

УДК 681.5:004(07)

УПРАВЛЕНИЕ РЕСУРСАМИ ЦИФРОВОГО ПОЗАКАЗНОГО ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ С ПОМОЩЬЮ ИНТЕГРИРОВАННОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

© 2016 К.С. Кульга

Уфимский государственный авиационный технический университет

Статья поступила в редакцию 07.10.2016

В статье рассматривается решение актуальной научной проблемы управления ресурсами цифрового позаказного производства предприятия на основе обоснованных расчётов предварительной, плановой и фактической себестоимостей изделий. Расчёт предварительной себестоимости единичных изделий, базирующийся на приближённых методах, является не эффективным, что в конечном итоге приводит к значительному ухудшению фактических экономических показателей предприятия. Для расчётного определения предварительной, плановой и фактической себестоимостей изделий предлагается использовать апробированное в отечественном машиностроении программное обеспечение интегрированной автоматизированной информационной системы предприятия.

Ключевые слова: цифровое позаказное производство, интегрированная автоматизированная информационная система предприятия, электронная структура изделия, рабочий центр, партия, ресурсы, себестоимость изделия.

*Работа выполнена в рамках проектной части Государственного задания
Министерства образования и науки РФ № 8.313.2014К на выполнение НИР.*

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ

В условиях роста конкуренции и перехода на позаказное производство, необходимым условием успешного формирования производственного плана изготовления единичной наукоёмкой продукции (далее – изделие) предприятиями является их эффективное участие в открытых аукционах (тендерах). По итогам тендеров заключаются договора, стоимость которых определяется по результатам предварительных расчётов себестоимости изделий.

В настоящее время для расчёта предварительной себестоимости изделий для тендеров применяются приближённые методы, имеющие следующие недостатки:

- невозможность проведения предварительных расчётов планово-экономических показателей для изделий на поддетальном уровне;
- значительное увеличение штата сотрудников в инженерно-технических и коммерческих службах предприятия, участвующих в подготовке данных для постоянно увеличивающегося количества опросных листов тендеров;
- низкая результативность: в производственном плане предприятия остается не более 2-3% от общего количества рассчитанных изделий;
- фактическая себестоимость изготовления изделия оказывается значительно выше его предварительной себестоимости (до 50%). Увеличение

плана производства изделий не приводит к увеличению прибыли предприятия;

- отсутствие возможности использования исходных и результирующих наборов данных для реализации последующей технической подготовки производства изделий.

Расчёты фактической себестоимости изделий, осуществленные на основе первичной конструкторской и технологической документации, а также данных производства, выявили значительное увеличение прямых и косвенных затрат по сравнению с предварительными расчётами.

Это приводит к значительному ухудшению экономической ситуации предприятия: снижение рентабельности продукции и объёма оборотных средств; нарушение графика выполнения текущего плана производства; потери позиции на рынке ликвидной продукции.

Поэтому расчет предварительной себестоимости изделий, основанный на приближенных методах, в настоящее время не является эффективным.

Для решения этой актуальной проблемы предлагается использовать программное обеспечение (ПО) интегрированной автоматизированной информационной системы (ИАИС), работающей в едином информационном пространстве (ЕИП) предприятия.

СИНТЕЗ СТРУКТУРЫ ИАИС ПРЕДПРИЯТИЯ

На основании анализа реализованных проектов автоматизации управления позаказным про-

Кульга Константин Станиславович, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Мехатронные станочные системы». E-mail: admin@stalkerplm.com

изводством выявлено, что контуры ERP (*Enterprise Resource Planning*)-системы, соответствующие классификации APICS (*American Production and Inventory Control Society*) [1], не обеспечивают решение интегрированных задач технической подготовки и оперативного управления позаказным производством предприятия, ограничиваясь стратегическим планированием [2]. Реализованные концепции ERP-системы предприятия сложны и избыточны [3]. С другой стороны, контуры CAD/CAPP/CAM/CAE (*Computer Aided Design, Computer Aided Process Planning, Computer Aided Manufacturing, Computer Aided Engineering*)-систем не имеют прямых информационных связей с ERP-системой. Всё это определяет существование значительного функционального и информационного разрыва между вышеуказанными контурами [4].

