

Экономика, организация и менеджмент на предприятии

УДК 004.624

Интегрированная система автоматизации проектирования технологических процессов и оперативного управления производством

Г.Б. Евгеньев, С.С. Крюков, Б.В. Кузьмин, А.Г. Стисес

МГТУ им. Н.Э. Баумана, 105005, Москва, Российская Федерация, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1

An integrated process automation and operations management system

G.B. Evgenev, S.S. Kryukov, B.V. Kuz'min, A.G. Stises

Bauman Moscow State Technical University, building 1, 2-nd Baumanskaya str., 5, 105005, Moscow, Russian Federation



e-mail: g.evgenev@mail.ru, stask@sprut.ru, office@sprut.ru



В складывающейся международной обстановке важное значение приобретает новая индустриализация страны, означающая возрождение отечественной промышленности с использованием новейших методов и средств создания компьютерно-интегрированных производств российской разработки. Методы оптимизации проектирования технологических процессов и оперативного планирования и управления производством тесно связаны друг с другом и требуют интегрированного подхода. Такой подход позволяет значительно сокращать сроки выполнения заказов при минимизации затрат. Описан впервые разработанный интегрированный комплекс программных средств, состоящий из системы проектирования технологических процессов СПРУТ-ТП и оперативно-календарного планирования производства СПРУТ-ОКП. С помощью этой системы возможен реинжиниринг процессов планирования и управления с целью обеспечения прозрачности производства и получения существенного экономического эффекта.

Ключевые слова: автоматизация проектирования технологических процессов, автоматизированное оперативное управление производством.



In the current international situation, the revival of the domestic industry using the latest methods and tools of computer-integrated designs is very important. The methods of optimization of the process design and operational planning and management are closely related to each other and require an integrated approach. This approach can significantly reduce delivery times at minimum costs. An integrated software package consisting of the process design system SPRUT-TP and the operations management system SPRUT-OKP is developed and described for the first time. This system makes it possible to reengineer planning and management in order to ensure the transparent production and significant benefits.

Keywords: process automation, operations management.

Руководящими концепциями разработки современных производственных систем целесообразно принять интеграцию и интеллектуализацию. Интеграция должна проводиться на концептуальном, а не на техническом уровне. Это означает, что интегрируемые системы должны быть основаны на одинаковой предметной онтологии. Именно такой подход был использован авторами предлагаемой статьи.

Оперативное управление производством неразрывно связано с проектированием технологических процессов (ТП). Реальный и эффективный план производства может быть составлен только на основе ТП, спроектированных с использованием передовых знаний и технически обоснованных норм. Последнее особенно важно для предприятий, работающих по государственному заказу, поскольку они должны обосновывать трудоемкость изготовления изделий в соответствии с утвержденными нормативами. Нормативы, представляющие собой книжные издания большого объема, должны быть преобразованы в электронные базы знаний, внешнее представление которых должно быть максимально приближено к книжному представлению. Необходимо чтобы такие базы знаний могли создавать непрограммирующие специалисты в области технологии обработки. Такой подход был реализован при создании системы СПРУТ-ТП с использованием инструментальной среды СПРУТ-ЭКСПРО.

Проблема интеграции систем инженерного проектирования и управления производством рассматривается во многих работах. Одной из наиболее объемных является серия статей [1–6], посвященная интеграции PLM и ERP систем. В этих статьях справедливо отмечается, что автоматизация инженерных работ и бизнес-процессов на многих предприятиях представляет собой по большей части две изолированные информационные системы. В то же время главная особенность настоящей эпохи промышленного развития — максимальное удовлетворение запросов потребителей (массовая кастомизация). Ключевой бизнес-стратегией является оперативность, а основой ее реализации — единое информационное пространство. Информация становится главенствующим ресурсом научно-технического, экономического и социального развития общества.

Основным недостатком упомянутых работ является то, что они основаны на импортных программных продуктах, в то время как в сложившейся внешнеполитической и экономической обстановке в нашей стране ставится задача

импортозамещения, включая программные изделия. В упомянутых выше статьях в составе PLM систем отсутствуют системы проектирования ТП — CAPP системы, а в составе систем управления — MES системы оперативного управления.

В работе [7] описана интеграция CAD/CAM/CAPP систем компании ADEM с отечественной системой планирования и учета производства «ПАРУС-Предприятие 8» и рассмотрен обмен данными между системами без раскрытия их функций.

Цель работы — создание с использованием современных информационных технологий комплексной системы автоматизации технологической подготовки и планирования производства, основанной на отечественных стандартах и нормативных материалах.

Интеграция технологического проектирования и оперативного планирования способны дать синергетический эффект, обеспечивающий высокую эффективность и качество производства. В настоящем исследовании анализируются две системы, обеспечивающие на основе отечественных знаний и методов автоматизированное проектирование ТП и оперативно-календарное планирование и управление дискретным производством — СПРУТ-ТП и СПРУТ-ОКП, которые могут использоваться как совместно, так и отдельно. Эти системы представляют собой основу для построения программных средств компьютерно-интегрированных производств. СПРУТ-ТП на техническом уровне интегрирована с основными CAD системами («Компас», «Т-Флекс», AutoCAD, SolidWorks) и системами управления PDM/PLM (ЛОЦМАН PLM, T-FLEX DOCs, SolidWorks Enterprise), а СПРУТ-ОКП — с отечественной ERP системой «1С-Предприятие».

Система автоматизированного проектирования ТП. Отличительные особенности системы СПРУТ-ТП — использование высокоэффективного интерфейса и методов искусственного интеллекта для формирования технологических знаний [8].

