

УДК: 65.011.56; 658.5

**КОМПЛЕКСНАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ  
АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ САМОЛЕТОВ**

© 2012 Ю.С. Балашова, С.Г. Зарубин, О.Б. Мамонтов, И.Ю. Овсянников,  
А.М. Подлеснов, С.А. Сидоров

ФГУП «ЦАГИ», Московская область, г. Жуковский

Поступила в редакцию 05.10.2012

Представлен опыт разработки и внедрения комплексной автоматизированной системы по управлению производством аэродинамических моделей. Были исследованы характерные бизнес-процессы модельного производства и реализованы специализированные модули обеспечивающие поддержку основным механизмам: управления инструментальным складом, мониторинга работы оборудования с ЧПУ, ведения архива программ для станков с ЧПУ, управления составом изделия, создания технологического маршрута и ведения базы данных результатов контрольных измерений. Использование системы способствует повышению эффективности производственных процессов, а включение ее в систему управления предприятием обеспечит завершенность интегрированной системы оперативного управления опытным производством.

Ключевые слова: Опытное модельное производство, аэродинамические модели, автоматизация управления производством, комплексная информационная система.

Бизнес-процессы модельного производства, функционирующего в структуре ФГУП «ЦАГИ» являющегося, по сути, отраслевым производством аэродинамических моделей, характеризуются высокой неопределенностью временных и ресурсных затрат. Обусловлена она единичным характером производства, существенной новизной конструкции моделей различного назначения, постоянно развивающимися технологиями производства и составом используемых материалов и модельного оборудования. Также в процессе разработки возможны существенные изменения в обводах аэродинамической компоновки модели со стороны заказчика, и ее реконфигурирование, изменение целевых задач, вероятность появления новых заказов, требующих существенно ускоренного изготовления, требований по сокращению сроков изготовления моделей находящихся в производстве и т.д. Исходя из специфики модельного производства, не удастся реализовать автоматизацию его управления только за счет непосредственного внедрения одной из известных PDM-систем [1].

С помощью системного анализа эффектив-

ности производства наукоемких деталей в условиях опытного производств и реинжиниринга, обеспечивающего возможность перехода от традиционного процесса «проектирование-производство» к «безбумажной» технологии построения баз данных, для автоматизированной поддержки информационных решений при работе на оборудовании с ЧПУ с использованием электронных форм подачи и представления документов, были исследованы основные бизнес-процессы модельного производства и разработаны модули обеспечивающие поддержку всех вышеперечисленных механизмов.

Автоматизация управления производством аэродинамических моделей предполагает интеграцию имеющихся и эксплуатируемых на предприятии систем автоматизации проектирования аэродинамических моделей, разработки управляющих программ для станков с ЧПУ, контроля качества изготовленной модели (сравнение математической модели с полученными данными контрольных измерений изготовленной модели) и подсистем управления инструментом, материалами и производством (рис. 1).

Эти обстоятельства диктуют необходимость разработки целого ряда специализированных средств организационного и информационного обеспечения, включающих подсистемы, первые три из которых разработаны на базе «Технологической платформы 1С» версии 8.2 [2, 3] и внедрены в Опытном производстве ФГУП «ЦАГИ» (рис. 2):

1. Управления инструментальным складом (СУБД базами актуальных данных по инструменту и технологической оснастке на складе и на оборудовании);

*Балашова Юлия Сергеевна, инженер.*

*E-mail: yulka\_86@mail.ru*

*Зарубин Сергей Геннадьевич, начальник сектора.*

*E-mail: s.zarubin@zpk.ru*

*Мамонтов Олег Борисович, инженер.*

*E-mail: quattro191@gmail.ru*

*Овсянников Иван Юрьевич, начальник сектора.*

*E-mail: ivan.ovsiannikov@tsagi.ru*

*Подлеснов Александр Михайлович, младший научный сотрудник. E-mail: justfrost@yandex.ru*

*Сидоров Сергей Александрович, инженер.*

*E-mail: serge1232005@yandex.ru*



Рис. 1. Состав средств управления производством в целом

2. Мониторинга работы оборудования с ЧПУ (непрерывный контроль производственных данных о загрузке оборудования цехов и участков);

