

УДК: 65.011.56; 658.5

## ИНТЕГРИРОВАННОЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ САМОЛЕТОВ

© 2014 Ю.С. Балашова, О.Б. Мамонтов, И.Ю. Овсянников, А.М. Подлеснов

Научно-технический центр ФГУП «ЦАГИ», г. Жуковский

Поступила в редакцию 04.09.2014

В статье рассмотрены особенности процесса проектирования и производства аэродинамических моделей самолетов, опыт разработки и внедрения в опытное производство автоматизированного информационного обеспечения, позволяющего управлять имеющимися ограниченными ресурсами и оперативно реагировать на изменения, влияющие на текущие производственные планы (внесение корректировок в техническую документацию по изделиям, находящимся в производстве; поступление новых заказов; выход из строя определенного оборудования и т.д.).

Ключевые слова: *опытное производство, аэродинамическая модель, самолет, технологическая подготовка производства, информационная система, автоматизация*

Необходимым этапом в создании современных самолетов или их улучшающей модернизации является экспериментальная отработка на аэродинамических моделях. В рамках работ ФГУП «ЦАГИ» разработка и изготовление моделей выполняется в Опытном производстве института [1]. Каждая аэродинамическая модель самолета – уникальное, наукоемкое изделие отличающееся [2]:

- сложностью и разнообразностью формы поверхностей агрегатов (фюзеляж, крыло, пилон, закрылок и т.д.);
- возможностью внесения изменений со стороны заказчика в процессе разработки и производства, обуславливающих в определенном объеме проведения переконструирования, прерывание и возобновление процесса производства с переделкой или изготовлением новых компонентов конструкций;
- применением в конструкции широкой номенклатуры конструкционных материалов (высоколегированная сталь (до 50% от всего объема применения), алюминиевые сплавы (до 30%), пенопласты, дерево, композиты (до 20%)), что обуславливает разнообразие

технологических процессов, использование технологического оборудования с ЧПУ разных типов, применение высококвалифицированного труда уникальных специалистов-модельщиков.

- высокой требуемой точностью –  $0,02 \div 0,05$  мм, широким диапазоном габаритов и качеством изготовления (шероховатость аэродинамических поверхностей – Ra 0,1 мкм, размеры от 0,15 до 18 м, масса от 0,5 до 10 000 кг), что определяет уникальные характеристики оборудования, при наличии в станочном парке не более 1-2 единиц каждого типа.
- необходимостью изготовления специальной оснастки и применением специального инструмента.

Технологическая подготовка производства (ТПП) является чрезвычайно трудоемкой составляющей процесса технической подготовки производства и занимает до 30-40% временных затрат на работы, предшествующие производству. С внедрением современного высокотехнологичного оборудования время изготовления моделей сократилось в 2,5-3 раза при сохранении трудоемкости ТПП. В этой связи актуальной становится задача сокращения ТПП, прежде всего направленная на обеспечение загруженности высокопроизводительных обрабатывающих центров. Одним из эффективных путей становится внедрение специализированного программного комплекса, ориентированного на специфические особенности опытного модельного производства [3]. К настоящему времени

Балашова Юлия Сергеевна, инженер. E-mail: yulia.balashova@tsagi.ru

Мамонтов Олег Борисович, младший научный сотрудник. E-mail: oleg.mamontov@tsagi.ru

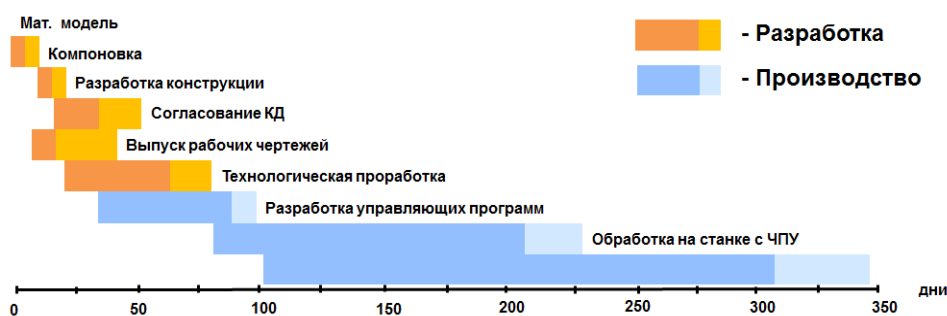
Овсянников Иван Юрьевич, начальник сектора. E-mail: ivan.ovsiannikov@tsagi.ru

