

При помощи описанной выше системы решались тестовые задачи различной размерности, которые подтвердили эффективность предложенных алгоритмов для построения планов работ. Все эксперименты производились на компьютере с 3 Гб оперативной памяти, работающем на двухядерном процессоре AMD Turion X2 Ultra Dual-Core Mobile ZM-82, имеющим тактовую частоту 2,2 ГГц.

Например, для решения задачи с 70 станками в 7 цехах и с 6 сборочными участками, 30 изделиями со спросом 3...10 изд./сут., с общим числом деталей 91556 ед., техпроцесс обработки которых состоял из 5...10 операций, потребовалось около 35 мин.

Список литературы

1. Bruker P. Scheduling Algorithms. Leipzig: Springer. 2007. 371 p.
2. Конвей Р.В., Максвелл В.А., Миллер Л.В. Теория расписаний. М.: Наука. 1975. 360 с.
3. Зак Ю.А. Прикладные задачи теории расписаний и маршрутизации перевозок. М.: Книжный дом «Либроком». 2011.
4. Хоботов Е.Н. О некоторых моделях и методах решения задач планирования в дискретных производственных системах // Автоматика и телемеханика. 2007. №12. С. 85-100.
5. Сидоренко А.М., Хоботов Е.Н. Агрегирование при планировании работ на машиностроительных предприятиях // Теория и системы управления. 2013. № 5. С. 132-144.
6. Сидоренко А.М., Хоботов Е.Н. Планирование производств с параллельной сборкой изделий // Вестник Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. Серия «Машиностроение». – 2009. № 3. 100-109 стр.
7. Хоботов Е.Н. Задачи и методы управления многоменклатурными запасами в условиях производства продукции // Известия РАН. Теория и системы управления. 2011. № 6. С. 221-232.
8. Куняев М.С., Фирсов А.С., Хоботов Е.Н. Об одном подходе к построению системы планирования работ на машиностроительном предприятии // Вестник Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. Серия «Машиностроение». 2009. № 4. С. 91-102.
9. Хоботов Е.Н. Использование оптимизационно-имитационного подхода для решения задач планирования и выбора маршрутов обработки. Ч. I, II // АиТ. 1996. № 1, 2.

*Ермолова Мария Алексеевна – аспирант МГТУ им. Н.Э. Баумана, Хоботов Евгений Николаевич – вед. науч. сотрудник ИПУ РАН, проф. МГТУ им. Н.Э. Баумана.
E-mail: e_khobotov@mail.ru
Контактный телефон (495) 430-91-68.*

АЛГОРИТМ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ НА БАЗЕ СИТУАЦИОННОГО ЦЕНТРА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ¹

А.В. Вожаков (ОАО «Мотовилихинские заводы»)

М.Б. Гитман, В.Ю. Столбов

(Пермский национальный исследовательский политехнический университет)

Рассматривается проблема поддержки принятия коллективных решений при возникающих на предприятии сложных ситуациях, связанных с планированием и производством продукции. Показано, что эффективным инструментом реализации механизма коллективного принятия решений может быть ситуационный центр предприятия. Предложена концептуальная модель ситуационного центра, позволяющая осуществлять процесс согласования управленческих решений. Представлен возможный алгоритм принятия решений.

Ключевые слова: производственная система, механизмы управления, ситуационная задача, ситуационный центр, алгоритм принятия решений.

Введение

Управление производственными системами как частным случаем социально-технических систем [1] связано со значительными сложностями, вызванными неполнотой информации, конфликтами интересов и целей, быстрыми и многочисленными изменениями в окружающей среде промышленного предприятия. Кроме того, резко возрастают требования к гибкости производства и к оперативности принятия управленческих решений, что в свою очередь обуславливает необходимость интеллектуализации и информатизации процессов управления. Для пре-

одоления 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]. Реализация этого механизма требует разработки соответствующих инструментов, одним из которых может быть си-

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ (договор № 02.G25.31.0068 от 23.05.2013 г. в составе мероприятия по реализации постановления Правительства РФ № 218).