3. Ведения архива программ для ЧПУ в контексте единого электронного макета изделия (централизованное хранение и защита от несанкционированного доступа, а так же контроль внесения изменений);

4. Управления составом изделий (хранение состава сборок и деталей в виде дерева изделий, включая всю необходимую конструкторскую документацию по моделям – чертежи, инструкции, 3D-модели);

5. Создания технологического маршрута изготовления модели и контроль прохождения изделия по нему;

6. Ведения базы данных результатов контрольных измерений (данных измерений, проведенных на контрольно-измерительных машинах (КИМ), ссылки на исходную математическую модель и результаты сравнения данных измерений с данными математической модели).

### СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫМ СКЛАДОМ

Система управления инструментальным складом является важнейшим условием повышения качества и функционирования модельного производства. Ее внедрение обеспечивает удобство в работе, рациональную организацию производства и снижение нагрузок и времени, затраченного на работу. У руководителей подразделений появляется дополнительное время для анализа и принятия управленческих решений.

Разработанная система предоставляет 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.

Основным недостатком существующих систем складского учета является отсутствие привязки инструмента, находящегося на складе, к его геометрическим и технологическим параметрам, а также отсутствие механизмов поиска по этим параметрам. Наличие данной возможности в разработанной системе управления инструментальным складом, разработанной с учетом особенностей модельного (единичного) производства, значительно упрощает работу технологу-программисту по подбору инструмента для обработки.

Возможности технологической базы, заключаются в легком и удобном подборе инструментальных сборок, как по шифрам, так и по необходимым геометрическим параметрам (рисунок 3). Таким образом, выбирая одну из частей сборки, возможно, просмотреть и подобрать имеющиеся в наличии на складе составные части.

Результатом внедрения в Опытном производстве системы управления инструментальным складом на базе платформы «1С» является – повышение качества технологической подготовки производства; сокращение сроков подготовки разовых и квартальных заявок на приобретение инструмента; улучшение взаимодействия между инструментальной раздаточной кладовой (ИРК), участком ставок с ЧПУ и технологическим отделом. Данные результаты достигну-