Для решения задачи взаимодействия бизнес-процессов (БП) технической подготовки производства и ERP-системы в настоящее время разрабатывается ПО, реализующее концепцию жизненного цикла изделия (ЖЦИ) на основе ПО PLM (*Product Lifecycle Management*)-системы [5]. Изучение возможностей отечественных и зарубежных PLM-систем, показало, что в них реализована интеграция в ЕИП предприятия CAD/CAPP/CAM/CAE/PDM(*Product Data Management*)-систем, т.е. БП конструкторской и технологической подготовки производства. Остальные ключевые БП (например, оперативное управление позаказным производством, оперативные расчёты плановой и фактической себестоимостей, план-фактный анализ деятельности предприятия и другие) во многих случаях либо отсутствуют или не дотягивают до уровня, требуемого предприятию. Для осуществления взаимодействия PDM и ERP-систем, реализующих БП основных стадий ЖЦИ, определяющих эффективность работы предприятия, в настоящее время используются методы интеграции на основе данных бумажной технической документации, программного обмена через структурированные файлы данных или API(*Application Programming Interface*)-интерфейс. Применение таких методов интеграции АИС приводит к многочисленным ошибкам и потере актуальности данных, суще-

ственному затруднению процесса совмещенного проектирования и производства изделий и отсутствие одновременного доступа пользователей к набору данных изделий, а также к увеличению стоимости внедрения и сопровождения ПО АИС.

Ключевые БП и информационные потоки на предприятиях остаются всё ещё слишком фрагментированными. Полную отдачу от внедрения концепции АИС класса PLM получить не удастся [3, 6]. В 2015 году компания *CIMdata* на форуме «*CIMdata's 2015 PLM Market & Industry*» [7] провела опросы руководителей и сотрудников служб информационных технологий предприятий, использующих PLM-системы. Наибольшее ожидание они связывают с реализацией новых концепций промышленных информационных технологий и бизнес-моделей (*New business models*), единого информационного пространства предприятия – 39% опрошенных. Ещё одним доказательством служит последний опрос, проведенный компанией *CIMdata* (рис. 1) [6]. Результаты этого опроса четко демонстрируют неудовлетворительные результаты внедрения PLM во многих отраслях промышленности. Согласно мнению опрошенных респондентов, большая часть высшего руководства их компаний считает, что PLM не обеспечивает получение обещанной выгоды, а расчетный анализ результатов инвестиций выявил расхождение между желаемой и получаемой выгодой для оценки инвестиций в виде *коэффициента ожиданий* [3].

Таким образом, предприятия ожидают реализацию новых функций, которые позволят: а) повысить отдачу от инвестиций и увеличить прибыль на основе реализации новых бизнес-моделей, например, цифровое производство изделий; оперативно контролировать выполнение поставленных инженерных и производственных целей; б) использовать новые технологии вычислительных платформ; в) интегрировать АИС и сотрудников (пользователей) в ЕИП предприятия для обеспечения комплексного процесса принятия решений; г) повысить эффективность и снизить фактическую себестоимость изделий; г) повысить эффективность и снизить затраты как внедрение, так и сопровождение ПО АИС.

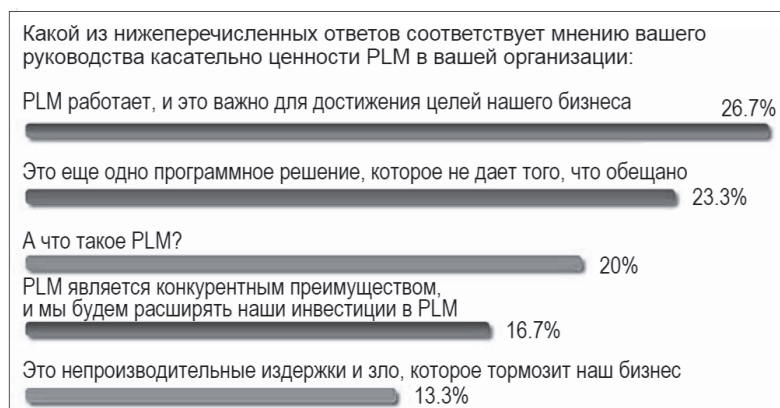


Рис. 1. Результаты опроса, проведенного компанией *CIMdata* [6]

Для реализации этих новых функций необходимо разработать новую концепцию структуры ИАИС предприятия. ИАИС должна позволять совместное использование в ЕИП предприятия достоверных и актуализированных наборов данных всеми сотрудниками основных стадий ЖЦИ: электронная структура изделия; результаты расчёта материальных и трудовых затрат; плановая потребность производства в номенклатуре и ее фактическое обеспечение; мониторинг производства деталей и сборочных единиц (ДСЕ) изделий; результаты оперативных расчётов предварительной, плановой и фактической себестоимостей отдельных ДСЕ и изделий.