туационный центр промышленного предприятия (СЦПП).

Концептуальная модель ситуационного центра

Под СЦПП будем понимать человеко-машинную систему интерактивного представления информации и аудио- и видеofиксации, предназначенную 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.

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, требующее существенных изменений большого числа процессов, протекающих в системе. Например, ситуацией будет состояние производственной системы при поступлении крупного заказа (при высокой текущей загрузке мощностей предприятия) или резкого изменения конъюнктуры рынка. Тем или иным образом ситуация порождает одну или несколько проблем, которые в свою очередь требуют анализа, оценки, формирования модели решения, концепции для поиска решения и в конечном итоге декомпозиции в ряде ситуационных задач, требующих системного решения. Например, ситуационной задачей является оценка возможности выполнения срочного крупного заказа в указанный срок с учетом текущей загрузки производственных мощностей и фактическим наличием свободных остатков материалов. Отметим, что, как правило, ситуации характеризуются наличием неопределенности, обусловленной, с одной стороны, неполнотой информации об условиях протекания исследуемого процесса, с другой — неопределенностью параметров, характеризующих и описывающих этот процесс. Таким образом, для решения проблем, возникших в определенной ситуации, необходимо по крайней мере:

- 1) произвести анализ ситуации, отражающий происходящие в системе изменения;
- 2) выработать последовательность действий (сценарий), направленную на разрешение возникшей проблемы;
- 3) осуществить раскрытие имеющихся неопределенностей;
- 4) выявить перечень ситуационных задач, требующих решения;
- 5) решить ситуационные задачи;
- 6) сформулировать и принять промежуточные решения по отдельным процессам производственной системы;
- 7) сформулировать и принять общее решение по возникшей ситуации.

Как правило, для принятия промежуточных решений по отдельным процессам системы требуется при-

влечение широкого круга представителей предприятия (руководителей и специалистов). Кроме того, для решения ситуационных задач необходим набор моделей, характеризующих как сами процессы производственной системы, так и их взаимодействие. Если процесс принятия решения затруднен ввиду сложности возникшей ситуации, необходима разработка алгоритма поддержки принятия управленческих решений, строящегося на механизме принятия коллективных решений, подразумевающим наличие иерархии принятия решений на разных уровнях управления. При этом промежуточные решения на каждом уровне должны 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 [4].

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.

В рамках решения первой задачи предполагается сбор и анализ поступающей информации о всех технологических процессах производства, а также выявление «узких мест» производства и прогнозирование конъюнктуры рынка.

Вторая задача включает разработку необходимых моделей поддержки принятия управленческих решений на стратегическом и тактическом уровнях планирования, например [5–9]:

- 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



Рис. 1. Пример структурной модели ситуационного центра промышленного предприятия

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 плана производства (при необходимости производится оптимизация производственного плана 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 высшего и дополнительного профессионального образования, 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.

Структурная модель ситуационного центра промышленного предприятия на примере предприятия ОАО «Мотовилихинские заводы» приведена на рис. 1.

В предлагаемой модели ядро системы состоит из трех основных частей:

- а) база данных системы управления ситуационным центром;
- б) база данных хранилища данных;
- в) автоматизированные программные модули доступа к информационным ресурсам предприятия и внешним информационным ресурсам.

