

От редакции

Свыше 30 лет связывает ученых Перми и Магнитогорска совместное творчество по развитию теории управления качеством процессов и теории обработки материалов давления. Пермские и магнитогорские профессора Гитман М.Б., Столбов В.Ю., Чукин М.В., Песин А.М. читают лекции в вузах США, Польши, Казахстана, России, проводят совместные исследования. В МГТУ им. Г.И. Носова работает единственный в России диссертационный совет по специальности «Стандартизация и управление качеством» в области металлургии, в котором защищено 5 докторских диссертаций и свыше 20 кандидатских. Доктора по этой уникальной специальности – Закиров Д.М., Корчунов А.Г., Моллер А.Б., Михайловский И.А., Федосеев С.А. успешно развивают теорию управления качеством в металлургии.

В настоящее время научная группа под руководством профессоров Чукина М.В. и Гитмана М.Б. работает над теоретическим обоснованием идей, внедряемых в ООО «Мотовилихинские заводы» в рамках выигранного МГТУ им. Г.И. Носова конкурса по созданию высокотехнологического производства.

УДК 65.012.2

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ СИТУАЦИОННОГО ЦЕНТРА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ*

Гитман М.Б.¹, Пустовойт К.С.², Столбов В.Ю.¹, Федосеев С.А.¹, Гун Г.С.³

¹ Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Россия

² Мотовилихинские заводы, г. Пермь, Россия

³ Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, Россия

Аннотация. В статье предложена концептуальная модель ситуационного центра промышленного предприятия, целью которого является поддержка принятия управленческих решений на базе интеллектуальных технологий, математического моделирования и информационно-аналитических систем. В качестве примера одной из задач, требующих решения в рамках ситуационного центра, приведена постановка задачи максимально гибкого реагирования на заказы, поступающие от существующих или потенциальных клиентов предприятия.

Ключевые слова: ситуационный центр, коллективное принятие решений, интеллектуальные технологии, математическое моделирование, управление заказами потребителей.

Введение

Производственные системы являются частным случаем социально-технических систем [1]. Управление такими системами связано со значительными сложностями, вызванными неполнотой информации, конфликтами интересов и целей, быстрыми и многочисленными изменениями в окружающей среде промышленного предприятия. При этом резко возрастают требования к гибкости производства и оперативности принятия управленческих решений, что, в свою очередь, обуславливает необходимость интеллектуализации и информатизации процессов управления. Для преодоления этих сложностей должны быть разработаны соответствующие эффективные механизмы и инструменты поддержки принятия решений на всех уровнях иерархии управления предприятием [2].

Качество принимаемых менеджерами решений в значительной степени определяет эффективность функционирования любой организации, в том числе производственной системы. Повысить качество управленческих решений позволяет механизм коллективного принятия решений [3], который является

непосредственной реализацией такого принципа TQM, как вовлечение сотрудников в управление предприятием с целью раскрытия и использования их творческого потенциала [4]. Реализация этого механизма требует разработки соответствующих инструментов, одним из которых может быть ситуационный центр промышленного предприятия (СЦПП).

Концептуальная модель ситуационного центра. Под СЦПП будем понимать человеко-машинную систему, включающую помещение (зал, комната, кабинет), оснащённое средствами коммуникаций (видеоконференцсвязь, конференц-связь) и другими средствами интерактивного представления информации, предназначенное для оперативного принятия экспертами согласованных управленческих решений, контроля и мониторинга технологических и организационных процессов производства, а также анализа возможных ситуаций на основе интеллектуальных технологий поддержки принятия управленческих решений. При этом *ситуацией* будем называть конкретное состояние исследуемой системы, которое возникло или может возникнуть в результате изменений как в самой системе, так и за счет внешних воздействий. Например, ситуацией будет состояние производственной системы при поступлении нового заказа или резкого изменения конъюнктуры рынка, что требует существенных изменений большого числа процессов,

* Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ (договор № 02.G25.31.0068 от 23.05.2013г. в составе мероприятия по реализации постановления Правительства РФ № 218).