Подлеснов Александр Михайлович, научный сотрудник. E-mail: am\_podlesnov@tsagi.ru

соответствующие программные комплексы разработаны применительно к массовым и крупносерийным производствам. Единичные опытные производства, к которым в полной мере относится и производство аэродинамических моделей самолетов, характеризуются широкой номенклатурой изготавливаемой продукции, большими объемами универсальных операций и ручного труда. Исходя из этого требуются определенные изменения и дополнения в функциях программного обеспечения автоматизации подготовки производства, и в целом управления производством или его совершенствования и специализации.

Производство аэродинамических моделей является чрезвычайно лимитированным по срокам их изготовления (рис. 1), определяемым утвержденными на государственном уровне графиками разработки новых самолетов или улуч-

шающей модернизации уже находящихся в эксплуатации. Важнейшим требованием к автоматизации становится обеспечение сокращения сроков на операции ТПП, а также на их согласование с выполняемым производственным процессом в условиях изменения приоритетов выпуска определенных моделей, вносимых текущих изменений в конструкцию и производственный процесс в связи с возможными задержками в поставке определенных материалов и инструментов, выхода из строя оборудования, болезни квалифицированных исполнителей. Автоматизация ТПП, прежде всего, направлена на интеграцию используемых на производстве программных комплексов конструирования, разработки технологических и производственных процессов, программирования для оборудования с ЧПУ, информационного обеспечения опытного производства.



**Рис. 1.** Трудоемкость проектирования и изготовления аэродинамических моделей самолетов

На этапе конструкторской подготовки производства (КПП) в системах класса PDM/PLM определяется укрупненный состав разрабатываемого изделия в виде перечня основных узлов, который в виде окончательного состава изделия, включающий чертежи и спецификации поступает на технологическую проработку. При проведении технологической проработки технологами составляется маршрутно-технологическая карта изготовления детали, цеховая спецификация, карта оснастки, лимитная карта. Далее вся необходимая технологическая документация передается технологом-программистам для разработки бланков управляющих программ (УП) для оборудования с ЧПУ и самих УП. В результате анализа временных затрат при проведении ТПП и оценки возможностей их сокращения, выяснилось, что основную часть времени ТПП занимает распределение работ между исполнителями и технологических ресурсов, разработка сложных заданий, пооперационный контроль выполнения производимых работ, состояния и загрузки оборудования и материально-технического снабжения.

Для решения этих задач был разработан ряд специализированных модулей на базе

технологической платформы «1С: Предприятие» версии 8.2 (рис. 2) [4, 5], которые в настоящее время внедряются в Опытном производстве ФГУП «ЦАГИ».

Для оперативного обеспечения УП технологов-программистов необходимым инструментом был разработан и внедрен модуль «Управление инструментом» (рис. 3). В существующих складских системах содержится информация, касающаяся прихода и списания инструмента, его цены и износа, данных о поставщике и фирме изготовителе. В дополнение к этим данным, технологом-программистам необходима информация о геометрических характеристиках инструмента, используемых для обработки деталей. Разработанный модуль обладает всем необходимым для этого функционалом и представляет собой логически завершенную систему, которая может функционировать самостоятельно; дает возможность производить оперативный и эффективный обмен информацией между всеми участками производственного процесса; позволяет сократить время, требуемое на подготовку конкретных задач; исключить возможные появления ошибок при подготовке отчетной документации.

