
СЕКЦИЯ № 2

CAD, CAE, CAM И PLM СИСТЕМЫ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

ДОЛГОСРОЧНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Ахунова Е.В.^{1,2}, Коблов Н.Н.^{1,2}

Научный руководитель: Бориков В.Н., профессор, д.т.н.

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634034, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

²Акционерное общество «Научно-производственный центр «Полюс»
634050, Россия, г. Томск, пр. Кирова, 56 «в»
E-mail: info@polus-tomsk.ru

LONG-TERM PLANNING OF INSTRUMENT-MAKING PRODUCTION

Akhunova E.V.^{1,2}, Koblov N.N.^{1,2}

Scientific Supervisor: Prof., Dr. Borikov V.N.

¹Tomsk Polytechnic University

Russia, Tomsk, Lenin ave., 30, 634034

²JSC «Scientific & Industrial Centre «Polyus»

Russia, Tomsk, Kirova ave., 56v, 634050

E-mail: info@polus-tomsk.ru

Описан метод долгосрочного планирования позаказного мелкосерийного производства, характерного для наукоемких приборостроительных предприятий. Реализация метода в PLM-системе, содержащей постоянно меняющуюся конструкторскую и технологическую документацию, позволила оперативно рассчитывать длительность технологического цикла изготовления изделий.

The method of long-term planning of the job order small-scale production, typical for high-tech instrument-making enterprises is described. Implementation of the method in PLM-system containing a constantly changing design and technological documentation, promptly allowed to count the duration of product manufacturing process cycle.

Перед современными научно-исследовательскими предприятиями стоит ряд проблем, связанных с постоянно растущей сложностью продукции и повышением технических требований к заказам. Методы решения таких проблем заключаются в техническом переоснащении, модернизации как производственных технологий, так и рабочих мест, внедрении новых методов организации работ. При этом резко возрастает потребность в автоматизации процессов проектирования и производства для сокращения сроков разработки, улучшения качества продукции за счет нейтрализации человеческого фактора. Основной целью модернизации производства, внедрения информационных средств поддержки его организации является повышение производительности труда и снижение издержек [1].

Для наукоемких приборостроительных предприятий, таких как НПЦ «Полюс», характерно позаказное мелкосерийное производство с его разнообразной номенклатурой и небольшим объемом выпускаемой продукции и оказываемых услуг. В этом случае объектом планирования, или основной планово-учетной единицей, является отдельный производственный заказ. Его выполнение можно разделить на ряд этапов: оформление заказа, подготовка производства и собственно изготовление изделия. Примерная технология этих работ следующая. Получив предложение по заказу, соответствующее подразделение выясняет возможность его исполнения. При наличии такой возможности ставит об этом в известность заказчика и приступает к его оформлению. Процесс оформления заключается в установлении сроков выполнения, определении стоимости заказа и некоторых технических условий. Эти данные затем включаются в проект договора, представляемый на подпись заказчику [2]. После подписания договора

планово-производственный отдел предприятия выпускает директивный документ «Уведомление», в котором указываются номер и дата договора с заказчиком, номер партии, номер заказа, перечень изделий и их количество, сроки изготовления, подразделение-изготовитель, а также требования к изделию.

Эти данные являются исходными параметрами для производственного планирования. Цепным методом (обратно ходу технологического процесса), начиная с установления срока сдачи объекта заказчику (рис. 1), составляется укрупненный план-график «Оперативный план».



