

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель главы
Администрации,

Председатель Правительства
Нижегородской области

_____ Ю.П. Сентюрин

« ____ » _____ 2003 г.

**Концепция применения CALS (ИПИ) - технологий в
промышленности Нижегородской области**

Нижний Новгород

2003 г.

1. Введение

Для достижения экономического роста и, соответственно, роста благосостояния населения главной задачей является обеспечение конкурентоспособности отечественной промышленности на мировых рынках, в том числе и на собственном. Потребителям нужны товары высокого качества, по низким ценам и немедленно. Скорость выхода на рынок постоянно увеличивается, в то время как качество должно оставаться высоким, а цена низкой. Основной вклад в ускорение перемен, повышение качества продукции и сохранение низкого уровня инфляции, которые стали отличительными особенностями мировой экономики в прошедшее десятилетие, вносят информационные технологии (ИТ).

Яркой иллюстрацией здесь служит мировая автомобильная промышленность. В 80-х годах японские автомобилестроители сумели добиться на базе информатизации сокращения срока от замысла до массовой продажи до 3-х лет с повышением качества. В 90-х годах американские автомобилестроители сняли барьеры, разделяющие дизайн, производство и сбыт, усовершенствовали на основе ИТ взаимодействие с внешними партнерами. Дизайнеры, инженеры, поставщики, работники производства и сбыта объединились в сплоченные группы на базе электронного общения и более чем вдвое сократили срок от дизайна до продажи. Так, у компании Ford в 1990 году этот срок был 5,5 лет, на каждые 100 машин выявлялось 150 дефектов. В 1998 году продолжительность цикла составила менее 2-х лет, уровень брака упал со 150 до 81 дефекта на 100 машин, число ошибок при поставке компонентов на основе электронной связи сократилось на 72%. Компания Toyota, опередившая своих конкурентов в области применения информационных технологий и систем, превысила эти показатели, сохранив абсолютное лидерство по качеству продукции. В целом по автомобильной промышленности коэффициент брака в 1998 году упал до уровня ниже 1%. Причем резервы этого улучшения далеко не исчерпаны. Проведено в середине 90-х годов британским правительством исследование показало, что между добычей партии алюминиевой руды и появлением алюминиевой консервной банки на прилавке магазина проходит год, почти все это время тратится на ожидание бумажных согласований для каждого этапа переработки продукции. Эффективная информационная система (ИС) может свести время такого ожидания до нуля.

Конкурентоспособность предприятия прямо пропорционально уровню его информатизации, т.к. последняя определяет качество и быстроту взаимодействия с клиентами и партнерами, уровень управления ресурсами, финансами и подразделениями, уровень развития маркетинга, дизайна, конструирования, технологической подготовки производства, эффективность эксплуатации инженерной инфраструктуры территории и зданий.

В информатизации промышленности сейчас сложились три направления:

- *корпоративные информационные системы (КИС), информатизирующие административную деятельность, финансы и управление ресурсами.*
- *производственные информационные системы – CALS-технологии, (CALS - Continuous Acquisition and Life cycle Support – непрерывное развитие и поддержка жизненного цикла, русский аналог ИПИ – Информационная Поддержка жизненного цикла Изделий) обеспечивающие информационную поддержку жизненного цикла изделий (конструирование, технологическое проектирование, производство, эксплуатацию, утилизацию).*
- *геоинформационные системы эксплуатации территории, зданий, инженерной инфраструктуры (тепловых, газовых, энергетических, канализационных, телекоммуникационных, транспортных сетей) предприятия (ГИС предприятия).*

Традиционно наиболее развитой сферой информатизации на предприятиях являются системы автоматизированного проектирования (САПР). Нижегородская промышленность была пионером САПР в стране и сейчас демонстрирует примеры успешного применения САПР (ГАЗ, Сокол, Красное Сормово, НМЗ, ГосНИИМАШ, Дробмаш и др.). В последнее время начали развиваться КИС и CALS-технологии. ГИС предприятий находится в зачаточном состоянии. Характерной чертой информатизации российской промышленности, в том числе нижегородской, является слабая координация и кооперация, многоплатформенность и «зоопарк» сетей и информационных технологий, плохо стыкуемых между собой. Это является следствием кусочной, «островной» информатизации, вызванной скудным финансированием. Очень высок уровень «серой» информатизации, сотни рабочих мест построены на контрафактных программных продуктах, процент сертифицированных и дипломированных специалистов невысок. Стихийно сложившийся кусочный подход к информатизации приводит к смешанному компьютерно - ручному стилю работы, наихудшему с технической и финансовой стороны. Капитальные начальные затраты на техническое, программное обеспечение достаточно велики, а качество проектов, сроки, количество специалистов определяются «ручными» этапами, часто число специалистов даже возрастает. В случае же полной комплексной информатизации (Санкт-Петербургское ОАО «Энергомашкорпорация») резко повышается качество проектов, сроки выполнения снижаются в 3 раза, число специалистов сокращается в 20 раз. Аналогичные примеры в СКБ «Рубин», КБ «Сухого», Комсомольском-на-Амуре авиационном заводе. Наибольшую отдачу дают информационные технологии и, самое главное, корпоративный информационный ресурс (банки комплектующих, семейства параметрических конструкций, прототипов, результаты геометрического, кинематического, прочностного моделирования, инженерного анализа, результаты тестовых испытаний, электронные интерактивные технические руководства), полноценное накопление и использование которого наиболее эффективно в информационной среде, поддерживающей жизненный цикл изделий, что составляет суть CALS-технологий.

