

НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика»

к.т.н. Судов Е.В.

тел./факс: (095) 955-5137; e-mail: info@cals.ru

**Базовые принципы и технологии информационной поддержки
ЖЦ наукоемкой продукции**

Основное содержание концепции CALS, принципиально отличающее ее от других, составляют **инвариантные понятия**, которые реализуются (полностью или частично) в течение жизненного цикла (ЖЦ) изделия (рис.1).



Рис.1.

Эти инвариантные понятия условно делятся на три группы:

- базовые принципы CALS;
- базовые управленческие технологии;
- базовые технологии управления данными.

К числу первых относятся:

- использование интегрированной информационной среды в качестве основы системной информационной поддержки ЖЦ изделия;
- разделение программ и данных на основе стандартизации структур данных и интерфейсов доступа к ним, ориентация на готовые коммерческие программно-технические решения (Commercial Of The Shelf), соответствующие требованиям стандартов;
- информационная интеграция за счет единства информационного описания объектов управления;

- организация процессов на основе электронного документооборота, в т.ч. с использованием электронно-цифровой подписи;
- управление процессами, направленное на обеспечение качества продукции, удовлетворение потребностей заказчика (потребителя), минимизацию затрат в ходе ЖЦ.
- параллельный инжиниринг (Concurrent Engineering);
- непрерывное совершенствование бизнес-процессов (Business Processes Reengineering).

К числу вторых относятся технологии управления процессами, инвариантные по отношению к объекту (продукции):

- управление проектами и заданиями (Project Management/Workflow Management)
- управление производством (Manufacturing Resource Planning);
- управление качеством (Quality Management);
- интегрированная логистическая поддержка (Integrated Logistic Support);

К числу третьих относятся технологии управления данными об изделии, процессах и ресурсах: Product Data Management, Configuration Data Management, Resource Data Management и др.

Базовые принципы ИПИ

Интегрированная информационная среда.

Как следует из приведенной выше схемы, информационная поддержка и сопровождение ЖЦ изделия осуществляется в интегрированной информационной среде (ИИС). Терминологический словарь [1] определяет ИИС как «совокупность распределенных баз данных, содержащих сведения об изделиях, производственной среде, ресурсах и процессах предприятия, обеспечивающая корректность, актуальность, сохранность и доступность данных тем субъектам производственно-хозяйственной деятельности, участвующим в осуществлении ЖЦ изделия, кому это необходимо и разрешено. Все сведения (данные) в ИИС хранятся в виде информационных объектов».

ИИС, в соответствии с концепцией ИПИ, представляет собой модульную систему, в которой:

- прикладные программные средства отделены от данных;
- структуры данных и интерфейс доступа к ним стандартизованы;
- данные об изделии, процессах и ресурсах связаны в единую, взаимосвязанную систему, в которой нет дублирования информации;
- прикладные системы представляют собой, как правило, типовые коммерческие решения.

Использование принципа модульности, при одновременном соблюдении стандартов, позволяет построить систему поддержки ЖЦ из программных средств различных производителей и обеспечить возможность ее дальнейшего развития.

Электронный документооборот и электронно-цифровая подпись

Все процессы информационного обмена посредством ИИС имеют своей конечной целью максимально возможное исключение из деловой практики традиционных бумажных документов и переход к прямому безбумажному обмену данными. Преимущества и технико-экономическая эффективность такого перехода очевидны. Тем не менее, на переходном периоде нужно обеспечить сосуществование и совместное использование как бумажной, так и электронной форм представления информации и гармонизировать применяемые понятия.

В соответствии с идеями объектного подхода, принято считать, что каждая сущность материального мира (объект) может быть описана (смоделирована) соответствующим информационным объектом. *Например, деталь изделия может быть описана соответствующей информационной моделью. Соответственно, узел изделия, представляющий собой совокупность деталей, связанных определенными отношениями, также может быть описан информационной моделью, составленной на основе моделей деталей.*

С технической точки зрения информация может быть представлена различными способами. Одним из них является хранение информации в компьютерных базах данных (репозиториях). При этом составные части информационной модели распределяются между таблицами базы данных, записями в таблицах, полями в записях (при использовании реляционной СУБД) и (или) отдельными файлами и таблицами (при использовании объектно-ориентированной СУБД). Особенностью такой формы представления является то, что информационные объекты не обособлены физически внутри репозитория, содержащего множество различных объектов. Тем не менее, логическая структуризация данных внутри репозитория позволяет идентифицировать каждый объект и выполнять над ним требуемые действия. Назовем это *внутренним представлением информационной модели в репозитории*.

