

УДК 658.5.011 + 658.512.8

А.В. Вожаков¹, А.Н. Данилов²

¹ОАО «Мотовилихинские заводы», Пермь, Россия

²Пермский национальный исследовательский
политехнический университет, Пермь, Россия

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ С ОТКРЫТЫМ ИНТЕРФЕЙСОМ

Проанализирована концепция интеллектуальной системы управления промышленным предприятием. Описаны характеристики уровней управления предприятием, произведена классификация задач управления по уровням управления. Рассмотрена возможность перераспределения задач по уровням управления за счет использования расширенных информационных моделей и современной вычислительной техники на более высоких уровнях управления. Предложена модель управления с открытым интерфейсом.

Ключевые слова: производственная система, механизмы управления, промышленное предприятие, уровни управления, математические модели, модель с открытым интерфейсом, интеллектуальная система управления, автоматизированные системы управления, информационная система.

A.V. Vozhakov¹, A.N. Danilov²

¹PSC "Motovilikhinskiye zavody", Perm, Russian Federation

²Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russian Federation

DEVELOPMENT INTELLIGENT CONTROL SYSTEM OF INDUSTRIAL COMPANY BASED ON OPEN INTERFACE MODEL

The intelligent system conception of industrial company management is being regarded. The Levels characteristics of the enterprise management have been described. The control tasks in management levels have been classified. The possibility of the tasks reallocation in the management levels by using of extended information models and the modern computer technology in higher management levels has been considered. The management model with open interface has been offered.

Keywords: production system, control mechanism, industrial company, management levels, mathematical models, open interface model, intelligent control system, automated control system, informational system.

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 тре-

бования к гибкости производства и оперативности принятия управленческих решений, что, в свою очередь, обуславливает необходимость интеллектуализации и информатизации процессов управления. Это в конечном счете ведет к необходимости разработки концепции построения интеллектуальной системы управления как основного механизма системы управления промышленного предприятия.

Введем основные определения, связанные с понятием интеллектуальной системы управления. Система управления – систематизированный набор средств сбора данных об объекте управления и воздействий на его поведение, предназначенный для достижения определенных целей [2]. Автоматизированная система управления – система управления, в которой применяются современные электронные средства обработки данных и экономико-математические методы для решения основных задач управления производственно-хозяйственной деятельностью [3]. Интеллектуальная система (ИС, англ. *intelligent system*) – это техническая или программная система, способная решать задачи, традиционно считающиеся творческими, принадлежащие конкретной предметной области, знания о которой хранятся в памяти такой системы [4].

Будем называть интеллектуальной системой управления промышленного предприятия автоматизированную систему, в которой:

- объектом управления является промышленное предприятие;
- широко используются технологии искусственного интеллекта, основанные на знаниях;
- содержится подсистема поддержки принятия решений;
- решение задач управления возможно в автоматическом и автоматизированном режимах в условиях неопределенности.

Основной особенностью любой интеллектуальной информационной системы является использование базы знаний для генерации алгоритмов решения прикладных задач в зависимости от конкретных информационных потребностей пользователя [5]. Эта особенность предполагает наличие следующих характерных признаков:

- развитые коммуникативные способности за счет применения интеллектуального интерфейса;
- умение решать плохо формализованные задачи за счет автоматизированного построения оригинальных алгоритмов в зависимости от конкретной ситуации, характеризующейся неопределенностью и изменчивостью исходных данных и знаний;

- умение системы автоматически извлекать необходимые данные, генерировать новые знания из накопленного опыта и применять их для решения прикладных задач.

Рассмотрим основные этапы построения интеллектуальной системы управления промышленного предприятия, к которым можно отнести: разбиение системы на структурные уровни управления, декомпозицию системы на бизнес-процессы и задачи управления, разработку интеллектуальных элементов для решения поставленных задач и интеллектуального интерфейса для формирования необходимых баз данных и знаний.

1. Структурные уровни управления предприятием

Процесс управления производственным холдингом может быть условно разбит на четыре уровня управления, характеризующиеся собственным набором задач, различными периодами планирования и разным уровнем детализации, а именно: уровень управления холдингом, стратегический уровень, тактический уровень и оперативный уровень управления [6]. В этой же работе приводится более полное описание уровней управления, а также предложена система иерархии укрупненных объектов для решения задач управления с необходимым и достаточным уровнем детализации (рис. 1).



Рис. 1. Уровни детализации по уровням управления

Используя данную иерархическую схему, можно перейти к формулированию задач на каждом структурном уровне системы управления.

