

УДК 004.78; 681.5

В.А. ДЕМЬЯНЕНКО

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ПРОИЗВОДСТВА ТОВАРОВ НАРОДНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ НА МНОГОНОМЕНКЛАТУРНОМ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

На примере Снежнянского машиностроительного завода АО «Мотор Сич» рассмотрены проблемы информатизации процессов подготовки производства товаров народного потребления (ТНП) для многономенклатурных машиностроительных предприятий (ММП). Приведена классификация номенклатуры планово-учетных единиц изделий в форме иерархии. Сформулирована содержательная постановка задачи компьютеризации процесса подготовки производства ТНП на ММП. Описана процессная модель подготовки производства ТНП на ММП в виде одноуровневого детерминированного сетевого графа. Представлена концепция единого информационного пространства для поддержки процесса производства ТНП на МПП.

Ключевые слова: подготовка производства, товары народного потребления, многономенклатурное машиностроительное предприятие, единое информационное пространство, процессная модель.

Введение

На предприятиях многономенклатурного производства, в частности, на Снежнянском машиностроительном заводе АО «Мотор Сич» этап технической подготовки производства кроме конструкторской и технологической документации предусматривает разработку производственной документации, содержащей информацию о производственном составе изделия. Производственный состав изделия формируется на основе конструкторского состава с учетом технологических особенностей изделия, технологических возможностей производственных подразделений, т.е. цехов, и порядка сборки изделия.

Для управления производством на предприятиях рассматриваемого типа установлена следующая номенклатура планово-учетных единиц: заказ, разрядка заказа (в пределах заказа), производственная спецификация - в пределах разрядки заказа, конструктивно-технологический элемент (КТЭ - позиция производственной спецификации), задание на выполнение работ. Номенклатура планово-учетных единиц имеет определенную иерархию, представленную на рис. 1, и характеризуется трудоемкостью выполнения работы по исполнителям (рабочим центрам).

На разрядку заказа разрабатывается комплект производственной документации (ПД), в состав которой включаются все производственные спецификации (ПС) [1]. Производственная спецификация представляет собой комплект сведений, сформированных по определенному производственному признаку, в которых значатся КТЭ - изделия (комплекты, сборочные единицы, детали) и их ко-

личество, которые необходимы для комплектования разрядки заказа, а также по каждому изделию - его расцеховка (маршрут следования по цехам) и виды работ по цехам, нормы потребности в основном (на изделие) и вспомогательном (для обеспечения выполнения технологических процессов) материалах.

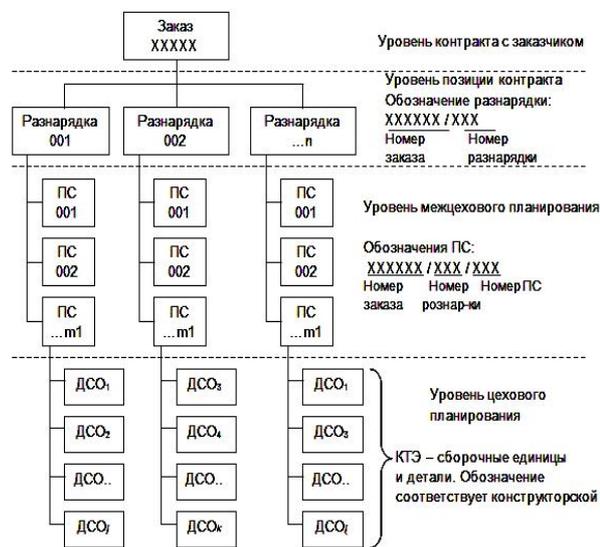


Рис. 1. Иерархия номенклатуры планово-учетных единиц

В совокупности в ПД мы имеем тот же перечень изделий, что и в конструкторской документации (КД), но сформированный под производство и дополненный информацией, которая важна для организации многономенклатурного единичного производства сложных изделий с большой

глубиной вложения составных частей (сборочные единицы, комплекты, детали, покупные изделия и материалы).