Информационная модель может быть представлена в форме **электронного документа** – отдельного файла, имеющего имя, размер и другие атрибуты. Такая форма представления информационной модели удобна для передачи данных между репозиториями, сохранения отдельных результатов работы и решения некоторых других задач. Следует заметить, что представление данных внутри репозитория или в форме электронного документа не решает задачи визуализации данных. Например, файл в форме RTF (Rich Text Format) представляет собой текст, содержащий совокупность символов текста и знаков форматирования, плохо пригодный для восприятия человеком. В тоже время, программа Microsoft Word легко представляет его на экране в форме форматированного текста с цветными иллюстрациями. То же самое можно сказать о таблицах СУБД. Преобразование информации в форму, визуально воспринимаемую человеком, представляет собой отдельную операцию, выполняемую с помощью программно-технических средств. Визуализированная информация может быть представлена на экране монитора или выведена на печатающее (рисующее) устройство. **Визуальная форма** представления информации, в том числе в виде твердой копии (бумажного документа), является третьей формой представления информационной модели.

Предложенный подход основывается на следующих определениях:

Информационная модель (ИМ) - совокупность структурированных данных, описывающих объект материального мира. Информационная модель может быть составной и включать в себя другие информационные объекты.

Репозиторий – хранилище множества информационных объектов.

Электронный документ - файл определенной структуры, содержащий одну или несколько информационных моделей объектов и подписанный электронно-цифровой подписью.

Файл – обособленная совокупность данных внутри компьютерной системы, имеющая уникальное имя и определенный набор атрибутов.

Бумажный документ - визуализируемое содержание информационной модели.

Соответственно, для решения различных задач в ходе ЖЦ изделия, с использованием электронных форм представления информации, необходимо:

- разработать технологию управления внутренним представлением ИМ. Необходимо стандартизовать структуры ИМ для различных объектов (чтобы обеспечить общность словарей объектов и их атрибутов, преемственность данных и их многократное прямое использования), стандартизовать интерфейсы доступа и т.д.

- стандартизовать понятие электронного документа, принять соглашения об используемых форматах файлов и т.д.

- скорректировать принятую в существующей системе технических стандартов (ЕСКД и др.) форму визуализации данных, в том числе в виде бумажных документов, учитывая факторы удобства подготовки и новые возможности компьютерной техники
- обеспечить легитимность использования электронных документов, наряду с бумажными.

Практическая реализация безбумажной технологии обмена данными возможна только при обеспечении легитимности электронного документа, подписанного электронно-цифровой подписью. Электронно-цифровая подпись (ЭЦП) представляет собой набор знаков, генерируемых по определенному алгоритму. ЭЦП является функцией от содержимого подписываемого электронного документа и секретного ключа автора. Секретный ключ (код) имеется у каждого субъекта, имеющего право подписи, и может храниться на дискете или смарт-карте. Второй ключ (открытый) используется читателями (получателями) документа для проверки подлинности ЭЦП, сопровождающей документ. При помощи ЭЦП можно подписывать отдельные файлы или фрагменты баз данных (поля, записи и т.д.). В последнем случае программное обеспечение (ПО), реализующее ЭЦП, должно встраиваться в прикладные автоматизированные системы.

Параллельный инжиниринг

Принцип параллельного инжиниринга (*concurrent engineering*) предполагает выполнение процессов разработки и проектирования одновременно с моделированием процессов изготовления и эксплуатации. Сюда же относится одновременное проектирование различных компонентов сложного изделия. При параллельном инжиниринге многие проблемы, которые могут возникнуть на более поздних стадиях ЖЦ, выявляются и решаются на стадии проектирования. Такой подход позволяет улучшить качество изделия, сократить время его вывода на рынок, сократить затраты.

Отличиями параллельного инжиниринга (ПИ) от традиционного подхода являются:

- ликвидация традиционных барьеров между функциями отдельных специалистов и организаций путем создания, а при необходимости - последующего преобразования, многопрофильных рабочих групп, в том числе территориально распределенных;
- итеративность процесса приближения к необходимому результату.