Жизненный цикл (ЖЦ) продукта — это совокупность процессов, выполняемых от момента выявления потребностей общества в определенной продукции до удовлетворения этих потребностей и утилизации продукта. Информационное взаимодействие субъектов, участвующих в поддержке ЖЦ, должно осуществляться в едином информационном пространстве (ЕИП). В основе концепции единого информационного пространства лежит использование открытых архитектур, международных стандартов и промышленных ИТ, наиболее распространенных на мировом рынке. Стандартизации подлежат форматы представления данных, методы доступа к данным, корректной интерпретации, визуализации.

Предметом CALS являются технологии совместного использования информации (информационной интеграции) в процессах, выполняемых в ходе ЖЦ продукта. В основе CALS лежит комплекс единых информационных моделей, модернизация и стандартизация способов доступа к информации, обеспечение безопасности информации, а также юридические вопросы совместного использования информации (в том числе интеллектуальной собственности).

Информационная интеграция базируется на применении следующих *интегрированных моделей*:

- *продукта*;
- *ЖЦ продукта и выполняемых в его ходе бизнес-процессов*;
- *производственной и эксплуатационной среды*.

С позиций системной архитектуры базовые информационные модели — это фундамент, на котором могут быть построены автоматизированные системы управления различного уровня. На основе одной и той же модели ЖЦ и бизнес-процессов решаются задачи анализа эффективности бизнес-процессов и обеспечения качества продукции. Интегрированная модель продукта обеспечивает обмен данными между проектировщиком, производителем,

потребителем и эксплуатационником, используется для расчета потребности в ресурсах и создания электронных справочников по эксплуатации продукта и т. д.

Применение совместно используемых информационных моделей, являющихся единым источником информации и стандартизованных методов доступа к данным, — основа эффективной информационной кооперации всех участников ЖЦ.

Ситуация на мировом рынке наукоемкой продукции развивается в сторону полного перехода на безбумажную электронную технологию проектирования, изготовления и сбыта. По прогнозам зарубежных специалистов, после 2005 г. на внешнем рынке невозможно будет продать продукцию машиностроения без соответствующей международным стандартам безбумажной электронной документации.

CALS - это целостная концепция информационной поддержки изделия, а привычные САПР, АСУТП (автоматизированные системы управления технологическим процессом), информационные системы производства - это информатизация отдельных этапов жизненного цикла. Они могут рассматриваться как отдельные компоненты, но фактически будут являться таковыми, если они информационно интегрируются как между собой, так и с подсистемами поддержки остальных этапов жизненного цикла. Это требование CALS означает совместное и многократное использование однажды сгенерированных данных, стандартизацию способов и технологий представления данных так, чтобы результаты любого процесса могли бы (с минимальными преобразованиями) использоваться в других процессах.

CALS-технологии могут применяться в промышленности только при выполнении следующих необходимых условий:

- *наличия современных вычислительных средств и современной сетевой инфраструктуры (передачи данных);*
- *придания легитимного статуса электронной проектной, производственной, технологической, эксплуатационной и иной технической документации;*
- *реорганизации традиционных процессов проектирования, производства, сбыта, эксплуатации, утилизации изделий с целью их адаптации к условиям полной информатизации и безбумажных технологий;*
- *создании системы стандартов, дополняющих и замещающих традиционные ЕСКД, ЕСТД, ЕСПД, с целью адаптации промышленности к функционированию в условиях современных ИТ, единого информационного пространства и информационной рабочей среды;*
- *наличия на рынке промышленных ИТ и ИС, соответствующих требованиям стандартов CALS.*

Распространение CALS в России связано с тем, что наша страна стала участником международного разделения труда, равноправным поставщиком на международном рынке, где стандарты CALS являются промышленной нормой.

В настоящее время на мировом рынке наукоемких промышленных изделий отчетливо наблюдаются три основные тенденции:

- *Повышение сложности и наукоемкости изделий, повышение их качества и снижение ресурсоемкости;*
- *Повышение конкуренции на рынке изделий, предприятий и корпораций;*
- *Развитие кооперации между участниками ЖЦ изделия.*

Главной проблемой, стоящей сейчас перед отечественной и, в частности, нижегородской промышленностью, является *повышение конкурентоспособности* выпускаемых изделий за счет роста эффективности управления информацией об изделии и повышение конкурентоспособности предприятий за счет роста его уровня информатизации. Добиться

повышения конкурентоспособности изделия можно за счет:

- *повышения степени удовлетворения требований заказчика;*
- *оптимизации критерия цена/качество изделия (снижение себестоимости, повышение качества, снижение ресурсоемкости, в том числе в эксплуатации, сокращение материальных затрат;*
- *сокращения сроков создания изделия;*
- *формирование новых ниш рынка.*

Основным способом повышения конкурентоспособности изделия является повышение эффективности процессов его ЖЦ, т.е. повышение эффективности управления ресурсами, используемыми при выполнении этих процессов.

2. Развитие CALS-технологий за рубежом

За рубежом информатизация общества, в т.ч. промышленности, среднего и мелкого бизнеса является приоритетным направлением и ее развитию уделяется исключительное внимание.