протекающих в системе. Каждая ситуация характеризуется своим набором *ситуационных задач*, каждая из которых предполагает различные *сценарии* ее разрешения для достижения поставленных целей. Под *ситуационной задачей*, в данном случае, понимается проблема, возникшая в конкретной ситуации и требующая системного решения. Например, ситуационной задачей является составление нового объемного плана производства или оценка возможности выполнения срочного крупного заказа. Отметим, что часто конкретная ситуация характеризуется наличием *неопределенности*, обусловленной, с одной стороны, неполнотой информации об условиях протекания исследуемого процесса, с другой – неопределенностью параметров, характеризующих и описывающих этот процесс. Решение ситуационных задач связано с анализом конкретных ситуаций, отражающих происходящие в системе изменения, раскрытием имеющихся неопределенностей и выработкой последовательности возможных действий (*сценариев*), направленных на разрешение возникшей проблемы. Каждое решение ситуационной задачи подразумевает взаимодействие большого числа элементов системы и процессов, протекающих в системе. Поэтому для решения ситуационной задачи необходим набор *моделей*, характеризующих как сами процессы, так и их взаимодействие. Кроме этого необходима разработка *алгоритма поддержки управленческих решений*. Этот алгоритм строится на *механизме принятия коллективных решений*, подразумевающем наличие иерархии принятия решений на разных уровнях управления. При этом решение на каждом уровне должно базироваться на объективных данных, получаемых в оперативном режиме из информационной системы предприятия. По существу, речь идет о реализации механизмов *информатизации* и *интеллектуализации* управления, которые совместно с *механизмом принятия коллективных решений* являются методологической основой создания СЦПП.

Таким образом, СЦПП является интеграционным инструментом реализации следующих трех механизмов управления: *информатизации*, *интеллектуализации* и *принятия коллективных решений*.

Целью создания СЦПП является повышение качества принятия управленческих решений и формирование управленческих компетенций у менеджмента предприятия в условиях быстро меняющейся конъюнктуры рынка и состояния производства.

Для достижения данной цели СЦПП должен решать следующие основные задачи:

- мониторинг состояния объекта управления с прогнозированием развития ситуации на основе анализа поступающей информации;
- поддержка принятия управленческих решений на базе математического моделирования и использования информационно-аналитических систем;
- экспертная оценка принимаемых решений и их оптимизация;
- управление в кризисной ситуации;
- формирование управленческих компетенций.

Первая задача предполагает сбор и анализ поступающей информации о всех технологических процессах производства, а также выявление «узких мест»

производства и прогнозирование конъюнктуры рынка.

В рамках второй задачи осуществляется разработка ряда моделей поддержки принятия управленческих решений на стратегическом и тактическом уровнях планирования, например [5-8]:

- синергетическая модель повышения открытости системы производственного планирования с учетом стратегических целей предприятия (обоснование согласованных периодов планирования на различных уровнях принятия решения);
- модель формирования оптимального портфеля заказов на заданный период планирования с учетом важности заказов и ограничений на производственные ресурсы;
- модель составления объемного плана производства продукции под спрос с учетом прогноза конъюнктуры рынка и состояния производства;
- модель управления инновациями с учетом рисков промышленного предприятия (разработка структуры банка инноваций, выбор инноваций с учетом рисков, обоснование сроков инновационного проекта);
- модель составления операционного плана производства на заданный период планирования с учетом комфортности производства и равномерности загрузки оборудования;
- модель перепланирования производства с учетом синхронизации требований потребителей и возможностей производителей продукции.

Экспертная оценка принимаемых решений и их оптимизация проводится на основе разработанных моделей и интеллектуальных технологий и приводит к изменению главного календарного плана производства (при необходимости производится оптимизация решения с учетом стратегических целей предприятия).

Управление в кризисной ситуации определяется регламентом промышленного предприятия.

СЦПП также может быть использован для формирования профессиональных управленческих компетенций при освоении образовательных программ ВПО и ДПО, в том числе:

- для поддержки ресурсами и средствами разнообразных активных форм проведения занятий со слушателями всех видов и форм обучения;
- поддержки ресурсами и средствами научно-исследовательских и информационно-аналитических работ, проводимых со слушателями;
- обучения персонала ситуационных центров использованию современных информационных, аналитических и технологических средств;
- проведения деловых игр; стендовой отработки интеллектуальных информационных технологий при принятии управленческих решений.

Еще раз подчеркнем, что важной функцией СЦПП является *поддержка принятия управленческих решений на базе интеллектуальных технологий, математического моделирования и использования информационно-аналитических систем*.

На основе разработанных моделей и интеллектуальных технологий в рамках СЦПП производится

экспертная оценка принимаемых решений по изменению основных и вспомогательных бизнес-процессов и при необходимости осуществляется оптимизация принимаемого решения с учетом стратегических целей предприятия.

Пример ситуационной задачи. Приведем пример одной из постановок задач, требующих решения в рамках ситуационного центра промышленного предприятия.

