

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ШАБЛОННОЙ ОСНАСТКИ С ЦЕЛЬЮ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА

© 2011 О.Э. Чоракаев, П.М. Попов, М.В. Савин

Институт авиационных технологий и управления
Ульяновского государственного технического университета

Поступила в редакцию 12.05.2011

В данной статье рассматривается оптимизация процесса проектирования ПШО за счет введения специализированного инструментального средства, на базе используемого на авиационном предприятии САПР UNIGRaphics. Программный продукт, разрабатываемый с помощью встроенного языка GGraphic Interface Programming, позволит сократить время на проектирование оснастки, увеличить темпы её производства и повысить качество конечной продукции. В качестве демонстрационного примера в статье приводится процесс разработки модели шаблона обрезки и кондуктора для детали типа «Уголок». Ключевые слова: управление программное; продукция итоговая; перемычка планируемая; модуль специальный; контроль визуальный; метод бесплазовый; моделирование математическое; процесс автоматический; оснастка шаблонная; процедура проектно-технологическая; параметры проектные и отверстия сборочные.

В условиях жесткой конкурентной борьбы на авиационном рынке не удивительно, что каждое предприятие стремится к повышению технологичности производства. Именно этим обеспечивается отказ от устаревших методов (плазово-шаблонный, эталонно-шаблонный, расчетно-плазовый) не обеспечивающих необходимой производительности и точности, так как имеют большую цепочку переноса размеров. Кроме того эти методы основаны на жестких носителях форм и размеров, производство которых требует затрат материалов, энергии и времени. Переход к бесплазовому методу обеспечивает сокращение цепочки переноса, позволяя по электронной модели детали (ЭМД) всего за одну промежуточную ступень получить электронную модель шаблона, непосредственно служащую источником информации для оборудования с Числовым Программным Управлением (ЧПУ).

Но процесс преобразования модели детали в модель шаблона требует в настоящее время неоправданных временных ресурсов. Кроме того результат работы подвержен субъективным факторам, таким как опыт проектировщика в работе над конкретным видом оснастки, его взглядом на итоговую продукцию.

Для сокращения временных затрат представляется возможным разбить процесс проектирования на четко регламентированные этапы-со-

стояния и переходы между ними. На каждом из этапов однотипные операции заменяются более сложной функцией. Формирование последовательности операций позволяет контролировать процесс в конце каждого этапа, снижая вероятность ошибки исполнителя. Структура процесса представлена в нотации IDEF0 на рис. 1.

В настоящее время расположение по слоям модели не стандартизовано. Временно принято: первый слой – контур шаблона и отверстия, вырезы; второй – риски; третий – твердотельная модель шаблона для проверки на контрольно-измерительной машине (КИМ), четвертый – различная информация, пятнадцатый – ЭМД. На первом подготовительном этапе создаются категории слоев, каждый из которых служит для размещения определенного вида информации, позволяющие в итоге упростить программирование обработки.

Функция построения добавочного материала рассчитывает длину выбранной кривой и по ней определяет количество необходимых перемычек, в местах планируемых перемычек дается точка разметки. Строиться эквидистанта, при необходимости добавок удлиняется.

Функция рассчитывает возможное расстояние между базовыми отверстиями, кратное 50 и размещает их, даются надписи «Доб.» и «БО», базовые отверстия образмериваются.

Следует отметить, что добавочный материал может соединять и несколько частей шаблона, тогда функции надо передать ребра профилей ограничивающие добавочный материал.

Нанесение информации в свою очередь так же проходит в несколько этапов, первый из которых это нанесение номера детали. Номер оп-

Чоракаев Олег Эдуардович, аспирант.

Попов Петр Михайлович, доктор технических наук, профессор кафедры «Самолетостроение».

E-mail: ptpopov2008@rambler.ru.

Савин Максим Валерьевич, старший преподаватель кафедры «Самолетостроение».