Рис. 1. Схема формирования оперативного плана:

КД – конструкторская документация;

ТД – технологическая документация;

Кол. изд. план. – планируемое количество изделий;

Кол. неизг. изд. – количество неизготовленных изделий

Для сборочных цехов планируемая дата окончания сборки изделия является планируемой датой выпуска изделия. Для подготовительных цехов дата окончания работ рассчитывается путем вычитания максимального времени сборки изделия от планируемой даты выпуска изделия. Планируемое количество изделий указывается в колонке «Кол. изд. план». Максимальное время сборки изделия определяется различными путями в зависимости от состояния готовности конструкторской и технологической документации (рис. 2). Если документация не готова, то время сборки получают эмпирическим путем. Иначе, имея состав изделия и нормированные по времени технологические процессы изготовления каждой детали и сборочной единицы, входящей в состав изделия, вычисляют максимальное время сборки $T_{max\ cб}$ как суммарное время $T_{сб}$, затрачиваемое на все сборочные операции. По мере изготовления данные в оперативном плане меняются.

Документом «Уведомление» оповещаются все подразделения предприятия о запуске изделия в производство. Конструкторские и технологические отделы готовят документацию, после этого обеспечивается запас необходимых материалов и оснастки для оборудования. По завершении этапов проектирования и подготовки производства приступают к изготовлению изделий. На основании уведомления создается документ «План выпуска изделия», содержащий древовидную структуру

запускаемых изделий с ведомостью распределения по цехам, которая формируется автоматически по данным технологических процессов. Кроме того, в плане выпуска изделия содержится сводная ведомость, полученная по данным древовидной структуры запускаемых изделий [3]. На основании плановых данных создается документ «Маршрутный лист» для каждой детали, сборочной единицы, в табличной части которого автоматически заполняется перечень последовательных операций с указанием цеха и участка. В процессе изготовления детали в маршрутном листе делаются отметки об исполнителе операции, времени ее начала и окончания. По мере завершения всех операций в цехе уменьшается количество неизготовленных изделий и в оперативном плане.

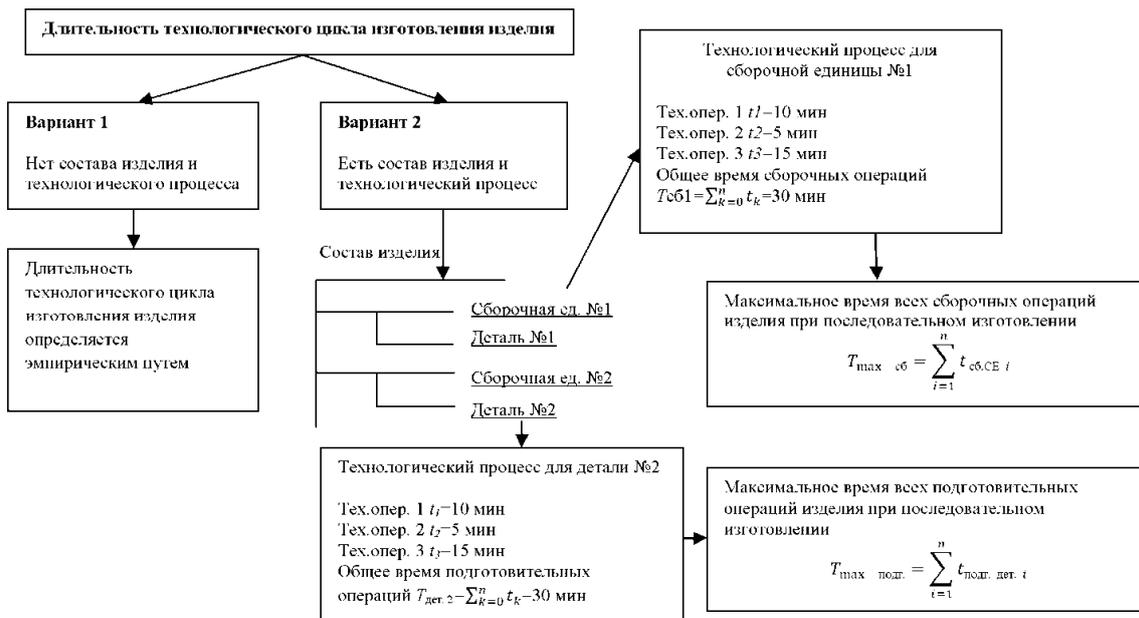


Рис. 2. Алгоритм вычисления длительности технологического цикла изготовления изделия:

СЕ – сборочная единица

После сборки изделия сборочный цех создает документ «Накладная на сдачу готовых изделий» и передает готовое изделие на склад готовых изделий. Этот документ уменьшает количество изделий к изготовлению для сборочных цехов в оперативном плане.