Центральное место в системе управления предприятием с многономенклатурным производством оборудования для комплектных объектов занимает межцеховой уровень [2, 3]. Межцеховой уровень является промежуточным звеном в системе внутризаводского планирования и тесно взаимосвязан с общезаводским и внутрицеховым уровнями. На общезаводском уровне формируется годовая программа предприятия. Согласно годовой программе предприятия рассчитываются квартальные и месячные планы производства цехов в объемах производства и номенклатуре работ. Затем эти планы детализируются и формируются по рабочим центрам и отдельным исполнителям в соответствующих задачах на выполнение работ. Взаимосвязь показателей планов производства по уровням управления является основным условием непрерывности внутризаводского планирования. При расчетах цеховые планы должны быть сбалансированы по объемам производства изделий и пропускным способностям исполнителей, взаимосогласованы по срокам окончания работ в соответствии с принятой технологией и организации производства, а также обеспечены материальными ресурсами. Это является основной задачей оперативного планирования многономенклатурного производства изделий для комплектных объектов, в комплексном решении которой участвуют различные функциональные подразделения предприятия [4].

Цель статьи состоит в изложении подхода к описанию процесса подготовки производства товаров народного потребления (ТНП) на многономенклатурном машиностроительном предприятии (ММП) для последующей компьютеризации рассматриваемого процесса.

1. Постановка задачи

На содержательном уровне, задача компьютеризации процесса подготовки производства ТНП на ММП может быть сведена к задаче синтеза соответствующей процессной модели, с последующей ее реализацией в среде производственных автоматизированных информационных систем уровней MES и ERP. Исходя из изложенного, наиболее целесообразно моделировать производственный процесс изготовления оборудования для комплектного объекта на межцеховом уровне начиная с этапа технической подготовки производства.

Построенная модель должна быть инвариантна по отношению к этапам подготовки производства (конструкторскому, технологическому, либо техническому).

2. Синтез процессной модели подготовки производства ТНП на ММП

Модель должна представлять собой одноуровневый детерминированный сетевой граф. Работой в данной модели является планово-учетная единица межцехового уровня - производственная спецификация, задаваемая совокупностью работ конструктивно технологических элементов, входящих в нее. Построение модели необходимо осуществлять в терминах работ и на каждый заказ заново. Взаимосвязи между КТЭ и ПС должны быть альтернативными и разнообразными, они должны обеспечить описание технологического процесса и организации производства. Желательно, чтобы в состав ПС входил только один КТЭ, особенно, когда этот КТЭ имеет относительно долгосрочный производственный цикл. Сроки изготовления как всего заказа, так и его производственного состава отображаются на сетевом графике с использованием разнообразных связей ПС (рис. 2).

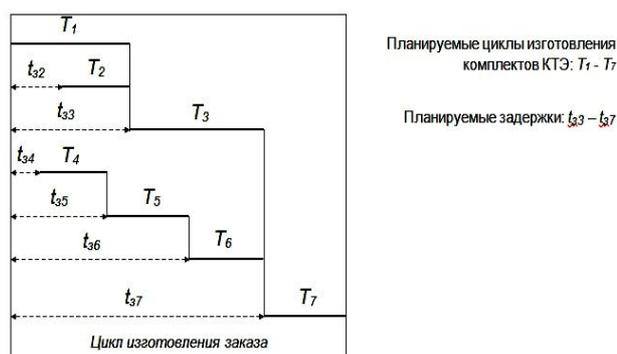


Рис. 2. Процессная модель планирования производства ТНП на ММП

Планируемые циклы изготовления комплектов КТЭ ($T_1 - T_7$) учитывают время на межцеховую транспортировку КТЭ в процессе технологического маршрута, а также межоперационный простой КТЭ в цехах при их изготовлении.

3. Концепция единого информационного пространства для поддержки процесса производства ТНП на МПП

В системе информационной поддержки (СИП) интегрированной информационной системы управления (ИИСУ) должна быть предусмотрена возможность формирования на основе конструкторских и технологических данных цикловых графиков выполнения заказов. Программный модуль «Классификация и кодирование материалов и покупных изделий» обеспечивает структурированной информацией все подразделения и все информационные сис-

темы АО о всех материалах и покупных изделиях (далее - материалы), которые проходят или проходили через АО. Номенклатурные номера конкретных материалов уникальны и учитывают все их технические и эксплуатационные характеристики, а также нормативные документы, которым материал должен отвечать.

В процессе функционирования СИП ИИСУ в базе данных формируется информация:

- о составе изделий, технологические маршруты изготовления узлов и деталей изделий с учетом наличия оборудования;

- о нормах расхода материала и технологических нормативов на деталь, узел, производственную спецификацию;

- об оборудовании, технологической оснастке и инструменте, необходимых для изготовления (сборки) изделия.