В США ежегодные государственные расходы на реализацию государственных программ CALS составляют ~ 300 млн. дол., крупных корпораций ~ 500 млн. дол.

Эффективность внедрения CALS в промышленности США (по данным [9]):

- *сокращение затрат на проектирование* - 10-30%
- *сокращение доли брака* - 23-73%
- *сокращение времени разработки изделий* - 40-60%
- *сокращение времени выхода на рынок* - 25-75%
- *сокращение затрат на техническую документацию* - 40%
- *сокращение затрат на эксплуатационную документацию* -30%

Из числа крупнейших мировых компаний, входящих в перечень «Fortune 500» - 100% применяли CALS-технологии, среди фирм с оборотом больше 50 млн. долл. – более 80%.

Использование CALS приводит к существенной экономии и получению дополнительной прибыли, поэтому в эту сферу применения современных ИТ привлекаются очень большие инвестиции.

В странах ЕС выполняются более десяти государственных программ в области CALS-технологий в промышленности, в т.ч. военной. Парадоксально, что в Великобритании CALS-технологии используются с большим успехом в организации обслуживания российской авиационной техники (модернизации и эксплуатации МИГов).

В Японии программа развития CALS, реализуемая министерством промышленности, включает более 20 отраслей (авиакосмическую, судостроительную, автомобилестроительную, электронную и т.д.).

Государственная поддержка умело сочетается с усилиями фирм и обеспечивает конкурентоспособность их продукции на мировых рынках.

Применение CALS позволяет снизить себестоимость изделий при значительном повышении качества изделий и их эксплуатации, в производстве наукоемкой продукции. При этом закрывается доступ на рынок изделий предприятий, не овладевшими этими новейшими технологиями, что представляет грозную опасность в ближайшее время для экспортной

продукции из России, в т.ч. и военной, и, в целом, для экономической и национальной безопасности страны.

3. Развитие CALS-технологий в России и Нижегородской области

Основные проблемы развития CALS-технологий в России, как и в целом по информатизации промышленности были указаны выше – это отсутствие комплексного системного подхода, слабое внимание высших руководителей. Для большинства из них не понятна актуальность скорейшего внедрения CALS-технологий в производство. Специфически важной для CALS проблемой является значительное несоответствие отечественных стандартов международным CALS-стандартам и недооценка сложности перехода к интегрированной информационной среде, охватывающей все этапы жизненного цикла изделий. Эти проблемы связаны с существенной модернизацией работы предприятий. Если на Западе этот переход занимает 5 – 7 лет при более высокой инновационной активности и лучшем инвестиционном климате, то в России может понадобиться гораздо больше времени. Поэтому задержка с внедрением CALS-технологий в промышленности России может привести к потере внешнего рынка наукоемкой продукции и замедлению участия в рынке международной промышленной кооперации.

Развитие CALS-технологий в Нижегородской области типично для России, как и все перечисленные проблемы. Слабая координация и кооперация работ в этой области усугубляет положение. Среди предприятий, осознавших актуальность CALS-технологий и предпринимающих значительные шаги в последние годы, ГОСНИИМАШ, НИИИС, ОКБМ, КБ «Вымпел» и др. На этих предприятиях вопросами CALS-технологий озабочено высшее руководство, разработаны концепции и программы внедрения CALS-технологий, инвестируются значительные финансы, к сожалению, в основном собственные и имеют заметные успехи.

В других российских регионах можно отметить Комсомольский-на-Амуре авиационный завод, Иркутское авиационное объединение, Тульское КБ приборостроения, Уфимское моторостроительное объединение, ТАНК им. Бериева, Авиаприбор, Рязанское СКБ «Спектр», Воронежский механический завод, Балтийский завод и др.

Важнейшими задачами в развитии национальной технологической базы, определяющей уровень экономической и национальной безопасности в настоящее время являются:

- *организация широкого фронта НИОКР на предприятиях, в НИИ и вузах, по внедрению CALS-технологий;*
- *организация рынка информационных и программных продуктов и услуг в области CALS;*
- *организация масштабной подготовки и переподготовки дипломированных и сертифицированных кадров по информатизации промышленности в целом, и, в частности, по CALS-технологиям.*

4. Концепция CALS

4.1. Основные цели, задачи, проблемы

Основной целью CALS-технологий является повышение эффективности процессов ЖЦ изделия за счет повышения эффективности управления информацией об изделии.

Задачей CALS является преобразование ЖЦ изделия в высокоавтоматизированный процесс путем информатизации и реструктуризации (реинжиниринга) входящих в него бизнес-процессов. Средством достижения этой задачи является применение современных информационных и телекоммуникационных технологий (ИКТ).

CALS символизирует две основные идеи, реализующие задачу CALS. Первая часть

термина «CALS» (Continuous Acquisition) означает постоянное повышение эффективности (развитие) как самого изделия, так и процессов взаимодействия между поставщиком и потребителем изделия в течение его ЖЦ. Вторая часть термина «CALS» (Life cycle Support) обозначает путь такого развития: внедрение новых информационных и организационных технологий разработки изделия, например, параллельного проектирования или междисциплинарных рабочих групп. Это приведет к увеличению инвестиций на этапах создания и модернизации изделия, позволит более полно учесть потребности заказчика и условия эксплуатации, что, в свою очередь, приведет к снижению затрат на этапах эксплуатации и обслуживания изделия и, в конечном итоге, к сокращению затрат на весь ЖЦ изделия.