2. Декомпозиция системы на бизнес-процессы и задачи управления

Одним из базовых подходов к описанию и формализации системы управления является декомпозиция системы управления по бизнес-процессам. Практически на каждом предприятии схемы бизнес-процессов отличаются друг от друга, однако безусловным является то, что, несмотря на различия, системы бизнес-процессов будут подобны. Рассмотрим один из множества возможных способов декомпозиции системы управления предприятием по бизнес-процессам (рис. 2).

Основная деятельность	Разработка и постановка продукции на производство	Закупки	Производство	Продажи и маркетинг	Экономика и финансы
	Безопасность	Охрана труда и промышленная безопасность	Учет фактической деятельности	Персонал	Эксплуатация и развитие ИС
Обеспечение	Правовое обеспечение	Внешние связи и коммуникации		Инфраструктура	Управление системой менеджмента качества

Рис. 2. Система бизнес-процессов производственного предприятия

Особенность приведенной декомпозиции заключается в том, что все процессы отнесены к одной из двух категорий: основная деятельность и обеспечение. Бизнес-процессы основной деятельности предприятия – это бизнес-процессы, создающие добавленную стоимость или же (экономика и финансы) являющиеся управляющими процессами, влияющими на деятельность предприятия в целом. Обеспечивающие бизнес-процессы не участвуют напрямую в процессе создания добавленной стоимости. Однако от качества работы обеспечивающих бизнес-процессов зависит способность предприятия осуществлять основную деятельность. Отметим, что способ декомпозиции бизнес-процессов и разделение на категории являются условными и могут быть классифицированы в другом виде.

Рассмотрим бизнес-процессы, отнесенные к основной деятельности предприятия. Для каждого бизнес-процесса можно выделить ряд характерных задач управления, которые, в свою очередь, будут разделены по уровням управления и связаны между собой некоторым образом. При этом задачи управления будем рассматривать как совокупность следующих задач: планирование, выполнение (учет), анализ, управляющее воздействие. Для каждого типа задач управления можно в общем виде сформулировать требуемый результат ее решения:

1. Результатом решения задачи планирования будет «план действий», рассчитанный с необходимой степенью детализации и удовлетворяющий всем исходным требованиям.

2. Результатом задачи учета (выполнения плана) является организованная система учета информации о выполнении плана с необходимой степенью детализации, достоверности и оперативности формирования данных.

3. Результатом задачи анализа должны быть выявленные отклонения фактического состояния системы от планируемого и установленные факторы возникновения ситуации, а также прогнозы последующих состояний системы.

4. В результате управляющего воздействия должен быть сформулирован набор заданий с установленными сроками и ответственными (должностные лица или производственные подразделения), а также установлены лимиты передаваемых полномочий для реализации управляющих воздействий.

На рис. 3 представлены наиболее характерные, на взгляд авторов, задачи управления по бизнес-процессам и уровням управления на примере задач планирования (подразумевается, что любой задаче планирования однозначно соответствуют также и задачи учета, анализа и управляющего воздействия).

Представленные на рисунке задачи являются основными задачами обеспечения ресурсами производственного предприятия, от успешного решения которых зависит успешность работы предприятия в целом. Следует обратить внимание, что данные задачи имеют сложную систему взаимосвязей и взаимозависимостей. В частности, задача календарного планирования производства напрямую связана с задачей планирования мощностей, потребностью в персонале, материалах и инструменте.

Задачи по уровням планирования и бизнес-процессам				
	Закупки	Производство	Экономика	Продажи
Разработка и постановка продукции				
Управление холдингом	Планирование развития продуктовой линейки	Планирование развития производственной площадки	Планирование финансово-хозяйственной деятельности холдинга	Планирование присутствия на рынке
Стратегическое управление	Планирование НИОКР и НИОКТР	Планирование инвестиционной деятельности	Бюджетирование	Формирование оптимального продуктового портфеля
Тактическое управление	Планирование потребности в материалах и инструменте	Планирование потребности в персонале	Календарное планирование производства	Планирование продаж (Главный календарный план производства)
Оперативное управление	Планирование технической подготовки производства	Планирование мощности	Бюджетирование доходов и расходов	Формирование графика отгрузки
	Формирование графика поставок материалов и комплектующих	Формирование графика работы персонала	Оперативное планирование производства	Формирование графика платежей
		Формирование графика планово-предупредительных ремонтов		

Рис. 3. Задачи по уровням управления и бизнес-процессам

Как видно из рис. 3, для эффективного управления предприятием необходимо решать большое количество взаимосвязанных задач на различных уровнях управления. Применение интеллектуальных технологий позволяет сократить это количество путем перераспределения задач по уровням управления. При этом задачи с нижних уровней целесообразно решать на более высоких уровнях за счет более точного учета и детализации имеющихся ограничений на ресурсы предприятия. Кроме того, это позволит более системно подходить к принятию управленческих решений.

