

УДК 519.6

**ОБ ОПЫТЕ ПРИМЕНЕНИЯ ОБОБЩЕННОГО
ПОДХОДА К РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОГО
ОБЕСПЕЧЕНИЯ УПРАВЛЕНИЯ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ПРОЦЕССАМИ**

Д. П. Косицын, А. А. Печников, А. И. Шабаев

Рассмотрен единый формализованный подход к разработке программного обеспечения для управления сложными производственными процессами определенного класса. В качестве примера описана разработка программного обеспечения для планирования производства гофротары.

1. ВВЕДЕНИЕ

Петрозаводский государственный университет имеет многолетний опыт работы по заказам предприятий целлюлозно-бумажной промышленности и лесопромышленного комплекса России. Среди заказчиков – Архангельский, Сегежский и Котласский ЦБК, ОАО «Кондопога», ОАО «Архбум», АОЗТ «Гофрон», ЗАО «Народное предприятие Набережночелнинский картонный комбинат», ОАО «Братский целлюлозно-картонный комбинат». В промышленную эксплуатацию внедрено более 40 прикладных программных систем управления производством.

Накопленный опыт позволяет сформулировать два следующих утверждения.

Во-первых, многие производственные процессы описываются в виде математических моделей, относящихся к классу оптимизационных задач раскроя и комплектовки материалов (ОЗРК), а, следовательно, могут решаться с помощью единого универсального алгоритма [1].

Во-вторых, информационные процессы, связанные с разработкой программного обеспечения (ПО) для решения таких задач, обладают высокой степенью общности по требованиям к интерфейсу, языку программирования, правам доступа, организации работы в сети, входным и выходным данным (портфель заказов, каталоги технологических карт, заказов и поставщиков и т.д.).

Из этого следует, что основные информационные решения могут быть реализованы в виде общих информационных и конфигурационных модулей, настраиваемых в дальнейшем применительно к конкретной задаче, производству или предметной области. Из этих двух утверждений следует, что существует принципиальная возможность реализации единого формализованного подхода к разработке ПО для управления сложными производственными процессами определенного класса, а значит, процесс может быть автоматизирован и реализован в виде универсальной программной системы [2].

Данный подход был поддержан в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2012 годы» (решение Конкурсной комиссии Роснауки № 26, Протокол от 15 ноября 2007 г. № 60; государственный контракт № 02.527.11.9021 от 26 ноября 2007 г. на выполнение опытно-конструкторских работ по теме «Разработка комплекса математических моделей, методов и программного обеспечения для повышения эффективности управления сложными производственными процессами»).

2. КОНВЕЙЕРНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

В самом общем виде комплекс программного обеспечения для решения сформулированного класса задач можно представить как трехуровневую иерархическую систему, на верхнем уровне которой находится УПС – универсальная программная система, обеспечивающая адаптацию к данной предметной области и требованиям заказчиков посредством универсальных настроек. Второй уровень иерархии – это программная система планирования производства (ПС ПП), адаптированная к требованиям конкретной предметной области, обеспечивающая выполнение общих требований и включающая специфические конфигурационные настройки и отчетные формы применительно к

предметной области. Нижний уровень иерархии – это внедрённая программная система планирования производства (ВПС ПП), представляющая собой ПС ПП, адаптированную к требованиям конкретного производства и являющуюся совокупностью автоматизированных рабочих мест, связанных локальной сетью и оснащённых настроенным на данную задачу ПО.

Процесс разработки приложения для конкретной производственной задачи в такой системе представляет собой конвейерную технологию производства, состоящую из трёх этапов. Во-первых, разрабатывается программная среда УПС для решения задач, формулируемых в математической постановке как ОЗРК. Во-вторых, в процессе адаптации УПС под конкретные предметные области, создаются специализированные ПС ПП. При этом осуществляется настройка УПС под общие требования, определяемые предметной областью. В-третьих, в наиболее подходящей с точки зрения модели ПС ПП создаётся (а по большей части – настраивается) приложение для решения конкретной задачи, которая и внедряется на предприятии-заказчике в соответствии с требованиями, определяемыми в техническом задании.

Внедрение и сопровождение ВПС ПП проводится специально обученными сотрудниками организации-исполнителя совместно с системным администратором, программистами и технологами заказчика, но без участия основных разработчиков. Возможности масштабирования при возникновении новых функций и/или новых производственных задач реализуются основными разработчиками УПС и ПС ПП.

В соответствии с требованиями государственного контракта, в мае-июне 2008 года осуществлена опытная эксплуатация пяти ВПС ПП на следующих предприятиях:

«Планирование производства цеха гофротары» – ЗАОр «Народное предприятие Набережночелнинский картонно-бумажный комбинат»;

«Планирование раскроев съёмов и распределения заявок для бумагоделательных машин» – ОАО «Кондопога»;

«Планирование и управление многономенклатурным производством» – ОАО «Прибой», Санкт-Петербург;

«Планирование производства фанеры» – ООО «Лахденпохский фанерный комбинат «Бумэкс»;

«Размещение грузов в транспортных средствах» – ОАО «Группа «Илим», г. Братск.

3. ОБ ОПЫТЕ РЕАЛИЗАЦИИ ОБЩЕГО ПОДХОДА

В рамках данной статьи мы ограничимся описанием процесса реализации проекта только для ВПС ПП «Планирование производства цеха гофротары», поскольку он в достаточной степени характеризует состояние дел и в других предметных областях.