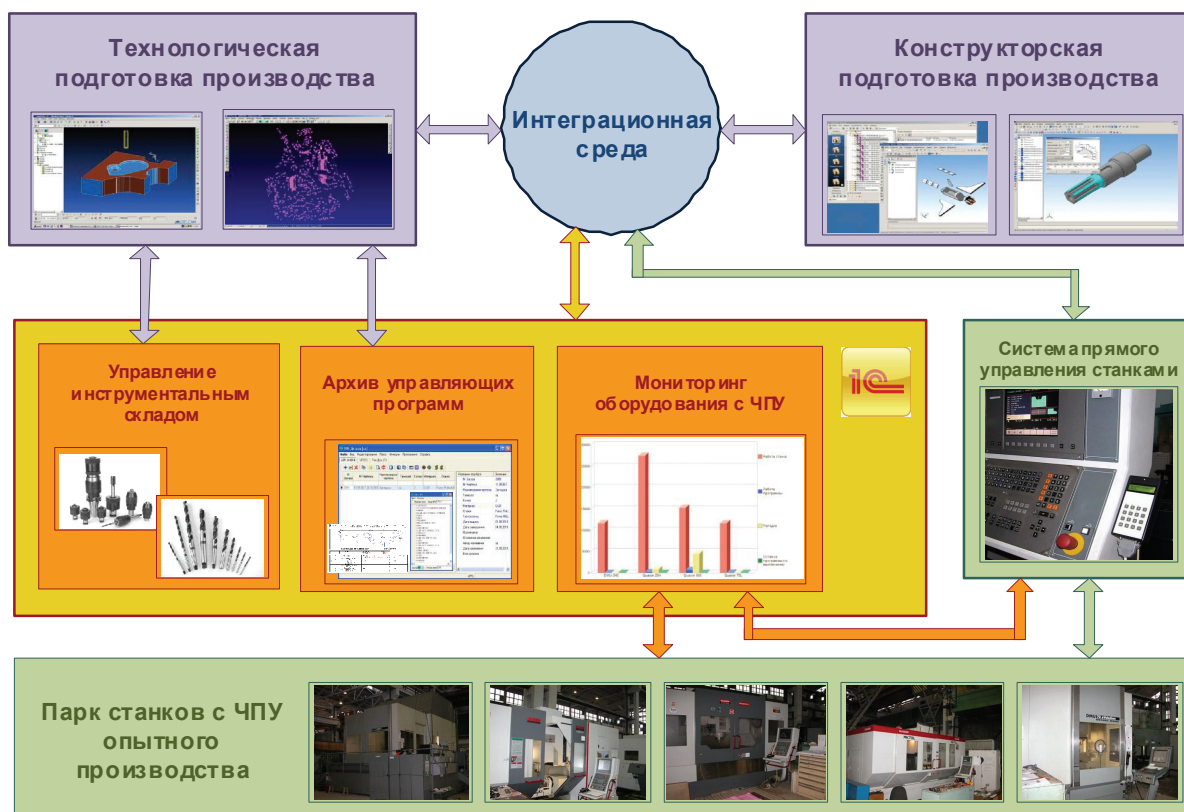


Рис.2. Структурная схема комплексной системы

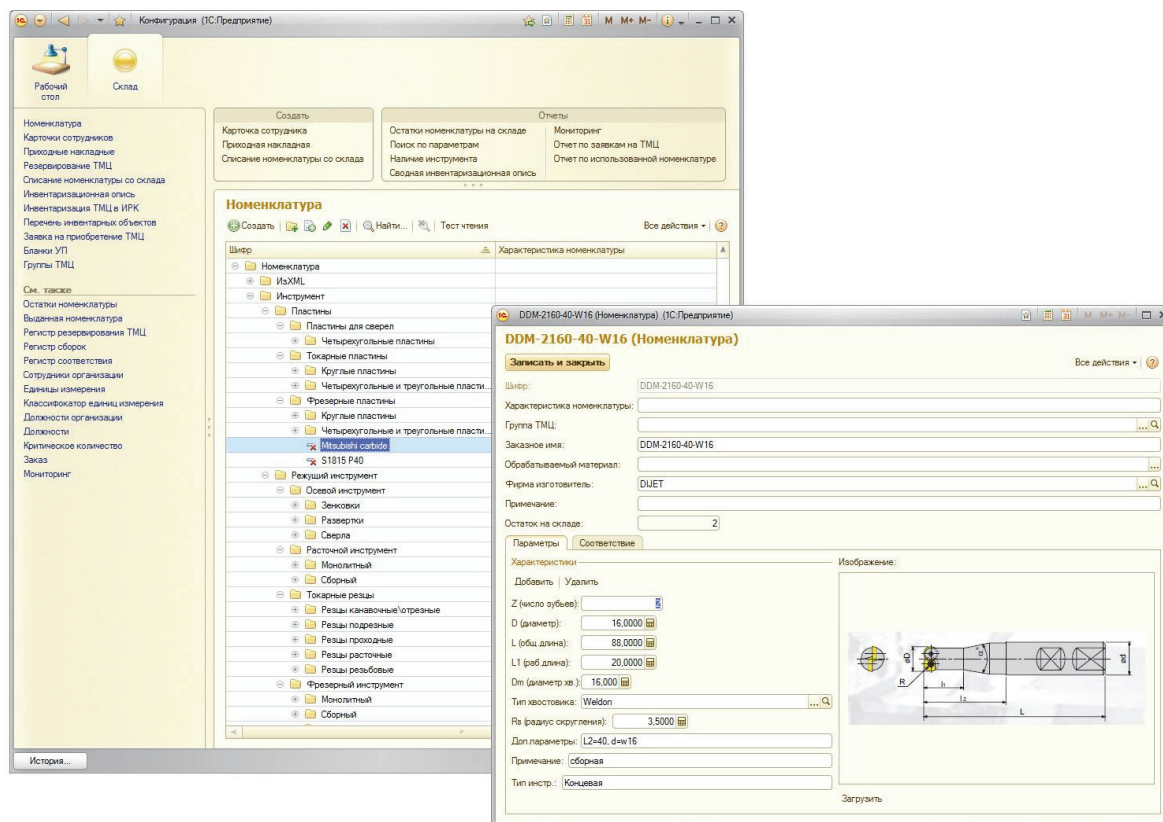


Рис. 3. Управление инструментальным складом

ты за счет того, что каждый участник процесса, будь-то инженер-технолог или сотрудник отдела снабжения, в реальном времени может полу-

