


Рис.2а. Третий момент. Появился заказ на второе изделие

Ситуация, отображенная на рис. 2а, характерна следующим обстоятельством. Заданы ограничения $x_1^{\min} \leq x_1$ и $x_2^{\min} \leq x_2$. Заштрихованная область представляет собой свободу выбора для маркетолога по формированию плана производства «на склад». Известна точка оптимума.

Однако в практической деятельности часто возникает ситуация, когда (например, для поддержания цен на заданном уровне) может потребоваться ограничение «сверху» по какому-либо изделию (рис.2б). Точка оптимума в этом случае может измениться.

Таким образом, в предложенной технологии задается ограничение следующего вида.

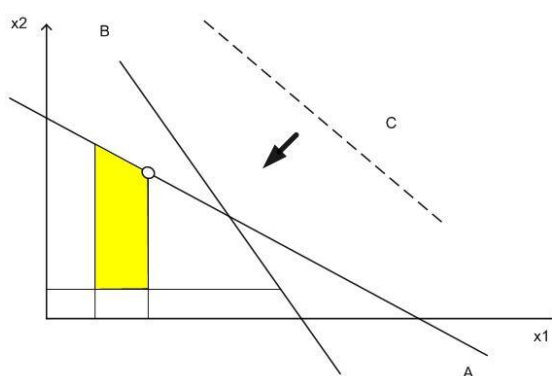


Рис.2б. Маркетолог задал ограничение «сверху» на первое изделие

$$x_i^{\min} \leq x_i \leq x_i^{\max}$$

Представленная модель используется маркетологами предприятия для заключения договоров в оперативном режиме. В течение планового периода (например, месяца) маркетологи заключают договоры с клиентами, при этом используя упрощенную модель с частичным перечнем ограничений. В конце месяца производится уточненный расчет выполнимости плана по каждой составляющей $j = \overline{1, m}$ трудовых ресурсов (аналогично по материалам, финансам, оборудованию). Описание предложенной технологии сделано с использованием языка UML (рис.3).

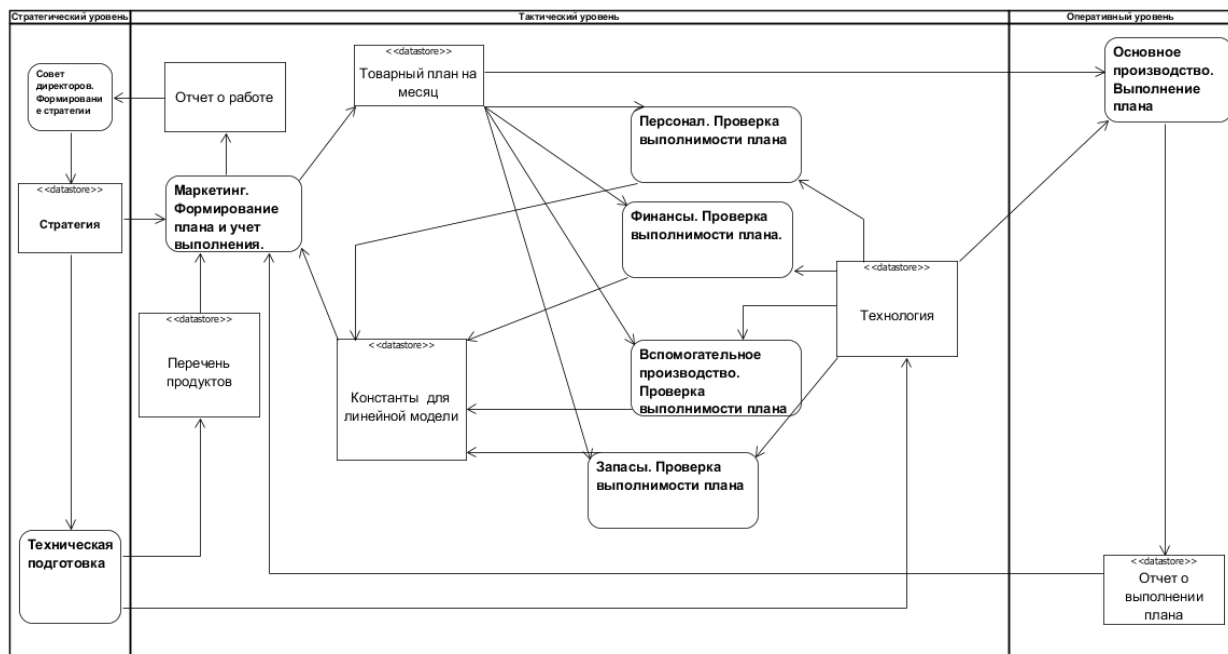


Рис. 3. Предложенная технология

Апробирование технологии проведено в учебном варианте MicrosoftDynamics AX 2009. Модуль линейного программирования с исполь-

зованием симплекс-метода реализован на языке x++, см. [3,6].

Предложенная информационная технология позволяет маркетологам предприятия опера-

тивно, в течение месяца, вести работу с клиентами. При этом на упрощенной модели проверяется и выполнимость плана, и выгодность того или иного заказа. В конце месяца проводится полная проверка выполнимости плана.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баронов В.В. Особенности использования и внедрения ERP - систем в России/ В.В. Баронов, Ю.И. Попов, Б.А. Позин, И.Н. Титовский И.Н. - <http://www.citforum.ru/seminars/cis99/epr.shtml>(06.04.2009).
2. Власов А.П. Анализ современных ERP-систем /А.П. Власов, С.П. Бобков, Б.Я. Солон//Российская академия естествознания.региональное приложение к журналу «Современные наукоемкие технологии». 2009. № 2. С. 50 – 54
3. Каткова А.П. Совершенствование корпоративной информационной системы Microsoft Dynamics AX 2009/ А.П. Каткова, рук. А.П.Власов//Тезисы докладов IX региональной студенческой научной конференции «Фундаментальные науки- специалисту нового века». Иваново. 2012. Т.2. С.108.
4. Леонид Витальевич Канторович «Математические методы организации и планирования производства», 1939.
5. Бухвалова В. В., Ковальчук А. В., Пакет прикладных программ FinPlus (версия 2.0) СПбГУ <http://www.exponenta.ru/educat/systemat/buhvalova/index2.asp>, 16.03.2013
6. Боровых, А.А. Совершенствование модуля "Маркетинг" корпоративной информационной системы MicrosoftDynamics AX 2009/ А.А. Боровых, рук. А.П.Власов//Тезисы докладов IX региональной студенческой научной конференции «Фундаментальные науки- специалисту нового века». Иваново. 2012. Т.2. С.74.
7. Власов, А.П. Исследование автоматизированных информационных система, используемых в химической промышленности/ А.П. Власов, С.П. Бобков, С.М, Чаусова//Известия вузов «Химия и хим. технология». 2011, Т. 54, №. 11 С. 126-128
8. Старикова М. С., Логачев К. И. Оптимизация структуры затрат на продвижение продукции промышленной корпорации// Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2012. №3. С. 130-132.