

## **Государственная научно-техническая политика в области информационных технологий поддержки жизненного цикла наукоемкой продукции**

Одним из важных направлений развития информационных технологий в промышленной сфере являются технологии информационной поддержки жизненного цикла (ЖЦ) продукции на всех его стадиях - CALS (ИПИ–в русскоязычной терминологии). Цель внедрения ИПИ – минимизация затрат в ходе ЖЦ изделия, повышение его качества и конкурентоспособности.

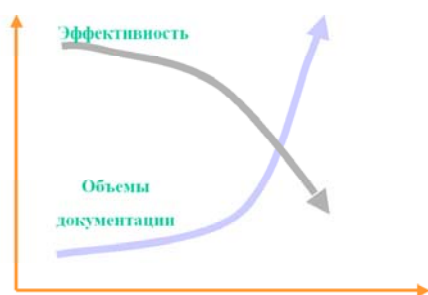
В течение многих десятков лет общепринятой формой представления результатов интеллектуальной деятельности людей и инструментом их информационного взаимодействия являлась **бумажная документация**. Ее созданием были заняты миллионы инженеров, техников, служащих на промышленных предприятиях, в государственных учреждениях, коммерческих структурах. С появлением компьютеров начали создаваться и широко внедрялись разнообразные средства и системы **автоматизации выпуска бумажной документации**: системы автоматизированного проектирования (САПР) – для изготовления чертежей, спецификаций, технологической документации; системы автоматизированного управления производством (АСУП) – для создания планов производства и отчетов о его ходе; офисные системы – для подготовки текстовых и табличных документов и т.д.

Однако к концу XX века стало ясно, что все эти достаточно дорогостоящие средства не оправдывают возлагающихся на них надежд: разумеется, некоторое повышение производительности труда происходит, однако не в тех масштабах, которые прогнозировались. Дело в том, что многочисленные АСУ, САПР и т.д., ориентированные на **автоматизацию изготовления традиционных бумажных документов**, не решают проблем информационного обмена между различными участниками ЖЦ изделия (заказчиков, разработчиков, производителей, эксплуатантов и т.д.). При переносе данных из одной автоматизированной системы в другую требуются большие затраты труда и времени для повторной кодировки, что приводит к многочисленным ошибкам. Оказалось, что разные системы «говорят на разных языках» и плохо понимают друг друга. Более того, выяснилось, что бумажная документация и способы представления информации на ней ограничивают возможности использования современных информационных технологий (ИТ). Так, например, трехмерная модель изделия, создаваемая в современной САПР (3D-модель), вообще не может быть адекватно представлена на бумаге.

С другой стороны, по мере усложнения изделий, в частности вооружений и военной техники (ВиВТ), происходит резкий рост объемов технической документации. Сегодня эти объемы измеряются тысячами и десятками тысяч листов, а по некоторым изделиям (например, кораблям) – тоннами. При использовании бумажной документации возникают значительные трудности при поиске необходимых сведений, внесении изменений в конструкцию и технологии изготовления изделий. Возникает множество ошибок, на устранение которых затрачивается много времени. В результате резко снижается эффективность всех видов деятельности, связанной с разработкой, производством, эксплуатацией, обслуживанием, ремонтом сложных наукоемких изделий (**рис 1**). Возникают также трудности во взаимодействии заказчиков (в первую очередь – государственных учреждений, представителей армии) и производителей, как в процессах подготовки, так и при реализации контрактов на поставки ВиВТ.

Рис.1.

Объемы документации и эффективность инженерной деятельности



Преодоление этих трудностей потребовало новых концепций и новых идей. Среди них базовой стала идея информационной интеграции стадий жизненного цикла (ЖЦ) продукции (изделия), которая и легла в основу CALS (ИПИ). Эта идея состоит в отказе от «бумажной среды», в которой осуществляется традиционный документооборот, и переходе к интегрированной информационной среде (ИИС), охватывающей все стадии ЖЦ изделия. Информационная интеграция состоит в том, что все автоматизированные системы, применяемые на различных стадиях ЖЦ, оперируют не с традиционными документами и даже не с их электронными отображениями (например, отсканированными чертежами), а с формализованными информационными моделями, описывающими изделие, технологии его производства и использования. Эти модели существуют в ИИС в специфической форме информационных объектов (ИО). По мере необходимости те системы, которым для их работы нужны те или иные ИО, могут извлекать их из ИИС, обрабатывать, создавая новые объекты, и помещать результаты своей работы в ту же ИИС (рис.2). Чтобы все это было возможно, информационные модели и соответствующие ИО должны быть стандартизованы.



