

УДК 338.26:658.52

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОПЕРАТИВНО-КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ МНОГОНОМЕНКЛАТУРНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

© 2012 С. Н. Ларин, В. В. Тимирзянов

Институт авиационных технологий и управления Ульяновского государственного технического университета

Работа посвящена разработке программного обеспечения для оперативно-календарного планирования (MES) производственных процессов, разработке алгоритма, позволяющего осуществлять оптимальную загрузку оборудования цеха и уменьшать время простоя станков.

Целевые показатели, технологический процесс, производственный цикл, оперативно-календарное планирование, загрузка оборудования.

Проблема автоматизации многономенклатурного машиностроительного производства является одной из наиболее актуальных в условиях ускорения экономического развития и повышения эффективности промышленных предприятий [1]. Создание технической базы для решения этой проблемы обусловлено появлением высокопроизводительных и высокоавтоматизированных станков с ЧПУ, а также относительно дешевых и достаточно надежных вычислительных комплексов, пригодных для эксплуатации в цехах.

В последние годы было разработано большое количество автоматизированных систем (АС) оперативно-календарного планирования (ОКП), представляющих собой пакеты проблемно-ориентированных прикладных программ с эксплуатационной документацией и в некоторых случаях со специальными терминалами. Данные системы стали неотъемлемой частью современного гибкого производственного комплекса [2].

MES (от англ. Manufacturing Execution System, производственная исполнительная система) — специализированное прикладное программное обеспечение, предназначенное для решения задач синхронизации, координации, анализа и оптимизации выпуска продукции в рамках какого-либо производства. Оно позволяет автоматизировать производство и оптимизировать производственную деятельность, в режиме реального времени:

инициирует, отслеживает, оптимизирует, документирует производственные процессы от начала выполнения задания до выпуска готовой продукции. Стандарт ISA-95, разработанный ISA (Instrumentation, System and Automation Society - Сообществом контрольно-измерительных приборов, систем и автоматизации) и ANSI (American National Standards Institute - Национальный Институт Стандартизации США), определяет терминологию и модели, используемые в интеграции MES-систем, определяющие следующие составляющие, как необходимые для разработки эффективной MES-системы:

- программные функции;
- физическая модель производственных мощностей;
- производственные и бизнес-процессы.

ISA-95 позволяет применить простую общую модель рабочих процессов к основным областям производства. Полученная модель имеет широкие рамки, что позволяет конечным пользователям применять ее для определения требований, а поставщикам - для составления системных описаний.

По стандарту ISA-95, любая MES-система должна быть в состоянии отвечать на следующие вопросы:

- как производить? (определение как делать продукт);
- что может быть произведено? (определение доступных ресурсов);

- когда и что производить? (определение расписания);

- когда и что было произведено? (определение производительности).

Международная ассоциация производителей систем управления производством (MESA) определила типовые обобщенные функции MES систем:

- Контроль состояния и распределение ресурсов (RAS) - управление ресурсами производства: технологическим оборудованием, материалами, персоналом, документацией, инструментами, методиками работ.

- Оперативное/Детальное планирование (ODS) - расчет производственных расписаний, основанный на приоритетах, атрибутах, характеристиках и способах, связанных со спецификой изделий и технологией производства.

- Диспетчеризация производства (DPU) - управление потоком изготавливаемых деталей по операциям, заказам, партиям, сериям, посредством рабочих нарядов.

- Управление документами (DOC) - контроль содержания и прохождения документов, сопровождающих изготовление продукции, ведение плановой и отчетной цеховой документации.

- Сбор и хранение данных (DCA) - взаимодействие информационных подсистем в целях получения, накопления и передачи технологических и управляющих данных, циркулирующих в производственной среде предприятия.

- Управление персоналом (LM) - обеспечение возможности управления персоналом в ежеминутном режиме.

- Управление качеством продукции (QM) - анализ данных измерений качества продукции в режиме реального времени на основе информации поступающей с производственного уровня, обеспечение должного контроля качества, выявление критических точек и проблем, требующих особого внимания.

- Управление производственными процессами (PM) - мониторинг производственных процессов, автоматическая корректировка либо диалоговая поддержка решений оператора.

- Управление техобслуживанием и ремонтом (MM) - управление техническим обслуживанием, плановым и оперативным ремонтом оборудования и инструментов для обеспечения их эксплуатационной готовности.

- Отслеживание истории продукта (PTG) - визуализация информации о месте и времени выполнения работ по каждому изделию. Информация может включать отчеты: об исполнителях, технологических маршрутах, комплектующих, материалах, партионных и серийных номерах, произведенных переделках, текущих условиях производства.