Интерфейс системы ориентирован на привычную работу технолога с использованием «активных» документов, в частности, маршрутных и операционных карт с подключенными к ним базами данных и знаний. Благодаря этому реализуется принцип «что вижу, то и получаю». Как следствие этого обеспечены: простота освоения и внедрения системы (2–3 дня); естественная работа технолога в системе; в процессе

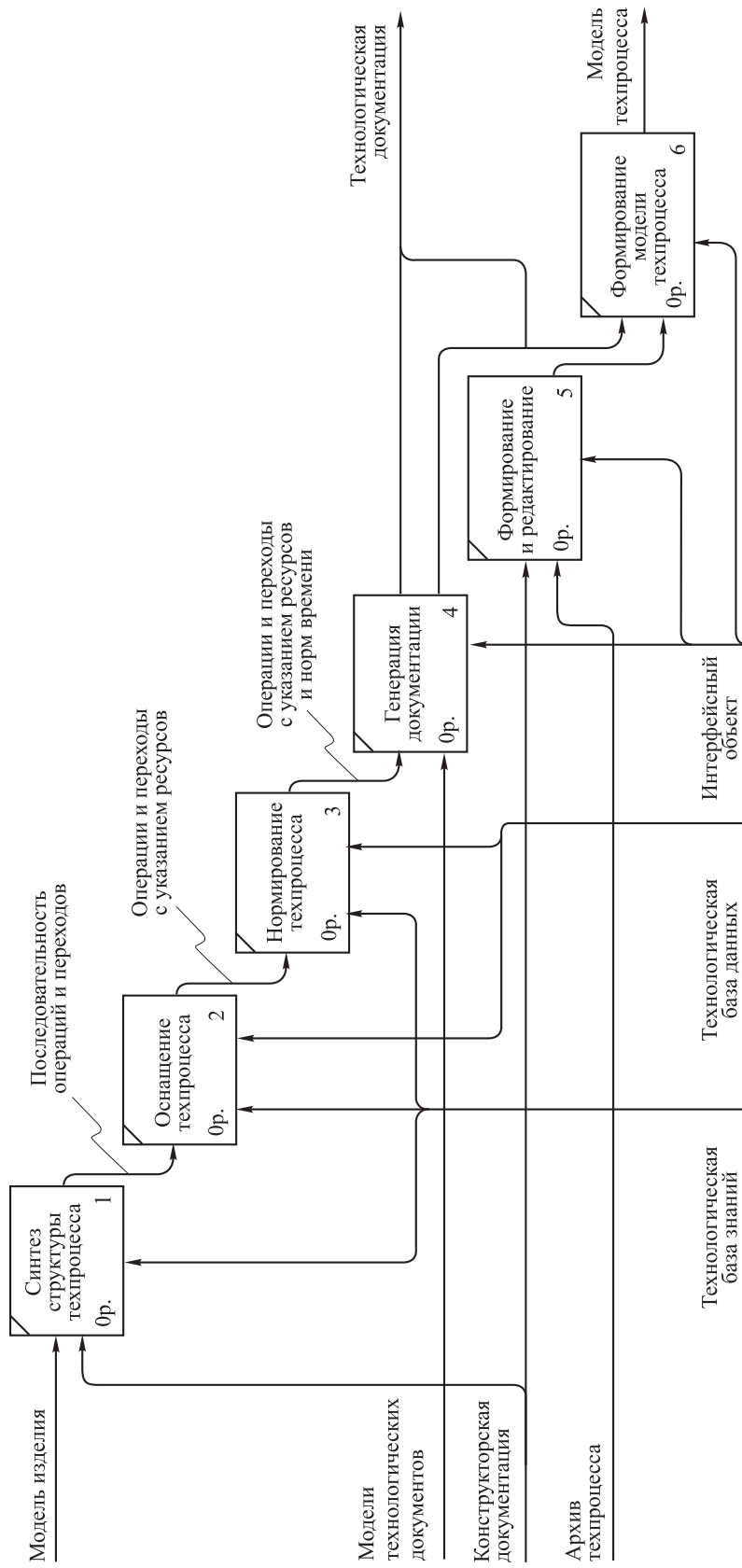


Рис. 1. Функциональная схема СПРУТ-ТП

работы технолог видит конечный результат; скорость разработки ТП по сравнению с аналогичными системами повышается в несколько раз.

СПРУТ-ТП обеспечивает проектирование и нормирование работ по различным переделам: заготовительные работы; литье центробежное, под давлением, по выплавляемым моделям, кокильное; холодная штамповка; механообработка; зубообработка; изготовление деталей из пластмасс и резины; гальванические покрытия; термообработка; газовые резка и сварка; дуговая, электрошлаковая и контактная сварка; сборка перед сваркой; сборочные работы; слесарные работы; электромонтажные работы; упаковка и консервация; транспортные работы.

Функциональная диаграмма проектирования СПРУТ-ТП приведена на рис. 1 [8, 9].

Первый функциональный блок диаграммы — блок синтеза структуры ТП. Входная информация для него содержится в модели изделия, а на выходе формируется последовательность операций и переходов. Последовательность операций составляет основное содержание маршрутного ТП. Механизмом реализации этой функции является технологическая база знаний.

Оригинальная база знаний структурного синтеза ТП производственного типа, построенная на основе стандартной маршрутной карты, представлена на рис. 2. Операции (одна или несколько) могут иметь предусловия применения. В соответствии с этим рисунком отрезная операция будет применяться для деталей, имеющих наименование «Гайка с пазами» или «Гайка шестигранная», и заготовке «Прокат». Токарная операция будет включаться в маршрут для гаек с пазами и заготовками из проката.