Многие функции в системе автоматизированы за счет использования СИП ИИСУ, типовых методик и алгоритмов. Например, при нормировании материалов существует возможность сделать выбор исходной заготовки, расчета поддетальных норм, расчета расхода материалов для гальванических покрытий, основных и вспомогательных материалов для лакокрасочных покрытий, расчета сводных норм расхода материала на изделие.

Согласно заявкам на технологическое оснащение (ТО) формируется портфель заказ ТО, проверяется наличие инструмента на центральном инструментальном складе, и при его нехватке осуществляется закупка инструмента или организуется его изготовление в АО. На ТО собственного производства разрабатываются наряды-заказы и программа товарного выпуска ТО. В процессе функционирования системы СИП формируется информация базы данных ИИСУ, что позволяет в дальнейшем решать задачи оперативного управления производством, получать расчеты потребности в материалах, определять загрузку цехов, вести учет складского хозяйства, определять цену готовой продукции.

Для внедрения системы СИП в производство было проведено обследование, с целью определения и идентификации всех процессов управления на цеховом уровне, поскольку кроме основных процессов, обеспечивающих выпуск всех видов конструкторской и технологической документации, существует еще ряд процессов, предназначенных для повышения эффективности основных (поиск аналогов, управление качеством, планирование параллельного выполнения работ, потребности дальнейшей автоматизации производства и т.д.). Особое внимание было обращено на процедуры проверок, согласований, внесения изменений, разрешений, сопровожде-

ния и т.п., так как именно на этих этапах происходит наиболее нерациональная трата времени.

По результатам обследования была разработана функциональная модель процесса КТПП, которая формализована в аспекте функций и связей на основе применения методологии функционального моделирования IDEF0 с использованием программного пакета AllFusion Process Modeler. На основе анализа полученных моделей и существующей функциональной структуры предприятия был сделан выбор приоритетов создания автоматизированных рабочих мест и принято решение о проведении реинжиниринговых мероприятий. Функциональные модели КТПП были использованы при разработке документированных процедур, алгоритмов и программ функционирования автоматизированных рабочих мест (АРМ) пользователей СИП ИИСУ.

В настоящее время в цехах заготовительного производства АО «Мотор Сич» функционирует автоматизированная система информационной поддержки процессов управления цехового уровня.

СИП ИИСУ заготовительным производством - это один из элементов корпоративной автоматизированной системы управления АО. Она базируется на едином информационном пространстве АО и предназначена для реализации функций планирования, контроля и регулирования заготовительного производства, обеспечивает оптимальную организацию процессов управления производством цехового уровня на основе компьютерных информационных технологий, а именно:

- формирование производственного плана цеха;

- формирование графиков изготовления деталей, учет и анализ хода производства;

- расчет потребности материалов и выписка лимитных требований;

- формирование и выписка задач (нарядов и наряд-заданий) на выполнение работ;

- формирование и выписка межцеховых сдаточных актов;

- упорядочение документооборота цеха.

Основные процессы по управлению цехом в системе реализованы в виде АРМ с соответствующим набором функций (табл. 1).

Основой для функционирования ИИСУ заготовительным производством является нормативно-справочная база, которая создается и хранится в ИИСУ и включает информацию о составе изделия, применяемых материалах и покупных изделиях, и их нормы использования, о технологических маршрутах, операциях, технологическом оборудовании и трудовых нормативах.

Перечень основных функций АРМ в ИИСУ

Название АРМ	Функции АРМ
АРМ руководителя	Контроль и анализ выполнения производственного плана, контроль и анализ выполнения графиков изготовления деталей, анализ обеспеченности материалами.
АРМ инженера по планированию	Формирование и контроль выполнения производственного плана цеха, формирование и контроль выполнения план-графиков изготовления деталей, анализ обеспеченности цеха технической (конструкторская, технологическая, производственная) документацией.
АРМ технолога цеха	Взаимодействие с технологом подразделения-разработчика технологического процесса (ТП), согласование ТП в части использования станков и технологического оборудования цеха; обработки сформированных нарядов и наряд-заданий; пересчет материальных норм в связи с заменой материала (сортамент и / или марка) по причине отсутствия запланированного.
АРМ диспетчера по обеспечению материалами	Расчет потребностей в материалах на план-график изготовления деталей, формирование лимитных требований на материалы, анализ обеспеченности материалами и расчет дефицита; взаимодействие с плановой группой управления материально-технического обеспечения (УМТЗ) и кладовщиками материальных складов.
АРМ нарядчиков	Формирование заданий (нарядов и наряд-заданий) на выполнение работ, ведение справочной информации.
АРМ работника бюро технического контроля	Разработка заданий на выполнение работы, формирование наряда-расписки для центральной заводской лаборатории на проведение испытаний образцов, контроль результатов испытаний образцов и ведение журнала регистрации механических характеристик образцов, формирование актов термообработки, формирование актов о браке; обработка межцеховых сдаточных и приемо-сдаточных актов.
АРМ комплектовщика	Формирование маршрутных листов, бирок, межцеховых сдаточных и приемо-сдаточных актов, ведение журнала регистрации межцеховых сдаточных и приемо-сдаточных актов.
АРМ работника плановой группы УМТЗ	Анализ обеспеченности материалами и расчет дефицита; обработка сформированных лимитных требований на материалы.
АРМ работника технологического подразделения-разработчика ТП	Назначение припусков и допусков на заготовку, проектирование ТП на изготовление изделия; автоматизированное формирование выходных документов: комплект технологической документации (ТД), заявка на инструмент, сведения о загрузке оборудования.