Многопрофильные рабочие группы (МПГ), как следует из их названия, включают специалистов разного профиля и создаются для решения конкретных задач. Например, представители эксплуатанта, генерального разработчика и поставщика комплектующих изделий, т.е. специалисты из разных организаций, могут быть собраны в одну МПГ для решения проблемы, возникающей в ходе эксплуатации.

ПИ предполагает замену традиционного последовательного подхода комплексом перекрывающихся во времени операций, направленных на систематическое улучшение разрабатываемого решения вплоть до достижения необходимого результата.

Исходное понимание задачи ведет к первой версии документированных требований, на основе которых разрабатывается первоначальное проектное решение. Оно порождает новые вопросы и позволяет уточнить постановку задачи. Поскольку жесткое требование завершить текущую фазу работы перед началом следующей отсутствует, последовательное проектирование заменяется «работой по спирали».

Эффективная реализация такого подхода невозможна вне ИИС. Возможность применения принципов ПИ возникает благодаря тому, что в ИИС все результаты работы представлены в электронном виде, являются актуальным, доступны всем участникам и легко могут быть скорректированы

Совершенствование и реинжиниринг бизнес-процессов

Концепция CALS предполагает последовательное, непрерывное изменение и совершенствование бизнес-процессов разработки, проектирования, производства и эксплуатации изделия. Для этого используется набор разнообразных методов, в т.ч. реинжиниринг бизнес-процессов (*business process reengineering*), бенчмаркинг (*benchmarking*), непрерывное улучшение процессов (*continuous process improvement*) и т.д.

Построению интегрированной системы информационной поддержки ЖЦ изделия должны предшествовать:

- анализ существующей ситуации;
- разработка комплекса функциональных моделей бизнес-процессов, описывающих текущее состояние среды, в которой реализуется ЖЦ изделия;
- выработка и сопоставление возможных альтернатив совершенствования как отдельных бизнес-процессов, так и системы в целом.

Результатами анализа являются:

- функциональные модели бизнес-процессов ЖЦ изделия «как есть сейчас»;
- функциональные модели альтернативных вариантов усовершенствованных бизнес-процессов ЖЦ «как должно быть»;
- оценка затрат и рисков для каждого варианта;
- выбор предпочтительного варианта на основе взвешенного критерия минимума затрат и рисков;
- описание технической архитектуры ИИС для выбранного варианта;
- оценка технических характеристик ИИС для выбранного варианта;
- план действий по реализации выбранного варианта совершенствования бизнес-процессов ЖЦ и ИИС.

В настоящее время технология моделирования и анализа бизнес-процессов достаточно формализована. Для разработки функциональных моделей рекомендуется использовать методологию и нотацию SADT, регламентированную под названием IDEF0 федеральным стандартом США FIPS 183 и официально принятую в России [2].

Общая методика изменения бизнес-процессов в связи с внедрением ИПИ-технологий на предприятии включает в себя следующие этапы:

1. Мотивация необходимости изменений.
2. Разработка плана изменений и его утверждение руководством. Создание организационной структуры (рабочей группы ИПИ), которая будет реализовывать разработанный план. На первых этапах эту структуру должен возглавлять руководитель организации.
3. Обучение членов группы ИПИ и другого персонала, причастного к проведению изменений.
4. Определение промежуточных (тактических) целей и способов оценки результатов (определение метрик).
5. Разработка рабочих планов для всех участников группы ИПИ.
6. Создание временных многофункциональных рабочих групп для решения тактических задач.
7. Реализация планов.
8. Оценка достигнутых результатов.

Базовые управленческие технологии

Управление проектами и заданиями

В современной литературе и практике *проектом* принято называть совокупность действий, направленных на достижение поставленной производственной или коммерческой цели и связанных с использованием и расходом ресурсов различного типа. Примером проекта является выполнение контракта на поставку изделия, предполагающего выполнение целого ряда задач. Другим примером проекта может служить решение отдельной сложной задачи, такой как разработка комплекта документации или ввод изделия в эксплуатацию. Технология управления проектами не зависит от содержания проектов, что позволяет рассматривать ее как базовую (инвариантную) технологию.

Термин **Project Management (PM)** обозначает класс управленческих задач, связанных с планированием, организацией и управлением действиями, направленными на достижение поставленных целей при заданных ограничениях на использование ресурсов.

Типовыми задачами PM являются:

- разработка планов выполнения проекта, в том числе разработка структурной декомпозиции работ проекта и сетевых графиков;
- расчет и оптимизация календарных планов с учетом ограничений на ресурсы;
- разработка графиков потребности проекта в ресурсах;
- отслеживание хода выполнения работ и сравнение текущего состояния с исходным планом;
- формирование управленческих решений, связанных с воздействием на процесс или с корректировкой планов.
- формирование различных отчетных документов.