Следующий функциональный блок обеспечивает оснащение ТП, т. е. выбор станков, приспособлений, инструментов и других средств технологического оснащения. В результате формируются операции и переходы с указанием ресурсов, необходимых для их реализации. Оснащение ТП производится базой знаний с использованием технологической базы данных ресурсов.

Далее следует функциональный блок, обеспечивающий нормирование ТП, т. е. расчет необходимых норм времени на операции и переходы. На выходе формируется последовательность оснащенных и отнормированных операций и переходов, на основе которых мо-

ООО "Центр СПРУТ-Т", Москва, (499) 263-69-70, www.sprut.ru										ГОСТ 3.1118-82 Форма 1									
Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
СПРУТ ТП										5 1									
Разработал																			
Проверил						СПРУТ Технология													
Нормировал																			
Н.контроль						МИН													
М																			
М																			
А																			
Б																			
Условие		(#Наим_дет# = "Гайка с пазами" ИЛИ #Наим_дет#="Гайка шестигранная") И #Вид_заг# = "Прокат"																	
А																			
Б																			
О																			
Конец условия																			
Условие		#Наим_дет# = "Гайка с пазами" И #Вид_заг# = "Прокат"																	
А																			
Б																			
О																			
Конец условия																			
Условие		#Наим_дет# = "Гайка с пазами" И #Вид_заг# = "Поковка"																	
МК																			

Рис. 2. Интерфейс системы СПРУТ-ТП

жет проводиться генерация технологической документации и формирование модели ТП. Механизмом реализации этой функции является база знаний, использующая при необходимости технологические данные.

Базы знаний нормирования строятся на основе утвержденных государственных нормативов времени. При построении этих баз знаний используется язык деловой прозы, доступный для непрограммирующих пользователей.

В СПРУТ-ТП выполняется оформление комплектов технологических документов на все виды производства. Существует более 200 форм бланков ЕСТД для всех видов ТП, что обеспечивает простоту подключения собственных бланков, а также автоматическое формирование сводных документов: ведомостей материалов, норм времени, оснастки и оборудования.

Формирование и редактирование технологической документации может также производиться вручную с помощью соответствующего интерфейсного объекта.

Модели ТП сохраняются в базах данных. При этом обеспечивается подготовка данных для планирования и интеграции с СПРУТ-ОКП: проверка корректности ТП, формирование данных для планирования, экспорт ТП в форматы XML и Xls.

Система оперативно-календарного планирования производства. Одним из наиболее распространенных методов управления производством в мире является стандарт MRP II (Manufacturing Resource Planning). В основу MRP II положена иерархия планов. На верхнем уровне выполняется стратегическое (долгосрочное) планирование. Ниже располагается бизнес-планирование.

Следующий уровень управления — производственный. На этом уровне используются системы класса MES (Manufacturing Execution System). MES — исполнительная система производства. Системы такого класса решают задачи синхронизации, координируют, анализируют и оптимизируют выпуск продукции в рамках какого-либо производства.

MES системе задается объем работ, который может быть представлен на этапе объемно-календарного планирования. В этом смысле MES системы должны не только выполнить заданный объем с указанными сроками выполнения тех или иных заказов, но выполнить их как можно лучше с точки зрения экономических показателей производства.

При выполнении заданий MES системы опираются на принцип расчета и коррекции производственных расписаний по фактическому состоянию производства. Эти системы достаточно чутко реагируют на отклонения во времени выполнения технологических операций, на непредвиденный выход из строя оборудования, на появление брака в процессе обработки изделий и другие возмущения внутреннего характера. Характерно, что согласно зарубежным данным внедрение MES системы на предприятии не только обеспечивает составление детальных производственных расписаний, но также положительно влияет на менеджмент качества и уровень обслуживания технологического оборудования.

Типовая модель функционирования MES системы на примере отечественной системы оперативно-календарного планирования СПРУТ-ОКП представлена на рис. 3. Поскольку в системе СПРУТ-ОКП используется отечественный стандарт ЕСТД, она может применяться в различных производствах, использующих этот стандарт.

Вход системы образуют конструкторские и технологические данные, представляющие конструкторско-технологические спецификации изделий, а также заказы, определяющие номенклатуру и количество изделий, подлежащих изготовлению. На основе этой информации проводится подготовка работы системы с помощью модулей «Сбыт» и «Технолог». В результате формируются технологические данные для планирования, номенклатура изделий и портфель заказов.

Модуль «Технолог». С помощью этого модуля описываются и заполняются справочники, формирующие виртуальную модель предприятия. Модуль предназначен для автоматизации работ по ведению в актуальном состоянии данных производственного состава изготавливаемых на предприятии изделий и их сборочных единиц, а также для ввода технологических маршрутов изготовления предметов производства из системы СПРУТ-ТП.