чить информацию о количестве, геометрических параметрах и движении имеющегося в ИРК инструмента.

## СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ОБОРУДОВАНИЯ С ЧПУ

Для опытного производства характерны частые изменения, вносимые в разрабатываемые конструкции аэродинамических моделей и их агрегатов, высокие требования по качеству и сжатые сроки выполнения заказа. Наряду с универсальным, станочный парк ОПИ оснащен современным многоцелевым оборудованием с ЧПУ. Использование такого типа оборудования позволяет выйти на совершенно новый уровень производства и дает возможность фиксировать количественные и качественные показатели работы станков в реальном масштабе времени. Это позволяет получать информацию о загрузке цехов и участков, энергопотреблении оборудования, наличии ресурсов для выполнения заказа, что является важными факторами повышения производительности и улучшения качества технологических процессов.

Предоставление избыточной и низкоуровневой отчетной информации руководителям среднего и высшего звена приводит к появлению дополнительных организационных вопросов и потерям во времени, которые в итоге могут негативно сказаться на принимаемых решениях и общем функционировании предприятия. Использование консолидированной отчетности без излишней детализации позволяет принимать оперативные управленческие решения, не вда-

ваясь в тонкости производственных процессов.

Компоновка, обработка и систематизация полученных данных дает возможность использовать их для систем мониторинга оборудования с ЧПУ, осуществляющих непрерывный контроль производственных данных (рис. 4).

Мониторинг станков с ЧПУ позволяет решать следующие задачи:

- снизить простои из-за организационных, технических, технологических проблем;
- оптимизировать производство и повысить дисциплину работников;
- организовать «прозрачность» процессов обработки деталей на станках с ЧПУ и осуществлять их полный контроль;
- получить необходимые данные для планирования производства и расчета действительных материальных и трудовых ресурсов;
- решить вопросов о модернизации и приобретении нового оборудования.

Система контроля и архивирования управляющих программ

Учет, контроль и анализ, как элементы механизма хозяйствования, создают реальные условия для функционирования предприятия, обеспечивая полную информацию о производстве. В то же время рабочие бизнес-процессы информационной системы затрагивают различные подразделения предприятия. Каждый из отделов формирует свои информационные потоки, которые отвечают конкретным целям, стоящим перед ними. В такой си-

