

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПЛАНИРОВАНИЯ И ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА НА ОСНОВЕ МУЛЬТИАГЕНТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Медведев С.Н.¹, Аксенов К.А.¹

¹ФГАОУ ВПО “Уральский Федеральный Университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина”, ул.Мира 19, Екатеринбург, Россия, 620002 e-mail: wiper99@mail.ru

Крупные машиностроительные предприятия представляют собой сложные динамические системы. Управление такими системами невозможно без использования автоматизированных систем. Данные системы получили название ERP-системы. ERP-системы решают ряд задач: автоматизация процесса отслеживания изготовления, планирования производства продукции, расчет себестоимости изготавливаемой продукции. Основной задачей данных систем является планирование производства, как наиболее востребованной функции. В работе проведен анализ существующих методов для планирования производства, которые могут быть использованы на машиностроительных предприятиях для создания различных производственных планов, а также рассмотрены системы класса ERP, которые представлены на отечественном рынке. Приведена архитектура разрабатываемой системы, основанной на мультиагентном подходе.

Ключевые слова: машиностроение, планирование, мультиагентный подход, автоматизированная система.

THE AUTOMATION SYSTEM DEVELOPMENT FOR SOLVING PROBLEMS OF SCHEDULING AND PLANNING OF PRODUCTION ON THE BASIS OF MULTI-AGENTING MODELING

Medvedev S.N.¹, Aksenov K.A.¹

¹Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Mira St 19, Ekaterinburg, Russia, 620002 e-mail: wiper99@mail.ru

Large machine-building enterprises are complex dynamic systems. Operation of such systems is impossible without the use of automated systems. The systems called the ERP-system. ERP-systems solve a number of tasks: automating the process of tracking of manufacturing, product planning, calculation of net cost of manufactured products. The main objective of these systems is the production planning as the most popular option. In work the analysis of existing methods for planning of production, which can be used in machine-building enterprises to create different operational plans, as well as the system of ERP class on the Russian market. The architecture of the developed system based on multi agent approach are shown.

Keywords: machinery building, planning, multi agent approach, automation system.

Введение

Для машиностроения России характерно низкое качество выпускаемой продукции, отсутствие современных инновационных продуктов, малая номенклатура выпускаемых изделий, ввиду чего отечественная продукция вытесняется иностранными производителями.

Из-за постоянно меняющихся требований производители стараются сделать свою продукцию более конкурентоспособной. Повышение конкурентоспособности связано со снижением производственных затрат. Можно предположить, что снижение качества используемого сырья, экономия на трудовых ресурсах отобразится на цене изделия, но повлияет на качество произведенного товара. Решением по повышению конкурентоспособности предприятия может служить внедрение современных информационных технологий. К таким технологиям относятся различные

автоматизированные системы, такие как САПР, АСУ ТП, MES, ERP, CRP, СПИР и т.д. Каждая из автоматизированных систем работает над своей задачей, но все они трудятся над общей задачей предприятия выпускать конкурентную продукцию и быть востребованными на рынке. Рассмотрим системы, которые позволяют следить за ходом производства, составлять производственные планы, заниматься диспетчеризацией производства. К данным системам относятся системы класса MES и ERP. Задачами таких систем является получение, хранение, обработка и передача информации лицу, принимающему решение. От принятия своевременного решения зависит выполнение в срок производственного плана, а также прибыль предприятия и его репутация. Рассмотрим некоторые MES и ERP-системы.

Анализ информационных систем планирования

Информационная система Omega Production является разработкой белорусской компании Omega Software. Данная система предназначена для управления производством и ресурсами предприятия. Система позиционируется, как корпоративная информационная система (КИС), и включает в себя автоматизацию всех бизнес-процессов предприятия являясь, своего рода CALS-системой. Система представляет собой 3-х уровневую клиент-серверную архитектуру. Omega Production подходит для автоматизации промышленных предприятий с типом выпуска продукции – от единичного и мелкосерийного до крупносерийного. Расчет производственных планов производится по наиболее распространенным методологиям MRP II и APS. Для данных методологий необходимо наличие актуальной информации, а также присутствие в системе инженерных данных на уровне не менее 95% для получения корректных производственных заданий.

Система SAP/R3 - это КИС, разработанная немецкой компанией SAP Corporation. Данная система широко применяется в различных сферах деятельности, например, банковской, торговой, промышленной и т.д. Применение на промышленных предприятиях нескольких модулей совместно, таких как SAP PLM, SAP ERP, SAP CRM, образуют собой CALS-систему. Основным продуктом компании – это SAP ERP система планирования ресурсов предприятия. Система представляет собой на трехзвенную клиент-серверную архитектуру. Для управления инженерными данными система не имеет полного набора функции, присутствует лишь ведение спецификаций, нормы расхода материала и описание операций на изготавливаемую продукцию. Планирование производства происходит по методологии планирования MRP II.