Рис.2. Процессы разработки изделия в «бумажной» среде и интегрированной информационной среде

ИИС представляет собой совокупность распределенных баз данных, в которой действуют единые, стандартные правила хранения, обновления, поиска, и передачи информации, через которую осуществляется безбумажное информационное взаимодействие между всеми участниками ЖЦ изделия. При этом однажды созданная информация хранится в ИИС, не дублируется, не требует каких-либо перекодировок в процессе обмена, сохраняет актуальность и целостность.

Очевидно, что такой подход представляет собой своего рода революцию в организации взаимодействия всех участников ЖЦ сложных наукоемких изделий.

Революционный характер ситуации определяется тем, что многие поколения конструкторов, технологов, производителей воспитаны на основе совершенно другой культуры, базирующейся на сотнях стандартов ЕСКД, ЕСТД, СРПП, детально регламентирующих ведение дел с использованием бумажной документации. В условиях применения ИПИ эта культура должна претерпеть коренные изменения:

- появляются принципиально новые средства инженерного труда;

- полностью изменяется организация и технология инженерных работ;
- должна быть существенно изменена, т.е. дополнена и частично переработана нормативная база;
- тысячи специалистов должны быть переучены для работы в новых условиях и с новыми средствами труда.

Отсюда следует вывод о том, что для подготовки и осуществления этой революции, сулящей многократное повышение эффективности процессов ЖЦ изделий, необходимо выполнить комплекс организационных, научно-исследовательских, проектных и иных работ, направленных на создание новой культуры инженерной деятельности

В этом комплексе первоочередной проблемой является формирование нормативно-правовой базы, узаконивающей новые способы и средства информационного обмена, заменяющие традиционный бумажный документооборот. Такую базу образуют многочисленные стандарты и инструктивно-методические материалы, регламентирующие упомянутые способы и средства, форматы данных, их логическую структуру, процедуры информационного обмена, способы обеспечения достоверности и легитимности данных и т.д. Все это необходимо для того, чтобы электронные документы и данные имели ту же юридическую силу, что и обычные бумажные документы. Кроме того, одна из важнейших задач стандартизации в рассматриваемой сфере – предотвращение (а иногда и преодоление) эффекта «вавилонской башни», т.е. обеспечение условий информационной совместимости, при которых различные автоматизированные системы будут общаться между собой «на одном языке».

К настоящему времени ИПИ (CALS) образуют целое направление в области ИТ. За рубежом создана нормативно-правовая база этого направления, которую составляют серии международных стандартов ISO, государственные стандарты и нормативные документы военного министерства США, НАТО, Великобритании и ряда других стран. Общее число этих стандартов исчисляется многими десятками и даже сотнями, причем объемы этих документов подчас исчисляются тысячами страниц. На их разработку правительства и ведущие корпорации Запада израсходовали суммы, превышающие \$1 млрд., и эта работа продолжается. Так в наступающем финансовом году конгресс США планирует выделить на цели стандартизации в области CALS \$47 млн.

Что дает применение ИПИ?

**Технические преимущества ИПИ (CALS) – технологий.** Технологии, стандарты и программно-технические средства ИПИ (CALS) обеспечивают эффективный и экономичный обмен электронными данными и безбумажными электронными документами, что дает следующие преимущества:

- возможность параллельного выполнения сложных проектов несколькими рабочими группами (параллельный инжиниринг), что существенно сокращает время разработок;
- планирование и управление многими предприятиями, участвующими в ЖЦ продукции, расширение и совершенствование кооперационных связей (электронный бизнес);
- резкое сокращение количества ошибок и переделок, что приводит к сокращению сроков реализации проектов и существенному повышению качества продукции;
- распространение средств и технологий информационной поддержки на послепродажные стадии ЖЦ - интегрированная логистическая поддержка изделий.

