

С.А. Федосеев

Пермский государственный технический университет

В.И. Жирнов

ЗАО «Объединенная кабельная компания», г. Пермь

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ДАЛЬНОВИДНОЙ АДАПТАЦИИ

Приведен пример реализации механизма дальновидной адаптации в виде интеллектуального элемента системы управления производством, представляющего собой математическую модель, которая используется для поддержки принятия решений при распределении ресурсов предприятия между позаказным производством и производством под прогнозируемый спрос.

В работе [1] предложено систему управления производством условно разбить на три структурных уровня: стратегический, тактический и оперативный. Наиболее ответственные для всей системы решения принимаются на первом стратегическом уровне. Именно на этом уровне происходит адаптация производственной системы к изменениям, постоянно происходящим в окружающей среде, при этом должны учитываться будущие последствия принимаемых решений, т.е. производственная система должна обладать свойством дальновидности [2].

Механизм дальновидной адаптации рассмотрен в работе [3]. Отмечено, что никакая другая система, кроме адаптивной, не может обеспечить выживание и развитие предприятия в условиях рыночной экономики. Также отмечено, что при адаптивном управлении особенно важно учитывать дальновидность заказчиков предприятия, которые, обладая информацией о процедурах адаптивного управления предприятия, могут выбирать действия, не соответствующие будущим интересам предприятия.

В работе [4] рассмотрены два основных типа заказчиков: первые готовы переплачивать за товар, но требуют его немедленно, вторые,

наоборот, хотя скидки на товар, но при этом готовы подождать. В таких условиях предприятиям необходимо принимать правильные управленческие решения для рационального распределения мощностей, чтобы максимально удовлетворить запросы клиентов, покупающих продукцию со склада или заказывающих ее производство.

В работе [1] отмечено, что каждый уровень управления производством включает несколько связанных между собой математических моделей, которые играют роль *интеллектуальных элементов* системы управления и за счет обратных связей могут «подсказывать», как разрешить возникающие между отдельными элементами (подразделениями, сотрудниками) конфликты без большого ущерба для всей системы в целом.

В работе [4] приведен пример использования интеллектуального элемента для разрешения конфликта распределения ресурсов между производством под заказ и на склад. В работе предлагается структурная схема планирования производства, представленная на рис. 1, позволяющая оптимизировать *объемный план производства* (ОПП) для каждого типа стратегии продаж (под заказ или на склад под прогнозируемый спрос).

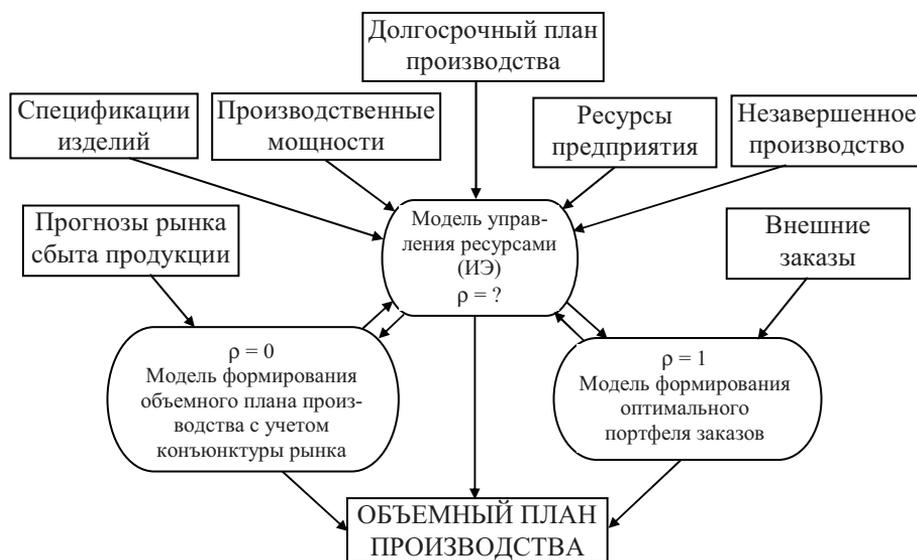


Рис. 1. Структурная схема формирования объемного плана производства

На схеме представлены три математические модели, важнейшей из которых является модель управления ресурсами. Данная мо-

дель понимается как *интеллектуальный элемент* (ИЭ) и используется для поддержки принятия решений при распределении ресурсов предприятия между позаказным производством и производством под прогнозируемый спрос на этапе формирования ООП.