Можно выделить две основные проблемы, стоящие на пути повышения эффективности управления информацией. Во-первых, с увеличением наукоемкости и сложности изделий значительно увеличивается объем данных об изделии. При этом прежние методы работы с данными уже не позволяют обеспечивать их точность, адекватность, целостность и актуальность при сохранении приемлемых временных и материальных затрат. Во-вторых, увеличение количества участников проекта по разработке изделия (особенно в случае виртуального предприятия) приводит к возникновению серьезных проблем при обмене информацией между участниками из-за наличия между ними информационно-коммуникационных барьеров (например, из-за несовместимости ИТ и ИС).

4.2. Стратегия CALS

Путь реализации концепции CALS содержится в стратегии CALS, предполагающей создание *единого информационного пространства* (ЕИП) и единой информационной рабочей среды (ЕИРС) для всех участников ЖЦ изделия, в том числе, эксплуатирующих организаций.

ЕИП должно обладать следующими свойствами:

- *вся информация представлена в электронном виде;*
- *ЕИП охватывает всю информацию, созданную об изделии;*
- *ЕИП является единственным источником данных об изделии;*
- *ЕИП строится только на основе международных, государственных и отраслевых информационных стандартов;*

Основными преимуществами ЕИП являются:

- *обеспечение целостности, актуальности и безопасности данных;*
- *минимум преобразований при переходе между этапами ЖЦ;*
- *изменения данных доступны сразу всем участникам ЖЦ изделия;*
- *повышение скорости поиска данных и облегчение доступа к ним по сравнению с бумажной документацией;*
- *возможность использования различных ИТ и ИС для работы с данными;*
- *возможность организации доступа к данным географически удаленных участников ЖЦ изделия.*

ЕИП может быть создано для организационных структур разного уровня: от отдельного подразделения до корпорации, в последнем случае будет максимальный эффект по управлению данными и обмену и управлению процессами.

4.3. CALS-технологии

При реализации стратегии CALS должны использоваться три группы методов, лежащие в основе CALS-технологий:

- *Технологии анализа и реинжиниринга бизнес-процессов* - набор организационных методов реструктуризации способа функционирования предприятия с целью повышения его эффективности. Эти технологии нужны для того, чтобы корректно перейти от бумажного к электронному документообороту и внедрить новые методы разработки изделия;
- *Технологии представления данных об изделии в электронном виде* - набор методов для представления в электронном виде данных об изделии, относящихся к отдельным процессам ЖЦ изделия. Эти технологии предназначены для автоматизации отдельных процессов ЖЦ;
- *Технологии интеграции данных об изделии* - набор методов для интеграции автоматизированных процессов ЖЦ и относящихся к ним данных, представленным в электронном виде, в рамках ЕИП. При автоматизации отдельных процессов ЖЦ изделия используются существующие прикладные программные средства (САПР, АСУП и т.п.), однако к ним предъявляется важное требование - наличие стандартного интерфейса к представляемым им данным. При интеграции всех данных об изделии в рамках ЕИП применяются специализированные программные средства - системы управления данными об изделии (PDM - Product Data Management). Задачей PDM-системы является аккумуляция всей информации об изделии, создаваемой прикладными системами, в логически единую модель. Процесс взаимодействия PDM-системы и прикладных систем строится на основе стандартных интерфейсов. Стандартные интерфейсы взаимодействия компьютерных систем можно разделить на четыре группы:
- *Функциональные стандарты. Задают организационную процедуру взаимодействия компьютерных систем; пример: IDEFO;*
- *Информационные стандарты. Задают модель данных об изделии, используемую всеми участниками ЖЦ; пример: ISO 10303 STEP;*
- *Стандарты на программную архитектуру. Задают архитектуру программных систем, необходимую для организации их взаимодействия без участия человека; пример: CORBA;*
- *Коммуникационные стандарты. Задают способ физической передачи данных по локальным и глобальным сетям; пример: Internet-стандарты.*

Поскольку потребитель тоже является полноправным участником ЖЦ изделия, необходимо обеспечение для него доступа в ЕИП. Однако использование для этих целей PDM-системы нецелесообразно в силу ее большой стоимости и значительного срока внедрения и освоения. К тому же, если потребитель эксплуатирует изделия от разных поставщиков, ему придется иметь дело с разными ЕИП и, соответственно, разными PDM-системами. Учитывая это, а также то, что потребителю необходимы только эксплуатационные данные об изделии, в качестве средства доступа к ЕИП он будет использовать не PDM-систему, а *интерактивные электронные технические руководства (ИЭТР)*.

4.4. Технологии управления данными об изделии

4.4.1. PDM –технология

Среди CALS-технологий интеграции данных об изделии, ключевой является технология управления данными об изделии (Product Data Management - PDM). PDM-технология предназначена для управления всеми данными об изделии и информационными процессами ЖЦ изделия, создающими и использующими эти данные.

Данные об изделии представляют собой всю информацию, созданную об изделии в

течение его ЖЦ, причем эта информация уже должна быть представлена в электронном виде. Данные об изделии включают: состав и структуру изделия, геометрические данные, чертежи, планы проектирования и производства, спецификации, нормативные документы, программы для станков с ЧПУ, результаты анализа, корреспонденцию, данные о партиях изделия и отдельных экземплярах изделия и многое другое.