Синтез новой структуры ИАИС предприятия осуществляется на основе использования результатов системного анализа [4]: существующих реализаций концепций и стандартов структур АИС; анализ взаимодействия в ЕИП БП технической подготовки и оперативного управления производством предприятия; перспективных направлений развития концепции АИС предприятия. В работе [4] подробно описаны результаты синтеза структуры ИАИС, апробированной в виде ПО ИАИС *Stalker PLM* [4, 8], предназначенной для автоматизации предприятия на основе ПО *CAD/CAPP/CAM/CAE/PDM/FRP(Finance Requirements Planning)/MRP(Material Requirements Planning)/MES(Management Execution System)*-систем, включая информационное и программное взаимодействие в ЕИП с *ERP*-системой.

СОЗДАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ НАБОРАМИ ДАННЫХ ЭЛЕКТРОННОЙ СТРУКТУРЫ ИЗДЕЛИЯ

Электронная структура изделия (ЭСИ) – это не менее сложный продукт, чем само изделие, разработка которого требует совершенно новых технологий для своего создания и управления (рис. 2) [4, 9]. ЭСИ основана на построении единой информационной модели (ЕИМ) ИАИС предприятия, которая устанавливает взаимосвязь свойств материальных объектов с характеристиками их функциональных структурных элементов, которые, в свою очередь, зависят от свойств этих объектов. Указанная взаимосвязь является основным признаком целостности ЕИМ ИАИС предприятия. Отношения между структурными элементами в ЕИМ ИАИС предлагается фиксировать в виде технологии иерархических (древовидных) представлений [4]. Это позволяет при объединении структурных элементов с формированием системных связей отражать одновременно как структурные, так и параметрические отношения, что исключает необходимость аналитического описания связей посредством уравнений.

Предлагаемая технология позволила исключить моноцентризм иерархической модели, вводимой в теории графов, которая накладывает слишком

жёсткие ограничения на сценарий обработки содержащейся в ней информации, так как предусматривает единственный вход в ее структуру. Для каждой такой вершины формируется альтернативная иерархия атрибутов, в которой подграф, расположенный ниже вершины, останется без изменений, а остальная часть дерева будет инвертирована. Таким образом, из одного основного дерева, может быть порождено множество альтернативных деревьев, описывающих иерархические модели наборов данных предметной области. Тем самым достигается множественность возможных точек входа в ЕИМ ИАИС предприятия [4].

Разработанная ЕИМ является основой для реализации PDM-технологии, предназначенной для управления наборами данных в ПО ИАИС *Stalker PLM* на стадиях технической подготовки и управления производством [4, 8].

Функции PDM-технологии (рис. 2) [4]:

- управление описанием, хранением, конфигурацией и правами доступа к наборам данных ДСЕ и документам ЭСИ. Все наборы данных и документы ЭСИ сохраняются в хранилище данных ИАИС, которое обеспечивает их целостность, организует совместный доступ пользователей (например, сотрудников инженерных и производственных служб предприятия) к ним в соответствии с настройками администрирования. Данные документы называются электронными техническими документами, которые включают электронные цифровые подписи;

- управление деловыми БП, включая отслеживание и сохранение всех операции пользователей с наборами данных ЭСИ. Деловой БП с информационной точки зрения – это последовательность действий над объектами, изменяющих их состояние и направленная на обеспечение ЖЦИ. Объектами ИАИС являются, например, документы и геометрические модели ДСЕ в виде файлов, маршрутные расцеховки, технологические процессы, нормы расхода материалов и времени (ресурсов), партии и другие;

- классификация объектов. Смысл классификации состоит в том, что схожая информация сгруппирована в классы, имена которых отражают суть объектов, причём реализованная классификация является более гибкой, чем её бумажный аналог. Чем больше количество ДСЕ в проектируемом изделии, тем выше потребность предприятия в функциях классификации (снижение стоимости и сроков разработки ЭСИ).

В ИАИС *Stalker PLM* разработаны и реализованы следующие методы формирования ЭСИ [2]:

- программный импорт набора данных из внешних файлов CAD-системы и основе использования API (Application Programming Interface)-функций прикладных библиотек CAD-систем (с учетом ассоциативных связей между объектами конструкторской документации);

- создание ЭСИ в ИАИС *Stalker PLM*. В этом случае

Stalker PDM 7.3.333.5 - админ. 08.08.2013 17:05:41 - [MTT100.01.00.00025 Селектор мадуры]

Файл Производство Отчеты Сервисные Запросы Утилиты Около Справка

Строится DCE без файла DCE без 3D Наименование Расходы Ссылки на файлы

Спецификация Детали сборки Детали Материалы Отчеты Изменения Ошибки Количество в ДС