**Экономические преимущества ИПИ (CALS) – технологий.** На экономические показатели предприятий, применяющих технологии ИПИ, непосредственно влияют следующие факторы:

- сокращение затрат и трудоемкости процессов технической подготовки и освоения производства новых изделий;
- сокращение сроков вывода на рынок новых конкурентоспособных изделий;
- сокращение брака и затрат, связанных с внесением изменений в конструкцию;
- увеличение объемов продаж изделий, снабженных электронной технической документацией (в частности, эксплуатационной), в соответствии с требованиями международных стандартов;
- сокращение затрат на эксплуатацию, обслуживание и ремонты изделий («затрат на владение»), которые для сложной наукоемкой продукции подчас равны или превышают затраты на ее закупку.

Вот некоторые количественные оценки эффективности внедрения ИПИ в промышленности США:

- прямое сокращение затрат на проектирование - от 10% до 30%;
- сокращение времени разработки изделий – от 40 до 60%
- сокращение времени вывода новых изделий на рынок – от 25% до 75%;
- сокращение доли брака и объема конструктивных изменений – от 23% до 73%.
- сокращение затрат на подготовку технической документации – до 40%;
- сокращение затрат на разработку эксплуатационной документации – до 30%.

По зарубежным данным потери, связанные с несовершенством информационного взаимодействия с поставщиками, только в автомобильной промышленности США оцениваются в сумме порядка \$1млрд в год. Аналогичные потери имеют место и в других отраслях промышленности.

В тех же источниках указывается, что затраты на разработку реактивного двигателя GE 90 для самолета Боинг 777 составили \$2 млрд, а разработка новой модели автомобиля компании Форд стоит от \$3 до \$6 млрд. Это означает, что экономия от снижения прямых затрат на проектирование только по двум указанным объектам может составить от \$500 млн до \$2.2 млрд. Отсюда следует, что внедрение ИПИ-технологий приводит к существенной экономии и получению дополнительной прибыли. Поэтому отдельные компоненты этих технологий широко применяются в промышленности развитых стран. Так, из числа 500 крупнейших мировых компаний, входящих в перечень “Fortune 500”, около 100% используют такой важнейший компонент ИПИ, как PDM-системы (Product Data Management – управление данными об изделии). Среди предприятий с годовым оборотом свыше \$50 млн такие системы используют свыше 80%.

В связи с большими объемами ожидаемой экономии и дополнительных прибылей от внедрения современных ИТ, в эту сферу привлекаются значительные инвестиции, измеряемые миллионами и даже миллиардами долларов. По данным зарубежных источников инвестиции правительства США в сферу CALS-технологий составляют ~ \$ 1 млрд в год. Затраты других стран, естественно, меньше, однако, например, правительство Финляндии затратило на национальную программу в этой области свыше \$ 20 млн. и примерно такую же сумму (около \$25 млн.) вложили в эту программу частные компании. Корпорация General Motors в течение 1990 – 1995 г. г. израсходовала на эти цели \$ 3 млрд. Средние затраты на один проект, посвященный решению локальной задачи в области CALS-технологий (например, разработка стандарта или программы), составляют \$ 1,2... 1.5 млн при среднем сроке выполнения от 2 до 4 лет.

Эти цифры свидетельствуют о том, какое значение придают в развитых странах проблематике, связанной с CALS-технологиями.

**Состояние ИПИ-технологий в России.** Промышленность Российской Федерации существенно отстает от ведущих промышленно развитых стран в части внедрения современных ИТ, в том числе технологий ИПИ. Это отставание отечественной, в первую очередь, оборонной, промышленности чревато далеко идущими негативными последствиями.

Основное из этих последствий состоит в перспективе резкого сокращения экспортного потенциала российских производителей наукоемкой (в т.ч. военной) продукции, вплоть до полного вытеснения их с международного рынка, что может, по мнению зарубежных экспертов, произойти в ближайшие годы.