Информационные процессы являются процессами ЖЦ изделия, создающими или использующими данные об изделии. Примером информационного процесса является формальная процедура изменения изделия. Совокупность информационных процессов представляет собой документооборот, происходящий в течение ЖЦ изделия. Документооборот, управляемый PDM-системой, является электронным документооборотом.

При решении глобальной задачи CALS-технологий - повышении эффективности управления информацией об изделии — роль PDM-технологии и ее основная задача состоит в том, чтобы сделать информационные процессы максимально прозрачными и управляемыми. Основным методом, применяемым для этого, является повышение доступности данных для всех участников ЖЦ изделия, что требует интеграции всех данных об изделии в логически единую информационную модель.

Существует много задач, которые можно решить за счет применения PDM-технологии, среди которых можно выделить наиболее распространенные:

- *создание ЕИП для всех участников ЖЦ изделия;*
- *автоматизация управления конфигурацией изделия;*
- *построение системы качества продукции согласно международным стандартам качества серии ISO 9000;*
- *создание электронного архива чертежей и прочей технической документации (наиболее простой способ применения PDM-технологии).*

4.4.2. PDM-система

Для реализации PDM-технологии существуют специализированные программные средства, называемые **PDM-системами**. PDM-системы, т.е. **системы управления данными об изделии**, представляют собой новое поколение компьютерных средств для управления всеми связанными с изделием данными и информационными процессами ЖЦ. В отличие от АСУП, управляющей информацией о **ресурсах** предприятия, PDM-системы направлены именно на управление информацией о **продукте** предприятия. У нас в стране PDM-системы иногда называют **системами управления проектом**. И действительно, PDM-система фактически предназначена для управления проектом по разработке, производству и продвижению на рынок наукоемкого промышленного изделия.

Среди задач PDM-системы можно выделить две основные:

- *PDM-система как рабочая среда пользователя;*
- *PDM-система как средство интеграции данных на протяжении всего ЖЦ изделия.*

4.4.3. Единая информационная среда

PDM-система должна выступать в качестве единой информационной рабочей среды (ЕИРС) любого сотрудника предприятия. Это означает, что сотрудник предприятия в процессе своей работы должен постоянно находиться в PDM-системе, а система, в свою очередь, обеспечивать абсолютно все потребности сотрудника, начиная от просмотра спецификации узла и кончая изменением твердотельной модели детали или утверждением измененной детали начальником. В тех случаях, когда это необходимо, PDM-система должна пользоваться

помощью других систем для обработки данных (например, САПР), самостоятельно определяя, какое именно внешнее приложение необходимо запустить для обработки той или иной информации.

Пользователями PDM-системы выступают все сотрудники всех предприятий-участников ЖЦ изделия: конструкторы, технологи, работники технического архива, а также сотрудники, работающие в других предметных областях: сбыт, маркетинг, снабжение, финансы, сервис, эксплуатация и т.п. Главной задачей PDM-системы как ЕИРС пользователя является предоставление соответствующему сотруднику **нужной ему информации в нужное время в удобной форме** (в соответствии с правами доступа).

Функции ЕИРС:

- **Управление хранением данных и документов.** Все данные и документы в PDM-системе хранятся в специальной подсистеме - хранилище данных, которая обеспечивает их целостность, организует доступ к ним в соответствии с правами доступа и позволяет осуществлять поиск данных. При этом документы, хранящиеся в системе, являются электронными документами, т.е., обладают электронной подписью.
- **Управление процессами.** PDM-система отслеживает все операции пользователей с данными, в т.ч. следит за версиями создаваемых и изменяемых данных. Кроме того, PDM-система управляет потоком работ (например, в процессе проектирования изделия) и занимается протоколированием действий пользователей и изменений данных.
- **Управление составом изделия.** PDM-система содержит информацию о составе изделия, его исполнениях и конфигурациях. Важной особенностью является наличие нескольких представлений состава изделия для различных предметных областей (конструкторский состав, технологический состав, маркетинговый состав и т.д.), а также управление применяемостью компонентов изделия с помощью правил комплектации изделий.
- **Классификация.** PDM-система позволяет производить распределение изделий и документов в соответствии с различными классификаторами. Это может быть использовано при автоматизации поиска изделий с нужными характеристиками с целью их повторного использования или для автоматизации присваивания обозначений компонентам изделия.
- **Календарное планирование.** PDM-система содержит функции формирования календарного плана работ, распределения ресурсов по отдельным задачам и контроля выполнения задач со стороны руководства.
- **Вспомогательные функции,** обеспечивающие взаимодействие PDM-системы с другими программными средствами, с пользователями, а также взаимодействие пользователей друг с другом.

Основным результатом использования на предприятии PDM-системы является сокращение времени разработки изделия, т.е. **сокращение времени выхода изделия на рынок и повышение качества изделия**. Сокращение времени выхода на рынок достигается в первую очередь за счет **повышения эффективности процесса проектирования** изделия, которое характеризуется четырьмя аспектами:

- Избавление конструктора от **непроизвольных затрат своего времени**, связанных с поиском, копированием и архивированием данных, что, при работе с бумажными данными, составляет 25-30% его времени;
- Улучшение взаимодействия между конструкторами, технологами и другими участниками ЖЦ изделия за счет поддержки методики **параллельного проектирования**, что приводит к **сокращению количества изменений изделия**;
- Значительное **сокращение срока проведения изменения** конструкции изделия или технологии его производства за счет улучшения контроля за потоком работ в проекте;

- Резкое **увеличение доли заимствованных или слегка измененных компонентов** в изделии (до 80%) за счет предоставления возможности поиска компонента с необходимыми характеристиками.