3. Перераспределение задач по уровням управления

Решение задач управления зачастую связано с различными сложностями, которые возникают при попытке решения аналитическими методами без использования специализированных компьютерных и программных средств. Эти сложности обусловлены необходимостью:

- получать большие объемы информации из различных источников;
- анализировать и обрабатывать большие объемы информации;
- учитывать сложные внутренние зависимости и структуру объекта управления;
- прогнозировать и моделировать состояния объекта управления в будущем при том или ином на него воздействии;
- решать задачи оптимизации для выработки наилучших управленческих решений;
- учитывать неполноту, вероятностный характер и нечеткость входящей информации;
- учитывать взаимозависимости задач управления.

Отметим, что деление задач по уровням управления является условным в том смысле, что решение задачи, полученное на более высоком уровне, имеет слишком низкий уровень детализации, что требует решения дополнительной задачи на более низком уровне управления. Данное свойство можно продемонстрировать на примере задач календарного и оперативного планирования производства. При этом степень детализации информации при передаче ее между уровнями управления может быть различной, например:

1. Если планирование производства на предприятии осуществляется вручную, без привлечения дополнительных инструментов, то работник, осуществляющий планирование производства, сможет обработать корректно лишь небольшой объем информации (например, построить план сдачи крупных узлов).

2. Если для планирования производства будут использоваться специализированные аппаратно-программные средства, то задача может быть решена с точностью до каждой детали и цехо-перехода и даже вплоть до формирования плана операций (не спускаясь при этом на оперативный уровень управления).

Следует отметить, что развитие компьютерной техники, программно-аппаратных средств и методов математического моделирования позволяет решать задачи высокой степени сложности и большой размерности, оперируя гигантскими объемами информации, решать несколько задач в комплексе, выполнять факторный анализ и осуществлять поиск оптимальных решений. Однако для решения каждой задачи управления в отдельности требуется разработать модель исследуемой системы или процесса и осуществить выбор эффективных методов ее решения.

Решение задач управления на более высоком уровне позволит минимизировать количество ошибок в решении, повышать оперативность решения задачи, а также решать задачи в комплексе.

Таким образом, тенденцией развития систем управления производственных предприятий является перераспределение задач на более высокие уровни управления за счет использования расширенных информационных моделей и современной вычислительной техники.

4. Интеллектуальные элементы в системе управления

Для обеспечения функционирования интеллектуальной системы управления производством требуется разработка целого ряда адекватных математических моделей, достаточно полно отражающих природу объекта управления. В настоящее время разработано множество различных математических моделей, способных решать задачи оптимизации в области управления предприятием. К таким моделям можно отнести: модель формирования оптимального портфеля заказов [7], модели формирования оптимального портфеля инвестиционных проектов, модели финансово-хозяйственной деятельности пред-

приятия [8]. Предложено немало моделей оптимального планирования производства [9, 10], расчетов потребности в материальных ресурсах, производственных мощностях и персонале [11], задач оперативного планирования [12] и т.д.

В рамках практического построения интеллектуальной системы управления необходимо сформировать перечень используемых математических моделей и обеспечить их взаимосвязь между собой и информационной системой предприятия. В этом случае информационная система выступает источником исходных данных для моделей и хранилищем результатов моделирования.

Следует отметить, что все задачи управления объединены сложной системой взаимосвязей различного характера:

1. Решения задач верхнего уровня управления являются исходными данными (ограничениями) для решения задач нижнего уровня.

2. Решение задач нижнего уровня способно выявить невозможность реализации решения задачи верхнего уровня, что приведет к необходимости повторного решения задачи верхнего уровня с дополнительными ограничениями.

3. Взаимозависимость задач управления на одном уровне управления представляется в виде прямой или обратной последовательности. При прямой последовательности считается, что решение задачи последователя невозможно без решения задачи предшественника. В случае обратной последовательности решение задачи последователя может приводить к невозможности реализации решения задачи предшественника, что обуславливает необходимость повторного решения задачи верхнего уровня с дополнительными ограничениями.