Функции модуля применимы на предприятиях с различным типом организации конструкторской подготовки производства: на предприятии или с получением конструкторской документации извне. При этом в рамках системы управления предприятием обеспечивается комплексная автоматизация основных функций инженерного уровня, выполняющая две главные стратегические задачи:

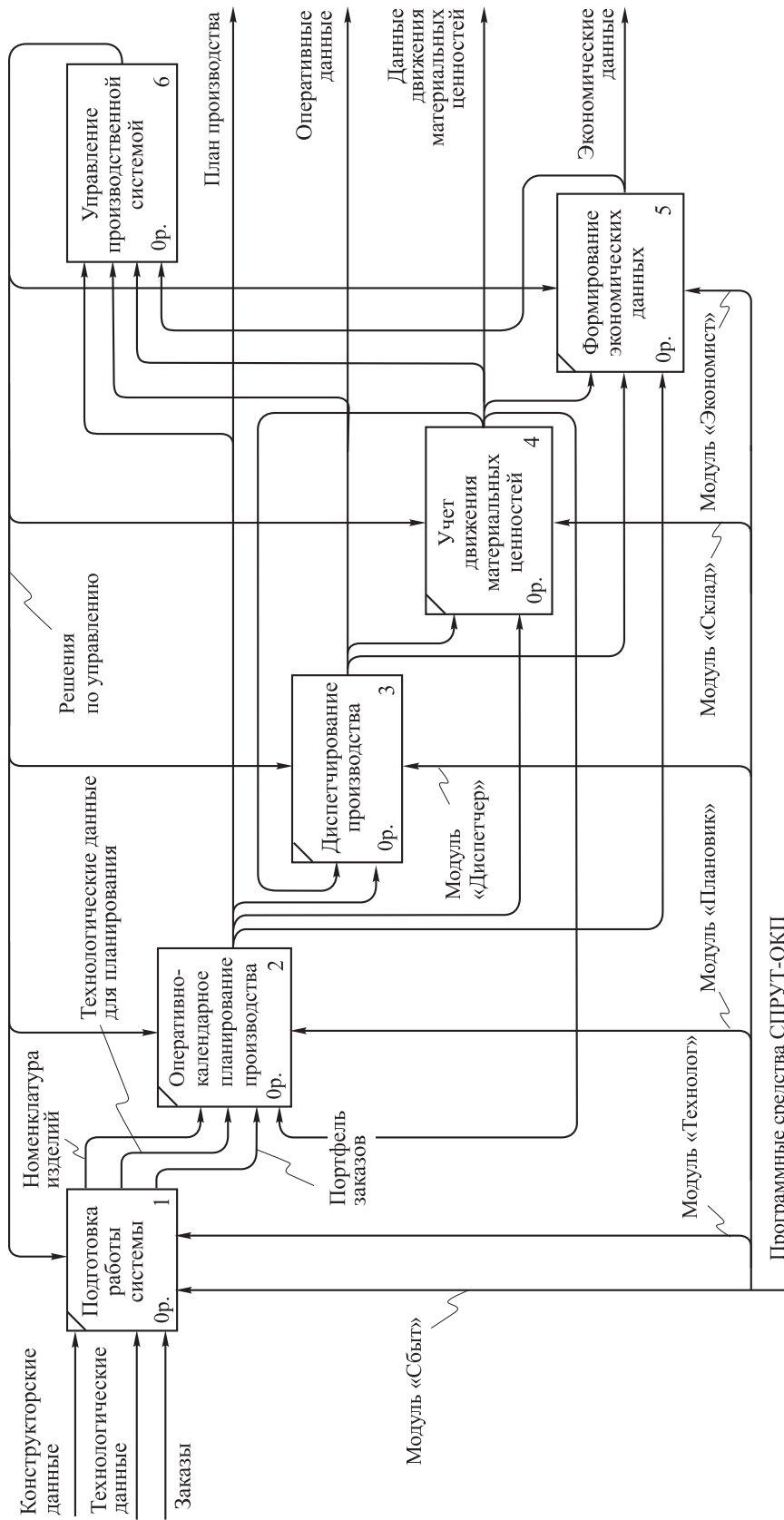


Рис. 3. Функциональная схема СПРУТ-ОКП

1) автоматизация главных элементов конструкторско-технологической подготовки производства;

2) поддержка в актуальном состоянии первичных конструкторско-технологических нормативов для обеспечения функционирования СПРУТ-ОКП.

Функции модуля «Технолог» применимы на предприятиях с различным типом организации технологической подготовки производства. Пользователи этого модуля получают широкий набор информации справочного характера, которая наиболее полно представлена в различных видах документов.

Модуль «Плановик». Этот функциональный блок осуществляет планирование производства (см. рис. 3). С его помощью формируется план производства. Он позволяет сгенерировать варианты плана и произвести их оценку. Для максимальной наглядности используются диаграммы Ганта.

Формирование производственной программы осуществляется плановиком планово-диспетчерского отдела (ПДО) или аналогичной службы на основе специфицированных заявок, а также спецификации договоров внешних клиентов. Заявки создаются в модуле «Сбыт».

В зависимости от временного диапазона планирования плановик ПДО формирует различные виды производственной программы (ПП) — годовую, квартальную, месячную или недельную. Годовая и квартальная ПП формируются в текущем году (квартале) на плановый год (квартал), следующий за текущим, как правило, заданием позиций плана с точностью до месяца. При этом в большинстве случаев в качестве даты выпуска позиции плана задается дата по договору с заказчиком. Месячная ПП относится к текущему планированию, составляется на основании годовой ПП и включает в себя планируемый месяц и период времени после планируемого месяца, равный максимальному циклу изготовления плановой позиции. Для планируемого месяца позиции плана задаются с точностью не меньшей дня, при этом в качестве даты выпуска позиции плана задается, как правило, дата последнего рабочего дня месяца.