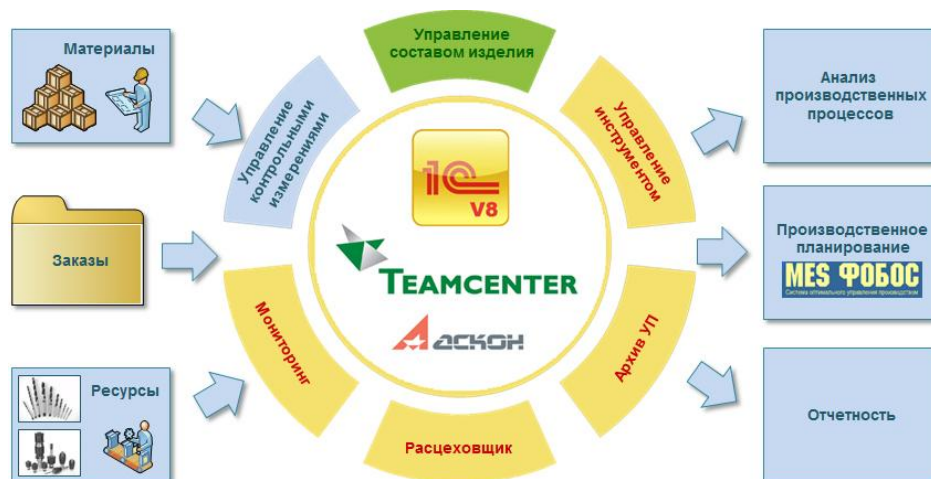


Рис. 2. Состав средств управления производством в целом

За время эксплуатации системы подготовка управляющих программ технологами-программистами значительно ускорилась за счет подбора инструмента, находящегося в наличии в инструментально раздаточной кладовой цеха, по необходимым геометрическим и технологическим

параметрам. Также сократились сроки подготовки разовых и квартальных заявок на приобретение инструмента, улучшилось взаимодействие между инструментальной раздаточной кладовой (ИРК), участком станков с ЧПУ и технологическим отделом.

**Интерфейс:**

**Номенклатура:**  
Все существенные характеристики инструмента.

Фрезы, сверла, резцы, расточки, оправки, режущие пластины.

| Инструмент в НПК            |                  |
|-----------------------------|------------------|
| Количество типов            | 122              |
| Объем закупок (годовой)     | 5697,3 тыс. руб. |
| Количество закупок (за год) | 86               |

Рис. 3. Модуль «Управление инструментом»

Данный модуль представляет наибольший интерес не как отдельная система, а как интегрированное решение по управлению разработкой программ для ЧПУ с обеспечением необходимым инструментом.

Существенное время тратится технологами-программистами на разработку управляющих программ для станков с ЧПУ. Чтобы сократить риски потери разработанной УП, возникающие при сетевом сбое или выходе из строя накопителя информации, был разработан модуль управления разработкой и хранением программ для обработки на станках с ЧПУ «Архив УП» (рис. 4).

Основной функционал решения направлен на реализацию работы пользователей с

управляющими программами: на наполнение архива и выгрузку УП с целью их последующей загрузки на станок с ЧПУ. Модуль позволяет формировать специализированные операционные карты на оборудование с ЧПУ с полным перечнем управляющих программ и переходов, инструмента соответствующего данной УП, что обеспечивает оператора полной информацией по операции. Его функциональные возможности также предоставляют в значительной мере прозрачность бизнес-процессов, связанных с подготовкой и использованием УП, сформировать взаимозависимые маршруты, повысив качество изготавливаемой продукции, минимизировав риски, связанные с неверным использованием УП.