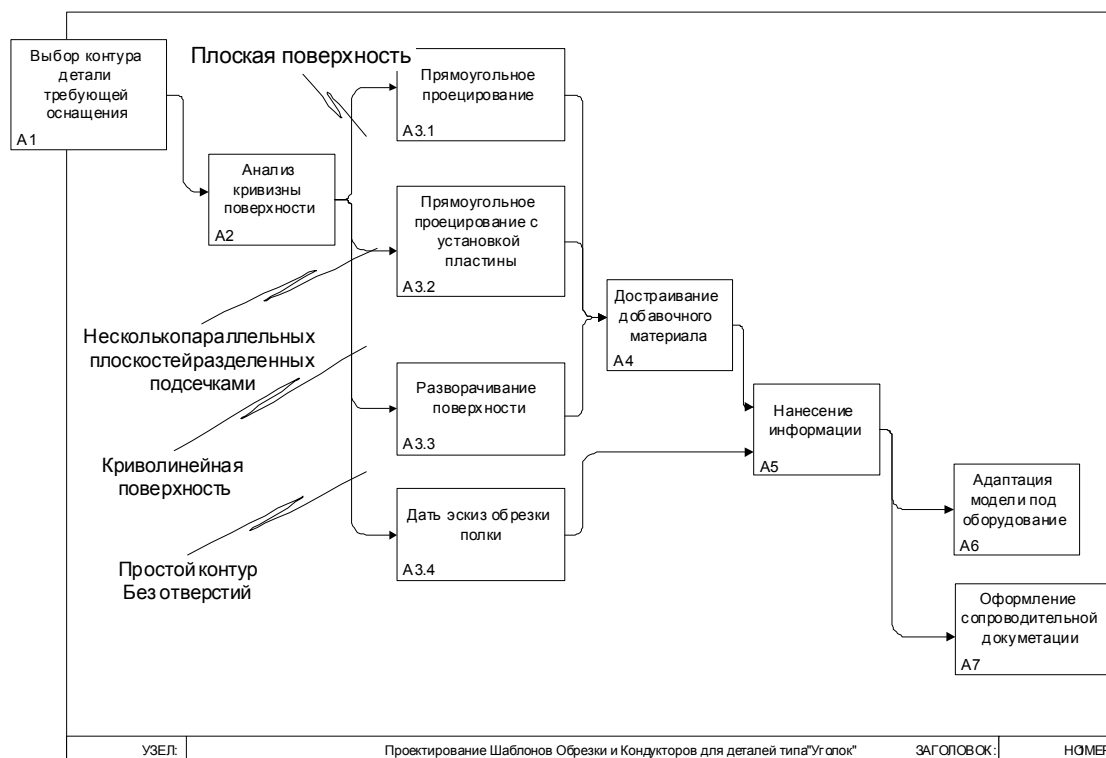


Рис. 1. Схема разбиения процесса проектирования

тимально брать из атрибутов детали, где важным условием является то, что номер детали должен быть вырезан лазерным лучом, то есть должен состоять из простых кривых и находиться на слое с рисками. Для нанесения информации борта вызывается диалог для ввода высоты борта, угла малки и радиуса скругления. Эти данные обрабатываются так, что сначала вычисляется направление борта, определяется – это открытая или закрытая малка, затем отсекаются заведомо неверные исходные данные. После обработки формируется информация, о борте размещенная на слое с информацией в позиции, выбранной проектировщиком.

Правильно оформленная модель шаблона требует нанесения большого количества текстовой информации, такой, как место маркировки и клеймения, обозначение стыковочных кромок, сборочных отверстий. Модуль делает активным слой с информацией, потом располагают рабочую систему координат в необходимой плоскости, затем вслед за этим в черчении наносится надпись.

