

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ**  
**Государственное образовательное учреждение высшего**  
**профессионального образования**  
**«Казанский государственный технический университет им.**  
**А.Н.Туполева»**

Утверждаю  
Ректор, руководитель инновационной  
образовательной программы КГТУ  
им. А.Н. Туполева  
\_\_\_\_\_ Ю.Ф. Гортышов

**Исследовательский научно-технический отчет**  
**исполнителя мероприятия инновационной образовательной программы**  
**«Система подготовки специалистов мирового уровня в области создания**  
**и использования информационных технологий как определяющий**  
**фактор обеспечения конкурентоспособности машиностроительных**  
**производств»**

**Исследование перспективных направлений развития индустрии**  
**разработки программного обеспечения и информационных систем,**  
**а также информационных технологий на основе CAD/CAM/CAE/PDM**  
**и ERP-систем для отраслей машиностроения**

**Направление расходования средств № 2 «Разработка и приобретение**  
**программно-методического обеспечения»,**  
**Мероприятие № 1.7.1**  
**Закупка № 1.7.1.1**

**ЗАКАЗЧИК:**

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский государственный технический университет им. А.Н. Туполева»

**ИСПОЛНИТЕЛЬ:** Гальперин Давид Мордухович, профессор, к.т.н.  
Тел. (843) 571 31 20, e-mail: kazan-soyuz @ i-set.ru

**ОТ ЗАКАЗЧИКА**

Первый заместитель исполнительного  
директора Программы  
\_\_\_\_\_ Хамзин А.С.

Согласовано:  
Директор ИАНТЭ  
\_\_\_\_\_ Тарасевич С.Э.

Казань, 2007

## **Аннотация**

В связи с распространенным в настоящее время употреблением терминов «инновации», «инновационный» рассмотрены варианты трактовки, предложенные в первоисточнике автором терминов. С учетом этой трактовки и реализуемых в мире стратегий инновационного развития обоснована инновационная значимость внедрения методов компьютеризованного интегрированного производства для обеспечения конкурентоспособности продукции наукоемкого машиностроения России на мировом рынке. Приведен комментарий к понятию «мировой уровень» современного наукоемкого машиностроения, в частности, авиастроения. Показаны структура и компоненты современной системы информационных технологий жизненного цикла конкурентоспособных наукоемких изделий. Рассмотрены виды программного обеспечения, устанавливаемого на компьютерные платформы, в том числе, прикладного программного обеспечения, являющегося строительным материалом системы информационных технологий жизненного цикла изделий. Показано оптимальное построение этой системы с применением предлагаемых на мировом рынке программных продуктов. Рассмотрена методология послепродажной поддержки наукоемкой продукции с применением концепции и средств CALS-технологии. Наряду с разработками мировых лидеров рынка программных продуктов рассмотрены отечественные разработки в области прикладного программного обеспечения.

Представленный исследовательский отчет является профессиональным пособием для инженеров, научных сотрудников, преподавателей, аспирантов и студентов, посвятивших себя задаче развития отечественного наукоемкого машиностроения.

Рецензенты: Казанский государственный университет, ОАО Конструкторско-производственное предприятие «Авиамотор», ОАО «Казанский завод «Электроприбор».

## Содержание

<b>Введение</b>	11
Й. Шумпетер – понятие «инновации»	11
Типы стратегий инновационного развития	12
Условия создания конкурентоспособной наукоемкой промышленности	12
Корпоративная система информационных технологий жизненного цикла изделий	13
Управление жизненным циклом продукции	13
Актуальность формирования корпоративной системы жизненного цикла изделий отечественных авиационно-космических и ракетостроительных объединений	15
<b>1. Программное обеспечение (ПО)</b>	16
1.1 Системное программное обеспечение	17
Операционные системы Windows компании Microsoft	19
Операционная система UNIX	21
Операционная система Linux	23
Сетевое программное обеспечение	24
Операционные оболочки	27
Сервисное программное обеспечение	28
Утилиты	29
1.2 Инструментарий технологии программирования	30
Язык программирования	31
Состав современных систем программирования	32
Языки программирования высокого уровня	33
Концепция объектно-ориентированного программирования	33
Языки программирования для Интернета	33
Инструментальная среда пользователя	38
1.3 Пакеты прикладных программ (ППП)	39
Текстовый редактор	39