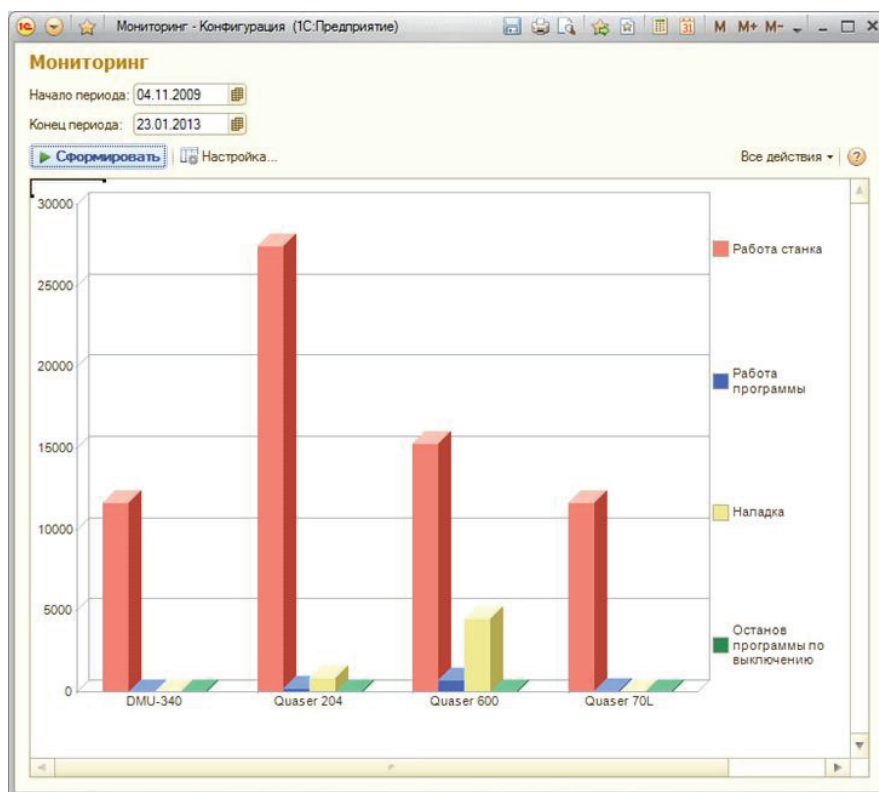


Рис. 4. Система мониторинга

туации учет выступает в виде интегрированной информационной системы предприятия, обеспечивающей сбор, измерение, систематизацию, анализ и передачу данных, необходимых для управления подразделениями предприятия и принятия на основе этих данных оперативных, тактических и стратегических решений.

На практике известно, что эффективность использования станков с ЧПУ серьезно снижается при отсутствии механизмов контроля за применяемыми на предприятии УП для станков.

Вопросы хранения и использования такой интеллектуальной собственности предприятия, как УП, отдаются на откуп самим исполнителям. В результате чего отсутствует единая библиотека применяемых УП, что создает целый ряд проблем.

Предприятия вкладывают значительные средства в сами станки, а контроль хранения УП, без которых станки просто не могут работать, не ведется, хотя УП ничем не отличаются от других конструкторско-технологических данных об изделии. К примеру, для техпроцессов или, скажем, для бортовых программ авиационных приборов на предприятиях существуют специальные процедуры и механизмы хранения, изменения и использования, а для УП станков с ЧПУ (без которых изделие в принципе не может быть произведено) такие процедуры и механизмы отсутствуют.

Таким образом, для достижения максимального эффекта от использования нового оборудования требуется применение современных

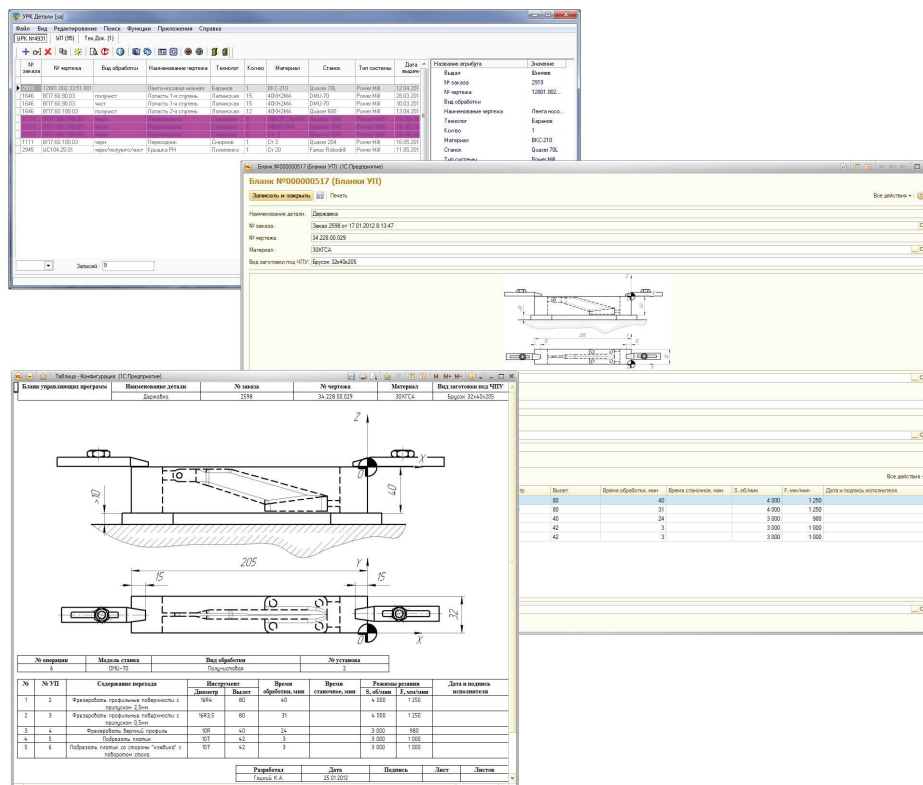
информационных технологий, реализующих вопросы хранения и управления данными об УП станков с ЧПУ (рис. 5).