В настоящий момент, в связи с использованием современных систем автоматизированного проектирования и подготовки производства, низкое качество изделия в меньшей степени является следствием низкого качества проектирования, а в большей степени является следствием **низкого качества данных** (т.е. их неполноты, некорректности или неактуальности). Использование PDM-системы, предполагающей наличие единой целостной модели изделия и четких способов доступа к хранящейся в ней информации, позволяет значительно улучшить **качество данных** об изделии и, соответственно, повысить **качество самого изделия**.

4.5. Интерактивные электронные технические руководства

Для наукоемких промышленных изделий стоимость их эксплуатации может равняться стоимости первичного изготовления или превосходить эту стоимость. В свою очередь, затраты на создание и поддержку эксплуатационной технической документации могут составлять значительную часть от общих затрат на эксплуатацию самого изделия. Это объясняется необходимостью решения следующих задач:

- Поддержание актуальности документации, связанное с необходимостью учета большого количества изменений в документации, которые появляются уже в процессе эксплуатации изделия.
- Полное и однозначное представление эксплуатационной информации. Например, сложные операции по обслуживанию изделия лучше всего представить в виде анимационного или видео ролика.
- Поддержание целостности документации.
- Организация своевременного и правильного заказа и поставки запасных частей и материалов.
- Освоение новых изделий эксплуатационным, обслуживающим и ремонтным персоналом, в связи со значительным увеличением сложности изделий.

Следующая задача, специфическая для отечественных производителей, поставляющих свою продукцию на экспорт или желающих выйти на внешний рынок, состоит в том, что по данным экспертов, начиная с 2005 года, по требованию иностранных заказчиков, вся экспортная продукция должна сопровождаться электронной версией документации. При этом электронная документация должна быть выполнена в соответствии с международными стандартами на подготовку электронной технической документации.

В соответствии со стратегией CALS, решение проблемы кроется в переводе всех данных, необходимых для создания и поддержания технических руководств, в электронный формат и создании ИИС в котором эти данные будут храниться и при необходимости использоваться.

С другой стороны, потребитель является полноправным участником ЖЦ изделия на этапе эксплуатации и ему необходимо обеспечить доступ в ЕИП. Средством доступа потребителя в ЕИП должно стать ИЭТР.

ИЭТР – это техническое руководство, которое представляется потребителю в электронной форме на мобильном носителе (CD, DVD), либо при помощи Интернет. ИЭТР представляет собой структурированный комплекс взаимосвязанных технических данных, предназначенный для предоставления в интерактивном режиме справочной и описательной информации об эксплуатационных и ремонтных процедурах, связанных с конкретным изделием и выполняется в соответствии с рекомендациями по стандартизации Госстандарта РФ 50.1.029 2001 и Р 50.1.030 2001.

ИЭТР включает в себя базу данных (БД), в которой хранится вся информация об изделии, и электронную систему отображения (ЭСО), предназначенную для визуализации данных и обеспечения интерактивного взаимодействия с пользователем.

Информация в ИЭТР может быть представлена в виде: текста, графических изображений, 3D-моделей, анимации, аудио и видеороликов. Использование аудио и видео данных позволяет наглядно показать выполнение той или иной операции, связанной с



обслуживанием или ремонтом изделия. При помощи анимации можно показать работу систем и механизмов изделия, которую невозможно показать при помощи видео.

С точки зрения концепции CALS, предусматривающей преемственность в передаче информации на всех стадиях жизненного цикла, информационное наполнение ИЭТР происходит главным образом на стадиях разработки и производства изделия, а применение ИЭТР на стадии эксплуатации и утилизации.

Правильно организованное ИЭТР предоставляет возможность своевременного обновления информации об изделии в связи с ремонтом, модификацией, применением новых материалов при обслуживании.

4.6. Внедрение CALS-технологий на предприятиях

Процесс внедрения CALS-технологий предусматривает три этапа:

- информатизация отдельных процессов ЖЦ изделия (САПР, АСУТП, ИС, производства) и представление данных в них в стандартизованном электронном виде;
- интеграция электронных данных отдельных процессов в рамках ЕИП и создание ЕИРС;
- развитие и совершенствование ЕИРС.

На первом этапе важно выбрать перспективные по инновационной актуальности, оптимальные по соотношению цена-качество базовые ИТ с учетом легкости их интеграции в рамках CALS. Большую роль здесь играет отраслевая, региональная и корпоративная кооперация, унификация и стандартизация, позволяя значительно быстрее и дешевле осуществить интеграцию и создание ЕИРС. Нынешний «зоопарк» ИТ на предприятиях

Нижегородской области играет крайне отрицательную роль.