- Анализ производительности (PA) - предоставление подробных отчетов о реальных результатах производственных операций. Сравнение плановых и фактических показателей.

Оперативно - календарное планирование производства представляет собой одну из наиболее сложных форм планирования, эффективная реализация которой стала возможной только с внедрением современных информационных технологий. Результатом оперативно-календарного планирования производства являются оперативные планы по каждому изделию. При оперативно-календарном планировании производства используются данные о производственной мощности подразделений по суткам на планируемый месяц. Должны использоваться уточненные данные, отражающие изменения производственной мощности не только в связи с ремонтами оборудования, но там, где это необходимо, - в связи с дополнительными остановами оборудования, предусмотренными технологическими регламентами.

MES-системы на российском рынке Aspen ONE Manufacturing Suite.

Программный продукт Aspen ONE Manufacturing Suite предназначен специально для создания MES систем в промышленности.

Для создания системы управления производством в Aspen ONE предусмотрены следующие компоненты:

InfoPlus.21 - это система управления данными в реальном времени для производственных процессов. InfoPlus.21 собирает и хранит большие объемы данных, управляет ими и делает их доступными для анализа и отчетности. В состав данного компонента входят база данных реального времени, архиватор, программный интерфейс и средства защиты информации.

Batch.21 моделирует производственные процессы и движение материальных потоков, организует производственную информацию для анализа и мониторинга.

ProcessExplorer - набор инструментов для отображения и анализа технологических процессов в виде графиков, трендов, данные для которых можно получать от одного или нескольких серверов баз данных реального времени.

Web.21 - Web-решение для отображения данных в режиме реального времени и исторических данных. Компонент позволяет на удаленных терминалах организовать представление данных реального времени InfoPlus.21 и агрегированных данных Batch.21, а также обеспечивает широкий набор особенностей: тренды, XY-диаграммы, детали сигналов, результаты вычислений и их детали.

Role-Based Visualization – компонент, который включает портал с распределением доступа и системой безопасности на основе прикладных ролей, индивидуализацию пользователей, управление содержимым и агрегирование. Система поддерживает расчет основных показателей производительности в реальном времени, отслеживает сообщения и извлекает соответствующее содержимое для веб-страниц и графиков реального времени.

Integration Infrastructure - платформа для интеграции с системой MES различных приложений предприятия (например, корпоративная информационная система МАЛАХИТ или SAP R/3). Компонент включает модуль для исполнения процессов, средства администрирования и мониторинга процессов, а также пользовательский интерфейс для создания и использования сценариев интеграции. Интеграционная платформа позволяет сохранить инвестиции

уже вложенные в корпоративную информационную систему.

OSIsoft PI System

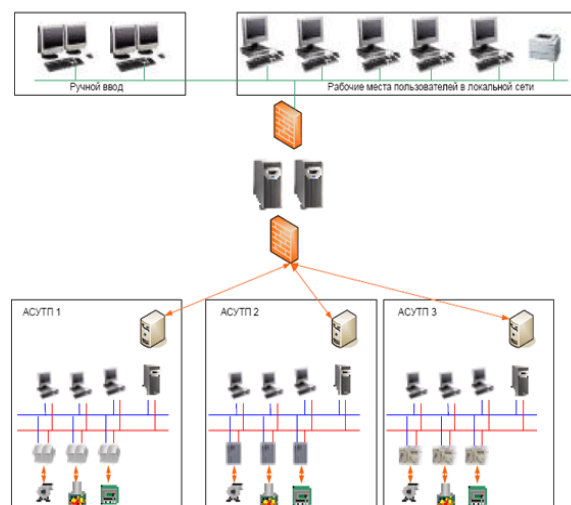


Рис. 1. Структурная схема PI Systems

PI System (рис. 1) является фундаментом для построения работающей в реальном времени инфраструктуры OSIsoft. Главными техническими новшествами являются возможность репликации серверов, улучшенные интерфейсы и внесенные в интерфейс PI возможности переключения при отказе. Резервирование серверов PI достигается за счет дополнения первичного сервера одним или несколькими вторичными. Такую серверную группу OSIsoft назвала "коллективом".

SIMATIC IT

SIMATIC IT - продукт для MES - систем, позволяющий выполнять комплексное моделирование производственных процессов, точно определять их возможности и получать данные с ERP -уровня и уровня производства в масштабе реального времени, что дает возможность более эффективно управлять производством и повышать его гибкость. SIMATIC IT позволяет быстро реагировать на любые производственные ситуации и предпринимать адекватные меры к снижению времени простоя и количества бракованной продукции, затрат на переделку продукции, а также для оптимизации складских запасов и проведения планово-профилактических работ.