Номенклатура	Тип	Под	Вид	Наименование	Количество	Чистый вес	Детальный	Заготовка	Материал
914577	Производное	20	1	MTT100.01.00.01	1	0.00133	админ		Лист 0.05 ГОСТ 19003-74 ГОСТ 19003-74 ГОСТ 4386-79
914577	Производное	21	1	MTT100.01.00.02	3	0.00138	админ		Резиновая смесь ИРН-1207
914579	Производное	22	1	MTT100.01.00.03	1	0.0015	админ		Резиновая смесь ИРН-1207
914580	Производное	23	1	MTT100.01.00.04	1	0.0075	админ		Сталь 60С2А ГОСТ 2283-79
914581	Производное	24	1	MTT100.01.00.05	2	0.0034	админ		Резиновая смесь ИРН-1207

Добавить ссылки Добавить из БД Вставить DCE

Файл	Содержание	Тип	Вид	Вид
95054	MTT100.01.00.00025 (Чертеж лист 1)	pg	админ	
95055	MTT100.01.00.00025 (Чертеж лист 2)	pg	админ	
95056	MTT100.01.00.00025 (Спецификация, лист 1)	pg	админ	
95057	MTT100.01.00.00025 (Спецификация, лист 2)	pg	админ	
95058	MTT100.01.00.00025 (Спецификация, лист 3)	pg	админ	
95059	MTT100.01.00.00025 (Спецификация, лист 4)	pg	админ	
95060	MTT100.01.00.00025 (Спецификация, лист 5)	pg	админ	

Разработать Проверить Проверить историю Изменить

Версия	Изменено	Изменения
2	08.08.2013 19:21:00	Изменение #2 MTT100.01.00.00025 (Чертеж лист 1)
1	08.08.2013 19:20:00	Изменение #1 MTT100.01.00.00025 (Чертеж лист 1)
0	08.08.2013 9:18:00	MTT100.01.00.00025 (Чертеж лист 1)

Электронная структура изделия

Листок документов DCE

Номер версии документа DCE

Графическое отображение DCE

Набор данных номенклатуры DCE

Создать в БД

ОПК Материалы Спецификация ПЭО Шемы Файлы История Конфигурация Входы в Аналит. Размещение Отчет Свойства

914577

Рис. 2. Электронная структура изделия в ИАИС Stalker PDM [8]

ЭСИ создается непосредственно в ИАИС *Stalker PLM* (рис. 2). Основные преимущества этого метода создания ЭСИ основаны на реализации в ЕИП предприятия функциональной и информационной моделей, базовых информационных технологий ПО ИАИС *Stalker PLM*, подробно описанных в работе [4].

Первый метод применяется для формирования ЭСИ в ИАИС *Stalker PLM* на основе предварительного выполнения программного импорта наборов данных конструкторской документации, разработанной в различных локальных АИС (CAD-системах).

Второй метод позволяет оперативно применить исходные и результирующие наборы данных ЭСИ для реализации в ЕИП предприятия БП предварительных расчетов изделий для тендеров, технической подготовки и оперативного управления производством изделий (включая БП расчёта плановой себестоимости изделий), а также БП расчёта фактических экономических показателей предприятия.

СИСТЕМЫ STALKER MES, STALKER MRP, STALKER FRP

На основании результатов синтеза структуры ИАИС предприятия в состав ИАИС *Stalker PLM* включены системы: *Stalker MES*, *Stalker MRP*, *Stalker FRP* [4].

Первичным документом, на котором построена система производственного управления предприятием, является утвержденный план производства. На основании этого формируется подетальный план производства для рабочих центров предприятия.

Сущности и их взаимодействие при решении задачи планирования позаказного цифрового производства изделий (оперативно-

производственного планирования) в системе *Stalker MES* показаны на рис. 3.

Оперативный контроль выполнения плана производства изделий на предприятии осуществляется на основании наборов данных сопроводительных ярлыков, сменных нарядов и приёмосдаточных накладных производственных складов.