Мировой рынок полностью отторгнет продукцию, не снабженную электронной документацией и не обладающую средствами интегрированной логистической поддержки постпроизводственных стадий ЖЦ. Уже сегодня иностранные заказчики отечественной военно-технической продукции выдвигают требования, удовлетворение которых невозможно без внедрения ИПИ-технологий:

- представление конструкторской и технологической документации в электронной форме;
- представление эксплуатационной и ремонтной документации в форме интерактивных электронных технических руководств (ИЭТР), снабженных иллюстрированными электронными каталогами запасных частей и вспомогательных материалов и средствами дистанционного заказа запчастей и материалов;
- организация системы интегрированной логистической поддержки изделий на постпроизводственных стадиях их ЖЦ;
- наличие и функционирование электронной системы каталогизации продукции;
- наличие на предприятиях соответствующих требованиям стандартов ИСО 9000:2000 систем менеджмента качества и т.д.

Выполнение этих требований предопределяет необходимость внедрения на отечественных предприятиях систем, реализующих ИПИ-технологии в полном объеме.

Минпромнауки России уделяет большое значение развитию ИПИ-технологий. В 1999 – 2002 г.г. Минпромнауки совместно с Госстандартом и Минобразования осуществило ряд мер, направленных на реализацию ИПИ-технологий в промышленности России, в первую очередь – в оборонно-промышленном комплексе. К числу этих мер относятся:

#### **1. Организационные меры.**

Созданы начальные элементы инфраструктуры, необходимой для разработки и внедрения ИПИ-технологий в промышленности России, в том числе:

- Государственный научно-образовательный центр CALS-технологий;
- Научно-исследовательский центр CALS-технологий «Прикладная логистика»;
- Технический комитет ТК 431 Госстандарта России, координирующий разработку отечественной нормативной базы.

#### **2. Научно-методические разработки:**

- Концепция развития ИПИ-технологий в промышленности России (утверждена решением Коллегии Минпромнауки России 10.08.01);
- Концепция интегрированной логистической поддержки наукоемких изделий;
- Концепция внедрения CALS-технологий на машиностроительном предприятии.

#### **3. Разработки в области создания нормативной базы:**

- разработан и утвержден Госстандартом России ряд новых государственных стандартов и рекомендаций по стандартизации;
- разработана межведомственная программа работ по подготовке новых стандартов и корректировке существующих (ЕСКД, СРПП и др.).

**4. Разработки программных средств:** разработан ряд программных средств, реализующих ИПИ-технологии, в том числе система управления данными об изделии; система автоматизированной подготовки интерактивных электронных технических руководств (ИЭТР) и электронных каталогов; комплекс программно-методических средств компьютерной поддержки системы менеджмента качества.

Необходимо подчеркнуть важность и значимость разработки импортозамещающих программных решений, отсутствие которых сдерживает внедрение ИПИ-технологий в промышленности России по двум основным причинам:

- высокая стоимость зарубежных систем и их закрытость для пользователя, что затрудняет их развитие и сопровождение;
- ограниченная возможность использования таких систем на оборонных предприятиях в связи с проблемами соблюдения секретности разработок.

#### **5. Пилотные проекты.**

Во исполнение решений Комиссии Правительства РФ по военно-промышленным вопросам, Минпромнауки России, совместно с российскими агентствами оборонных отраслей промышленности, на ряде ведущих предприятий ОПК организовано выполнение комплекса пилотных проектов, направленных на внедрение ИПИ-технологий в процессы ЖЦ различных видов наукоемкой продукции..

#### **6. Информационное обеспечение предприятий в области ИПИ-технологий**

Создан и поддерживается специализированный сервер в области ИПИ-технологий [www.cals.ru](http://www.cals.ru) в сети Интернет, на котором помещаются материалы по отечественным и зарубежным стандартам, сведения о проектах и разработках и т.д. Регулярно проводятся научно-практические конференции и семинары по тематике яИПИ-технологий.

**Перспективы развития ИПИ-технологий в промышленности России.** Вместе с тем, приходится констатировать, что все сделанное явно недостаточно для системного решения проблемы внедрения ИПИ-технологий в промышленности. Решение указанной проблемы требует разработки, утверждения правительством РФ и реализации Межведомственной программы развития и внедрения ИПИ-технологий в промышленности России (далее Программы).