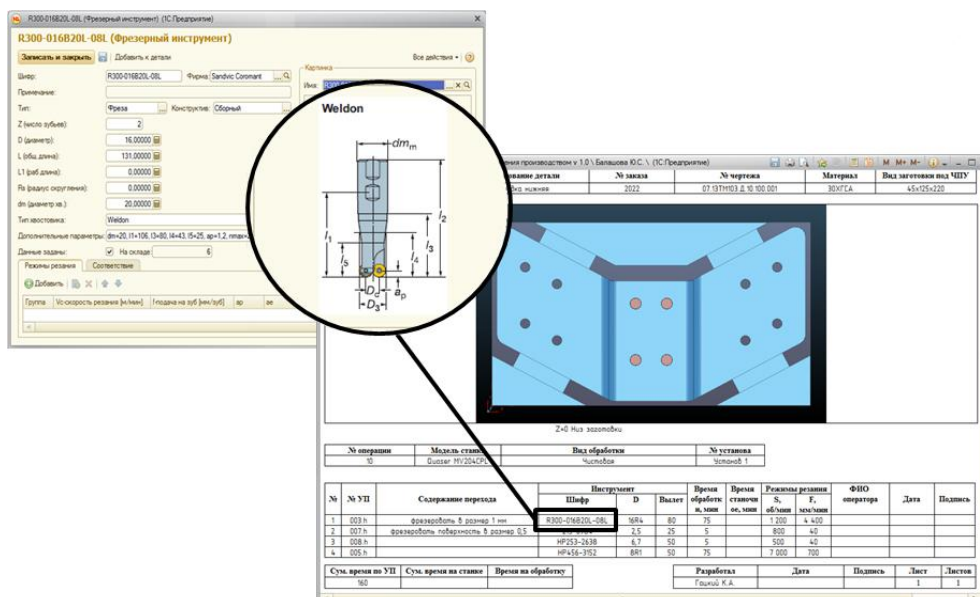
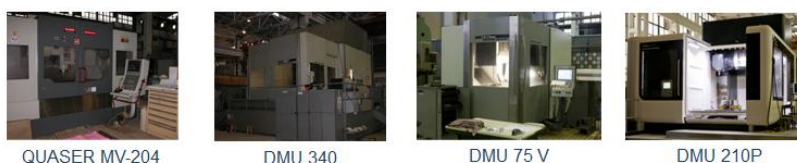


Рис. 4. Модуль управления разработкой и хранением программ для обработки на станках с ЧПУ «Архив УП»

Логическим продолжением является модуль контроля хода выполнения заказов «Расцеховщик». Модуль предназначен для проектирования межцеховых технологических маршрутов и диспетчирования разработки и выполнения директивного технологического процесса изготовления деталей аэродинамических моделей на оборудовании с ЧПУ. Он позволяет на начальной стадии подготовки производства заполнить технологическими данными конструкторский состав изделия и сформировать на ее основе сводные ведомости. Расцеховочная ведомость формируется как на изделие в целом, так и на выбранные объекты (детали) в соответствии с заданным фильтром.

Станки с ЧПУ, применяемые в Опытном производстве ФГУП «ЦАГИ», являются наиболее современным и высокопроизводительным, обеспечивают выполнение до 80% приоритетных заказов института. Необходим тщательный анализ загрузки работы станочного парка. Для этих целей оборудование с ЧПУ было включено в сетевую систему мониторинга оборудования. Компоновка, обработка и систематизация полученных данных дает возможность осуществлять непрерывный контроль производственных данных. Значительная часть этой информации с успехом используется после соответствующей обработки для составления отчетов о состоянии оборудования и его использовании (рис. 5).



Информация по состоянию в реальном времени, за календарный период

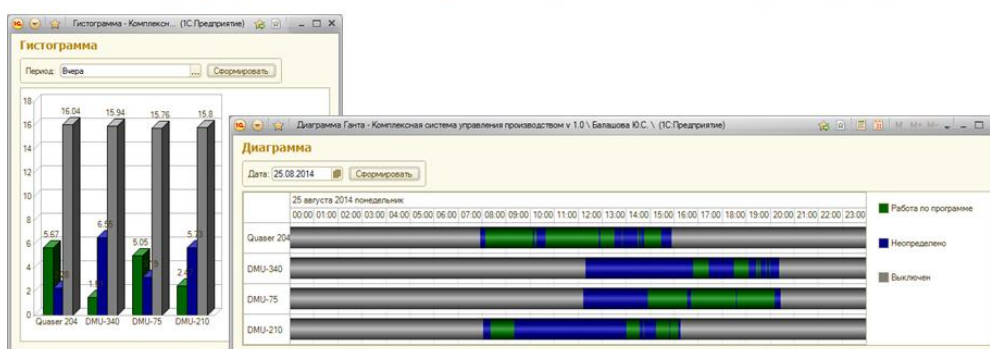


Рис. 5. Модуль мониторинга оборудования с ЧПУ «Мониторинг» на примере группы фрезерных станков