В процессе разработки СИП ИИСУ заготовительным производством использованы методы и методики информационной поддержки процессов планирования и оперативного управления производством. В ИИСУ производством есть возможность контроля за ходом выполнения плановых заданий цехами на этапах запуска деталей и сборочных единиц в производство и их передачи в следующий цех по технологическому маршруту для дальнейшей обработки. Диспетчерская служба как цеха (ПДБ - планово-диспетчерское бюро), так и предприятия (ПДУ) контролирует поступление в цех материалов и заготовок (полуфабрикатов) путем формирования

электронной ведомости дефицита. При выполнении технологических операции в подсистеме планирования ИИСУ присваивается статус «завершена» и ее трудоемкость списывается вверх по дереву ресурсов. Системой учитываются ситуации, когда изготовлена не вся партия деталей, а только ее часть. При этом статус операции остается «в работе», и списывается только соответствующая часть трудоемкости. Когда операция выполнена полностью, проводится проверка продукции работниками отдела технического контроля (ОТК) или контроль силами цеха (КСЦ), в зависимости от указания в маршрутно-технологической карте (МТК).

При межцеховых перемещениях изделия сдаются на промежуточный склад. Чтобы операция была принята на промежуточный склад необходимо выполнение следующих условий: операция должна пройти контроль работниками ОТК; должен быть оформлен межцеховой сдаточный акт. Система не позволяет принять детали на промежуточный склад, если не пройден контроль ОТК.

Пример. Выполним расчет коэффициента результативности от внедрения информационной технологии (ИТ) СИП при организации производства в АО «Мотор Сич» оборудования для компрессорной станции «Сосногорская» (Россия). Информационная поддержка была применена при проектировании изделия, разработке технологических процессов, проектировании технологической оснастки, в процессе оперативного управления цехом № 11.

Сроки выполнения работ составили: разработка проекта - 52 дня при планируемых 60 днях, разработка ТП - 16 дней при планируемых 30 днях, про-

ектирование ТО - 18 дней при планируемых 20 днях; затраты времени на формирование документов по оперативному управлению производством заготовочным цехом № 11 - 3 дня при плановых 5 днях.

Основные расходы по вышеуказанным работам составляет заработная плата работников соответствующих подразделений. Расчет затрат приведены в табл. 2.

Затраты на внедрение ИТ, составили: разработка проекта - 38 тыс. грн. разработка ТП - 29 тыс. грн. Расчет коэффициентов результативности от внедрения ИТ СИП при организации производства оборудования для компрессорной станции «Сосногорская» приведены в табл. 3.

Комплексный коэффициент результативности внедрения ИТ СИП в производство составляет: $K = \sum k_B \cdot \sum k_T = 7,44 \times 5,81 = 43,2$. Рост показателя в следующем плановом периоде будет указывать на рост эффективности от внедрения ИТ СИП в производство.

Таблица 2

Расчет затрат на выполнение работ работниками

Виды работ	Средняя заработная плата работников, грн.	До внедрения ИТ		После внедрения ИТ	
		Кол-во людей	Расходы, тыс. грн.	Кол-во людей	Расходы, тыс. грн.
Проектирование изделия	3500	86	18060	86	15652
Разработка ТП	2800	115	9660	98	4390
Проектирование ТО	2800	45	2520	45	2268
Оперативное управление	2000	18180		10	60

Таблица 3

Расчет коэффициентов результативности от внедрения ИТ СИП

Этап ЖЦВ	Расходы		Сроки	
	Коэффициент	Значение коэффициента	Коэффициент	Значение коэффициента
Проектирование изделия	k_{Ba}	1,15	k_{Ta}	1,15
Разработка ТП	k_{Bb}	2,18	k_{Tb}	1,88
Проектирование ТО	k_{Bc}	1,11	k_{Tc}	1,11
Изготовление изделия	k_{Bf}	3	k_{Tf}	1,67
	$\sum k_B$	7,44	$\sum k_T$	5,81

Выводы

1. Предложены архитектурные решения ИТ в виде структурно-функциональной схемы реализации процессов интеграции информационных систем управления многономенклатурного производством.