Действия, приводящие к выполнению проекта и потребность в которых выявляется в ходе его планирования, могут представлять собой типовые бизнес-процессы (закупка комплектующих, разработка документации, производство и т.д.). Такие бизнес-процессы часто выполняются по заранее определенным формальным схемам (моделям) [IDEF/0/3], фактически определяющим технологию их выполнения. В ходе выполнения проекта исполнители (организации или сотрудники), действуя в соответствии с заданной технологией (моделью процесса), получают и выполняют задания, соответствующие структурным элементам бизнес-процесса (операциям).

Автоматизация управления потоком таких заданий есть функция другой базовой технологии управления – технологии «workflow» (поток работ - буквальный перевод английского «workflow»).

Управление ресурсами

Понятия MRP II (Manufacturing Resource Planning) и ERP (Enterprise Resource Planning) в настоящее время являются общепринятыми обозначениями комплекса задач управления финансово-хозяйственной деятельностью предприятия. Автоматизированные системы, построенные на этих принципах, широко применяются не только в производстве, но и для управления проектной деятельностью (конструкторские бюро), коммерцией, эксплуатацией сложной техники (авиакомпания). Это позволяет рассматривать принципы и стандарты MRP/ERP как базовую технологию управления ресурсами при решении различных задач.

В соответствии с [ISO /IEC 2382-24:1995] системы класса MRP должны выполнять функции, перечисленные в табл.1.

Таблица 1

Управление финансовыми ресурсами (Financial Management)	Расчет потребностей в материалах (Materials Requirement Planning)
Управление персоналом (Human Resources)	Прогнозирование объема реализации и продаж (Forecasting)
ведение портфеля заказов (Customer Orders)	Оперативно-производственное планирование (Finite Scheduling)
Управление запасами (Inventory Management)	Оперативное управление производством (Production Activity Control)
Управление складами (Warehouse Management)	Управление техническим обслуживанием оборудования (Equipment Maintenance)
Управление закупками (Purchasing)	Расчет себестоимости продукции и затрат (Cost Accounting)
Управление продажами (Sales)	Управление транспортировкой готовой продукции (Transportation)
Объемное планирование (Master Production Scheduling)	Управление сервисным обслуживанием (Service)

Управление качеством

Обеспечение требуемого качества продукции является одной из целей реализации концепции CALS. Поэтому управление качеством (в терминах стандартов серии ИСО 9000 система менеджмента качества - СМК) следует отнести к базовым технологиям управления.

Управление качеством в широком смысле следует понимать как управление процессами, направленное на обеспечение качества их результатов. Такой подход соответствует идеям всеобщего управления качеством (Total Quality Management), суть которых как раз и заключается в управлении предприятием через управление качеством.

В контексте концепции CALS методы и технологии управления качеством приобретают новое развитие. Применение интегрированной информационной среды (ИИС) обеспечивает информационную поддержку и интеграцию процессов и возможность использования электронных данных, созданных в ходе различных процессов предприятия, для задач управления качеством.

Укрупненная структура СМК показана на рис. 2. В этой структуре показаны связи с объектом управления (процессами предприятия или ЖЦ продукции), а также с внешней по отношению к рассматриваемой системе средой, каковую в данном случае представляет «обобщенный» потребитель, чьи требования и степень удовлетворенности являются внешними данными.

Присутствующие в структуре блоки выработки и корректировки целей и принятия решений вместе эквивалентны тому, что в терминах стандарта ИСО 9000:2000 называется ответственностью руководства и планированием (в данном контексте – стратегическим). Блоки сбора и анализа данных отражают процессы, именуемые в стандарте как «Измерение и анализ». Наконец, группа блоков, связанных с реализацией решений (распределение и перераспределение ресурсов, директивы на выполнение действий и сами действия, направленные на достижение целей), отражает все то, что в стандарте называют «управлением ресурсами», планированием (в этом контексте - оперативным) и, наконец, «улучшением».

В таблице 2 приведен перечень разделов стандарта ГОСТ Р ИСО 9001 – 2001 и указаны классы данных, с которыми оперирует СМК при решении соответствующих задач. Как видно из таблицы, это данные об изделии, процессах и ресурсах.