### Выводы:

1. На основе выполненных работ удалось существенно снизить материальные и временные затраты и привести сроки ТПП в соответствие к возросшему темпу производства с использованием высокопроизводительного оборудования, обеспечить всех участников процесса подготовки производства актуальной, оперативной информацией.

2. Развитие интегрированного автоматизированного информационного обеспечения даст существенный эффект при сокращении в целом трудоемкости изготовления основных изделий и повысит эффективность опытного производства аэродинамических моделей. Данная разработка станет необходимым компонентом комплексной системы автоматизации Опытного производства ФГУП «ЦАГИ».

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Болсуновский, С.А. Развитие технологии производства аэродинамических моделей самолетов на основе высокоскоростного фрезерования. Дисс. на

соиск. уч. степ. д.т.н. – Жуковский: ЦАГИ, 2012. 111 с.

2. Опытное производство. Режим доступа: [http://www.tsagi.ru/experimental\\_base/pilot\\_production/](http://www.tsagi.ru/experimental_base/pilot_production/)
3. Балашова, Ю.С. Особенности автоматизации технологической подготовки производства аэродинамических моделей самолетов / Ю.С. Балашова, В.Д. Вермель, И.Ю. Овсянников, А.В. Рыбаков // Мат-лы XIII межд. конф. «Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта CAD/CAM/PDM», 15-17 октября 2013 г. – М., Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН.
4. Балашова, Ю.С. Комплексная автоматизация управления производством аэродинамических моделей самолетов // Ю.С. Балашова, С.Г. Зарубин, О.Б. Мамонтов и др. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. Том 14, №4(2), С. 597.
5. Балашова, Ю.С. Комплексная система управления технологической подготовкой производства аэродинамических моделей на оборудовании с ЧПУ / Ю.С. Балашова, С.Г. Зарубин, О.Б. Мамонтов и др. // Мат-лы XXIV науч.-техн. конф. по аэродинамике, 28 февраля - 1 марта 2013 г. – Жуковский: ЦАГИ, 2013. С. 41.

## THE INTEGRATED AUTOMATED INFORMATION ENSURING SYSTEM OF PRODUCTION TECHNOLOGICAL PREPARATION OF AERODYNAMIC AIRCRAFT MODELS

© 2014 Yu.S. Balashova, O.B. Mamontov, I.Yu. Ovsyannikov, A.M. Podlesnov

Scientific and Technical Center of Federal State Unitary Enterprise “TSAGI”, Zhukovskiy

In article features of design process and production of aerodynamic aircraft models, experience of development and deployment in pilot production the automated information ensure system, allowing to operate the available limited resources and quickly react to the changes, influencing the current production plans (entering of adjustments into technical documentation on the products, which are in production, are considered; receipt of new orders; failure of a certain equipment, etc.).

Key words: *pilot production, aerodynamic model, aircraft, technological preparation of production, information system, automation*

---

Yuliya Balashova, Engineer. E-mail: [yulia.balashova@tsagi.ru](mailto:yulia.balashova@tsagi.ru)

Oleg Mamontov, Minor Research Fellow. E-mail: [oleg.mamontov@tsagi.ru](mailto:oleg.mamontov@tsagi.ru)

Ivan Ovsyannikov, the Sector Chief. E-mail: [ivan.ovsiannikov@tsagi.ru](mailto:ivan.ovsiannikov@tsagi.ru)

Alexander Podlesnov, Research Fellow. E-mail: [am\\_podlesnov@tsagi.ru](mailto:am_podlesnov@tsagi.ru)