4. Взаимозависимость задач управления на одном уровне управления, которая предполагает необходимость согласованности решений. Это наиболее сложный вид связи, требующий согласованности решения нескольких задач управления между собой.

Кроме того, следует отметить, что решением задачи управления может быть как единственное решение, так и Парето-множество допустимых решений [13]. Выбор конкретного решения из множества допустимых предполагает согласование решений между собой, определение приоритетов при выборе решения в условиях конфликта интересов. Это функции лица, принимающего решения (либо лиц, прини-

мающих решение коллегиально на основе специально разработанного алгоритма поддержки принятия решений) [14]. Подобные алгоритмы требуют разработки интеллектуальных методов и средств коммуникации, позволяющих в определенных ситуациях частично или полностью заменить собой лицо, принимающее решение. Это, в свою очередь, обуславливает необходимость построения информационной системы с интеллектуальным интерфейсом, которая, как уже отмечалось, должна уметь автоматически извлекать необходимые данные, генерировать новые знания из накопленного опыта и обеспечивать эффективный способ взаимодействия конечного числа пользователей между собой и с системой. Необходимой чертой интеллектуального интерфейса является его открытость по отношению к базе данных информационной системы предприятия.

5. Модель управления с открытым интерфейсом

Наиболее сложной математической моделью интеллектуальной системы управления производственным предприятием является собственно модель производственных процессов, которая должна учитывать все объективные процессы, выполняющиеся на производстве, включая данные о технологических процессах производства продукции, текущую и перспективную информацию о производственных мощностях, текущего и перспективного состояния укомплектованности производства персоналом, информации о текущем и перспективном состоянии обеспеченности материальными ресурсами предприятия (в том числе материалами, инструментами, оснасткой и т.д.).

В процессе решения реальных задач управления производством часть информации может быть использована в качестве объективных ограничений, а другая – может выступать в качестве решения задачи управления. В зависимости от того, как формулируется задача управления, часть факторов могут стать «первичными» (ограничения задачи), а часть факторов – «вторичными», т.е. рассчитываемыми в процессе решения задачи, исходя из целей управления и существующих ограничений.

Приведем примеры постановок задач управления производством:

1. Разработать план поставки материалов для обеспечения текущего плана производства без простоев и нарушений условий поставки

продукции потребителю. В данной постановке план поставки материалов является «вторичным» по отношению к плану производства и прочим ограничениям производства.

2. Рассчитать потребность в приеме персонала для обеспечения выполнения плана производства на заданный период. В данной постановке перспективная укомплектованность персоналом является «вторичной» по отношению к плану производства и другим ограничениям производства.

3. Построить календарный план производства на заданный период с учетом текущего ограничения по укомплектованности персоналом и плана доступности оборудования. В данной постановке план производства является «вторичной» информацией по отношению к состоянию укомплектованности персоналом, плану доступности оборудования и прочим ограничениям производства.

4. Рассчитать дефицит мощностей и плана закупки нового оборудования для обеспечения своевременного выполнения производственной программы на длительный период времени. В данной постановке ограничения по мощностям являются «вторичными» по отношению к плану производства.

Представленные задачи либо требуют построения допустимого решения, либо являются задачами оптимизации. Как правило, задачи поиска допустимого решения являются задачами оптимизации с плохо формализуемыми критериями оптимальности. Поэтому для обеспечения системы управления эффективным механизмом решения целого спектра задач управления требуется разработка адекватных моделей производственных процессов, а также механизма адаптации моделей для решения всего спектра прикладных задач. Кроме того, в реальной деятельности предприятия могут возникнуть некоторые частные и специфические ситуации, которые невозможно предусмотреть на этапе проектирования и которые приводят к необходимости учета дополнительных условий и ограничения, а также изменения целей оптимизации. Все вышперечисленное приводит к необходимости оперативного изменения информации, что и требует наличия открытого интерфейса системы управления, в том числе открытого интерфейса для каждого интеллектуального элемента, входящего в данную систему.

Сформулируем понятие математической модели с открытым интерфейсом (ММОИ), под которой будем понимать универсальную математическую модель, включающую:

- 1) перечень информационных массивов системы, часть из которых в дальнейшем будет использоваться для ввода исходных данных, а часть – в качестве переменных;
- 2) систему уравнений состояния, функционально связывающих информационные массивы;
- 3) перечень возможных ограничений – систему равенств и неравенств, определяющую область допустимых решений;
- 4) перечень возможных критериев оптимальности, используемых для выбора наилучшего решения задачи;
- 5) метод построения комплексного критерия оптимальности при решении задач многокритериальной оптимизации;
- 6) систему дополнительных ограничений, в качестве переменных которой могут выступать любые информационные массивы;
- 7) информационные массивы, которые должны участвовать по крайней мере в одном из уравнений или неравенств системы.