Для этого вводится вектор ρ , определяющий процентные доли использования ресурсов предприятия при формировании оптимального портфеля заказов. Когда предприятие работает только под заказ, $\rho = 1$ и ОПП формируется с помощью единственной модели *оптимального портфеля заказов* (ОПЗ), предложенной в работе [5]. Когда предприятие работает только на склад под прогнозируемый спрос, $\rho = 0$ и ОПП формируется с помощью единственной модели *объемного плана производства с учетом конъюнктуры рынка* (ОППС) [5].

Реализация интеллектуального элемента рассматривается в виде двух вариантов: *имитационной модели* и *оптимизационной модели*.

Первый вариант реализации интеллектуального элемента как имитационной модели позволяет ЛПР оценить, какие заказы будут выполнены и какая продукция будет произведена в зависимости от распределения ресурсов ρ . Для получения такой оценки предлагается схема взаимодействия моделей ОПЗ и ОППС, представленная на рис. 2.

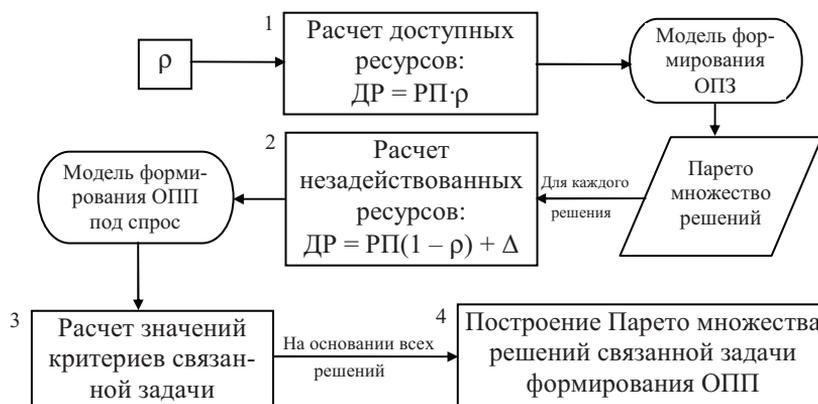


Рис. 2. Схема имитационной модели интеллектуального элемента

На приведенной схеме RP – все ресурсы предприятия, а DR – доступные ресурсы для соответствующих моделей; Δ в расчете (2) – это ресурсы, которые остались не задействованными для конкретного сформированного портфеля заказов. В расчете (3) для каждого решения суммируются значения критериев прибыльности, полученные

в моделях ОПЗ и ОППС, при этом значение критерия важности принимается равным значению, сформированному в модели ОПЗ.

Вектор p в имитационной модели задается ЛПР с целью получения Парето-множества вариантов ОПП, которые оцениваются по прибыльности и совокупной важности заказов, вошедших в каждый из вариантов ОПП.

Второй вариант реализации интеллектуального элемента позволяет находить «оптимальные» (рациональные) варианты перераспределения мощностей предприятия. Поскольку решение подобной оптимизационной задачи в полном объеме является трудноразрешимой вычислительной проблемой, предлагается приближенный поиск оптимальных решений с использованием метода стохастического поиска [6]. Алгоритм использования данного метода для нахождения рационального распределения мощностей предприятия представлен на рис. 3.



Рис. 3. Алгоритм стохастического поиска для формирования «оптимального» ОПП

Особенностью использования метода стохастического поиска в оптимизационной модели является то, что на каждой итерации ме-

тогда не только исследуются окрестности точек Парето-фронта, но и для каждого получаемого варианта портфеля заказов, по аналогии с имитационной моделью, на доступных производственных ресурсах формируется ОППС, который вместе с портфелем заказов образует ОПП. Далее в рамках алгоритма метода стохастического поиска каждый ОПП проверяется на Парето-оптимальность, формируя тем самым новое Парето-множество вариантов ОПП. После окончания процедуры стохастического поиска находятся Парето-множество ОПП и соответствующее оптимальное на данный период планирования распределение ресурсов предприятия между позаказным производством и производством под прогнозируемый спрос.

Таким образом, предложенные в работе [4] интеллектуальные элементы позволяют ЛПР не только оценить последствия того или иного варианта перераспределения мощностей, но и получить «оптимальное» по заданным критериям решение в виде Парето-оптимального набора ОПП.

Пример работы интеллектуальных элементов приводится на основе данных одного из российских кабельных заводов. Для примера были взяты данные о нормативной базе предприятия, информация о поступивших заказах, а также информация о ценах на выпускаемую продукцию. В качестве критериев оптимальности были выбраны два критерия: по прибыльности и по совокупной важности заказов, включенных в ОПП.