Рассмотрим реализацию алгоритма оперативного управления производством в системе *Stalker MES* [4]:

- формирование плана запуска партий ДСЕ в соответствии с данными плана производства и наличия ресурсов;

- добавление партий номенклатуры в расходные ордера (требование). Расчёт и формирование расходных ордеров для рабочего центра-получателя осуществляется с учетом данных плановой потребности в номенклатуре и текущих остатков на складах (*Stalker MRP*);

- добавление партий ДСЕ изготавливаемых из позиций номенклатуры. Определение обозначения партии ДСЕ осуществляется только при условии ее обеспечения соответствующими материальными ресурсами склада (*Stalker MRP*);

- формирование сменных заданий и сопроводительных ярлыков для партий ДСЕ в рабочем центре-получателе номенклатуры. Пользователи рабочих центров при формировании сменных нарядов с помощью системы *Stalker PDM* могут просматривать на экране дисплея ЭВМ в режиме «только для чтения» сведения о материальных и трудовых ресурсах ДСЕ, копии файлов-документов для ДСЕ (чертежи или эскизы, спецификации, извещения, акты разрешения замен номенклатуры и другие);

- ввод в систему *Stalker MES* результирующих наборов данных выполнения сменных заданий основными производственными исполнителями;

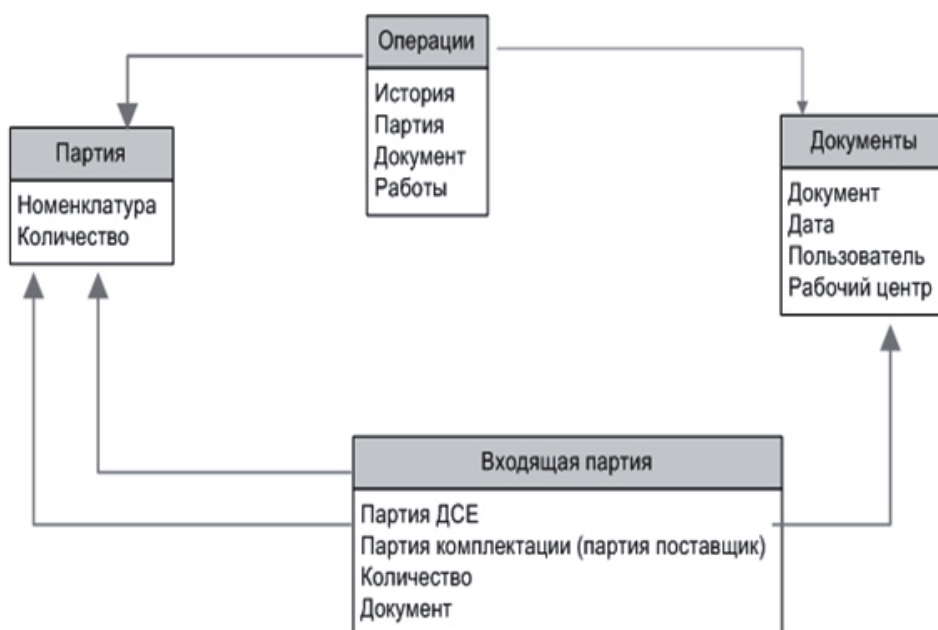


Рис. 3. Сущности задачи планирования цифрового позаказного производства (укрупненная схема)

Производство : цех - 04

Номенклатура | ПартииЗаказы | Документы | Размещение | Производимые | Покупные | Потребности | Все

Обновить | Заказы | ЗаданиеПасторт | КартаКомплектации | ФильтрПотр | Фильтр | Удалить не используемые

1-й уровень планирования: партии (ДСЕ, изделия)

2-й уровень планирования: партии (производимые ДСЕ)

Остаток

К удалению

Для обновления

Для замены

Потребность заказана

Потребность на складе без ОТК

Потребность на складе с ОТК

План	Зав. заказ	Зав. номер	Номенклатура	Наименование	ПартияЗаказ	Номенклатура	Наименование	Спецификация	Остаток	Отгрузка	Комплектующая	Разме
9254	132.4269-02	1410069	963970	КД1321.4269-02.00.00	560911	292155	У09.09.00 ТАБЛИЧКА ФИРМЕННАЯ	КСП,04,КСП	1	26.04.14		
					560912	292758	Гайка М12-7Н.30ХМА ОСТ 26-2038-96	04	16	26.04.14		292757 15.00
					560913	310633	ШПИЛЬКА 1Н-М12-8gx70.20ХНЗА ОСТ 26-2040-96	04	4	26.04.14		295002 75.00
					560914	341470	ШПИЛЬКА 1Н-М16-8gx90.20ХНЗА ОСТ 26-2040-96	04	64	26.04.14		294910 95.00
					560915	343675	ШПИЛЬКА 1Н-М20-8gx110.20ХНЗА ОСТ 26-2040-96	04	72	26.04.14		341504 115.0
					560916	344041	ШПИЛЬКА 1Н-М20-8gx130.20ХНЗА ОСТ 26-2040-96	04	120	26.04.14		341504 135.0
					560917	348312	Отвод П 90-57x5-09Г2С ГОСТ 17375-2001	04,10К,05,04,01	2	26.04.14		299609 350.0
					560918	372190	Гайка М12-7Н.25.019 ОСТ 26-2038-96	04,ОКВК,04	16	26.04.14		291788 15.00