Теперь можно ввести понятие модели управления с открытым интерфейсом. Модель управления с открытым интерфейсом – это обобщенная модель, позволяющая находить управленческое решение (находить единственное решение или же Парето-множество допустимых решений) для любой комбинации взаимосвязанных задач, описанных математическими моделями с открытым интерфейсом, путем формирования необходимых баз данных и генерирования баз знаний из информационной системы предприятия.

Реализация моделей управления с открытым интерфейсом в интеллектуальной системе управления промышленного предприятия позволит оперативно решать в автоматическом или же в автоматизированном режиме задачи управления, что на порядки повысит оперативность и качество принятия управленческих решений за счет использования обоснованных математических моделей, базирующихся на интеллектуальных технологиях формирования баз данных и генерирования баз знаний.

Заключение

Создание интеллектуальной системы управления промышленным предприятием позволит автоматизировать решение задач управления на основе математических моделей с открытым интерфейсом. Практическая реализация и использование предлагаемой системы упрощает процесс перераспределения задач между уровнями управления, а также

значительно повышает оперативность и эффективность принимаемых решений, делая управленческую деятельность более сбалансированной и обоснованной. Предложенный подход в настоящее время реализуется в рамках проекта создания Ситуационного центра промышленного предприятия ОАО «Мотовилихинские заводы», концептуальная модель которого представлена в работе [14].

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).

Список литературы

1. Гитман М.Б., Столбов В.Ю., Гилязов Р.Л. Управление социально-техническими системами с учетом нечетких предпочтений. – М.: ЛЕНАНД, 2011. – 272 с.
2. Первозванский А.А. Курс теории автоматического управления. – М.: Наука, 1986.
3. Лопатников Л.И. Экономико-математический словарь: Словарь современной экономической науки. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Дело, 2003. – 520 с.
4. Гаврилов А.В. Гибридные интеллектуальные системы. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2002. – 142 с.
5. Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н. Интеллектуальные информационные системы. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 424 с.
6. Евстратов С.Н., Вожаков А.В., Столбов В.Ю. Автоматизация планирования производства в рамках единой информационной системы многопрофильного предприятия // Автоматизация в промышленности. – 2012. – № 2. – С. 17–20.
7. Жирнов В.И., Столбов В.Ю. Модель формирования оптимального плана производства как элемент системы поддержки принятия решений на стратегическом уровне управления предприятием // Теоретическая и прикладная аспекты информационных технологий: сб. науч. тр. / ГосНИИУМС. – Пермь, 2007. – Вып. 56. – С. 87–96.
8. Управление качеством продукции на современных промышленных предприятиях: моногр. / С.А. Федосеев, М.Б. Гитман, В.Ю. Столбов, А.В. Вожаков. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2011. – 229 с.

9. 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.

10. 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.

11. Гаврилов Д.А. Управление производством на базе стандарта MRP II. – СПб.: Питер, 2002.

12. Новиков Д.А. Теория управления организационными системами. – М.: Изд-во физ.-мат. лит., 2012. – 604 с.

13. Столбов В.Ю., Федосеев С.А. Модель интеллектуальной системы управления производством // Проблемы управления. – 2006. – № 5. – С. 36–39.

14. Вожаков А.В., Гитман М.Б., Столбов В.Ю. Алгоритм принятия управленческих решений на базе ситуационного центра промышленного предприятия // Автоматизация в промышленности. – 2014. – № 8. – С. 8–12.

References

1. Gitman M.B., Stolbov V.Iu., Giliyazov R.L. Upravlenie sotsial'no-tekhnicheskimi sistemami s uchetom nechetkikh predpochtenii [The management of socio-technical systems based on fuzzy preferences]. Moscow: LENAND, 2011. 272 p.

2. Pervozvanskii A.A. Kurs teorii avtomaticheskogo upravleniia [Course of remote control]. Moscow: Nauka, 1986.

3. Lopatnikov L.I. Ekonomiko-matematicheskii slovar': Slovar' sovremennoi ekonomicheskoi nauki [Economic-mathematical dictionary: Dictionary of modern Economics]. Moscow: Delo, 2003. 520 p.