Преимущества SIMATIC IT:

- Стандартный продукт, высокое качество и производительность при конкурентоспособной цене.
- Гибкость решений.
- Поддержка стандарта ISA-95
- Быстрое и безболезненное внедрение системы.
- Независимость от архитектуры оборудования предприятий (в том числе АСУ).
- Последовательное внедрение с сохранением существующих систем и продуктов.
- Интегрированная архитектура от управления технологическим процессом до связи с ERP системой.
- Снижение рисков и сокращение стоимости внедрения и сопровождения для конечных пользователей и системных интеграторов за счет многократного использования отраслевых библиотек.

Система оперативного планирования PSImetals APS/ALS

Функциональные возможности:

Планирование потребности в материалах и производство продукции, осуществляемое с учетом ограничений по мощностям и ресурсам предприятия (сырье, оборудование, инструменты, персонал).

Планирование возможно на различные горизонты времени (квартал, месяц, декада, неделя, сутки).

Оперативное реагирование на изменение состояния производства (фактическое выполнение производственных заказов, срыв сроков поставки, замораживание и отмена заказов, неисправность оборудования).

Архитектура представлена на рис. 2.

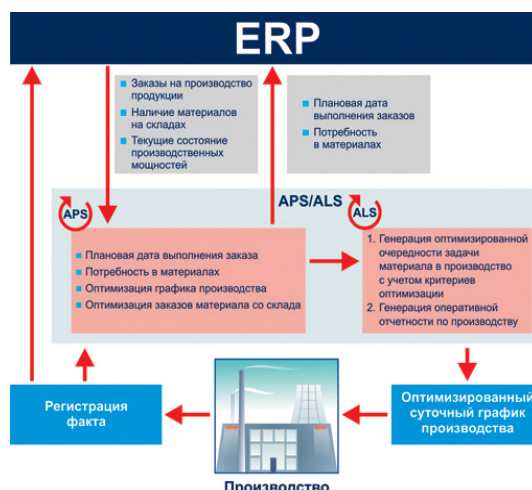


Рис. 2. Архитектура PSImetals APS/ALS

Система осуществляет оперативное планирование производства с учетом ограничений по мощностям и ресурсам.

Модуль APS – планирование мощностей и ресурсов с учетом ограничений.

Модуль предназначен для оперативного планирования производства с учетом ограничений по мощностям и ресурсам (сырье, оборудование, инструменты, персонал).

Модуль ALS – планирование последовательности производственных операций. Модуль планирования последовательности производственных операций используется для эффективного детального планирования работы всех агрегатов, задействованных в металлургическом производстве, от сталеплавильных печей до линий финишной отделки.

Для практической реализации исследуемых задач создано программное обеспечение, позволяющее составлять оптимальное расписание загрузки оборудования для выбранного цеха, получая в качестве входных данных количество и тип деталей, технологические процессы их изготовления и количество станков, которые можно использовать для их производства (рис. 3.).

Название станка	Код станка	Количество станков	Код цеха
Пила НТ300М	1.11	4	001
Spinner TC400	3.22	2	001
СМС-125А	2.33	3	001
JET JDP	6.77	5	001

Рис. 3. Таблица, содержащая список станков и их количество в выбранном цехе

Из теории расписаний известно, что алгоритм составления оптимального расписания существует только для двух станков (алгоритм Джонсона) [3]. При увеличении числа технологического оборудования для получения оптимального расписания нужно использовать либо полный перебор вариантов (что не всегда реально по требуемым для расчета вычислительным ресурсам), либо эвристические алгоритмы (которые не определяют строго оптимальное решение, но дают вариант расписания за приемлемое время) [4].

Управление качеством расписания производится через манипулирование параметрами алгоритма. Примеры таких параметров — загрузка оборудования, приоритет партий, точность определения производственных ресурсов. Для каждого параметра выделяется перечень возможных значений.

Данный программный продукт использует необходимые данные из БД (рис. 4), в которую занесены данные для задания параметров алгоритма. Затем методом полного перебора вариантов выбирает оптимальное расписание работы оборудования по одному из критериев, производит визуализацию полученных результатов в виде графиков (рис. 5).

Для реализации поставленной задачи были выбраны среда разработки Delphi и СУБД MySQL.