Таким образом, предложенный метод долгосрочного планирования позволяет оперативно получать данные о плановых и фактических показателях производства и способствует переходу от ручного составления отчетности к автоматическому, то есть к безбумажной технологии, что значительно сокращает время планирования и диспетчеризации. Дальнейшее развитие методики состоит в развитии объемного оперативно-календарного планирования с учетом загрузки оборудования. Данная технология в настоящее время проходит опробование в НПЦ «Полюс».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Информационная поддержка организации производства изделий радиоэлектронной аппаратуры на предприятии ОАО «НПП «Радиосвязь» / Р.Г. Галлеев [и др.] // Журнал Сиб. фед. ун-та. – 2014. – № 7. – С. 758–766.

2. Методы календарного планирования производства. – (Электронный ресурс:<http://www.economic-s.ru/index.php/theory/operativnoe-planirovanie-opp/metodyi-kalendarnogo-planirovaniya-pr>). Дата обращения 15.02.2017).
3. Ахунова Е.В., Коблов Н.Н. Диспетчеризация процессов на приборостроительном предприятии // Инженерия для освоения космоса: сб. науч. тр. IV Всерос. форума с междунар. участием. – Томск: Изд-во Том. политехн. ун-та, 2016. – С. 172–175.

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ БОРТОВОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

Баглаева Е.А.¹, Цапко С.Г.¹

Научный руководитель: Цапко С.Г., профессор, к.т.н.

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет

634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: eab14@tpu.ru

PDM SYSTEM FOR SPACECRAFT ON-BOARD SOFTWARE

Baglaeva E.A.¹, Tsapko S.G.¹

Scientific Supervisor: Prof., PhD, Tsapko S.G.

¹Tomsk Polytechnic University

Russia, Tomsk, Lenin ave., 30, 634050

E-mail: eab14@tpu.ru

В данной статье рассматриваются ключевые вопросы, касающиеся необходимости внедрения и использования PDM-системы в контексте управления жизненным циклом космических аппаратов. Проанализированы характерные особенности проектирования бортового программного обеспечения и их влияние на функциональные и нефункциональные требования к PDM-системе. В результате исследования приводятся характеристики PDM-системы САПР БПО, разработанной с учетом заявленных в статье вопросов.

This article discusses the key issues related to the need of implementing and using the PDM-system in the context of spacecraft life cycle management. We analyzed the characteristics of the onboard software design and its impact on the functional and non-functional requirements for the PDM-system. The study summarizes with the characteristics of the PDM-system, named SAPR BPO, which was developed to meet the issues stated in this paper.

Современные методики проектирования бортового программного обеспечения (БПО) космических аппаратов (КА) нуждаются в автоматизированной поддержке, позволяющей преодолеть наиболее распространенные трудности, с которыми сталкивается проектант на всех этапах жизненного цикла программного обеспечения.

Среди наиболее актуальных возникающих проблем при проектировании БПО можно выделить: непонимание между специалистами по бортовым системам, проектантами, программистами; большой объем программной документации, требующий актуализации; противоречивость требований к программному обеспечению.

Для задач проектирования БПО характерны следующие особенности: большое число программных компонент, многоверсионность однотипных изделий, долгий срок эксплуатации, штучное производство изделий, сложная сборка изделий.

Большое число программных компонент обусловлено тем, что бортовой комплекс управления космическим аппаратом (БКУ КА) в общих чертах содержит следующие типы систем: бортовая вычислительная система, система управления движением и навигацией, система управления бортовой аппаратурой, бортовая аппаратура служебного канала управления, система бортовых измерений,