Второй этап состоит из следующих компонентов:

- анализ существующих бизнес-процессов на предприятии и их информационного обеспечения;
- формирование и обучение рабочей группы;
- разработка концепции информационной интеграции;
- перепроектирование (реинжиниринг) бизнес-процессов;
- разработка корпоративных классификаторов объектов, операций, документов;
- разработка стратегии внедрения CALS-технологий на предприятии с учетом инновационной актуализации;
- выбор, приобретение, настройка и адаптация PDM-системы;
- разработка корпоративных стандартов;
- наполнение PDM-системы;
- формирование и адаптация ЕИРС.

На этом этапе ключевым факторами являются разработка стратегии, отражающейся на базовые ИТ первого этапа, и выбор перспективной по инновационной актуализации, оптимальной по критерию цена-качество PDM-системы.

На третьем этапе основную роль будут играть организация работы пользователей в ЕИРС и процесс инновационной актуализации базовых ИТ и прикладного информационного обеспечения (каждые 1,5-2 года). Инновационная актуализация должна быть обязательно заложена в стратегию внедрения CALS-технологий.

Примерный проект сметы затрат на внедрение CALS-технологий на машиностроительном предприятии (по ГНОЦ CALS-технологий).

Статья расхода	Первая очередь	Вторая Очередь
Анализ существующего состояния бизнес-процессов	5000	10000
Формирование концепции внедрения PDM на предприятии	3000	10000
Создание рабочей группы, обучение персонала	2000	20000
Реинжиниринг бизнес-процессов	10000	30000
Приобретение технических средств	15000 (10 ПК + ЛВС)	150000 (100 ПК + ЛВС)
Приобретение PDM-системы	7000 (10 рабочих мест)	50000 (100 рабочих мест)
Адаптация к существующим и новым программным средствам	5000	25000
Разработка стандартов предприятия	0	10000
Наполнение PDM информацией о ранее разработанных изделиях	2000	15000
Итого:	49000	330000

Номенклатура изделий: 200 (600 деталей в среднем изделии), количество работающих: 3000 чел. уровень информатизации предприятия: использование САПР (45% рабочих мест) и АСУП. Первая очередь 2003г., полное внедрение 2005г.

5. Подготовка и переподготовка кадров

Как показывает практика информатизации при переходе к интегрированной информационной среде ключевым моментом является наличие достаточного количества квалифицированных специалистов. Эта проблема на федеральном уровне будет решаться межведомственной программой первоочередных мероприятий в области ИПИ-технологий на основе соглашения, подписанного 23.04.2002 г., между Министерством образования и Министерством промышленности, науки и технологий РФ. Основные направления совместной деятельности:

- научно-техническое сотрудничество в области ИПИ-технологий;
- подготовка, профессиональная переподготовка и повышение квалификации кадров в области ИПИ-технологий предприятий оборонной промышленности России;
- материально-техническое обеспечение.

Стороны обязуются разработать и реализовать предложения о создании совместных учебно-научно-производственных центров, баз производственных практик, оснащенных современным оборудованием.

Минобразование РФ обязуется осуществить:

- целевую подготовку специалистов, в том числе непрерывную - от специализированных классов в средней школе, до послевузовских форм образования с применением современных образовательных и информационных технологий;
 - целевую практику на предприятиях, рекомендованных Минпромнаукой РФ;
- Минпромнаука РФ обязуется осуществлять:
- формирование целевого заказа на подготовку, повышение квалификации, переподготовку специалистов для ИПИ-технологий в соответствии с потребностями предприятий оборонных отраслей промышленности;
 - прохождение целевой практики на предприятиях, рекомендованных Минпромнаукой;
 - развитие материально-технического оснащения учебного процесса в соответствии с современными требованиями российских и зарубежных стандартов.

На региональном уровне в Нижегородской области в соответствии с этим соглашением, целесообразно на базе НОЦ НИТ НГТУ создать учебно-научно-производственный центр по CALS-технологиям, оснащенный на консолидированной основе современной ИТ и открыть в составе направления 654700 «Информационные системы» на кафедре ГИС НГТУ в 2002г. специализацию, а в 2004 г. специальность по CALS-технологиям с последующим расширением выпуска. Необходимо аналогично федеральному, заключить соглашение между министерствами образования и науки и промышленности и инноваций Нижегородской области о целевом региональном заказе НГТУ на подготовку и сертифицированную переподготовку ИТ-специалистов в соответствии с потребностями оборонных предприятий Нижегородской области. Сертифицированную переподготовку специалистов можно вести в международном авторизованном учебном центре НОЦ НИТ НГТУ, являющимся региональным представителем государственного межведомственного научно-исследовательского и образовательного центра (ГНОЦ CALS-технологий) Министерства образования РФ и Минпромнауки РФ.

Целесообразно также профессионально ориентировать одно из средних учебных заведений для подготовки специалистов среднего звена, для работы в интегрированной информационной среде CALS-технологий и вообще для информатизации промышленности.

Аналогично для рабочих (эксплуатационников, ремонтников и др.) может быть организована под эгидой НГТУ подготовка в области CALS-технологий (PDM-систем, ИЭТР и др.)