Известно [4], что в целях максимального удовлетворения требований потребителей для промышленного предприятия актуальной является задача максимально гибкого реагирования на заказы, поступающие от существующих или потенциальных клиентов.

Содержательно данная задача заключается в следующем: предприятие получает от клиента заказ на несколько видов продукции. При этом клиент определяет ограничения на количество, сроки и цену каждого вида продукции. Кроме того, клиент может определить приоритетность видов продукции. Предприятию необходимо в заданные сроки либо принять условия клиента, либо сделать встречные предложения по количеству, срокам и стоимости продукции. При этом предприятие учитывает свои интересы по получению прибыли, важность клиента, а также ограничения на производственные мощности и материальные ресурсы. В худшем случае предприятие полностью отказывает клиенту в производстве всех видов продукции.

Для решения поставленной задачи необходимо разработать математическую модель, которая будет генерировать некоторый набор вариантов выполнения заказа клиента с учетом интересов клиента и предприятия. Эта модель должна позволять:

- расчет несколько вариантов выполнения заказа клиента с указанием количества, сроков, цены и прибыли по каждому виду продукции либо выдавать заключение о полной невозможности выполнения заказа клиента;
 - определение количества производственных мощностей и материальных ресурсов, необходимых для выполнения всех или части требований клиента.
- Исходными данными задачи являются:
- заказ клиента, включающий количество, сроки, цену и приоритетность каждого требуемого вида продукции;
 - нормативно-справочная информация по составу изделий и технологии их производства;
 - данные по себестоимости продукции предприятия;
 - план использования производственных мощностей и материальных ресурсов предприятия.

Будем полагать, что клиент сделал предприятию j -й заказ на N видов продукции в количестве q_{ij} , $i = \overline{1, N}$. Здесь j – это уникальный номер заказа, сквозной для всех клиентов. При этом j -й заказ однозначно идентифицирует клиента, т.е. по номеру заказа всегда можно установить: какой клиент его сделал, что необходимо для определения важности клиента и ценовой политики предприятия в отношении клиента.

Считается, что требуемая i -я продукция для j -го заказа может быть:

– либо отгружена из складских запасов предприятия в количестве q_{ij}^s по цене $p_{ij}^s(q_{ij}^s)$ с себестоимостью c_{ij}^s и прибылью $\Delta_{ij}^s = q_{ij}^s(p_{ij}^s(q_{ij}^s) - c_{ij}^s)$;

– либо произведена предприятием в срок в количестве q_{ij}^e по цене $p_{ij}^e(q_{ij}^e)$ с себестоимостью $c_{ij}^e(q_{ij}^e)$ и прибылью $\Delta_{ij}^e = q_{ij}^e(p_{ij}^e(q_{ij}^e) - c_{ij}^e(q_{ij}^e))$.

– либо произведена с отклонением по срокам D_{ij} , не превышающим некоторое известное допустимое отклонение D_{ij}^* , в количестве q_{ij}^b по цене $p_{ij}^b(q_{ij}^b, D_{ij})$ с себестоимостью $c_{ij}^b(q_{ij}^b)$ и прибылью $\Delta_{ij}^b = q_{ij}^b(p_{ij}^b(q_{ij}^b, D_{ij}) - c_{ij}^b(q_{ij}^b))$. Если $D_{ij} > D_{ij}^*$, то предприятие отказывает клиенту в производстве i -й продукции по j -му заказу.

Для перечисленных количеств единиц продукции будет справедливым следующее ограничение:

$$q_{ij}^s + q_{ij}^e + q_{ij}^b = q_{ij}, \quad (1)$$

При этом прибыльность i -й продукции в j -м заказе Δ_{ij} рассчитывается по формуле $\Delta_{ij} = \Delta_{ij}^s + \Delta_{ij}^e + \Delta_{ij}^b$, а суммарная прибыльность j -го заказа Δ_j рассчиты-

вается по формуле $\Delta_j = \sum_{i=1}^N \Delta_{ij}$.

В соответствии с нормативно-справочной информацией по составу изделий и технологии их производства будем полагать известными:

- потребность в мощностях каждого из M типов оборудования на единицу продукции R_{il} , $l = \overline{1, M}$, $i = \overline{1, N}$, задаваемая на основе технологических маршрутов;
- потребность в каждом из K ключевых материалах на единицу продукции S_{ki} , $k = \overline{1, K}$, $i = \overline{1, N}$, задаваемая на основе спецификации изделий;
- доступные мощности для каждого типа оборудования P_l , $l = \overline{1, M}$ в соответствии с планом производства;
- доступное количество для каждого из ключевых материалов T_k , $k = \overline{1, K}$, определенное на основе данных о состоянии склада и плана закупок.