В общем случае система позволяет использовать любую точность задания дат выпуска позиций плана. Плановик ПДО может сформировать несколько вариантов ПП и оценить каждый из этих вариантов по ресурсам, материалоемкости и машиноёмкости по видам оборудования в разрезе цехов и участков. По результатам оценки вариантов ПП выбирается

наиболее приемлемый вариант, который распечатывается и утверждается руководством предприятия в качестве плана выпуска готовой продукции цехам-изготовителям. На основе месячной ПП рассчитывается календарный производственный график, задающий очередность работ цехам-изготовителям.

На месячную ПП рассчитывается и выдается на печать специфицированная потребность производства в комплектующих и материалах (КИМ) или потребность в КИМ по всем заказам за период с указанием дат запуска партий. На основе производственного графика формируется и выдается на печать план запуска изделий, который определяет сроки подготовки сопроводительной документации диспетчерской службой. План запуска изделий также передается плановиком ПДО инженеру по металлу заготовительного цеха для обеспечения запуска заготовок заготовительным участком. Аналогично формируется план выпуска на следующий планируемый период.

План выпуска и план запуска оценивается по загрузке оборудования и общей трудоемкости изготовления.

Данные о выполнении ПП используются плановиком для принятия соответствующих мер, влияющих на ход производства, а в случае невозможности устранения отклонений производства от плана принимается решение о корректировке плана на текущий период. Отчет о состоянии производства на конец планового периода учитывается при планировании производства в следующем плановом периоде.

Для функционирования данного модуля необходимо наличие актуальных нормативных данных о планировании предметов производства, маршрута и норм времени по ним (подготовительно-заключительного $T_{п.з.}$, штучного $T_{шт}$ и межоперационного $T_{м.о.}$).

Автоматизация управления планово-диспетчерского отдела позволяет освободить работников ПДО от выполнения рутинной и трудоемкой работы по оценке сформированной производственной программы по ресурсам и, что более важно, осуществлять ряд расчетов, например, по формированию производственного графика, оперативной его корректировке и т.п., выполнение которых вручную практически невозможно.

Модуль автоматизирует выполнение следующих этапов работ:

- составление ПП;
- оценка ПП;
- анализ ПП;

- подтверждение ПП;
- формирование планов и расчет потребности;
- составление план графиков запуска и выпуска.

Временной диапазон планирования (составления ПП) обычно охватывает остаток текущего года, следующий год плюс продолжительность самого длительного цикла изготовления изделия (с тем, чтобы обеспечить подготовку производства). Временной диапазон планирования задается пользователем при выполнении функции.

Дискреты (интервалы, периоды) планирования ПП — периоды времени, по которым распределяется выпуск изделий. Для годового ПП это обычно 1 год, а для квартального ПП — кварталы или месяцы. Дискрету планирования задает пользователь при выполнении функции.

Для составления ПП на следующий год планирующий персонал в большинстве случаев должен апробировать и оценить достаточно большое количество вариантов планов. Составление варианта ПП обычно основывается на прогнозе спроса на продукцию предприятия, на заключенных долгосрочных контрактах с потребителями продукции, на текущих заявках потребителей. При разработке различных вариантов ПП пользователю предоставляются следующие возможности:

- вводить все позиции варианта ПП в режиме диалога с системой;
- корректировать существующий вариант.

Варианты ПП оцениваются по потребностям в основных для предприятия материальных и производственных ресурсах. Выполняется сравнительная оценка вариантов по всем критериям, а также комплексная оценка отдельного варианта.

Оптимальный (по выбранным плановиками критериям) вариант становится (объявляется) активным, а остальные варианты на указанный период времени при необходимости можно удалить.

Активный вариант ПП является основой для формирования плана выпуска готовой продукции на ближайший период.

Модуль «Диспетчер». Модуль выполняет функцию диспетчеризации производства с формированием оперативных данных о его ходе (см. рис. 3).

Модуль может использоваться в заготовительных, обрабатывающих, сборочных цехах, а также в цехах термообработки и покрытий машиностроительных предприятий с типом про-

изводства от единичного до крупносерийного. Модуль применяется в условиях цеховой и безцеховой структуры управления. В цехах используется организация материального потока в виде «сквозных» партий по всем операциям маршрута.

Объектом управления модуля «Диспетчер» является материальный поток основного производства. Особенности организации материального потока зависят от типа и организации производства. Движение материального потока в производстве обеспечивается последовательным выполнением технологических и вспомогательных операций.

Технологические операции с точки зрения особенностей материального потока разделяются на три операции: раскрой, комплектование и обработка (сборки).

Первой по маршруту изготовления всегда является операция раскроя. При выполнении операции раскроя на вход поступает материал; выход операции — заготовка. Потребление материала на операции раскроя характеризуется нормативным и фактическим расходом. Нормативный расход рассчитывается как произведение нормы расхода материала на одну деталь и количества годных заготовок.

Вспомогательные операции служат для обеспечения выполнения технологических операций и включают процессы транспортировки и хранения предметов труда, инструментов и оснастки.

Готовые предметы (материалы, покупные изделия, детали и т.п.) хранятся на складах. Готовые предметы одного наименования на предприятии могут храниться на нескольких складах (центральных и цеховых). Внутри цеха предмет одного наименования хранится только на одном складе.

После выполнения последней технологической операции готовые изделия сдаются на склад, который называют основным местом хранения. Основное место хранения всегда одно. Основное и последнее места хранения могут совпадать. В этом случае готовое изделие имеет единственное место хранения.

Полуфабрикат (заготовка, унифицированная деталь) всегда имеет единственное место хранения. Хранение полуфабрикатов осуществляется в специальных кладовых, на транспортных системах или стеллажах в цехе. При этом полуфабрикат всегда считают находящимся на операции, следующей за выполненной, независимо от фактического расположения места его хранения.