Специальные модули контроля и трансляции позволяют отказаться от проверки конечных моделей, с помощью третьих средств, адаптируя продукт под используемые станки. Функция проверяет расположение БО относительно координатной плоскости, и правильности прохождения всех предыдущих шагов, при замечаниях выводится окно с сообщением. Далее просмат-

риваются слои с информацией для визуального контроля правильности расположения по слоям. В случае успешного прохождения контроля выводится информация о марке материала детали и о габаритах заготовки для шаблона.

Стандартизация выходной документации приводит все расчетные технологические карты (РТК) к эталонному виду, исключая разночтения и трудности разборки нанесенной информации.

Сопроводительная документация оформляется с помощью стандартизованной формы «ввода/вывода» и обработки информации. Программа может принять файл ВПШО, с заполнением поля РТК и файла эскиза в формате BMP. Модуль формирует номер отраженной детали и позволяет выбрать из ВПШО все необходимые позиции оснастки и указать цех-потребителя оснастки. Программа позволяет экспортировать документы в MS Excel, располагая обе стороны РТК на разных листах.

Система автоматизированного проектирования UG NX, для разработки оснастки, обладает широким спектром возможностей, но ввиду специфики поставленных перед проектировщиком задач он тратит большое количество времени на однообразные операции при проектировании. Отсутствие специализированного внутреннего инструментального средства значительно влияет как на производительность структурного подразделения, так и авиационного предприятия в целом.

Рассмотрим некоторые проектно-технологические процедуры перехода плазово-шаблонного цеха (ПШЦ) от расчетно-плазового метода к бесплазовому на примере базового предприятия ЗАО «Авиастар-СП», поскольку любое крупное производство в современных условиях характеризуется огромными объемами информации и высокой трудоемкостью производственных процессов. Это обуславливает необходимость мощной информационной подготовки и поддержки производства. В условиях конкурентной борьбы на рынке авиационной техники остро встает вопрос необходимости отказа от устаревших технологий и перехода к более современным методам,

позволяющим снизить трудоемкость, сократить издержки, повысить производительность.

Сущность метода бесплазового изготовления оснастки заключается в аналитическом расчете ее геометрических параметров и последующем, независимом от других источников, воспроизведении на оборудовании, обеспечивающем выбранную точность увязки (рис. 2 и 3).

Это достигается если первоисточником увязки элементов оснастки, связанных с обводом, является математическая модель поверхности агрегата, которая может быть представлена в аналитической или дискретной точечной форме. Плавность обводов, стыковка отсеков и отдель-