341

свежитПечать 341

РабочийЦентр

Комплектация

Размещен в

КомплектацияПродукция

НормыВремени

Свойства

Обновить | Удалить | Разместить | Замена | Печать

Тип	Номенклатура	Наименование	Ед.изм.	Потребность	РазмещеноРЦ	РЦ
Производимое	292155	ТАБЛИЧКА ФИРМЕННАЯ У09.09.00	шт	1	1	
Производимое	292758	Гайка М12-7Н.30ХМА ОСТ 26-2038-96	шт	16	16	
Производимое	309016	Отвод П90-108x6 - 09Г2С ГОСТ 17375-01	шт	4	4	
Производимое	310633	ШПИЛЬКА 1Н-М12-8gx70.20ХНЗА ОСТ 26-2040-96	шт	64	64	
Производимое	341470	ШПИЛЬКА 1Н-М16-8gx90.20ХНЗА ОСТ 26-2040-96	шт	72	72	
Производимое	343675	ШПИЛЬКА 1Н-М20-8gx110.20ХНЗА ОСТ 26-2040-96	шт	120	120	
Производимое	344041	ШПИЛЬКА 1Н-М20-8gx130.20ХНЗА ОСТ 26-2040-96	шт	2	2	
Производимое	348312	Отвод П 90-57x5-09Г2С ГОСТ 17375-2001	шт	16	16	
Производимое	372190	Гайка М12-7Н.25.019 ОСТ 26-2038-96	шт	6	6	
Производимое	375247	Прокладка Ду50 ф87/48 (исп.отход)	шт	4	4	
Производимое	393490	ШПИЛЬКА 1Н-М16-8gx80.20ХНЗА ОСТ 26-2040-96	шт	16	16	
Производимое	394082	ШПИЛЬКА 1Н-М12-8gx70.12Х18Н10Т ОСТ 26-2040-96	шт	1	1	
Производимое	477632	ШАЙБА 16.СТЗ ОСТ 26-2042-96	шт	1	1	

512

свежитПечать 512

2-й уровень планирования: комплектация

ВключитьВКомплектацию | ИсключитьИзКомплектации | Удалить

Включить в комплектацию все партии-поставщики | Отчет партии на РЦ | Накладная перемещения(1)

Накладная перемещения(2)

ПартияЗаказ	Документ	Номенклатура	Наименование	Размещено	Закрыта по
638716	640917	1008604	Прокладка СНП-Д-2"-600#-321-FG	6	
585097	630779	892270	Круг ф 30 ст.3	0,2	
596254	630778	714227	Круг ф 200 09Г2С ГОСТ19281-89	76,5	
597429	614160	891996	Гайки М12-7Н.25.019 ОСТ 26-203	16	
597427	614160	983364	Болт М12-8gx40.35.019 ОСТ 26-20	8	
597428	614160	983366	Болт М16-8gx50.35.019 ОСТ 26-20	48	
597430	614160	983367	Гайки М16-7Н.25.019 ОСТ 26-203	96	
597431	614160	983368	Гайки М20-7Н.35Х.019 ОСТ 26-20	240	
597437	614160	983369	Шайба 12.09Г2С-8.019 ОСТ 26-20	2	
604292	613289	987992	Отв.фланцы EN1092-1 11 HST DN	4	
604294				8	

511

свежитПечать 511

3-й уровень планирования: партии размещения покупки | номенклатуры (обеспечение 2-го уровня планирования)

Рис. 4. Главная форма системы Stalker MES

- формирование приёмо-сдаточных накладных производственного склада для последующей межцеховой передачи партии ДСЕ в конечный рабочий центр комплектации партии-изделия согласно технологической документации;

- комплектация партии ДСЕ в конечном рабочем центре;

- мониторинг выполнения плана производства партий ДСЕ и изделий.

Система *Stalker MRP* решает следующие задачи [4]:

- управление складским учетом номенклатуры предприятия: входной контроль, приходные и расходные операции, ведение складских карточек;

- управление плановой потребностью предприятия в номенклатуре с учетом следующих данных: план производства; итоговых остатков на складах и в рабочих центрах; временных производственных замен; применения межцеховой кооперации;

управление обеспеченностью партий ДСЕ номенклатурой для осуществления планирования позиций плана предприятия.