2. При разработке ИТ поддержки процессов управления многономенклатурным производством использовалась реляционная модель - для логического проектирования базы данных, СУБД Firebird - для физического проектирования базы данных, среда визуального программирования Borland C++

Builder - для разработки модуля информационного поиска.

3. Разработана методика организации информационного обеспечения многономенклатурного машиностроительного производства с использованием двухконтурных модулей информационного поиска, в которых информационный поиск документов обеспечивается с помощью поисковых предписаний, обеспечивающих быстрый релевантный поиск.

4. Создана система информационной поддержки оперативного управления многономенклатурным производством, которая включает универсальный модуль прикладных программ для выполнения вычислительных функций и взаимосвязанный набор функций для логически определенных данных, а также сервисные модули информационного поиска, которые позволяют выполнять соответ-

ствующие выборки, сортировку, ввод и корректировку нормативно-справочной и производственной информации.

Литература

1. Баронов, В.В. Автоматизация управления предприятием [Текст] / В.В. Баронов, Г.Н. Калянов, Ю.И. Попов. – М.: Инфра-М, 2000. – 239 с.

2. Васильченко, Н.Г. Современная система управления предприятием [Текст] / Н.Г. Васильченко. – М.: Интел-Синтез, 2003. – 320 с.

3. Анфилатов, В.С. Системный анализ в управлении [Текст] / В.С. Анфилатов, А.А. Емельянов, А.А. Кукушкин. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 368 с.

4. Первозванский, А.А. Математические модели в управлении производством [Текст] / А.А. Первозванский. – М.: Наука, 1975. – 617 с.

Поступила в редакцию 27.05.2013, рассмотрена на редколлегии 13.06.2013

Рецензент: д-р техн. наук, проф., проф. кафедры программной инженерии С.Ю. Шабанов-Кушнаренко, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков.

ІНФОРМАЦІЙНА ПІДТРИМКА ВИРОБНИЦТВА ТОВАРІВ НАРОДНОГО СПОЖИВАННЯ НА БАГАТОНОМЕНКЛАТУРНУ МАШИНОБУДІВНУ ПІДПРИЄМСТВИ

В.А. Дем'яненко

На прикладі Сніжнянського машинобудівного заводу АТ «Мотор Січ» розглянуті проблеми інформатизації процесів підготовки виробництва товарів народного споживання (ТНС) для багатомноменклатурних машинобудівних підприємств (БМП). Наведено класифікацію номенклатури планово-облікових одиниць виробів у формі ієрархії. Сформульована змістовна постановка задачі комп'ютеризації процесу підготовки виробництва ТНС на БМП. Описана процесна модель підготовки виробництва ТНС на БМП у вигляді однорівневого детермінованого мережевого графа. Представлено концепцію єдиного інформаційного простору для підтримки процесу виробництва ТНС на БМП.

Ключові слова: підготовка виробництва, товари народного споживання, багатомноменклатурне машинобудівне підприємство, єдиний інформаційний простір, процесна модель.

INFORMATION SUPPORT OF PRODUCTION OF CONSUMER GOODS AT MULTIPRODUCT MACHINE-BUILDING ENTERPRISE

V.A. Demyanenko

On the example of Snezhnyansky engineering plant JSC "Motor Sich" problems of informatization of processes of preparation of production of the consumer goods (CG) for the multiproduct engineering enterprises (MEE) are considered. Classification of the nomenclature of plan and registration units of products in the form of hierarchy is given. The informative problem definition of a computerization of process of preparation of production of CG on MEE is formulated. The process model of preparation of production of CG on MEE in the form of the single-level determined network graph is described. The common information space concept for support of process of production of CG on MEE is provided.

Keywords: production preparation, consumer goods, multiproduct engineering enterprise, common information space, process model.

Дем'яненко Владислав Анатольевич – ассистент каф. инженерии ПО Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина, e-mail: dvavlad@mail.ru.