Интеллектуальной составляющей СЦПП является система поддержки принятия решений, включающая набор математических моделей с открытым интерфейсом и методику принятия коллективных управленческих решений возникающих ситуационных задач. Данная подсистема предназначена для решения поставленной модератором ситуационной задачи, которая обычно представляет собой многокритериальную оптимизационную задачу с ограничениями на производственные ресурсы. В рамках СППР может быть получено множество допустимых решений (например,

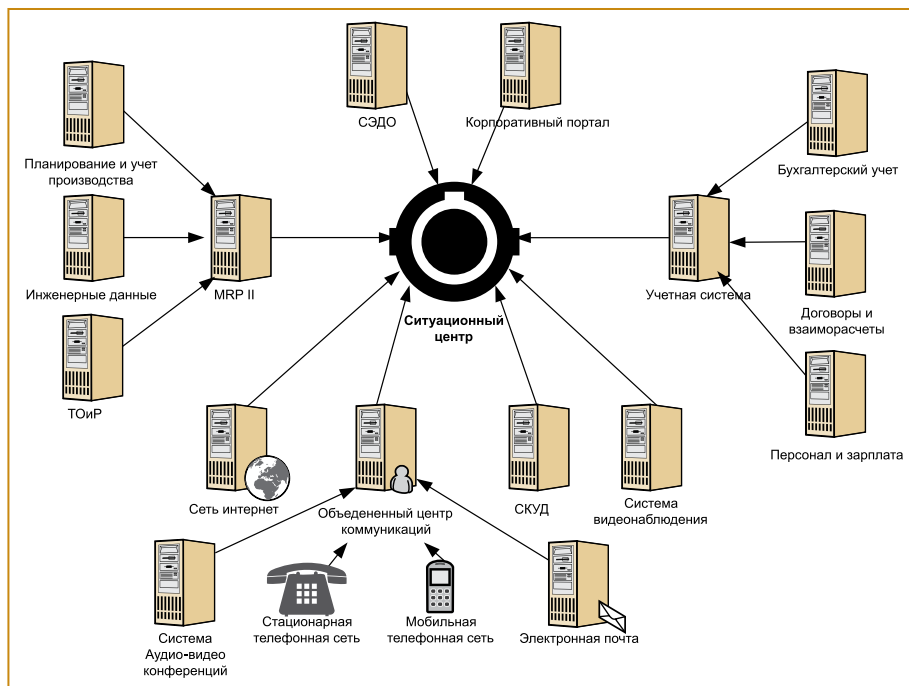


Рис. 2. Пример модели информационной поддержки ситуационного центра промышленного предприятия

Парето-множество) и для выбора наиболее приемлемого для предприятия решения предлагается использовать механизм коллективного принятия решений экспертами подразделений предприятия в рамках ситуационного центра. Для реализации процесса коллективного принятия решений в ситуационном центре предусмотрена одна из трех организационных структур [3]: комитет (решение принимается, если за него проголосовало большинство экспертов); иерархия (эксперты выстраиваются в цепочку и решение отклоняется, если против него проголосовал хотя бы один эксперт) или полиархия (для принятия решения достаточно, чтобы оно было одобрено экспертом, выбираемым случайным образом из заданного множества экспертов).

Следует отметить, что за счет открытого интерфейса разработанных моделей эксперты с помощью технического и программного обеспечения ситуационного центра могут варьировать параметры задачи (важность заказа, себестоимость продукции, сроки выполнения заказа и т.п.) и проводить анализ возможных решений при различных исходных данных. С этой целью в структуре СЦПП предусмотрены инструменты доступа к необходимым базам данных предприятия и коммуникации между его различными структурными подразделениями.

Пример модели информационной поддержки ситуационного центра предприятия представлены на рис. 2.

Еще раз отметим, 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 плана производства с учетом стратегических целей предприятия.

Алгоритм принятия коллективного решения ситуационной задачи

СЦПП представляет собой человеко-машинную систему поддержки принятия решений при управлении предприятием, в рамках которой большую роль играют эксперты. В качестве экспертов выступают ответственные представители (чаще всего руководители) структурных подразделений, отвечающие за реализацию тех или иных бизнес-процессов предприятия. В число экспертов также могут быть включены представители основных заказчиков предприятия. Для решения каждой ситуационной задачи эксперты наделяются определенными полномочиями и правами в рамках выбранной для этой задачи организационной структуры системы принятия управленческого решения.