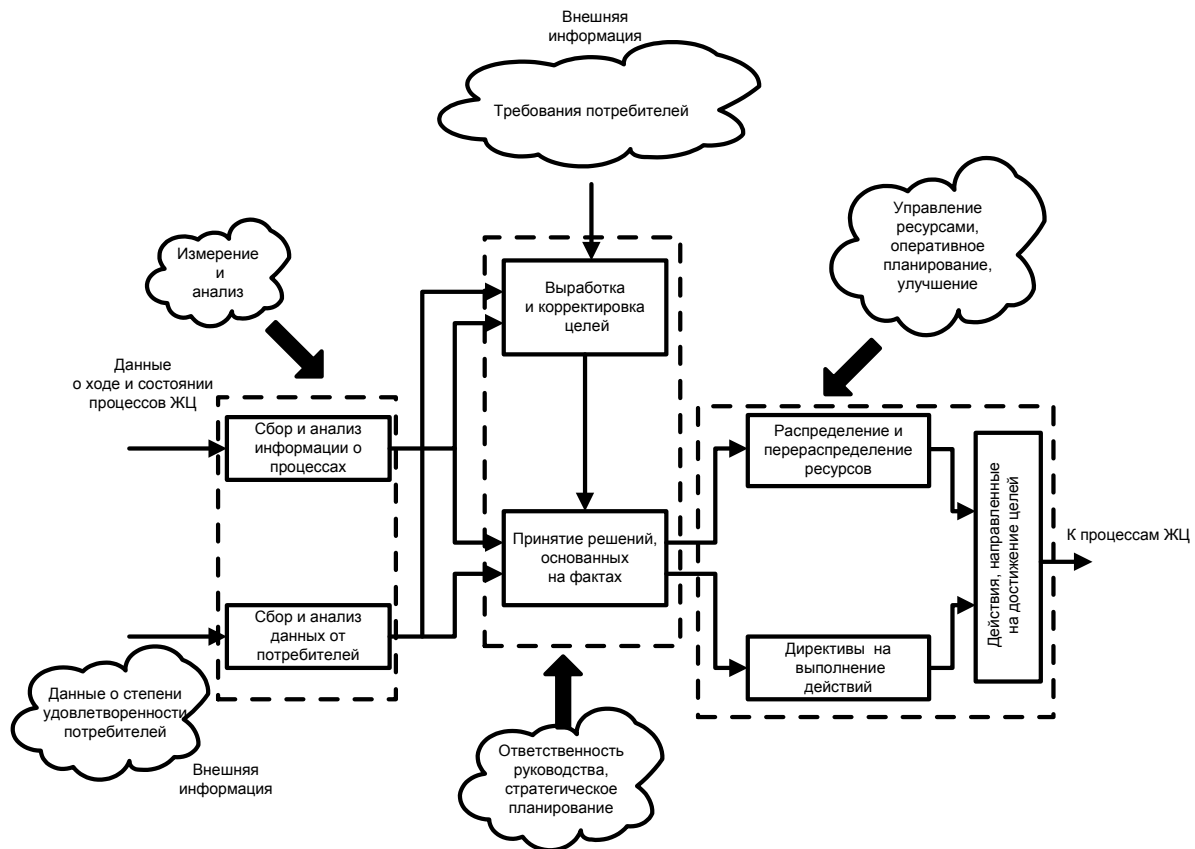


Рис.2.

Таблица 2.

Раздел стандарта	Основные задачи СМК, связанные с обработкой данных (по ГОСТ Р ИСО 9001-2001)	Класс данных / вид данных
1		
6	Менеджмент ресурсов	Данные о ресурсах
6.1.	Обеспечение ресурсами	
6.2	Человеческие ресурсы	Данные о человеческих ресурсах и их характеристиках
6.3	Инфраструктура	Данные о технической инфраструктуре (среде)
6.4	Производственная среда	Данные о производственной среде и производственных ресурсах
7	Процессы жизненного цикла продукции	Данные о процессах, продукции и ресурсах
7.1	Планирование процессов жизненного цикла продукции	Данные о внутренних процессах предприятия
7.2	Процессы, связанные с потребителями	Данные о процессах, связанных с потребителем
7.2.1	Определение требований, относящихся к продукции	Данные о характеристиках продукции
7.2.2	Анализ требований, относящихся к продукции	Данные о характеристиках продукции
7.2.3	Связь с потребителями	Данные о продукции от потребителей
7.3	Проектирование и разработка	
7.3.1	Планирование проектирования и разработки	Данные о процессе проектирования
7.3.2	Входные данные для проектирования и разработки	Данные о характеристиках продукции
7.3.3	Выходные данные проектирования и разработки	Данные о характеристиках продукции
7.3.4	Анализ проекта и разработки	Данные о состоянии и результатах проекта
7.3.5	Верификация проекта и разработки	Данные о состоянии и результатах проекта
7.3.6	Валидация проекта и разработки	Данные о состоянии и результатах проекта
7.3.7	Управление изменениями проекта и разработки	Данные об изменениях продукции
7.4	Закупки	