На основе этих данных было построено три Парето-фронта для ОПП, изображенных на рис. 4:

1) ОПП, обозначенный , был получен при выделении всех ресурсов предприятия для производства под заказ;

2) ОПП, обозначенный , был сформирован с использованием имитационной модели интеллектуального элемента, в которой оставшиеся от производства на заказ ресурсы были задействованы для производства на склад;

3) ОПП, обозначенный , был получен с использованием оптимизационной модели интеллектуального элемента.

Из рис. 4 видно, что использование оптимизационной модели позволило перераспределить ресурсы предприятия между производством под заказ и на склад таким образом, что в результате удалось увеличить прибыль предприятия более чем на 20 % для планов

с заказами невысокой важности и на 5–10 % для планов с заказами высокой важности.

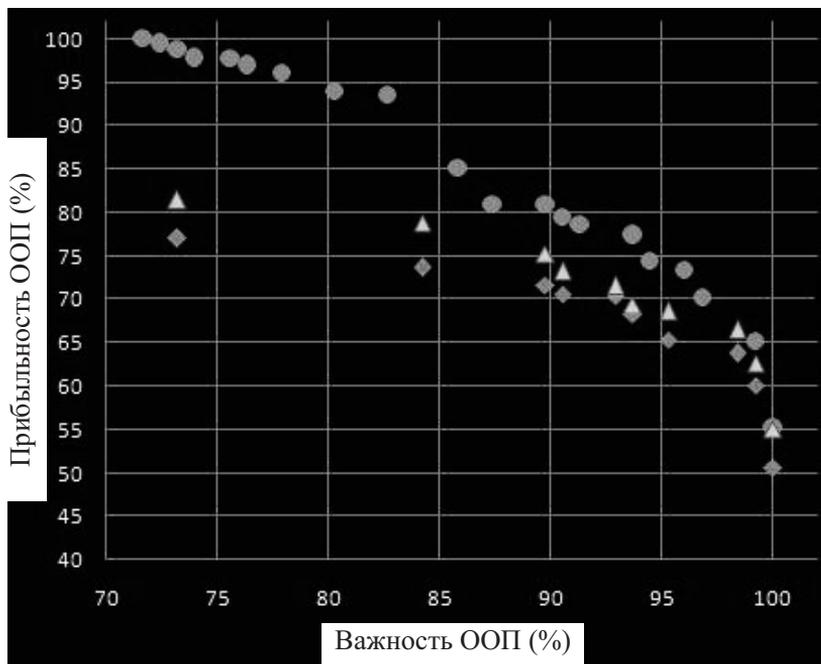


Рис. 4. Результаты формирования ОПП с помощью различных моделей

Следует отметить, что интеллектуальные элементы могут стать одним из основных инструментов в управлении производством на интеллектуальных предприятиях, описанных в работе [3], так как именно интеллектуальные элементы способны обеспечить самоорганизацию, обучение и адаптацию работников интеллектуальных предприятий в условиях быстрых изменений.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Современным предприятиям необходимо использовать механизм дальновидной адаптации для выживания и развития в условиях рыночной экономики.

2. В качестве инструментов для реализации механизмов дальновидной адаптации могут быть использованы интеллектуальные элементы, представляющие собой связанные математические модели, в частности, позволяющие рационально перераспределить мощности предприятия между позаказным производством и производством под прогнозируемый спрос.

Библиографический список

1. Столбов В.Ю., Федосеев С.А. Модель интеллектуальной системы управления предприятием // Проблемы управления. – 2006. – № 5. – С. 36–39.
2. Новиков Д.А. Теория управления организационными системами. – 2-е изд. – М.: Изд-во физико-математической литературы, 2007. – 584 с.
3. Цыганов В.В., Бородин В.А., Шишкин Г.Б. Интеллектуальное предприятие: механизмы овладения капиталом и властью (теория и практика управления эволюцией организации). – М.: Университетская книга, 2004. – 768 с.
4. Жирнов В.И. Управление производственными ресурсами предприятия в условиях меняющейся конъюнктуры рынка // Управление большими системами: сб. докладов 6-й школы-конференции молодых ученых. Ч. 1. – Ижевск: Изд-во УГУ, 2009. – С.171–178.
5. Жирнов В.И., Федосеев С.А., Агарков А.И. Модель управления заказами в рамках единой информационной системы предприятия // Проблемы управления. – 2007. – № 6. – С. 57–63.
6. Gelfand S.B., Mitter S.K. Simulated annealing with noisy or imprecise energy measurements // Journal of Optimization Theory and Applications. – 1989. – Vol.62, № 1. – P. 49–62.

Получено 04.10.2010