Логически подсистема контроля и архивирования управляющих программ является частью современной системы управления данными об изделии, и является органичным компонентом системы конструкторско-технологического документооборота предприятия.

Разработка и внедрение модулей системы комплексной автоматизации управления производством аэродинамических моделей обеспечивает повышение эффективности производственных процессов за счет:

- устранения операций ручной регистрации данных в цеху и ввода данных в систему планирования производства;
- обеспечения привязки всех данных от различных подсистем к единому шифру готового изделия и оперативного доступа к этой информации в процессе изготовления модели;
- on-line предоставления руководству и службам управления качеством, запасами и производством текущей информации о состоянии производства (данных о загрузке и простоях оборудования, объемах готовой продукции, брака и др.).

Включение разрабатываемой системы в систему управления предприятием (MES-система) обеспечивает завершенность интегрированной системы оперативного управления опытным производством.





## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Луцин О.* Новые решения для комплексной автоматизации деятельности государственных предприятий в системе Lotsia PDM Plus // САПР и графика. 2007. № 4. С. 64–71.
2. Комплексная автоматизация проектирования и производства аэродинамических моделей на базе «1С предприятие 8.2». Подсистема инструментального склада / *Ю.С. Балашова* [и др.] // Материалы XXIII Научно-Технической конференции по аэродинамике, 1-2 марта 2012 г., пос. Володарского. Жуковский: ЦАГИ, 2012. С. 30.
3. Комплексная автоматизация проектирования и производства аэродинамических моделей на базе «1С предприятие 8.2». Подсистема мониторинга / *Ю.С. Балашова* [и др.] // Материалы XXIII Научно-Технической конференции по аэродинамике, 1-2 марта 2012 г., пос. Володарского. Жуковский: ЦАГИ, 2012. С. 31.

## INTEGRATED AUTOMATION PRODUCTION MANAGEMENT OF AERODYNAMIC AIRCRAFT MODELS

© 2012 Yu.S. Balashova, S.G. Zarubin, O.B. Mamontov,  
I.Yu. Ovsiannikov, A.M. Podlesnov, S.A. Sidorov

Central Aerohydrodynamic Institute “TsAGI”, Moscow Region, Zhukovsky

The development and implementation of an integrated automated system for aerodynamic models production management is presented. We investigated specific business process of model production and implemented specialized modules provide support for the basic mechanisms: management of tool storage, monitoring of CNC equipment, management of programs archive for CNC machines, control the composition of the product, creation of process flow and maintaining a database of the control measurements results. Use of the system improves the efficiency of production processes and its inclusion in the enterprise management system ensures the completion of an integrated operational management system pilot-scale production.

Key words: Pilot-scale production, aerodynamic models, automation of production control, integrated information system

---

*Yulia Balashova, Engineer. E-mail: yulka\_86@mail.ru*  
*Sergey Zarubin, Chief of Sector. E-mail: s.zarubin@zpk.ru*  
*Oleg Mamontov, Engineer. E-mail: quattro191@gmail.ru*  
*Ivan Ovsiannikov, Chief of Sector.*  
*E-mail: ivan.ovsiannikov@tsagi.ru*  
*Alexander Podlesnov, Associate Research Fellow.*  
*E-mail: justfrost@yandex.ru*  
*Sergey Sidorov, Engineer. E-mail: serge1232005@yandex.ru*