6. Координация в области CALS-технологий

По оценке Минпромнауки РФ объем выполненных НИОКР не превышает 3-5% от требуемого объема работ, необходимых для создания нормативно-правовой, научно-методической и программно-технической базы. Учитывая межведомственный характер проблемы CALS-технологий, внедрение которых является существенной составляющей современной государственной промышленной политики, Правительство РФ поручило организацию и координацию работ в этой области Минпромнауки РФ (поручение № ИК-П8-03694 от 02.03.2001). Минпромнауки и Госстандартом РФ вместе с Минобороны РФ разработан и утвержден Правительством РФ комплекс первоочередных мероприятий по разработке и апробации нормативно-правовой, научно-методической и программно-технической базы, обеспечивающей внедрение CALS-технологий в различных отраслях промышленности. В соответствии с этим комплексом задачи внедрения CALS-технологий должны решаться путем выполнения ряда согласованных пилотных проектов. В качестве первого шага Минпромнауки РФ совместно с Минэкономпромом Республики Татарстан разработан первый региональный проект по развитию CALS-технологий на ведущих предприятиях Татарстана (ОАО «Казанский вертолетный завод», ОАО «КАМАЗ», ОАО «Татнефть», ОАО «Татэнерго» и др.)

Перевод предприятий отечественной промышленности на CALS-технологии представляет собой очень важную национальную проблему. Для ее решения требуется разработка и реализация соответствующих разделов в федеральных целевых программах «Национальная технологическая база» и «Электронная Россия».

Для координации работ в области CALS-технологий Минпромнауки РФ совместно с другими ведомствами создало соответствующую инфраструктуру: Научно-исследовательский центр CALS-технологий (НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика»)- головная организация оборонной промышленности в области CALS-технологий), уже упомянутый Государственный межведомственный научно-исследовательский и образовательный центр CALS-технологий (ГНОЦ CALS-технологий), Ассоциацию разработчиков и пользователей ИПИ-технологий.

В Нижегородской области с большим промышленным и оборонным потенциалом целесообразно организовать в 2003г. региональный пилотный проект по CALS-технологиям, аналогичный проекту Татарстана, в рамках которого осуществлялась бы координация и кооперация НИОКР в первую очередь в оборонных предприятиях. Уже упомянутые нижегородские предприятия (ГОСНИИМАШ, НИИИС, КБ «Вымпел», ОКБМ, Сокол и др.) и НГТУ вполне готовы для его реализации. Для этого необходимо заключить соглашение между Минпромнауки РФ и Министерством промышленности и инноваций НО.

Для развития рынка продуктов и услуг по CALS-технологиям есть все необходимое, соответствующий рынок информатизации промышленности в Нижегородской области давно сложился, есть ведущие дистрибьюторы и региональные дилеры, организована техническая поддержка и сертифицированное обучение. Необходима только его большая ориентация в сторону CALS-технологий. Главную роль в координации и кооперации на этом рынке должна сыграть Ассоциация промышленников и предпринимателей (НАПП). Необходима также определенная законодательная помощь. Учитывая исключительно важную роль CALS-технологий для нижегородской промышленности, ее экспортного потенциала и

международной кооперации, целесообразны были бы региональные налоговые льготы для инвестиций в эту область.

Уже давно есть необходимость в создании фонда информатизации промышленности (или его подразделения в составе Фонда развития промышленности).

Для формирования необходимой региональной инфраструктуры нужно в 2002 г. организовать совет или секцию в НТС министерства промышленности и инноваций по информатизации промышленности и CALS-технологиям.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Гейтс Б. Бизнес со скоростью мысли. Изд-во «Прогресс». М. 2000 г.
2. Судов Е.В. Информационная поддержка жизненного цикла продукта. PC WEEK/RE, №45/98, с.15.
3. Разевиг В. CALS: концепция, стратегия и технологии. PC WEEK/RE, №11/2001, с.28.
4. Интерактивные электронные технические руководства/ А. Ж и р к о в, А. К о л ч и н, М. О в с я н н и к о в, С. С у м а р о к о в. - PC WEEK/RE, №47/2001, с.29.
5. Якимов В.С. Стандартизация в области CALS–технологий. БЕК КАЧЕСТВА. №5/2001, с.12.
6. Судов Е.В. CALS–технологии: от мифов к реальности. БЕК КАЧЕСТВА. №5/2001, с.16.
7. CALS: концепция, стратегия и технологии. Материалы для руководителей/
А. Ф. К о л ч и н, М. В. О в с я н н и к о в, С. В. С у м а р о к о в, А. О. Ж и р к о в. – Москва: ГУ "ГНОЦ CALS-технологий", 2001. – 24 с.
8. РЕШЕНИЕ 12-й международной научно-практической конференции по графическим информационным технологиям и системам "КОГРАФ 2001". Н.Новгород, 2001 г.
9. Материалы конференции «Компьютерные технологии сопровождения и поддержки наукоемкой продукции на всех этапах жизненного цикла» 13-14 декабря 2001 г. НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика», М., 2001г., 79с.
10. Итоговый документ 2-й межрегиональной научно-практической конференции "Новейшие информационные технологии – инструмент повышения эффективности управления" Н.Новгород. 2002 г.

СОГЛАСОВАНО

И.О. Министра промышленности и инноваций

Правительства Нижегородской области

_____ В.А. Тихонов
« ____ » _____ 2003 г.

Зам. Министра образования и науки

Правительства Нижегородской области

_____ Н.Ю. Бабанов
« ____ » _____ 2003 г.

Министр строительства и ЖКХ

Правительства Нижегородской области

_____ В.И. Лемаренко
« ____ » _____ 2003 г.