Рассмотрим функции системы *Stalker FRP* [4]:

- определение статей плановой себестоимости;

- ведение классификатора-ценника номенклатуры и ее отходов (деловые и технологические). Исходные данные для классификатора-ценника определяются из прайс-листов контрагентов или приходных ордеров системы *Stalker MRP*;

- расчёт и формирование отчетов подетальных и сводных специфицированных отчётов материальных затрат на номенклатуру и отходы. Исходными данными для этих расчётов являются результаты работы систем технологической подготовки производства, входящих в структуру ИАИС *Stalker PLM* (рис. 2) [4];

- расчёт и формирование печатных форм отчётов сводных плановой себестоимости для ДСЕ и изделий;

- расчёт предварительной себестоимости ДСЕ и изделий как на подетальном, так и сводном уровнях для участия предприятия в тендерах.

Расчёт фактических параметров бюджета

в *ERP*-системе предприятия осуществляется на основе программной интеграции с наборами данных ИАИС *Stalker PLM*. Укрупнённая схема взаимодействия наборов данных ИАИС *Stalker PLM* и *ERP*-системы для расчета фактической себестоимости изделия показана на рис. 5.

В качестве примера реализации расчёта фактической себестоимости изделий, на рис. 6 приведены результаты работы разработанного прикладного ПО (обработка), интегрированного в *ERP*-систему *1C* и *Бит.Финанс* [10]. Эти результаты расчёта позволяют осуществить сравнение плановых и фактических показателей позаказного цифрового производства изделий, определить направления повышения эффективности работы предприятия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для эффективного управления ресурсами цифрового позаказного производства изделий предложена и апробирована в отечественном машиностроении новая концепция структуры ИАИС предприятия в виде ПО ИАИС *Stalker PLM* [8].

ПО ИАИС *Stalker PLM* обеспечивает в ЕИП предприятия автоматизацию БП предварительных расчетов изделий для тендеров на подетальном уровне, технической подготовки и оперативного управления позаказным производством (включая БП расчёта плановой себестоимости изделий), а также программное взаимодействие на уровне управления и наборов данных с *ERP*-системой для определения фактической себестоимости производства изделий и параметров бюджета этого предприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. APICS is the premier professional association for supply chain and operations management [Электронный ресурс]. URL: <http://www.apics.org> (дата обращения 01.09.2016).