Графический редактор	39
Табличный процессор	40
Система управления базами данных (СУБД)	41
Интегрированные пакеты	41
ППП специального назначения	42
Программные среды для научно-технических расчетов	43
<b>2. Формирование системы информационных технологий жизненного цикла наукоемких изделий на основе комплекса программных продуктов CAD/CAM/CAE/PDM и ERP</b>	<b>45</b>
2.1 Мировой уровень – достижения мировых лидеров создания и производства наукоемкой продукции машиностроения	45
Мировые лидеры разработки и производства магистральных коммерческих самолетов	45
Мировые лидеры разработки и производства боевых самолетов пятого поколения	46
2.2 Производители ППП верхнего уровня для управления жизненным циклом (PLM) наукоемких изделий и их программные продукты для задач CAD/CAM/CAE/PDM	47
Программные пакеты CAD/CAM/CAE и их производители	48
Приоритет по критерию «минимальная стоимость при равной эффективности»	48
Программные пакеты PDM и их производители	48
Приоритет по обеспечению совместной работы в режиме реального времени вне зависимости от географического положения участников работы	49
2.3 ППП Pro/ENGINEER. Программный комплекс для сквозного параллельного проектирования и подготовки производства	50
Pro/ENGINEER Foundation Advantage – базовый пакет инструментальных средств	52

Состав базового пакета и его возможности	52
Средства гибридного моделирования Pro/ENGINEER Wildfire, возможности и особенности	54
Возможности средств разработки деталей из листовых материалов	55
Autobuildz (из 2D в 3D)	56
Оформление чертежей	56
Assembly Performance Extension (APX). Проектирование сборок любой сложности	57
Моделирование сварных швов	58
Mechanism Design Extension (MDX). Разработка механизмов	58
Advanced Surface Extension (ASX). Неограниченные возможности поверхностного моделирования	58
ModelCheck. Контроль правильности создания и оформления модели, чертежа	60
Pro/ECAD. Средства связи с программными САД-продуктами радиоэлектронных изделий	61
Трансляторы данных	61
Import Data Doctor. Средства корректировки импортированной геометрии	62
Создание фотореалистических изображений моделей	62
Создание Web-публикаций	62
Стандартные библиотеки	63
Автономный пакет Pro/ENGINEER Basic Drafting	64
Pro/ENGINEER Advanced Assembly – средство нисходящего проектирования сложных изделий и управления большими сборками	64
Pro/ENGINEER Piping Design – полностью автоматизированное трехмерное проектирование прокладки трубопроводов	68
Pro/ENGINEER Cabling Design – быстрая прокладка оптимальной трассы кабелей	70

Pro/ENGINEER Expert Framework – средство создания каркасных конструкций	71
Pro/ENGINEER Mechanica – интегрированный пакет прочностного и теплового анализа, доступный конструктору	73
Технологические решения в концепции развития Pro/ENGINEER	77
Pro/ENGINEER Prismatic and Multi-Surface Machining – моделирование механической обработки	79
Pro/ENGINEER Complete Machining – полный комплект модулей обработки	85
Типы многокоординатной обработки	86
Управление осью инструмента	87
Положительные особенности рассматриваемого решения	88
Решения Pro/ENGINEER для разработки инструментальной оснастки	88
Pro/ENGINEER Tool Design – проектирование пресс-форм, литейных форм и вытяжных штампов	88
Pro/ENGINEER Expert Moldbase – проектирование пресс-форм для литья пластмасс	91
Pro/ENGINEER Complete Mold Design – программный пакет, сочетающий функции модулей Pro/ENGINEER Tool Design и Expert Moldbase	94
Pro/ENGINEER Plastic Advisor – анализ проливаемости пластмассовых деталей	94
Pro/ENGINEER Progressive Die – проектирование штампов для листогибочных, листовырубных и листопробивных операций	96
2.4    Общекорпоративная информационная система управления Windchill как основа управления жизненным циклом изделий (PLM)	98
Windchill PDMLink – решение для контроля над производственными процессами и информацией об изделии	