Информация о нормативном расходе материала и балансе материального потока используются модулем «Экономист» для расчета материальных затрат на производство.

Условием возможности начала операции раскроя является наличие необходимого количества материала на последнем месте хранения.

Модуль «Склад». Учет движения материальных ценностей (см. рис. 3) выполняет модуль «Склад». В результате генерируются данные движения материальных ценностей, которые, в частности, используются при планировании производства.

Модуль «Склад» предназначен для автоматизации рабочих мест кладовщиков с одновременным обеспечением потребностей всех остальных модулей СПРУТ-ОКП в информации о движении материальных ценностей на предприятии.

При создании модуля «Склад» преследовались две основные цели:

1) обеспечить потребности остальных модулей достоверной информацией о движении материальных ценностей на предприятии;

2) разработать основу для создания автоматизированных рабочих мест заведующими складами/материально ответственными лицами предприятия.

Эти две цели определяют и два режима эксплуатации модуля: совместный (с остальными модулями СПРУТ-ОКП) и автономный.

Пользователями модуля являются работники складов предприятий, занимающиеся регистрацией движений материальных ценностей.

В системе предусмотрено обслуживание трех основных типов движений на складе: прихода (поступления на склад), расхода (выдачи со склада) и инвентаризации — актуализации системных данных о наличных запасах по результатам физического подсчитывания (взвешивания) запасов. Для обработки прихода и расхода предметов допускается одновременное использование различных видов документов, определяемых пользователем при настройке и установке системы. Например, при обработке прихода можно использовать фактуру, и/или приходный ордер, и/или бухгалтерскую справку и т.д. Документом здесь считается форма экрана функции и выдаваемого в результате функции печатного документа. Термин «документ» используется при описании и бездокументальной и ручной обработки движений. Инвентаризация осуществляется на основе стандартного

по виду документа — инвентаризационной ведомости, выдаваемой системой.

Модуль «Экономист». В этом модуле формируются экономические данные (см. рис. 3). Он предназначен для автоматизации учета и определения фактических затрат на производство. В нем выполняются следующие расчеты:

- оперативного определения трудовых и материальных затрат на изготовление продукции в подразделениях основного производства на дату расчета в течение месяца и за месяц;
- фактической себестоимости товарной продукции цеха за отчетный период;
- оценки незавершенного производства;
- потерь от брака;
- распределения косвенных расходов.

Вся перечисленная информация передается в блок управления производственной системой, который с помощью модуля «Руководитель», осуществляет выработку решений по управлению работой предшествующих функциональных блоков (см. рис. 3).

Элементы интерфейса СПРУТ-ОКП: производственная программа и состав плановой позиции (производственные партии) изделия «Балка» в формате диаграмм Ганта, маршрут партии этого изделия, а также таблица загрузки ресурсов приведены на рис. 4.

Системы СПРУТ-ТП и СПРУТ-ОКП внедрены на ряде предприятий, в частности: ОАО «НПО Энергомаш им. акад. В.П. Глушко», ОАО УАП Гидравлика, ОАО «Ангстрем», ООО МЗСА (г. Москва), ОАО «Вакууммаш» (г. Казань), ОАО «Тверь стекло» (г. Тверь) и др.

По отзыву одного из ведущих в мире разработчиков жидкостных ракетных двигателей ОАО «НПО Энергомаш им. акад. В.П. Глушко» наиболее значимое преимущество системы СПРУТ-ТП заключается в том, что создание ТП идет непосредственно в бланках документов. С полями такого активного документа связаны таблицы баз данных, из которых происходит заполнение ТП. Тем самым обеспечивается простота и удобство при разработке и редактировании ТП. Это преимущество позволяет сократить время на формирование ТП по сравнению с другими системами и избежать потерь времени на многократное редактирование. Реализованы различные способы проектирования ТП от ручного до автоматического. Организация работы в системе привычна для технолога, что позволяет овладеть системой людям с низкой компьютерной грамотностью, и не требует значительных сроков обучения.