Набережночелнинский картонно-бумажный комбинат изготавливает большое количество изделий из гофрокартона. Номенклатура изготавливаемых изделий насчитывает несколько тысяч видов. Большое количество видов готовой продукции связано с уникальностью требований заказчиков (например, размеров) по отношению к стандартным типам гофропродукции (гофроляпки, обечайки, вкладыши и т.п.). Добавление новых видов номенклатуры происходит очень часто. Объем производства составляет 24 млн.кв.м гофропродукции в месяц. Общая численность занятого персонала составляет около 1700 человек, из них более 200 человек занято непосредственно в производстве гофропродукции.

На фабрике гофротары установлены 2 гофроагрегата со следующей производительностью: трехслойный картон – 210-220 м/мин, пятислойный картон – 150 м/мин, семислойный картон – 80-90 м/мин. Далее картон поступает на переработку для получения упаковочных средств. Линии переработки представляют собой комбинации из 20 различных агрегатов, производящих высечку, нарезку вкладышей, изготовление решеток и прокладок, нанесение печатных элементов и т.д.

Обследование процесса производства гофротары показало, что план по раскройам гофротары составляется без указания, на каком из двух гофроагрегатов его выполнять. Мастер смены в ходе работы выбирает (обычно последовательно) раскрои из этого списка и дает их на гофроагрегат. Порядок выбора раскроев зависит от текущей загрузки линий. Если в ближайшее время закончатся заготовки для некоторой линии, мастер возьмет раскрой, содержащий требуемую заготовку. То есть раскрой может вырабатываться непрерывно от начала и до конца, а частями, если его объем достаточно велик, и это препятствует своевременному выпуску других заготовок для линий. Тем не менее, мастер старается выполнять план по линиям в том порядке, как запланировал технолог.

Внедрение ВПС ПП «Планирование производства цеха гофротары» на предприятии обеспечивает реализацию следующих функций:

1. Оперативное/детальное планирование. Эта функция обеспечивает оперативное и детальное планирование работы, основанное на приоритетах, атрибутах, характеристиках и свойствах конкретного вида продукции, а также детально и оптимально вычисляет загрузку оборудования при работе. Кроме того, детальное планирование позволяет формировать оптимальные с точки зрения минимизации отходов планы раскросов гофрополотна, выпускаемого гофроагрегатами.

2. Диспетчеризация производства. Обеспечивает текущий мониторинг и диспетчеризацию процесса производства, отслеживая выполнение операций, занятость оборудования и людей, выполнение заказов, объемов, партий и контролирует в реальном времени выполнение работ в соответствии с планом. При реализации возможности организации учета выработки в цехе в режиме реального времени отслеживаются все происходящие изменения и вносятся корректировки в план цеха.

3. Управление документами. Контролирует содержание и прохождение документов, которые должны сопровождать выпускаемое изделие, включая инструкции и нормативы работ, способы выполнения, чертежи, схемы погрузки, клише и штанц-формы, процедуры стандартных операций, сообщения о технических изменениях, передачу информации от цеха к цеху, а также обеспечивает возможность вести плановую и отчетную цеховую документацию. Предусматривается архивирование информации по технологическим картам.

4. Сбор и хранение данных. Эта функция обеспечивает информационное взаимодействие различных производственных подсистем для получения, накопления и передачи технологических и управляющих данных, циркулирующих в производственной среде предприятия.

5. Управление производственными процессами. Отслеживает заданный производственный процесс на уровне контроля выполнения производственных заказов.

6. Управление производственными фондами. Поддержка процесса технического обслуживания, планового и оперативного ремонта производственного и технологического оборудования в течение всего производственного процесса.

7. Отслеживание истории продукта. Предоставляет информацию о том, где и в каком порядке велась работа с данным видом продукции.

8. Анализ производительности. Предоставляет отчеты о результатах производственных операций, а также сравнивает с предыдущими

и ожидаемыми результатами. Представленные управленческие консолидированные отчеты могут включать в себя такие измерения, как использование ресурсов, наличие ресурсов, время цикла производственного ресурса, соответствие плану, стандартам и другие.

ВПС ПП «Планирование производства цеха гофротары» управляет текущей производственной деятельностью в соответствии с поступающими заказами, требованиями технологической документации, актуальным состоянием оборудования, преследуя при этом цели максимальной эффективности и минимальной стоимости выполнения производственных процессов. Она позволяет оптимизировать управление производством и сделать его более рентабельным за счет быстрой реакции на происходящие события и применения математических методов планирования и оптимизации раскроев. Составленные планы раскроев и производства продукции обеспечивают повышение эффективности производства за счет снижения потерь материала на 2-4 процента посредством выбора рациональных вариантов раскроя гофрополотна и их сочетаний, сокращения простоев оборудования, уплотнения графиков их работы, ускорения процесса формирования производственной программы. Внедрение системы позволило существенно снизить время формирования производственной программы (с 4-5 часов до 20-30 минут). Интеграция с другими системами уменьшает влияние человеческого фактора на ввод данных, снижая вероятность некорректного ввода и появления ошибок.

Разработка и опытная эксплуатация ВПС ПП «Планирование производства цеха гофротары» показывает, что основные усилия разработчиков ПО сосредотачиваются на обследовании производственного процесса и четкой формулировке критериев оптимизации и занимают до 80% времени. Сам процесс программирования ВПС ПП с использованием конвейерной технологии производства ПО сократился с 3 до 1 месяца.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецов В.А. Задачи раскроя и комплектовки материалов в моделировании производственных процессов // Лесной журнал, 2004, № 1, 111-116.
2. Печников А.А., Шабает А.И. Автоматизация разработки программного обеспечения для задач целлюлозно-бумажной промышленности // Целлюлоза. Бумага. Картон, 2008, № 5, 66-68.