на протяжении его жизненного цикла	99
Windchill ProjectLink – решение для управления проектом в расширенном предприятии при совместной работе коллектива разработчиков	101
2.5    Специализированное программное обеспечение инженерного анализа (CAE)	105
MSC. Nastran	104
MSC. Patran – интегрирующая среда систем проектирования, моделирования и анализа	107
MSC. Fatigue – оптимизация конструкции на основе критериев долговечности	109
Перечень ряда программных продуктов компании MCS.Software	110
ANSYS.CFX – анализ на основе методов вычислительной гидродинамики, примеры решаемых задач	110
ANSYS Mechanical / ANSYS LS-DYNA – области применения	112
ProCAST – система моделирования литейных процессов	114
2.6    Программное обеспечение управления (планирования) ресурсами предприятий - ERP	118
Oracle E-Business Suite – полный комплекс приложений для бизнеса	118
Подсистемы	118
Управление жизненным циклом – Product Lifecycle Management (Oracle PLM)	121
Oracle CAD-View-3D – обеспечение доступа ко всей структуре информационной модели продукта (изделия)	123
Oracle Расширенный каталог продуктов – Oracle Advanced Product Catalog	125
Oracle Система информирования руководства – Oracle Product Development Intelligence (OPDI)	126

Управление проектами – Oracle Project	127
Oracle Калькуляция проектов – Oracle Project Costing	130
Oracle Интернет табель – Oracle Internet Time	131
Oracle Проектные контракты – Oracle Project Contracts	132
Oracle Система информирования руководства (Проекты) – Oracle Project Intelligence	133
Oracle Совместное ведение проектов – Oracle Collaborative Projects	134
Oracle Счета по проектам – Oracle Projects Billing	136
Oracle Управление проектами – Oracle Project Management	136
Oracle Управление ресурсами проектов – Oracle Project Resource Management	137
Управление производством – Manufacturing	140
Дискретное производство – Discrete Manufacturing	140
Состав подсистемы	140
Интегрированные подсистемы	141
Oracle Управление запасами – Oracle Inventory	141
Oracle Спецификации – Bills of Materials	143
Oracle Инжиниринг – Oracle Engineering	145
Oracle Незавершенное производство - Oracle Work in Process	146
Oracle Контроль качества – Oracle Quality	148
Oracle Планирование производства – Oracle Planning	149
Oracle Планирование материальных потоков – Oracle Supply Chain Planning	150
Oracle Цеховое планирование – Oracle Manufacturing Sheduling	152
Oracle Управление затратами – Oracle Cost Management	153
Oracle Мобильные предложения для производства –	



Oracle Mobile Supply Chain Applications (MSCA)	154
Oracle Проектное производство – Oracle Project Manufacturing	155
<b>3. CALS-технологии</b>	159
3.1 Развитие понятия CALS	159
Стандарты ISO по электронному представлению документации	161
Рекомендации Авиационного промышленного совета по CALS	162
3.2 Интерактивное электронное техническое руководство (ИЭТР)	165
Применение ИЭТР	167
Компоненты ИЭТР	168
Классы ИЭТР	169
3.3 Программное обеспечение создания интерактивной эксплуатационной технической документации	171
Система динамической публикации Arbortext	171
Стандарт АЕСМА S1000D	171
Редактор Arbortext Editor	172
Arbortext IsoDraw – средство создания иллюстраций	173
<b>4. Обзор ведущих программных продуктов среднего и чертежно- конструкторского уровня, используемых при разработке и изготовлении изделий машиностроения</b>	177
Cimatron – ПО для разработки и изготовления сложного инструмента	177
SolidWorks - гибридное параметрическое моделирование, интегрированные средства электронного документооборота и широкий спектр специализированных модулей	178
AutoCAD 2008 - инструменты инженерной графики, трехмерного моделирования и визуализации	180
AutoCAD LT 2008 – выполнение двумерных чертежей и	

проектной документации	181
SmarTeam – масштабируемая, настраиваемая, основанная на Web-технологиях и объектно-ориентированном подходе	
PDM-система	182
Комплекс решений PDM/CAD/CAM/CAE для конструкторско-технологической подготовки производства (КТПП) на базе ПО ЛОЦМАН: PLM и КОМПАС	184
Система управления инженерными данными и жизненным циклом изделия ЛОЦМАН:PLM	186
Система трехмерного твердотельного моделирования и трехмерного параметрического проектирования КОМПАС-3D	186
Чертежный редактор КОМПАС-График	188
Программный комплекс КОМПАС-Автопроект	189
КОМПАС-ЧПУ для MS-DOS	191
САМ- система ГеММа-3D	191
Система класса ERP «Галактика»	192
Технологическая подготовка производства	192
Планирование сбыта и производства	192
Планирование снабжения	193
Учет снабжения	193
Управление ремонтом оборудования	194
Расчет себестоимости	194
<b>Заключение</b>	<b>195</b>
<b>Литература</b>	<b>196</b>

## Введение

В период интенсивного развития отечественных науки, высшей школы и наукоемкой промышленности со второй половины 1950-х гг. до первой половины 1980 гг. термин «инновации» практически не применялся. В настоящее время целесообразно разобраться в актуальной терминологии и ее отображении на современные методы и средства обеспечения конкурентоспособности отечественной наукоемкой промышленности.