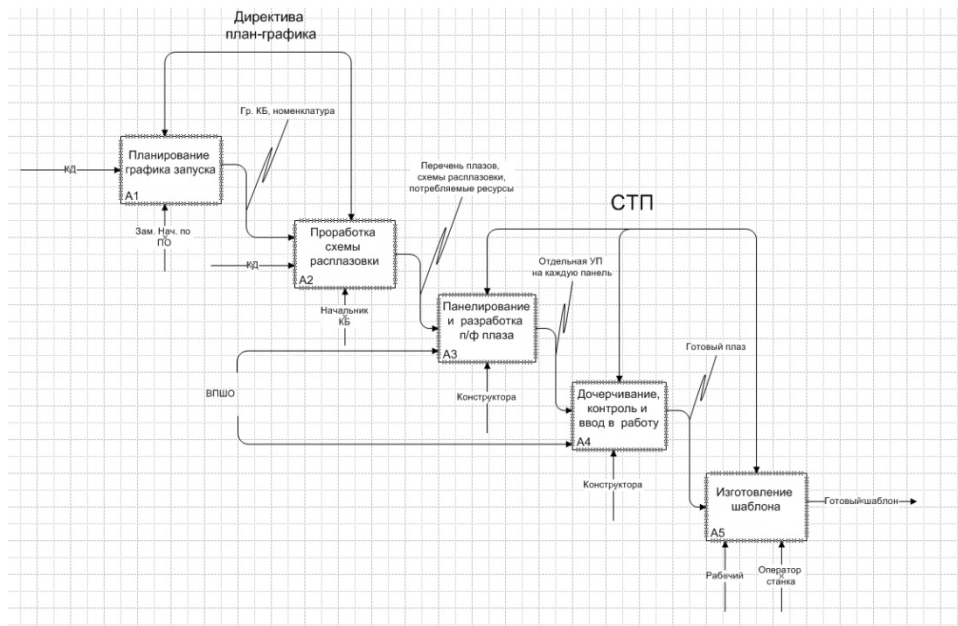


Рис. 2. Расчетно-плазовый метод увязки

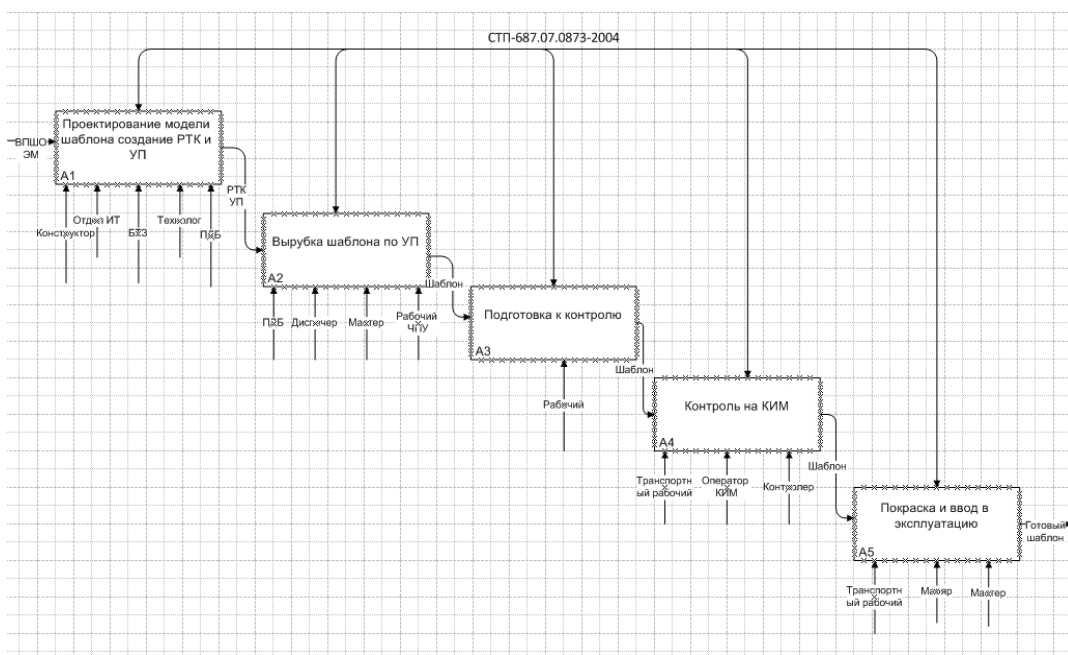


Рис. 3. Бесплазовый метод увязки



Рис. 4. Расчетно-плазменный метод увязки



Рис. 5. Бесплазменный метод увязки

ных плоских контуров гарантируется за счёт математического моделирования сборок и использования оборудования с ЧПУ.

Для примера рассмотрим простейшую производственную цепочку изготовления детали. При расчетно-плазменном методе она выглядит следующим образом (рис. 4).

Допуск на каждом шаге при изготовлении шаблона составляет от 0,1 мм и до 0,5 мм на операции гибки. По шаблону изготавливаются детали и оснастка как сборочная, так и для изготовления деталей, в итоге отклонения от исходных значений составляло 1,5-2 мм.

Вид аналогичной цепочки при бесплазменном методе показан на рис. 5.

Ввод бесплазменного метода позволил избежать многоэтапного переноса информации о формах и размерах и связанной с этим накопления погрешности, снижающей точность увязки сопрягаемых размеров при сборке конструкции; привел к снижению объемов работ по подготовке производства; позволил снизить затраты материалов, энергии и времени, так как производство отказалось от плазов, как жестких носителей форм и размеров.