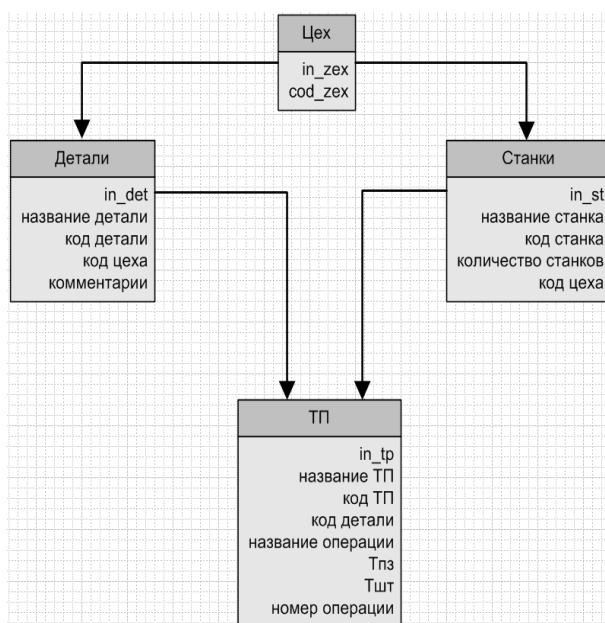


Рис. 4. Модель базы данных

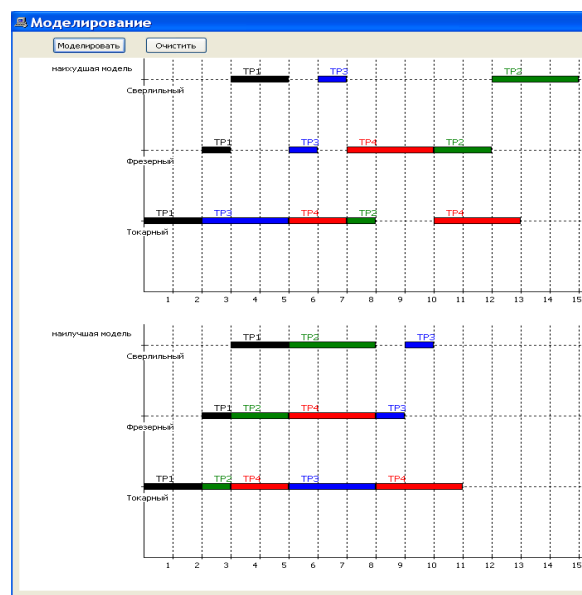


Рис. 5. Пример моделирования расписания работы трех станков при обработке четырех процессов

Созданный программный продукт позволяет:

- создать оптимальное расписание работы оборудования цеха;
- уменьшить время простоя оборудования;
- повысить уровень клиентского сервиса (прогнозирование реальных сроков выполнения заказов, выполнение заказов точно в срок);
- эффективно использовать имеющиеся материальные ресурсы и производственные мощности;

- оценить и оптимизировать уровни запасов товарно-материальных ценностей и незавершенного производства;

- закрывать потребности новых производственных заданий в предварительных материалах из запасов материалов, имеющихся в наличии.

Оптимизационное планирование базируется на математических моделях, которые были созданы для металлургической отрасли.

Высокая скорость создания планов достигается за счет хранения данных в оперативной памяти.

Библиографический список

1. Уильям Детмер, Эли Шрагенхайм, Manufacturing at Warp Speed: Optimizing Supply Chain Financial Performance, 2009г.

2. Goldberg, D.E. Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning - Addison-Wesley, 1989.

3. Танаев, В.С. Введение в теорию расписаний [Текст] / В.С. Танаев, В.В. Шкурба - М. «Наука», 1975.

4. Кутрейчик, В.М. Генетические алгоритмы [Текст] / В.М. Кутрейчик – Таганрог: Изд. ТРТУ, 1998.

STUDY OF PROCESSES PRODUCTION SCHEDULING IN MULTIPRODUCT MANUFACTURES

© 2012 S. N. Larin, V. V. Timirzyanov

Institute of Aviation Technology and Management of the Ulyanovsk State Technical University.

The work is devoted to the study and creation of software-operative scheduling (MES), developing an algorithm to optimize the machine utilization and reduction of plant downtime of machines.

Manufacturing Execution Systems, target parameters, technological process, a production cycle, operatively-scheduling, loading of the equipment.

Информация об авторах

Ларин Сергей Николаевич, кандидат технических наук, начальник комплексного технологического отдела, ФНПЦ ОАО «НПО «Марс». E-mail: larinmars@rambler.ru. Область научных интересов: автоматизация технологических процессов.

Тимирзянов Вадим Витальевич, студент, Институт авиационных технологий и управления, Ульяновский государственный технический университет. E-mail: iatu@bk.ru. Область научных интересов: автоматизация процессов управления.

Larin Sergei Nikolaevich, PhD, chief of complex technological department, ERPC OJSC 'Research-and-production association 'MARS'. E-mail: larinmars@rambler.ru. Area of research: automation of technological processes.

Timirzyanov Vadim Vitalievich, student, Institute of Aviation Technology and Management, Ulyanovsk State Technical University. E-mail: iatu@bk.ru. Area of research: automation of management processes.