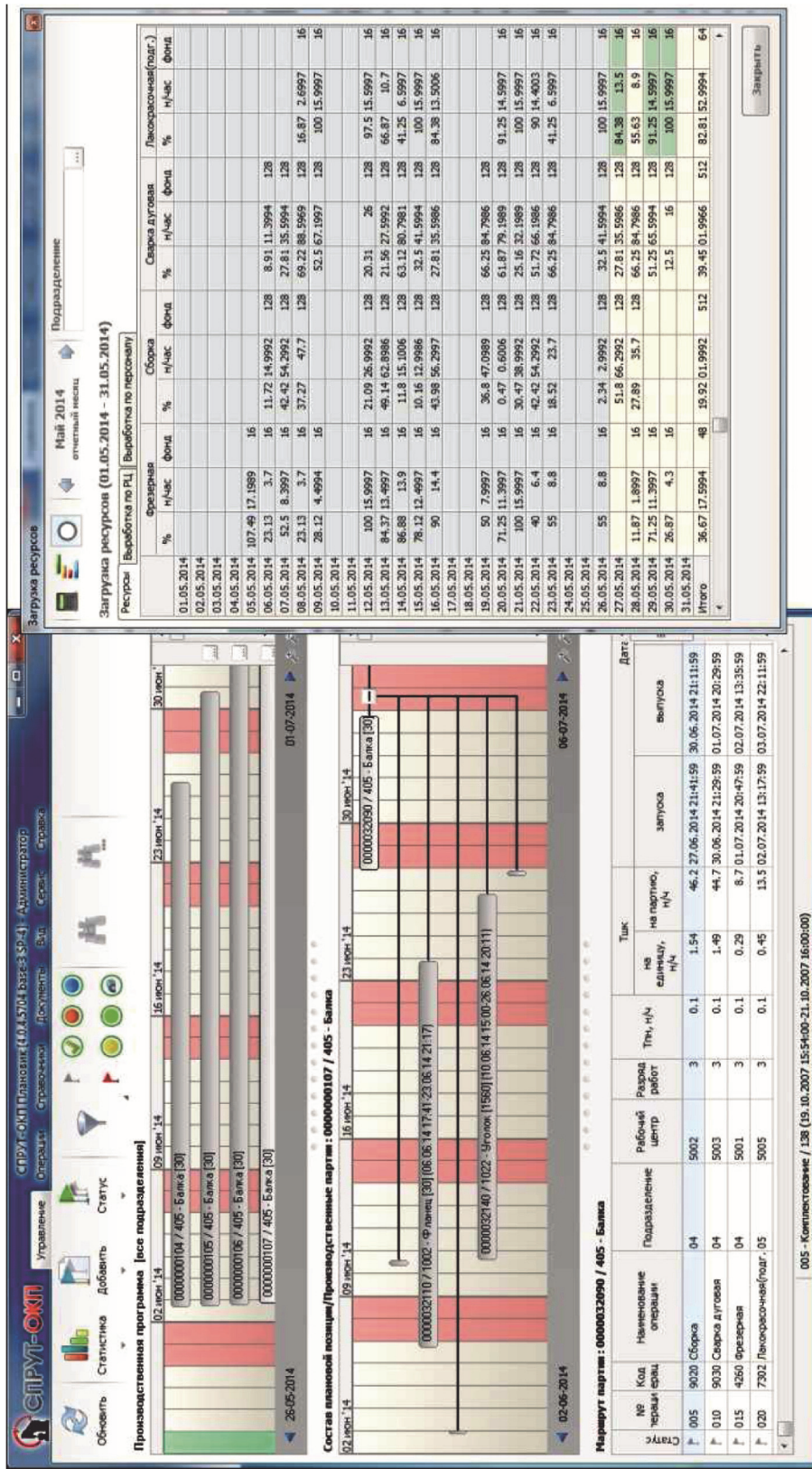


Рис. 4. Интерфейс системы СПРУТ-ОКП (полноцветную версию см. <http://www.izvuzmash.bmstu.ru>)

Наиболее развернутый отзыв о достоинствах СПРУТ-ОКП авторы статьи получили от начальника отдела ИТ А.П. Остроумова — ведущего российского разработчика и производителя вакуумных насосов, арматуры и установок ОАО «Вакууммаш»: «...Внедрение системы на этом предприятии было начато с заготовительного производства, которое было одним из наиболее узких мест. Производство было практически не прозрачным, планирование — только объемным, невозможно было запланировать выпуск отливок, оценить незавершенное производство, так как производственный учет велся на бумаге. Оперативное управление носило стихийный характер. Все это приводило к сбоям, простоям в обрабатывающем производстве и во всем производственном цикле предприятия, негативно сказывалось на объемах и сроках производства продукции.

Через 2 месяца после начала использования СПРУТ-ОКП производство стало полностью прозрачным, появилась возможность планировать и оперативно контролировать ход выполнения ПП. Введение пооперационной диспетчеризации позволило увидеть на какой технологической операции находится производственная

партия и каков ее размер. Стали видны узкие места, не справляющиеся с программой рабочие центры.

Оперативный учет выдачи материалов в технологический цикл позволил снабжению, контролируя страховой запас на внутрицеховом складе своевременно делать закупки в нужном объеме, что позволило получить практическую экономию средств».

Выводы

1. С использованием современных информационных технологий создана интегрированная система автоматизации проектирования ТП и оперативного управления. Система основана на отечественных стандартах и нормативных материалах и получила широкое внедрение на предприятиях страны.

2. Достоинствами данной системы является простота освоения и удобство эксплуатации.

3. На основе информации, предоставляемой системой, возможен реинжиниринг процессов планирования и управления с целью обеспечения прозрачности производства и получения существенного экономического эффекта.

Литература

- [1] Закомирный В. Интеграция PLM+ERP: эффект синергии. Ч. 1. *Информационные технологии для менеджмента*, 2012, № 11, с. 30–34.
- [2] Закомирный В. Интеграция PLM+ERP: эффект синергии. Ч. 2. *Информационные технологии для менеджмента*, 2012, № 12, с. 32–34.
- [3] Закомирный В. Интеграция PLM+ERP: эффект синергии. Ч. 3. *Информационные технологии для менеджмента*, 2013, № 1–2, с. 34–37.
- [4] Закомирный В. Интеграция PLM+ERP: эффект синергии. Ч. 4. *Информационные технологии для менеджмента*, 2013, № 3, с. 30–34.
- [5] Закомирный В. Интеграция PLM+ERP: эффект синергии. Ч. 5. *Информационные технологии для менеджмента*, 2013, № 7–8, с. 38–42.
- [6] Закомирный В. Интеграция PLM+ERP: эффект синергии. Ч. 6. *Информационные технологии для менеджмента*, 2013, № 9, с. 22–27.
- [7] Ловыгин В. Интеграция CAD/CAM/CAPP ADEM И «ПАРУС-Предприятие 8». *САПР и графика*, 2012, № 10, с. 6–8.
- [8] Евгеньев Г.Б. *Интеллектуальные системы проектирования*. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. 420 с.
- [9] Кокорев А.А., Кузьмин Б.В., Стисес А.Г. Методы интеграции САПР-ТП в единое информационное пространство предприятия. *Эффективные методы автоматизации подготовки и планирования производства. Сб. науч. тр.* Москва, Издательский дом «Спектр», 2011, с. 35–49.