При исследовании производственной системы могут быть выявлены наиболее характерные и значимые виды ситуаций, возникающие с определенной регулярностью. Характерные ситуации могут быть описаны в виде специфических признаков, входных данных и условий возникновения ситуации, типовых моделей процессов, требующих изменения в данной ситуации, а также в виде общей структуры решения, которое необходимо принять для разрешения возникшей в результате ситуации проблемы. При этом необходима разра-

Нам легче управлять людьми, чем помешать им управлять нами.

Ф. Парошфук

ботка общего алгоритма формирования и принятия решений для достижения поставленных целей.

В общем случае алгоритм принятия согласованного решения может включать несколько этапов.

На первом этапе формулируется ситуационная задача, и определяются все заинтересованные стороны. Для этого возможна декомпозиция исходной задачи на ряд более простых подзадач, связанных между собой.

На втором этапе идет сбор необходимой исходной информации, а также ее анализ с позиций полноты и неопределенности. Делаются предположения по раскрытию неопределенностей, необходимые для построения математических моделей всех бизнес-процессов и их взаимосвязей, исследуемых в рамках данной ситуационной задачи.

Третий этап заключается в нахождении возможных вариантов решения всех подзадач на базе разработанных моделей и при необходимости исходной задачи в условиях принятых предположений.

На четвертом этапе осуществляется анализ экспертами представленных вариантов решения как частных подзадач, так и всей ситуационной задачи в целом.

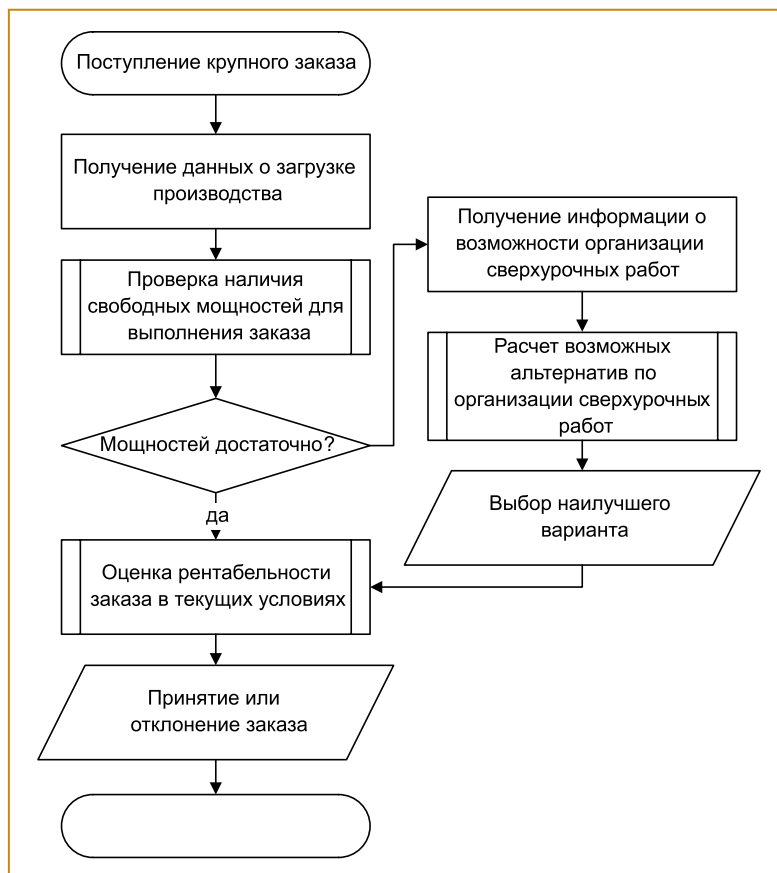


Рис. 3. Алгоритм решения ситуационной задачи принятия или отклонения крупного производственного заказа

Заключение

На заключительном этапе в рамках СЦПП осуществляется выбор окончательного решения ситуационной задачи, согласованного со всеми заинтересованными сторонами с использованием механизма коллективного принятия решения. Если такой выбор осуществить не удалось, необходимо уточнение сделанных предположений, сбор дополнительной информации, нахождение новых вариантов решения всех подзадач (при необходимости и исходной задачи) и выбор согласованного коллективного решения ситуационной задачи. Отметим, что такая процедура может быть осуществлена необходимое число раз.