В результате ограничения на производственные мощности и материалы для производства заказа j -го клиента могут быть записаны следующим образом:

$$\sum_{i=1}^N R_{il}(q_{ij}^e + q_{ij}^b) \leq P_l, \quad l = \overline{1, M}; \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^N S_{ki}(q_{ij}^e + q_{ij}^b) \leq T_k, \quad k = \overline{1, K}; \quad (3)$$

$$q_{ij}^e \geq 0, i = \overline{1, N}; \quad (4)$$

$$q_{ij}^b \geq 0, i = \overline{1, N}. \quad (5)$$

Складские запасы продукции Q_i , $i = \overline{1, N}$, считаются известными. Тогда ограничения на отгрузку продукции со склада для заказа j -го клиента можно записать в следующем виде:

$$0 \leq q_{ij}^s \leq Q_i, i = \overline{1, N}.$$

Важность j -й заказа W_j определяется важностью клиента для предприятия I_j и дополнительно может зависеть от прибыльности заказа Δ_j . При этом важность i -й продукции в j -м заказе V_{ij} задается клиентом.

Теперь математическую постановку задачи оптимизации позаказного производства можно представить в следующем виде.

Пусть имеется j -й заказ на N видов продукции в количестве q_{ij} , $i = \overline{1, N}$. Необходимо найти такие количества q_{ij}^s , q_{ij}^e и q_{ij}^b , чтобы при ограничениях (1)-(6) обеспечить экстремальные значения следующим критериям:

– прибыльности

$$\sum_{i=1}^N \Delta_{ij} \rightarrow \max; \quad (7)$$

– важности

$$\sum_{i=1}^N W_j(I_j, \Delta_j) V_{ij} \rightarrow \max; \quad (8)$$

– своевременности

$$\sum_{i=1}^N D_{ij} V_{ij} \rightarrow \min. \quad (9)$$

Следует отметить, что задача может быть поставлена аналогичным образом и для случая получения нескольких заказов от различных клиентов, а также для случая рассмотрения конкурирующих заказов, уже размещенных в плане производства. При этом в выра-

жениях (2), (3), (6)-(9) появятся суммы по j -м заказам.

Для решения поставленной выше задачи необходимо разработать эффективный алгоритм, использующий базу данных о возможных технологических маршрутах изготовления каждой единицы продукции и имеющихся ресурсах предприятия, которые необходимо получать в реальном времени из информационной системы предприятия.

В результате решения данной многокритериальной оптимизационной задачи может быть получено множество допустимых решений (например, Парето-множество). Выбор наиболее приемлемого для всей производственной системы решения представляет задачу, которую наиболее эффективно решать в рамках СЦПП путем применения механизма коллективного принятия решения. При этом эксперты могут изменять параметры задачи (важность заказа, себестоимость продукции, сроки выполнения заказа и т.п.) и проводить анализ возможного решения при новых исходных данных.

Выводы. Предложена концептуальная модель ситуационного центра предприятия, в рамках которой сформулированы его цели и задачи. Рассмотрен пример постановки одной из ситуационных задач, часто возникающей при планировании производства и требующей решения в рамках ситуационного центра промышленного предприятия.

Список литературы

1. Гитман М.Б., Столбов В.Ю., Гилязов Р.Л. Управление социально-техническими системами с учетом нечетких предпочтений. М.: ЛЕНАНД, 2010. 272 с.
2. Губко М.В. Математические модели оптимизации иерархических структур. М.: ЛЕНАНД, 2006. 264 с.
3. Панфилова А.П. Мозговые штурмы в коллективном принятии решений. М.: Флинта, 2007. 320 с.
4. Управление качеством продукции на современных промышленных предприятиях: монография / С.А. Федосеев, М.Б. Гитман, В.Ю. Столбов, А.В. Вожаков. Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2011. 229 с.
5. Пустовойт К.С., Гитман М.Б., Столбов В.Ю. Повышение открытости производственной системы с учетом интересов внешних и внутренних потребителей // Актуальные проблемы экономики. 2012. №8. С. 440-451.
6. Жирнов В.И., Столбов В.Ю. Модель формирования оптимального плана производства как элемент системы поддержки принятия решений на стратегическом уровне управления предприятием // Теор. и прикл. аспекты информационных технологий: сб. науч. трудов; ГосНИИУМС. Пермь, 2007. Вып. 56. С. 87-96.
7. Пустовойт К.С., Гитман М.Б., Столбов В.Ю. Перепланирование ресурсов как механизм синхронизации требований потребителей и производителей продукции // Актуальные проблемы экономики. 2012. №9. С. 457-466.
8. Федосеев С.А., Вожаков А.В., Гитман М.Б. Модель календарного планирования производства с нечеткими целями и ограничениями // Системы управления и информационные технологии. 2009. №3. С. 21-24.

INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

THE CONCEPTUAL MODEL OF THE SITUATIONAL CENTER OF THE INDUSTRIAL ENTERPRISE

Gitman Mikhail Borisovich – D.Sc. (Eng.), Professor, Perm State National Research Polytechnic University, Russia. E-mail: gmb@matmod.pstu.ac.ru.

Pustovoyt Konstantin Semyonovich – Ph.D., Advisor to General Director OJSC «Motovilikhinsky Zavody». Russia. E-mail: forksp@mail.ru.

Stolbov Valeriy Yurievich – D.Sc. (Eng.), Professor, Perm State National Research Polytechnic University, Russia. E-mail: svu@matmod.pstu.ac.ru.

Fedoshev Sergei Anatoljevich – D.Sc. (Eng.), Professor, Perm State National Research Polytechnic University, Russia. E-mail: fsa@gelicon.biz.

Gun Gennadij Semenovich – D.Sc. (Eng.), Professor, Advisor to the Rector, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Russia.

Abstract. The paper proposes a conceptual model of the situational center of the industrial enterprise. The aim of the situational center is to support decision-making on the base of intellectual technologies, mathematical modelling and information-analytical systems. Also the statement of the problem of maximizing level of service for consumers of the enterprise is presented.

Keywords: situational centre, decision-making team, intellectual technologies, mathematical modelling, customer order management.

References

1. Gitman M.B., Stolbov V.Y., Gilyazov R.L. *Upravlenie socialno-tekhnicheskimi sistemami s uchetom nechetkih predpochteniy*. [Management of socio-technical systems with fuzzy preference]. Moscow: LENAND, 2010, 272 p.
2. Gubko M.V. *Matematicheskie modeli optimizatsii ierarhicheskikh struktur*. [Mathematical model of hierarchical structures optimization]. Moscow: LENAND, 2006, 264 p.
3. Panfilova A.P. *Mozgovie shturny v kollektivnom prinyatii resheniy*. [Brainstorming for collective decision-making]. Moscow: Flinta, 2007, 320 p.
4. Fedoseev S.A., Gitman M.B., Stolbov V.Y., Vozhakov A.V. *Upravlenie kachestvom produktsii na sovremennykh promyshlennnykh predpriyatiyakh*. [Products quality management of the modern industrial enterprises]. Perm: National Research Polytechnic University of Perm publisher, 2011, 229 p.
5. Pustovoyt K.S., Gitman M.B., Stolbov V.Y. Povyshenie otkritosti proizvodstvennoy sistemy s uchetom interesov vneshnykh i vnutrennykh potrebitel'ey. [Increase of the transparency of the production system with the interests of internal and external customers]. *Aktualnye problemy ekonomiki* [Actual problems of Economics], 2012, no. 8, pp. 440-451.
6. Zhimov V.I., Stolbov V.Y. Model formirovaniya optimalnogo plana proizvodstva kak element sistemy podderzhki prinyatiya resheniy na strategicheskom urovne upravleniya predpriyatiem. [The model for formation of the optimal production plan as an element of the decision support system at the strategic level of the enterprise management]. *Teoreticheskie i prikladnye aspekty informatsionnykh tekhnologiy* [Theoretical and applied aspects of information technologies], Perm State research Institute of control machines and systems, 2007, no. 56, pp. 87-96.
7. Pustovoyt K.S., Gitman M.B., Stolbov V.Y. Pereplanirovaniye resursov kak mekhanizm sinhronizatsii trebovaniy potrebitel'ey i proizvoditeley produktsii. [Rescheduling resources as a synchronization mechanism of requirements of consumers and producers]. *Aktualnye problemy ekonomiki* [Actual problems of Economics], 2012, no. 9, pp. 457-466.
8. Fedoseev S.A., Vozhakov A.V., Gitman M.B. Model kalendarnogo planirovaniya proizvodstva s nechetkimi tselyami i ogranicheniyami. [Model production scheduling with fuzzy goals and constraints]. *Sistemy upravleniya i informatsionnye tekhnologii* [Control systems and information technologies], 2009, no. 3, pp. 21-24.