4. Gavrilov A. V. Gibridnye intellektual'nye sistemy [Hybrid intelligent systems]. Novosibirsk: Novosibirskii gosudarstvennyi tekhnicheskii universitet, 2002. 142 p.

5. Andreichikov A. V., Andreichikova O. N. Intellektual'nye informatsionnye sistemy [intelligent information systems]. Moscow: Finansy i statistika, 2004. 424 p.

6. Evstratov S.N., Vozhakov A.V., Stolbov V.Iu. Avtomatizatsiia planirovaniia proizvodstva v ramkakh edinoi informatsionnoi sistemy mnogoprofil'nogo predpriatiia [Automation of production planning within a unified information system of diversified enterprises]. *Avtomatizatsiia v promyshlennosti*, 2012, no. 2, pp. 17–20.

7. Zhirnov V.I., Stolbov V.Iu. Model' formirovaniia optimal'nogo plana proizvodstva kak element sistemy podderzhki priniatiia reshenii na strategicheskom urovne upravleniia predpriatiem [The model of formation of the optimal production plan as part of the system of decision support at the strategic level of enterprise management]. *Sbornik nauchnykh trudov "Teoreticheskie i prikladnye aspekty informatsionnykh tekhnologii"*. Perm, 2007, vol. 56. pp. 87-96.

8. Fedoseev S.A., Gitman M.B., Stolbov V.Iu., Vozhakov A.V. Upravlenie kachestvom produktsii na sovremennykh promyshlennykh predpriatiakh [Management of quality of goods in modern industrial plants]. Perm: Permskii natsional'nyi issledovatel'skii politekhnicheskii universitet, 2011. 229 p.

9. Fedoseev S.A., Vozhakov A.V., Gitman M.B. Upravlenie proizvodstvom na takticheskom urovne planirovaniia v usloviakh nechetkoi iskhodnoi informatsii [Production management at the tactical level of planning in terms of fuzzy initial information]. *Problemy upravleniia*, 2009, no. 5, pp. 36-43.

10. Fedoseev S.A., Vozhakov A.V., Gitman M.B. Model' kalendarnogo planirovaniia proizvodstva s nechetkimi tseliami i ogranicheniiami [Model manufacturing scheduling with fuzzy goals and constraints]. *Sistemy upravleniia i informatsionnye tekhnologii*, 2009, no. 3, pp. 21-24.

11. Gavrilov D.A. Upravlenie proizvodstvom na baze standarta MRP II [Production control on the basis of MRP II standard]. Saint-Petersburg: Piter, 2002.

12. Novikov D.A. Teoriia upravleniia organizatsionnymi sistemami [Theory of control of organizational systems]. Moscow: Izdatel'stvo fiziko-matematicheskoi literatury, 2012. 604 p.

13. Stolbov V.Iu., Fedoseev S.A. Model' intellektual'noi sistemy upravleniia proizvodstvom [Model' intellektual'noi sistemy upravleniia proizvodstvom]. *Problemy upravleniia*, 2006, no. 5, pp. 36-39.

14. Vozhakov A.V., Gitman M.B., Stolbov V.Iu. Algoritm priniatiia upravlencheskikh reshenii na baze situatsionnogo tsentra promyshlennogo predpriatiia [The algorithm for making management decisions based on the situational center of industrial automation industry]. *Avtomatizatsiia v promyshlennosti*, 2014, no. 8, pp. 8-12.

Получено 14.05.2015

Об авторах

Вожаков Артем Викторович (Пермь, Россия) – кандидат технических наук, директор по информационным технологиям ПАО «Мотовилихинские заводы» (614014, г. Пермь, ул. 1905 года, 35, e-mail: vozhakov@yandex.ru).

Данилов Александр Николаевич (Пермь, Россия) – кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры «Автоматика и телемеханика» Пермского национального исследовательского политехнического университета (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: dan@pstu.ru).

About the authors

Artem V. Vozhakov (Perm, Russian Federation) – Ph.D. in Technical Sciences, CIO, PSC “Motovilikhinskiye zavody” (35, 1905 year st., Perm 614014, Russian Federation, e-mail: vozhakov@yandex.ru).

Aleksandr N. Danilov (Perm, Russian Federation) – Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor, Department of Automation and Remote Control, Perm National Research Polytechnic University (29, Komsomolsky av., Perm, 614990, Russian Federation, e-mail: dan@pstu.ru).