References

- [1] Zakomirnyi V. Integratsiia PLM+ERP: effekt sinergii. Chast' 1 [Integrating PLM + ERP: synergy. Part 1]. *Informatsionnye tekhnologii dlia menedzhmenta* [Information Technology for Management]. 2012, no. 11, pp. 30–34.

- [2] Zakomirnyi V. Integratsiia PLM+ERP: effekt sinergii. Chast' 2 [Integrating PLM + ERP: synergy. Part 2]. *Informatsionnye tekhnologii dlia menedzhmenta* [Information Technology for Management]. 2012, no. 12, pp. 32–34.
- [3] Zakomirnyi V. Integratsiia PLM+ERP: effekt sinergii. Chast' 3 [Integrating PLM + ERP: synergy. Part 3]. *Informatsionnye tekhnologii dlia menedzhmenta* [Information Technology for Management]. 2013, no. 1-2, pp. 34–37.
- [4] Zakomirnyi V. Integratsiia PLM+ERP: effekt sinergii. Chast' 4 [Integrating PLM + ERP: synergy. Part 4]. *Informatsionnye tekhnologii dlia menedzhmenta* [Information Technology for Management]. 2013, no. 3, pp. 30–34.
- [5] Zakomirnyi V. Integratsiia PLM+ERP: effekt sinergii. Chast' 5 [Integrating PLM + ERP: synergy. Part 5]. *Informatsionnye tekhnologii dlia menedzhmenta* [Information Technology for Management]. 2013, no. 7-8, pp. 38–42.
- [6] Zakomirnyi V. Integratsiia PLM+ERP: effekt sinergii. Chast' 6 [Integrating PLM + ERP: synergy. Part 6]. *Informatsionnye tekhnologii dlia menedzhmenta* [Information Technology for Management]. 2013, no. 9, pp. 22–27.
- [7] Lovygin V. Integratsiia CAD/CAM/CAPP ADEM I «PARUS-Predpriatie 8» [Integration of CAD / CAM / CAPP ADEM and «SAIL-Enterprise 8»]. *SAPR i grafika* [CAD and Graphics]. 2012, no. 10, pp. 6–8.
- [8] Evgenev G.B. *Intellektual'nye sistemy proektirovaniia* [Intelligent systems design]. Moscow, Bauman publ., 2012. 420 p.
- [9] Kokorev A.A., Kuz'min B.V., Stises A.G. Metody integratsii SAPR-TP v edinoe informatsionnoe prostranstvo predpriatii [Methods for integrating CAD-TP into a single information space enterprise]. *Effektivnye metody avtomatizatsii podgotovki i planirovaniia proizvodstva: sbornik nauchnykh trudov* [Effective methods and automation in production planning: Proceedings]. Moscow, Izdatel'skii dom «Spektr» publ., 2011, pp. 35–49.

Статья поступила в редакцию 22.12.2014

Информация об авторах

ЕВГЕНЕВ Георгий Борисович (Москва) — доктор технических наук, профессор кафедры «Компьютерные системы автоматизации производства». МГТУ им. Н.Э. Баумана (105005, Москва, Российская Федерация, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1, e-mail: g.evgenov@mail.ru).

КРЮКОВ Станислав Сергеевич (Москва) — ассистент кафедры «Компьютерные системы автоматизации производства». МГТУ им. Н.Э. Баумана (105005, Москва, Российская Федерация, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1, e-mail: stask@sprut.ru).

КУЗЬМИН Борис Владимирович (Москва) — ассистент кафедры «Компьютерные системы автоматизации производства». МГТУ им. Н.Э. Баумана (105005, Москва, Российская Федерация, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1, e-mail: office@sprut.ru).

СТИСЕС Алексей Григорьевич (Москва) — ассистент кафедры «Компьютерные системы автоматизации производства». МГТУ им. Н.Э. Баумана (105005, Москва, Российская Федерация, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1, e-mail: office@sprut.ru).

Information about the authors

EVGENEV Georgiy Borisovich (Moscow) — Dr. Sc. (Eng.), Professor of «Computer Systems of Automated Production» Department. Bauman Moscow State Technical University (BMSTU, Building 1, 2-nd Baumanskaya str., 5, 105005, Moscow, Russian Federation, e-mail: g.evgenov@mail.ru).

KRYUKOV Stanislav Sergeevich (Moscow) — Assistant of «Computer Systems of Automated Production» Department. Bauman Moscow State Technical University (BMSTU, Building 1, 2-nd Baumanskaya str., 5, 105005, Moscow, Russian Federation, e-mail: stask@sprut.ru).

KUZ'MIN Boris Vladimirovich (Moscow) — Assistant of «Computer Systems of Automated Production» Department. Bauman Moscow State Technical University (BMSTU, Building 1, 2-nd Baumanskaya str., 5, 105005, Moscow, Russian Federation, e-mail: office@sprut.ru).

STISES Aleksey Grigor'evich (Moscow) — Assistant of «Computer Systems of Automated Production» Department. Bauman Moscow State Technical University (BMSTU, Building 1, 2-nd Baumanskaya str., 5, 105005, Moscow, Russian Federation, e-mail: office@sprut.ru).