«Фрегат Корпорация» ERP-система предназначена для средних и крупных предприятий и является разработкой российской компании Информационно-технический центр ФРЕГАТ. В настоящий момент система предназначена для автоматизации таких сфер деятельности, как торговля, промышленность. Архитектура системы является 2-х уровневой клиент-серверной.

Система позиционируется, как КИС и построена на модульной платформе. В модуле «Производство» содержится информация по ведению инженерных данных на уровне занесения технологических карт, технологических операций. При планировании производства используется методология планирования MRP II.

КИС ERP-Галактика система, представленная российскими разработчиками. Архитектура системы может быть представлена, как двухуровневой (сервер БД и клиент) так и трехуровневой (сервер БД, сервер приложений и клиент). ERP-Галактика представляет собой модульную систему. Каждый модуль предназначен для автоматизации отдельных, узких задач. Гибкая модульная система открывает возможность построения и использования любой конфигурации, оптимально соответствующей конкретным потребностям предприятия. Функциональной особенностью данного программного продукта является использование стандарта MRP II для составления производственных планов предприятия.

Информационная система Microsoft Dynamics AX представляет собой программное обеспечение для планирования ресурсов предприятия, а также средства для управления всем предприятием, начиная с цепочки поставок, закупок и управления персоналом и заканчивая финансами и проектами совместной работы. Microsoft Dynamics AX построена на трехуровневой архитектуре. Управление и планирование производства происходит на основе методологии MRP II, а также на основе методологии APS. Система тесно взаимосвязана с модулями «управление финансами» и «управление цепочками поставок», что позволяет получить полнофункциональное решение для управления производством. План может быть составлен как «вперед», так и «назад» с учетом ограниченности производственных мощностей.

Система планирования Smart Factory производства от фирмы Smart Solutions является одной из последних отечественных разработок. Данная система позиционируется как система уровня MES. Основным отличием от существующих систем является применение в качестве метода планирования производства мультиагентного подхода [5]. Данная система базируется на аппарате сетей потребностей и возможностей, разработанным В.А.Виттихом, П.О.Скобелевым и Г.А.Ржевским. Основная идея подхода заключается в применении программных агентов для каждого процесса или операций, а также для каждого рабочего или оборудования предприятия или цеха. Агенты переговариваются между собой, договариваются и находят наилучшие решения для скорейшего завершения своего поставленного задания. На основе данного подхода появляется гибкость в сравнении с другими производственными системами за счет отсутствия необходимости пересчитывать весь производственный план при добавлении нового заказа.

Сведем наиболее важные функциональные возможности данных систем в одну таблицу. Данные приведены в таблице 1. Рассмотренные системы планирования ресурсов предприятия в своей основе имеют методологию MRP II (кроме Smart Factory), а также современную методологию APS, как дополнение к MRP II, для реализации функции планирования производства. В большинстве случаев при внедрении на предприятиях данных систем происходит доработка их под заказчика, что может повлечь наложение учета дополнительных факторов при составлении производственного плана.

Таблица 1. Анализ систем планирования производства

№ п/п	Параметр	Omega Production	SAP/R3	Фрегат Корпорация	ERP – Галактика	Microsoft Dynamics AX	Smart Factory
1	Бизнес – анализ	-	-	-	-	+	-
2	Управление финансами	-	+	+	+	+	+
3	Диспетчеризация производства	+	+	+	+	+	+
4	Документооборот	+	-	-	-	-	-
5	Планирование производства	+	+	+	+	+	+
6	Складской учет	+	+	+	+	+	+
7	Управление закупками	+	+	+	+	+	+
8	Управление сбытом	+	+	+	+	-	-
9	Управление персоналом	+	+	-	+	+	+
10	Управление производством	+	+	+	+	+	+
11	Управление инженерными данными	+	-	-	-	-	-
12	Техническое обслуживание и ремонт оборудования	-	-	-	+	-	-
13	Управление качеством продукции	+	+	-	-	-	-
14	Система управления взаимоотношениями с клиентами	-	-	-	+	+	-
15	Веб-интерфейс	-	+	+	+	+	-

Одной из основных задач данных систем является составление плана. Остановимся на оперативном плане производства, который составляется для цехов предприятия и может быть сменным, суточным, месячным или квартальным. Для постройки оптимального плана необходимо не только данные по оборудованию, персоналу, технологические процессы,

заказы, но и алгоритм который будет обрабатывать данную информацию. Рассмотрим некоторые алгоритмы и методологии для построения производственного плана.