Техническими средствами увязки при бесплазменном методе являются:

- математические модели;
- фрезерные станки с ЧПУ, высечные станки и станки с лазерными устройствами;

- инструментальные стенды;
 - контрольно-измерительные машины.
- Независимое формообразование с применением CALS-технологий требует:
- единого информационного пространства на предприятии, использование единой математической модели агрегата (узла) на всех стадиях в производстве;
 - выпуска электронных чертежей без ссылок на плаз и без раскрытия размеров после увязки;
 - полной автоматизации обработки и контроля контуров оснастки и деталей.

Кроме выше изложенных проблем, существует ряд проблем организационного характера, например несоответствие выполняемых работ должностным инструкциям, отсутствие четкого соблюдения рабочего графика, недостаточный контроль на предыдущем этапе и связанные с этим входные данные не надлежащего качества.

Если на схеме, представленной на рис. 6, отразить необходимые временные ресурсы, то можно увидеть, что узким местом в данной производственной цепочке является проектирование ЭМ шаблона и разработка УП, поскольку этот этап занимает до 78 процентов времени.

В связи с этим на сегодняшний день очевидна необходимость модернизации существующей технологии проектирования оснастки. Модернизация должна коснуться не только методов, но и инструментов работы проектировщика, что ведет

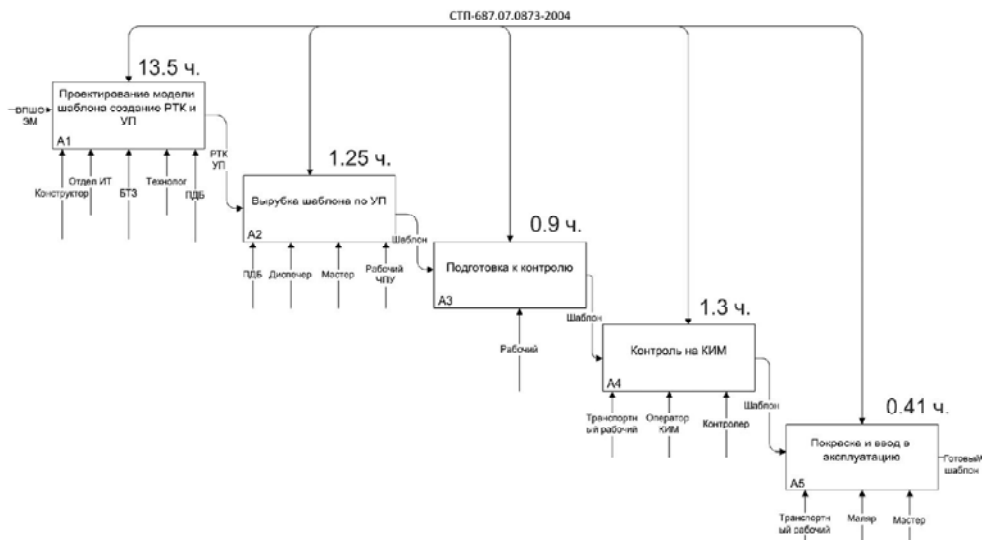


Рис. 6. Распределение времени при производстве шаблонной оснастки

за собой модернизацию ИС подразделения. В качестве возможного решения предлагается разработка специализированного инструментального средства, предназначенного как для сокращения трудоемкости процесса проектирования, так и повышения его качества. Первое реализуется путем сокращения типовых операций выполняемых проектировщиком, часть из которых выполняется автоматически; второе достигается за счет снижения вероятности ошибки, принятия не правильного решения проектировщиком.

Для примера рассмотрим часть подсистемы проектирования ПШО на основе шаблона обрезки кондуктора.

По модели детали, представленной на рис. 7, и ВПШО, представленной на рис. 8, строится модель шаблона.