Незадолго до начала первой мировой войны в Лейпциге был издан труд «Теория экономического развития» молодого австрийского экономиста Шумпетера, который впоследствии эмигрировал в США и стал преподавателем Гарвардского университета. Перевод на русский язык шестого издания этой книги был опубликован в СССР в 1982 г. [1]. В главе «Основной феномен экономического развития» Йозеф Алоиз Шумпетер ввел понятие «инновации» (осуществление новых комбинаций) и отнес его к следующим случаям:

изготовление нового, еще неизвестного потребителям блага или создание нового качества того или иного блага;

внедрение нового, в данной отрасли промышленности еще практически неизвестного метода (способа) производства. В его основе не обязательно должно лежать новое научное открытие, он может заключаться также в новом способе коммерческого использования соответствующего товара;

освоение нового рынка сбыта, на котором до сих пор данная отрасль промышленности страны не была представлена, независимо от того, существовал этот рынок или нет;

получение нового источника сырья или полуфабрикатов независимо от того, существовал ли этот источник прежде, просто не принимался во внимание, считался недоступным или его еще только предстояло создать;

проведение соответствующей реорганизации, например, монопольного положения (посредством создания треста) или подрыв монопольного положения другого предприятия.

Анализ экономического развития в странах, добившихся успехов в реализации нововведений, выпуске и экспорте наукоемкой продукции, позволяет выделить некоторые типы стратегий инновационного развития [2]:

стратегия использования зарубежного научно-технического потенциала и перенесения нововведений в собственную экономику;

стратегия заимствования. Располагая дешевой рабочей силой и используя часть собственного научно-технического потенциала, осваивают выпуск продукции, производившейся ранее в более развитых странах, с последующим наращиванием кадров инженерно-технического сопровождения производства. Такая стратегия применялась в Китае и ряде стран Юго-Восточной Азии (создание конкурентоспособной автомобильной промышленности, высокоэффективных средств вычислительной техники, бытовой электроники);

стратегия наращивания, использования собственного научно-технического потенциала, привлечения отечественных ученых и конструкторов, интегрирования фундаментальной и прикладной науки позволяет создавать новый продукт, высокие технологии, реализуемые в производственной и социальной сферах. Ее придерживаются в экономике США, Англии, ФРГ, Франции.

Создание конкурентоспособной наукоемкой промышленности требует капиталовложений по следующим направлениям:

подготовка и стимулирование квалифицированных специалистов в областях разработки, инженерного анализа, производства и эксплуатации наукоемкой продукции, являющихся этапами ее жизненного цикла;

оснащение предприятий новейшим технологическим оборудованием для изготовления и контроля продукции;

внедрение методов компьютеризованного интегрированного производства.

Предполагается наличие лицензионного профессионального программного обеспечения, инсталлированного на компьютерные платформы, обладающие необходимыми ресурсами (рабочие места), которыми оснащены специалисты, работающие на всех этапах жизненного цикла разрабатываемых, изготавливаемых и эксплуатируемых наукоемких изделий. Это направление, являющееся естественным компонентом компьютеризованного производства ведущих индустриальных стран, в отечественной промышленности соответствует второму случаю трактовки Й. Шумпетером понятия «инновации» и первому типу стратегии инновационного развития. Оно обеспечивает реализацию условия, необходимого для формирования компьютеризованного интегрированного производства: «Полное электронное определение продукции – ПЭОИ (Electronic Product Definition – EPD)» [3].

В России имеется значительное число предприятий и объединений, обладающих некоторым количеством, иногда сравнительно большим, современных рабочих мест, оснащенных компьютерами, которые квалифицированно используются специалистами. Но ни одно из объединений не обладает сформированной корпоративной системой информационных технологий жизненного цикла изделий, содержащей все три типа программных средств верхнего уровня, соответствующего задачам создания, изготовления и эксплуатации наукоемких изделий. Это разработка (Computer Aided Design – CAD)/инженерный анализ (Computer Aided Engineering – CAE)/изготовление (Computer Aided Manufacturing)/управление данными продукции (Production Data Management – PDM) и планирование (управление) ресурсов предприятий (ERP – Enterprise Resource Planning).