IV международная научно-практическая конференция
 «Компьютерные технологии сопровождения и поддержки наукоемкой продукции на
 всех этапах жизненного цикла»
 28 – 29 ноября 2002 г., г. Королёв

7.4.1	Процесс закупок	Данные о процессах закупок
7.4.2	Информация по закупкам	Данные о процессах закупок
7.4.3	Верификация закупленной продукции	Данные о характеристиках закупаемой продукции
7.5	Производство и обслуживание	
7.5.1	Управление производством и обслуживанием	Данные об оборудовании, оснастке, инфраструктуре
7.5.2	Валидация процессов производства и обслуживания	
7.5.3	Идентификация и прослеживаемость	Данные о характеристиках продукции
7.5.4	Собственность потребителей	
7.5.5	Сохранение соответствия продукции	
7.6	Управление устройствами для мониторинга и измерений	Данные об измерительном и контрольном оборудовании
8	<i>Измерение, анализ и улучшение</i>	<i>Данные о продукции и процессах</i>
8.1	Общие положения	
8.2	Мониторинг и измерение	
8.2.1	Удовлетворенность потребителей	Данные о характеристиках внешних процессов
8.2.2	Внутренние аудиты (проверки)	Данные о характеристиках внутренних процессов
8.2.3	Мониторинг и измерение процессов	Данные о характеристиках внутренних процессов
8.2.4	Мониторинг и измерение продукции	Данные о характеристиках продукции
8.3	Управление несоответствующей продукцией	
8.4	Анализ данных	Данные о характеристиках продукции, процессов
8.5	Улучшение	
8.5.1	Постоянное улучшение	
8.5.2	Корректирующие действия	
8.5.3	Предупреждающие действия	

Интегрированная логистическая поддержка (ИЛП)

Одним из важных потребительских параметров сложного наукоемкого изделия является величина затрат на поддержку его ЖЦ (life cycle cost). Они складываются из затрат на разработку и производство изделия, а также затрат на ввод изделия в действие, эксплуатацию и поддержание его в работоспособном состоянии. Сокращение затрат на поддержку ЖЦ изделия - одна из целей ИПИ. Комплекс **управленческих технологий**, направленных на сокращение этих затрат, объединяется понятием ИЛП (Integrated Logistic Support).

Согласно стандарту DEF STAN 0060 ИЛП включает в себя: логистический анализ, процедуры планирования процессов технического обслуживания и ремонта, интегрированные процедуры материально-технического обеспечения, меры по обеспечению персонала электронной эксплуатационной и ремонтной документацией.

Базовые технологии управления данными.

Информацию, циркулирующую в системе информационной поддержки ЖЦ машиностроительного изделия, можно условно разделить на три класса:

- данные о продукции (изделии);
- данные о выполняемых процессах;
- данные о ресурсах, требуемых для выполнения процессов.

Под **изделием** (конечным) понимается комбинация материалов, предметов, программных и иных компонентов, готовых к использованию по назначению. Компоненты

конечного изделия в свою очередь являются изделиями. Данные об изделии составляют основной объем информации в ИИС. На разных стадиях ЖЦ требуются различные подмножества из всей совокупности данных об изделии, отличающиеся составом и объемом информации. В целом информация об изделии включает в себя:

- данные о составе и структуре изделия, используемых материалах и комплектующих изделиях, с указанием возможных альтернатив и их взаимозаменяемости;
- данные, определяющие состав возможных конфигураций изделия в зависимости от внешних требований и условий, а также данные об отличиях конкретных экземпляров изделий (партий изделий);
- данные о технических, физических и других характеристиках изделия;
- классификационные и идентификационные данные об изделии и его компонентах, в том числе его наименование, обозначение, классификационные коды, данные о поставщиках, сведения, касающиеся степени конфиденциальности информации об изделии и его компонентах;
- геометрические данные, представленные в форме объемных геометрических моделей изделия, сборочных единиц и отдельных деталей, электронных (векторных) и сканированных бумажных (растровых) чертежей;
- текстовая документация;
- сведения об имеющихся версиях структуры изделия, документов, моделей и чертежей и их статусе;
- данные о разработчиках;
- указания и требования, касающиеся финишной обработки и качества поверхностей готового изделия;
- данные о качестве изделий
- данные об эксплуатации изделия.