Интерфейс надстройки является интуитивно понятным проектировщику, поскольку выполнен с помощью штатных средств UG NX4, в виде встраиваемого меню (рис. 9).

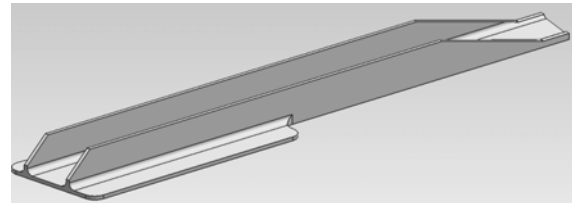


Рис. 7. Электронная модель детали

5. формирование РТК.

На рис. 10 представлен результат работы подсистемы.

Для более наглядного представления эффекта от внедрения инструментального средства данные собраны в табл. 1.

Вывод: на 66,9% увеличиться производительность труда проектировщика после внедрения подсистемы.

Экономия высвободившегося времени в денежном эквиваленте отражена в табл. 2.

Утвержденные ВПШО																																		
ВПШО																																		
+ 47601.0317.320.115																																		
Извещение		№	Тип	№ ВПШО																														
Изд.	Группа	№	240	5679																														
476	03																																	
Сб. единица		СТК																																
47601.0317.320.000		476003024																																
№ очереди	Срок проектир		Срок изгот																															
Сер. вв	Сер. огр	Входимость по КТС																																
101	999	47601.0317.320.000																																
1/1			1/1																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Поз.</th> <th>Оснастка</th> <th>Цех изг.</th> <th>Цех по...</th> <th>Условия на изготовление оснастки</th> <th>Технические условия поставки детали</th> <th>13-значный код</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td></td> <td>223</td> <td>303</td> <td></td> <td>Поставка по ЭМД. Дать НО под крепеж с .0303.140.000.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> <td>223</td> <td>264</td> <td></td> <td>На покрытие по ЭМД.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>ШОК</td> <td>141</td> <td>223</td> <td>по услов. цеха 303 и 264</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>							Поз.	Оснастка	Цех изг.	Цех по...	Условия на изготовление оснастки	Технические условия поставки детали	13-значный код	1		223	303		Поставка по ЭМД. Дать НО под крепеж с .0303.140.000.		2		223	264		На покрытие по ЭМД.		3	ШОК	141	223	по услов. цеха 303 и 264		
Поз.	Оснастка	Цех изг.	Цех по...	Условия на изготовление оснастки	Технические условия поставки детали	13-значный код																												
1		223	303		Поставка по ЭМД. Дать НО под крепеж с .0303.140.000.																													
2		223	264		На покрытие по ЭМД.																													
3	ШОК	141	223	по услов. цеха 303 и 264																														

Рис. 8. Ведомость ПШО



Рис. 9. Интеграция ИС в UG NX 4

Процесс проектирования шаблона разделен на этапы, что отражено в структуре меню:

1. выбор контуров и их расположение в одной плоскости;
2. выбор и добавление добавка, расчет соединительных перемычек и окон;
3. нанесение базовых, направляющих и сборочных отверстий;
4. нанесение рисок, надписей и прочей информации;