Комплексное применение программных средств первых двух типов именуется управлением жизненным циклом продукции (Production Lifecycle

Management – PLM) [4]. Интегрированный комплекс PLM/ERP и формирует систему информационных технологий жизненного цикла изделий объединения. В последнее время разработчики и производители систем PDM верхнего уровня стали именовать их термином PLM, видимо, чтобы подчеркнуть эффективность. В данном случае приходится иметь в виду, что в связке с такими системами находятся программные пакеты верхнего уровня CAD/CAE/CAM.

Разработка, изготовление и эксплуатация наукоемких изделий требует взаимодействия большого числа предприятий, независимо от того, объединены эти предприятия административно или на основе договоров (виртуальное объединение). Поэтому, естественно, понятие «система информационных технологий объединения» актуально для всех создателей, производителей и эксплуатационников наукоемкой продукции. Несомненно, наукоемкой является продукция авиастроительной, ракетостроительной отраслей (иногда объединяемых термином авиационно-космическая промышленность) и автомобилестроения. Специалисты всех перечисленных отраслей готовятся в КГТУ им. А.Н. Туполева. Соответствие выпускаемых специалистов мировому уровню, требует знания информационных технологий, поддерживающих такой уровень.

Крупнейшим научно-промышленным объединением России и крупнейшим экспортером вооружений, является ОАО «Концерн ПВО «Алмаз-Антей», созданный 23 апреля 2002 года в соответствии с Указом № 412 Президента Российской Федерации В.В. Путина. Согласно рекламным материалам экспозиции Концерн ПВО, представленной на Международном авиационно-космическом салоне (МАКС-2007), Концерн, объединяющий 45 предприятий, экспортирует в 54 страны Америки, Азии, Африки, Европы системы большой, средней и малой дальности, соответственно, например, С-300 ПМУ2, Бук-М1-2, Тор-М1.

Материалы семинара «Развитие информационной структуры Концерна», изданные в 2007 году под общей редакцией генерального директора Концерна В.В. Меньщикова [5] свидетельствуют о заинтересованности в создании корпоративной системы информационных технологий жизненного цикла изделий. Но в то же время анализ материалов семинара свидетельствует о существующих серьезных проблемах как по оснащению предприятий объединения, так и по их укомплектованию квалифицированными специалистами, требующимися для формирования обсуждаемой системы.

Организация серийного производства ближне-среднемагистрального лайнера Ту-334 в Казанском авиационном производственном объединении им. С.П. Горбунова (КАПО) высветила существующие недостатки реализации современных возможностей информационных технологий для эффективного взаимодействия разработчика - ОАО «Туполев» и производителя – КАПО, хотя работы в этом направлении ведутся. Из материалов, представленных на МАКС-2007 [6], следует, что мастер-геометрия Ту-334 оцифрована с применением программного пакета Pro/ENGINEER и хранится в единой с ним программной среде PDM Windchill компании PTC.

Проблемы те же – недостатки укомплектования квалифицированными специалистами и оснащения. Тем не менее следует отметить, что Ту-334 успешно демонстрировался на МАКС-2007 в полетах в паре с Ту-204.

В составе исследовательского научно-технического отчета рассмотрены как основные понятия о компонентах, формирующих систему информационных технологий жизненного цикла наукоемких изделий, так и конкретные оценки современных возможностей организации подобной системы, что способствует решению перспективной задачи подготовки специалистов, необходимых для достижения конкурентоспособности отечественного наукоемкого машиностроения на мировом рынке.

.....

## **1. Формирование системы информационных технологий жизненного цикла наукоемких изделий машиностроения на основе комплекса программных продуктов CAD/CAM/CAE/PDM и ERP.**

### **2.1 Мировой уровень – достижения мировых лидеров создания и производства наукоемкой продукции машиностроения**

В связи с отсутствием в настоящее время в России объединений и предприятий, располагающих сформированной системой информационных технологий жизненного цикла наукоемких изделий, целесообразно ориентироваться по решению данной проблемы на мировых лидеров наукоемкого машиностроения, продукция которых успешно конкурирует на мировом рынке.

Очевидно, для КГТУ им. А.Н. Туполева, сохраняющего основную направленность авиационно-космического вуза – КАИ, логична ориентация на лидирующие в данной области зарубежные объединения.

Мировыми лидерами как в области разработки и производства магистральных коммерческих самолетов, так и в области создания и изготовления боевых самолетов пятого поколения являются европейское объединение EADS и два объединения США – Boeing и Lockheed Martin.