Методология MRP II используется в большинстве современных систем планирования. Основным недостатком данной методологии является отсутствие гибкости, т.е. отсутствие возможности добавлять новый заказ без пересчета всего производственного плана.

Методология APS применяется совместно с методологией MRP II в корпоративных информационных системах. В сравнении с методологией MRP II обладает некоторыми преимуществами, например, более высокой точностью планирования (синхронного планирования производства), улучшение деятельности в области поставок продукции в срок, уменьшение складских запасов и т.д. [4]. Недостатком методологии является отсутствие гибкости при постоянно меняющихся условиях.

Метод Just-in-time используется на многих автомобилестроительных предприятиях. При формировании плана по выпуску определенных видов продукции отсутствует возможность вести слежение за ходом производства и переформировывать план при изменении условий.

Линейное программирование. Одним из классических методов планирования может выступать линейное программирование. Методы линейного программирования широко используются для решения производственных и коммерческих задач. Данные методы имеют ограничение на нелинейные параметры, которые могут изменяться во времени, такие как количество используемого оборудования, количество персонала, изменение технологии производства, учета плавающего брака. При большом количестве ограничений время расчетов существенно возрастает.

Методы календарного планирования это: ленточные графики Ганта, цикловые графики, объемно-календарные графики, метод сетевого планирования производства. Данные методы имеют недостатки в виде ограничения на количество операций, устанавливаемые взаимосвязи между компонентами исследуемой системы не должны иметь замкнутых контуров, что в свою очередь сказывается на выборе системы для использования данных методов планирования.

Мультиагентный подход. Понятие **агент** соответствует аппаратно или программно реализованной сущности, которая способна действовать в интересах достижения целей, поставленных перед ней владельцем и/или пользователем, и которая обладает определенными интеллектуальными способностями [8-9]. Каждый заказ и каждый ресурс предприятия, получает своего программного агента. С точки зрения задач имитационного моделирования "агент" – это объект, интерпретируемый как независимая активная сущность, выполняющий следующие действия [1, 3]: анализирует внешние параметры; диагностирует ситуацию, обращается к базе знаний; принимает решение; определяет цели; контролирует

достижение цели; обменивается сообщениями. В качестве агента может быть описана модель лица, принимающего решения. При планировании производства, для достижения наибольшей производительности, между агентами могут возникать конфликтные ситуации при распределении ресурсов ввиду чего для их разрешения агенты могут вступают в переговоры, направленные на достижение компромиссов [2]. Анализ методов планирования производства приведен в таблице 2.

Таблица 2. Анализ методов планирования производства

№	Параметр	MRP II	Just-in-time	Метод календарного планирования	Методы линейного программирования	Мультиагентный подход	Методология APS
1	Поддержка большого количества технологических операций	+	+	-	+	+	+
2	Полный пересчет производственного плана при добавлении нового заказа	+	+	+	+	+	+
3	Частичная корректировка плана при добавлении нового заказа	-	+	+	-	+	-
4	Диспетчеризация на основе получаемых данных	+	-	-	-	+	+
5	Использование для мелкосерийного производства	-	+	+	+	+	-
6	Поддержка имитационного моделирования	-	-	-	-	+	-
7	Учет эвристик	-	-	-	-	+	-
8	Планирование на долгосрочный период	-	-	-	+	+	-
9	Получение точного плана производства	+	+	+	+	+	+

На основании таблицы можно сделать вывод, что из рассмотренных методов для планирования производства перспективнее использовать мультиагентный подход. На основе мультиагентного подхода автоматизированная система планирования производства, будет обладать следующими преимуществами:

- получение данных в реальном времени и перестройка плана под действием любых заданных событий на основе мультиагентных технологий;

- улучшение планов операций за счет выявления свободного времени у станков и рабочих, путем цепочных сдвигов ранее размещенных заказов;
- возможность промоделировать процесс изготовления изделия (на основе имитационного моделирования).

Структура разрабатываемой мультиагентной системы планирования производства представлена на рис. 1. Интеграция мультиагентного подхода с имитационным и экспертным моделированием [3, 6] позволит расширить границы применимости систем планирования в части использования результатов, предлагаемых методами сетевого планирования [7].