Приведем пример применения данного алгоритма для решения конкретной ситуационной задачи принятия или отклонения крупного производственного заказа в случае большой загрузки производственных мощностей промышленного предприятия (рис. 3).

Следует отметить, что в приведенном алгоритме при проверке наличия свободных мощностей, расчете возможных альтернатив по организации сверхурочных работ и оценке рентабельности заказа применяются разработанные математические модели, использующие необходимую информацию из баз данных предприятия. При выборе наилучшего варианта организации сверхурочных работ, а также при принятии решения об отклонении или выполнении заказа используется механизм коллективного решения с участием различных экспертов, заинтересованных в разрешении рассматриваемой ситуационной задачи. В качестве таких экспертов обычно выступают представители служб сбыта, снабжения, финансов, а также производственных подразделений, участвующих в выполнении как уже принятых, так и вновь поступающих заказов.

В результате оценки эффективности предложенного подхода выявлено, что оперативность принятия управленческих решений на промышленном предприятии в среднем возрастает на 10...15%, при этом резко снижаются риски ошибок при выборе решения за счет участия более широкого числа квалифицированных экспертов.

Представленный алгоритм может быть использован для решения различных ситуационных задач, связанных не только с процессом планирования производства, но и с формированием портфеля производственных заказов с учетом согласования интересов производителей и потребителей продукции, управления инновационными проектами с учетом имеющихся ресурсов предприятия, управления продажами выпускаемой продукции и управления закупками необходимых материалов и комплектующих.

Предложена концептуальная модель ситуационного центра, в рамках которой сформулированы его цели и задачи, а также приведен пример организационной структуры такого центра на базе промышленного предприятия ОАО «Мотовилихинские заводы». Обосновано, что СЦ является современным интеграционным инструментом реализации таких эффективных механизмов управления крупным промышленным предприятием, как интеллектуализация и информатизация производства, а также принятие коллективных решений.

Приведен общий алгоритм принятия согласованных решений в рамках ситуационного центра промышленного предприятия, а также рассмотрен пример применения данного алгоритма при решении ситуационной задачи принятия или отклонения крупного производственного заказа при существующей загрузке мощностей 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, 264с.
3. Sah R.K., Stiglitz J.E. The Committees, Hierarchies and Polyarchies // The Economic Journal, Vol. 98, №391. (1988), pp.451-470.
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, 229с.
5. Вожаков А. В., Евстратов С. Н., Столбов В. Ю. Автоматизация планирования производства в рамках единой информационной системы многопрофильного предприятия // Автоматизация в промышленности. 2012. №2. С.13-16.
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. Федосеев С. А., Вожаков А. В., Гитман М. Б. Управление производством на тактическом уровне планирования в условиях нечеткой исходной информации // Проблемы управления. 2009. №5. С.36-43.
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.
9. Беляев А. А., Котов С. С., Столбов В. Ю. Модель управления ресурсами предприятия при дискретном производстве // Проблемы управления. 2007. №6. С. 50-56.

Вожаков Артем Викторович — канд. техн. наук, директор по информационным технологиям ОАО «Мотовилихинские заводы», **Гитман Михаил Борисович** — д-р физ.-мат. наук, профессор кафедры математического моделирования систем и процессов, **Столбов Валерий Юрьевич** — д-р техн. наук, декан факультета прикладной математики и механики Пермского национального исследовательского политехнического университета

Контактный телефон (8342)2 77-20-74.

E-mail: vozhakov@ya.ru ; gmb@matmod.pstu.ac.ru valeriy.stolbov@gmail.com