EADS (European Aeronautics, Defence and Space) владеет 100 % акций компании Airbus, лидирующей наряду с коммерческим отделением объединения Boeing в области создания и производства магистральных коммерческих самолетов. За первое полугодие 2007 года компания Airbus



получила 680 заказов на пассажирские самолеты и планировала поставить в этом году своим заказчикам около 450 лайнеров [15].

В 2006 году после пятилетнего перерыва компания Boeing вновь отвоевала первое место в мире по уровню продаж магистральных самолетов, воспользовавшись временными трудностями Airbus с освоением серийного производства крупнейшего пассажирского самолета А-380, рассчитанного на 525 – 800 мест в зависимости от варианта «пассажировместимость / дальность», и получив 1044 чистых заказа.

В 2007 году, освоив серийное производство А-380, компания Airbus восстановила лидерство по объему поставок и заказов на коммерческие пассажирские самолеты.

Находящемуся в упадке российскому авиастроению, производящему в год один-два десятка пассажирских лайнеров, вполне естественно необходима ориентация на методические достижения мировых лидеров, в том числе на состав системы информационных технологий жизненного цикла создаваемых, производимых и эксплуатируемых магистральных самолетов.

Не менее острой для отечественной авиапромышленности является задача создания и производства боевых самолетов пятого поколения. По сообщению информированного источника в оборонно-промышленном комплексе России первый полет истребителя, создаваемого по программе «Перспективный авиационный комплекс фронтовой авиации (ПАК ФА) или истребитель пятого поколения», состоится в 2009 году, и в планах разработчика на сегодня даже определен день первого полета. В октябре 2007 года президент РФ В.В. Путин заявил, что Россия выйдет на создание истребителей пятого поколения к 2015 году [16].

В США в конкурсе с компанией Boeing на разработку и производство самолета пятого поколения JSF (Joint Strike Fighter) победила компания Lockheed Martin, пригласившая Boeing к участию в работах в качестве субподрядчика.

Легкий вариант боевого самолета пятого поколения F-22 в результате совместных работ был принят на вооружение [17]. В настоящее время в ВВС США поступили более двухсот самолетов F-22. Осуществляются поставки F-22 в ВВС Великобритании. Проводятся летные испытания тяжелого варианта боевого самолета пятого поколения – F-35.

США планируют создание так называемых авиационных экспедиционных армий (Air Expeditionary Force – AEF), ставшее главной составляющей общего реформирования боевой авиации ВВС, сформулированного в документе «Air Force Vision 2020». Предполагается, что каждая боевая система AEF будет иметь в своем составе порядка 210-280 боевых самолетов F-35 и F-22, примерно 10 % численности будет приходиться на истребители F-22.

При групповом действии самолетов истребители F-22 будут играть роль управляющих объектов, а F-35 - роль исполнительных объектов боевой системы.

Победа Lockheed Martin в упомянутом конкурсе, обеспечившая длительную загрузку компании престижной и высокорентабельной работой, позволяющей создать значительный научно-технический и материальный задел, в значительной степени была достигнута за счет эффективного формирования системы информационных технологий.

Следует отметить, что система информационных технологий каждого из рассмотренных мировых лидеров авиационно-космической отрасли промышленности опирается на профессиональное прикладное программное обеспечение верхнего уровня.

.....

## Заключение

Разработка, изготовление и послепродажная поддержка конкурентоспособных на мировом рынке наукоемких изделий машиностроения в настоящее время и в дальнейшем немислимы без использования в этих процессах системы информационных технологий жизненного цикла изделий. Отсутствие конкурентоспособности на мировом рынке безусловно приведет к потере конкурентоспособности и на внутреннем рынке, что наблюдается в последние годы на отечественных авиационном и автомобильном транспорте.

Систему информационных технологий жизненного цикла наукоемких изделий необходимо формировать с использованием прикладного программного обеспечения верхнего уровня с учетом двух важных условий:

- обеспечение принципа «минимальная стоимость при равной эффективности», что весьма важно для неудовлетворительно оснащенной промышленности России;
- обеспечение совместной работы групп участников проектирования, производства и поддержки эксплуатации в режиме реального времени вне зависимости от их географического положения.

Оснащение предприятий и объединений отечественной промышленности системой информационных технологий жизненного цикла изделий, обрабатывающим оборудованием с ЧПУ и средствами компьютеризованного контроля поможет решить проблему дефицита научно-технических, инженерно-технических и рабочих кадров промышленности, так как позволит сократить необходимое количество работающих и обоснованно повысить уровень их заработной платы в соответствии с требуемой в этих условиях высокой квалификацией.