Программа должна содержать следующие основные разделы:

- развитие нормативно-правовой и методической базы;
- развитие организационной инфраструктуры;
- фундаментальные исследования;
- прикладные разработки и пилотные проекты;

- подготовка и переподготовка специалистов.

Системной целью программы является повышение конкурентоспособности и существенное сокращение затрат и сроков разработки, освоения производства и вывода отечественной наукоемкой продукции на мировой рынок.

В рамках раздела «**Развитие нормативно-правовой и методической базы**» должны быть разработаны:

- комплекс государственных и отраслевых стандартов, определяющих основные положения по разработке и применению электронной документации;
- комплекс стандартов по вопросам интегрированной логистической поддержки (ИЛП), учитывающих требования Федеральной системы каталогизации продукции;
- комплекс стандартов, регламентирующих информационные технологии представления конструкторско-технологических и производственных данных, включая технологии управления конфигурацией сложных изделий;
- комплекс стандартов, регламентирующих информационные технологии разработки и использования эксплуатационной и ремонтной документации и др.

В рамках раздела «**Развитие организационной инфраструктуры**» должны быть выполнены следующие работы:

- создание федерального центра развития ИПИ-технологий;
- создание отраслевых и региональных центров развития ИПИ-технологий;
- создание межведомственного координационного научно-технического совета по ИПИ-технологиям и разработка организационно-распорядительных документов по финансированию и управлению пилотными проектами;
- создание и обеспечение функционирования Интернет-портала по распространению информации в области ИПИ и электронного бизнеса и др.
- В рамках раздела «Фундаментальные исследования» необходимо разработать:
- методы, средства и технологии моделирования, анализа, оптимизации и реинжиниринга бизнес-процессов производственной и коммерческой деятельности промышленных предприятий и корпораций при переходе к работе в ИИС;
- базовые модели, принципы и технологии организации конструкторско-технологической, производственной и коммерческой деятельности в ИИС;
- научно-методические основы интегрированной логистической поддержки (в т.ч. логистического анализа) ЖЦ изделий с целью обеспечения их эффективной эксплуатации, обслуживания и ремонта.

В разделе «**Прикладные разработки и пилотные проекты**» предполагается:

- разработка и внедрение комплекса типовых моделей, методик и программно-технических решений по организации и управлению производственной деятельностью на основе компьютерных систем (ERP), принципов электронного бизнеса и ИПИ-стандартов;
- разработка решений в области CAD/CAM/PDM-систем, рекомендаций по их применению и внедрение в различных отраслях промышленности для электронного представления конструкторских и технологических данных об изделиях;
- разработка и внедрение комплекса программно-технических решений по подготовке сопроводительной электронной технической документации;
- разработка и внедрение базовых программно-технических решений, обеспечивающих безбумажный обмен технической информацией;
- разработка и внедрение комплекса типовых программно-технических решений для создания компьютерных (автоматизированных) систем управления качеством продукции, соответствующих требованиями стандартов ИСО серии 9000 версии 2000 года;
- разработка и внедрение комплекса программно-технических решений, необходимых для реализации системы интегрированной логистической поддержки изделия (логистический анализ, закупка, поставка, ввод в действие, эксплуатация, обслуживание, поставка запасных частей, ремонт, утилизация).

В части пилотных проектов предполагается внедрение ИПИ технологий на предприятиях авиационно-космической и автомобильной промышленности, в судостроении, энергомашиностроении, в производстве медицинской техники и других отраслях.

Раздел «**Подготовка и переподготовка специалистов**» предусматривает:

- организацию в высших технических учебных заведениях специальности (специализации) по проблематике ИПИ;
- организацию в образовательных учреждениях повышения квалификации руководящих работников и специалистов тематических курсов по проблематике ИПИ;
- разработку и издание в бумажной и электронной форме учебно-методических материалов по ИПИ-технологиям.

Реализация Программы позволит сократить отставание промышленности России в части применения ИПИ-технологий, в первую очередь, на предприятиях, производящих наукоемкую продукцию, обеспечивая необходимый минимум условий выхода этой продукции на внешние рынки. Кроме того, реализация Программы позволит создать базу для расширения функциональных возможностей ИПИ-технологий, более глубокого их проникновения в производственную среду предприятий различных отраслей отечественной промышленности.