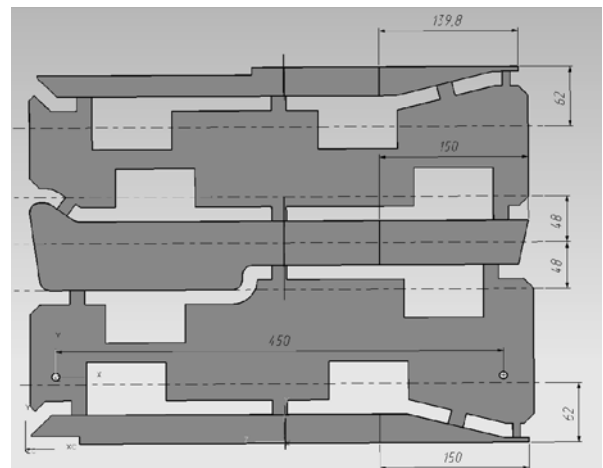


Рис. 10. Модель шаблона обрезки контура

Таблица 1. Сравнительная характеристика по времени

№	Операция	Затраты времени, час.		Экономия от внедрения П.О.	
		До внедрения П.О.	После внедрения П.О.	Часы	%
1	Оформление РТК	1,2	0,2	1	80
2	Расчеты для построения развертки	0,8	0,2	0,6	75
3	Образмеривание шаблона	0,3	0,1	0,2	66
4	Установка БО	0,1	0,05	0,05	50
5	Разметка отверстия для крепежа, ММ, МК, линии ШК	0,1	0,05	0,05	50
6	Построение шаблона	6	1	5	80
	Итого	8,5	1,6	6,9	66,9

Таблица 2. Экономия высвободившегося времени после внедрения ПО

$$\begin{aligned}
 &ЗП_{\text{очн}} = 7000 \times 27 = 189000 \text{ (руб.) для двух операторов} \\
 &A_{\text{мес}} = (27 \times 15000 \times 6\%) / (12 \times 100\%) = 2025 \text{ (руб.) для 27 ПК} \\
 &C_{\text{рем}} = (27 \times 15000 \times 4\%) / (12 \times 100\%) = 1350 \text{ (руб.) для 27 ПК} \\
 &C_{\text{эл}} = 27 \times 1,16 \times 117 \times 1,2 = 4397,86 \text{ (руб.)} \\
 &C_{\text{баз}} = 14000 + 216 + 125 + 162,86 = 196772,86 \text{ (руб.)}
 \end{aligned}$$

Рассчитаем месячную экономию:
 $\text{Э} = 290896,6 - 196772,86 = 94124,24 \text{ (руб.)}$
 ИТОГО экономия за год составит:
 $\text{Экономия} = 94124,24 \times 12 = 1129495,2 \text{ (руб.)!}$

Таким образом, проектно-технологические процедуры и разработанное инструментальное средство позволит производить аналогичное моделирование для других типов оснастки с произвольными размерами, из различных авиационных материалов. Предлагаемые расчетно-технологические карты можно использовать для производства большого количества деталей и узлов авиационной техники.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Махитко В.П., Сироткина И.Б.* Адаптация в синтезированные информационно-коммуникационные системы технологического оборудования с числовым программным управлением // Известия Самарского научного центра РАН. 2010. Т. 12, № 4(2). С. 411 - 418.
2. *Попов П.М., Ляшко Ф.Е.* Оптимальное управление в ходе эволюционного развития процессов и систем. Учебное пособие. УлГТУ, 2000. С. 180.

ANALYSIS OF DESIGN TEMPLATES TOOL TO IMPROVE THE PREPARATION PROCESS OF PRODUCTION

© 2011 O.E. Chorakaev, P.M. Popov, M.V. Savin

Institute of Aviation Technology and Management,
 Ulyanovsk State Technical University.

In this article we consider optimization of the design process preschool education through the introduction of a specialized tool, based on the use in the aviation enterprise CAD UNIGRAPHIX. The software, developed with built-in language GRaphic Interface Programming, will reduce the time to design tooling to increase its rate of production and improve the quality of the finished product. As a demonstration example in the article the development of a model template, pruning and conductor for the details of the «Corner».

Key words: management program, production final, the crosspiece planned, the module special, the control visual, modeling mathematical, process automatic, equipment sample, procedure design-technological, parameters design and apertures assembly.

Oleg Chorakaev, Graduate Student.
Petr Popov, Doctor of Technics, Professor at the Aircraft Construction Department. E-mail: pmpopov2008@rambler.ru.
Maxim Savin, Senior Lecturer at the Aircraft Construction Department.