Архитектура новой системы

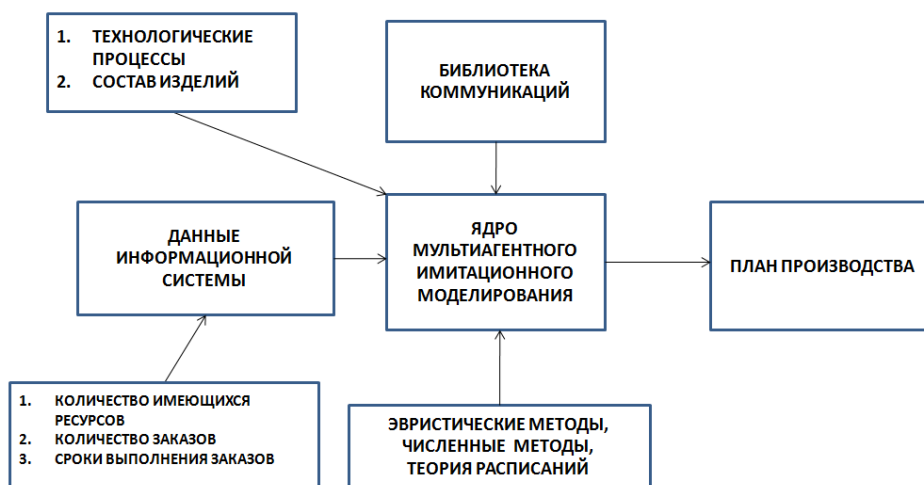


Рис. 1. Структура мультиагентной системы планирования производства

Представленная архитектура позволит не только не просчитывать производственные планы целиком при добавлении нового производственного заказа, но также промоделировать процесс изготовления машиностроительного изделия. В отличие от производственной системы Smart Factory данная система будет иметь возможность работать не только с предприятиями выпускающие изделия малыми партиями, но также и с предприятиям ориентированными на крупносерийное производство. При составлении производственного плана будет браться себестоимость и минимальные затраты производства, как основных факторов для предприятия.

Заключение

Полученные данные в ходе этой работы позволили провести анализ существующих систем планирования производства, а также методов для планирования машиностроительного производства. Выделить недостатки существующих ERP-систем, а также преимущества мультиагентного подхода в сравнении с другими методами при составлении и редактировании планов производства.

Список литературы

1. Аксенов К.А. Модель мультиагентного процесса преобразования ресурсов и системный анализ организационно-технических систем. Журнал «Вестник компьютерных и информационных технологий» № 6. Москва. 2009. С. 38-45.
2. Аксенов К.А., Зраенко А.С. Разработка языка коммуникации агентов для мультиагентной системы моделирования процессов преобразования ресурсов // Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов. - 2008. - № 5; URL: <http://www.jurnal.org/articles/2008/inf30.htm> (дата обращения 09.12.2013).
3. Аксенов К.А., Неволина А.Л., Аксенова О.П., Смолий Е.Ф. Мультиагентное моделирование и планирование логистики // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 4; URL: www.science-education.ru/110-9744 (дата обращения 16.08.2013).
4. Информационные технологии организации бизнеса: Конспект лекций. URL: <http://khpri-iiр.mipk.kharkiv.edu/library/itob/itob05.html>. (дата обращения 09.12.2013).
5. Скобелев П.О. Мультиагентные технологии для управления ресурсами в реальном времени // Механика, управление и информатика (Таруса, 2-4 марта 2011 г.) — Таруса , 2011; URL: http://www.iki.rssi.ru/seminar/2011030204/presentation/20110303_03.pdf (дата обращения 02.06.2013)
6. Aksyonov K.A., Bykov E.A., Skvortsov A.A., Aksyonova O.P., Smoliy E.F. Intelligent system for scheduling transportation within gas stations network . Proceedings of the 2012 Winter Simulation Conference (WSC 2012). — Berlin, Germany. 2012. URL: <http://informs-sim.org/wsc12papers/includes/files/pos194.pdf> (дата обращения 02.06.2013)
7. Aksyonov K.A., Bykov E.A., Wang Kai, Aksyonova O.P. Application of simulation-based decision support systems to optimization of construction corporation processes. Proceedings of the 2012 Winter Simulation Conference (WSC 2012). — Berlin, Germany. 2012. URL: <http://informs-sim.org/wsc12papers/includes/files/pos172.pdf> (дата обращения 02.06.2013)
8. Jennings N.R. On agent-based software engineering // Artificial Intelligence. — 2000, vol. 117, — P. 277-296. URL: <http://www.agentfactory.com/~rem/day4/Papers/AOSE-Jennings.pdf> (дата обращения 02.06.2013)
9. Wooldridge M. Agent-based software engineering // IEEE Proc. Software Engineering. — 1997, №144 (1) — P. 26–37.

Рецензенты:

Поршнеv С.В., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой Радиоэлектроники информационных систем, ФГАОУ ВПО “Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина”, г.Екатеринбург.

Доросинский Л.Г., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой Информационных технологий, ФГАОУ ВПО “Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина”, г.Екатеринбург.