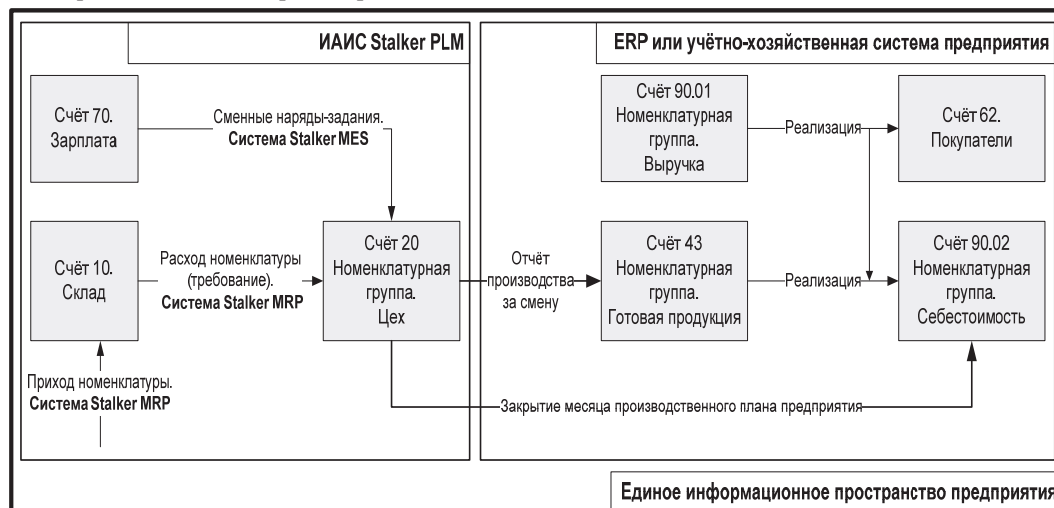


Рис. 5. Интеграция наборов данных ИАИС *Stalker PLM* и *ERP*-системы предприятия

План-фактный анализ				
Параметры: Сценарий: ФАКТ				
Сценарий эталон: Калькуляция. План				
Периодичность: Год				
Номенклатурная группа	Итого			
Кодификатор, Статья оборотов	Сумма (регл.)			
	Сумма регл. (эталон)	Сумма регл.	Отклонение регл. (абс.)	Отклонение регл. (отн., %)
123.8093 /1210813	7 778 397,92	8 259 332,90	-480 934,98	-6,18
Д4.ВП.СП.3, Возвратные отходы БДР(кт20)	24 767,07	134 489,52	-109 722,45	-443,02
P02.МА.ОМ, Основные материалы (БДР)	2 212 386,92	1 911 019,29	301 367,63	13,62
P02.МА.ПМ, Покупные, полуфабрикаты, комплектующие БДР	3 954 064,40	3 954 563,89	-499,49	-0,01
P02.МА.ТЗР, Транспортно-заготовительные расходы Калькуляция ТЗР (кт16)	400 819,34	667 426,42	-266 607,08	-66,52
P07.ОТ.ОР.1.1, Основная заработная плата основных производственных	223 420,00	319 088,28	-95 668,28	-42,82
P07.ОТ.ОР.1.2, Дополнительная заработная плата основных	33 513,01	24 042,91	9 470,10	28,26
P10.НС.ВФ.1, Страховые взносы (БДР)	80 431,20	107 563,31	-27 132,11	-33,73
P18.УУ.ОП, Общепроизводственные расходы	357 471,99	441 338,61	-83 866,62	-23,46
P18.УУ.ОХ, Общехозяйственные расходы	491 523,99	699 800,67	-208 276,68	-42,37
Итого	7 778 397,92	8 259 332,90	-480 934,98	-6,18

Рис. 6. Результаты план-фактного анализа в ERP-системе 1С и Бит.Финанс [10]

- The Global ERP User Satisfaction Survey [Электронный ресурс] URL: <http://www.erp-z.de> (дата обращения 01.09.2016).
- Aerospace manufacturing and design. James Roche. PLM value gap emerges [Электронный ресурс] URL: <http://www.onlineamd.com/article/amd0214-PLM-value-survey> (дата обращения 01.09.2016).
- Методология создания интегрированной информационной системы для автоматизации бизнес-процессов имитационного моделирования, технической подготовки и оперативного управления авиационным и машиностроительным производством / К.С. Кульга, И.А. Кривошеев, Д.А. Ахмедзянов, Д.Г. Кожин. М.: Машиностроение, 2015. 329 с.
- Grievies Michael. Product Lifecycle Management: Driving the Next Generation of Lean Thinking. New York: McGraw Hill, 2006. 319 pages.
- CIMdata. PLM для всех: раскрыть потенциал данных об изделии для всего предприятия / CIMdata, Inc. // Международный информационно-аналитический журнал CAD/CAM/CAE Observer (реферируется ВИНТИ). 2016. № 4(104). С. 31-34.
- CIMdata's 2015 PLM Market & Industry Forum: «Platforms for Innovation: PLM's Next Evolutionary Step» [Электронный ресурс] URL: <http://www.cimdata.com/en/2015-na-mif-proceedings/> (дата обращения 01.09.2016).
- Свид. об офиц. рег. программы для ЭВМ №2009615694. Интегрированная автоматизированная информационная система Stalker PLM / К.С. Кульга. М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам, 2009.
- Судов Е.В. Интегрированная информационная поддержка жизненного цикла машиностроительной продукции. Принципы. Технологии. Методы. Модели // М.: ООО Издательский дом «МВМ», 2003. 264 с.
- Фирма 1С [Электронный ресурс] URL: <http://www.1c.ru> (дата обращения 01.09.2016).

RESOURCE MANAGEMENT OF DIGITAL JOB ORDER PRODUCTION OF PRODUCTS BY MEANS OF THE INTEGRATED AUTOMATED INFORMATION SYSTEM OF THE ENTITY

© 2016 K.S. Kul'ga

Ufa State Aviation Technical University

In article the solution of an actual scientific problem of management of resources of digital job order production of the entity on the basis of reasonable calculations of preliminary, planned and actual cost values of products is considered. The calculation of preliminary cost value of single products which is based on approximate methods is not effective that finally leads to considerable deterioration in the actual economic indicators of the entity. For settlement determination of preliminary, planned and actual cost values of products it is offered to use the software approved in domestic engineering industry of the integrated automated information system of the entity.

Keywords: digital job order production, the integrated automated information system of the entity, electronic structure of a product, work center, a batch, the resources, cost value of a product.

Work is performed within project part of the State task of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation No. 8.313.2014K.

Konstantin Kul'ga, Doctor of Technics, Associate Professor,
Professor at the Mechatronic Machine Tools Department.
E-mail: admin@stalkerplm.com