Приведенный перечень не является полным и может быть расширен.

Многие из перечисленных типов данных требуют для своего представления сложных специфических информационных моделей, учитывающих семантику данных и правила работы с ними. Например, международные стандарты ИСО 10303 и ИСО 15384, регламентируют технологию представления данных об изделии и его компонентах на стадии проектирования и подготовки производства, стандарты ИЛП [DEF STAN 0060] - представление данных об изделии в контексте обеспечения эффективной эксплуатации, стандарты серии ИСО серии 9000 рассматривают данные о качестве изделий.

Ресурс – это совокупность материальных, финансовых, интеллектуальных или иных ценностей, используемых и расходуемых в ходе деятельности, связанной с разработкой, проектированием, производством или эксплуатацией изделия.

Ресурсы, используемые в проекте, могут иметь различную природу, свойства и характеристики. Некоторые классификационные характеристики ресурсов приведены в табл. 3.

Между ресурсами могут существовать отношения: *заменяемости*, когда один ресурс может заменить другой, и *взаимозаменяемости*, когда ресурсы могут заменять друг друга. Ресурсы могут быть простыми и составными и, соответственно, образовывать иерархические структуры.

Табл.3. Классификационные характеристики ресурсов

По типу физической природы	По характеру расхода и возобновления	По профилю доступности	По способу измерения величины
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Материальный ▪ Финансовый ▪ Информационный ▪ Трудовой ▪ Временной ▪ Энергетический ▪ Другие 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Не расходуемый (используемый) ▪ Расходуемый, но возобновляемый ▪ Расходуемый безвозвратно 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Доступный постоянно ▪ Доступный в соответствии с расписанием 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Измеряемый в количественных единицах ▪ Измеряемый в логических единицах (есть/нет)

Структуры данных, описывающих ресурсы различного типа, регламентируются стандартом ИСО 15551.

Процесс (бизнес-процесс) – это совокупность последовательно или/и параллельно выполняемых операций, преобразующая материальный или/и информационный потоки в соответствующие потоки с другими свойствами. Бизнес-процесс протекает в соответствии с управляющими директивами, вырабатываемыми на основе целей деятельности. В ходе процесса потребляются финансовые, энергетические, трудовые и материальные ресурсы и выполняются ограничения со стороны других процессов и внешней среды.

Соответственно, описание процесса может быть представлено как совокупность составляющих процесс операций, необходимых условий и ресурсов, входных и выходных потоков. Совокупность стандартизованных информационных моделей изделия, процессов и ресурсов образует единую интегрированную модель, обеспечивающую информационную поддержку задач, выполняемых в ходе ЖЦ.

На каждой стадии ЖЦ требуется свой объем данных, определяемый содержанием решаемых задач (табл. 4). Совокупность этих данных можно трактовать как контекстные информационные модели изделия, процессов и ресурсов, соответствующих стадиям жизненного цикла изделия.

Например, на стадии проектирования и разработки используются данные об изделии, о процессе проектирования, о требуемых организационных и иных ресурсах. Информационная модель технологической подготовки производства трактуется как описание процесса, использующего данные об изделии и ресурсах. Модель производства также может быть представлена как описание процесса, связанного с данными об изделии и потребных ресурсах.

Кроме того, частные информационные модели могут быть сформированы для специфичных точек зрения (view), например «управление качеством» или «обеспечения эффективной эксплуатации».

Каждый класс данных может иметь свой набор «методов» работы, который образует «технологический» слой программного обеспечения – систему (или комплекс систем) управления данными, учитывающих семантику данных, особенности их организации и обеспечивающую высокоуровневый интерфейс обмена с прикладными системами.

Под технологией управления данными будем понимать комплекс методов, понятий (объектов), информационных моделей, правил использования, интерфейсов доступа к данным, необходимых и достаточных для работы с данным классом данных при решении различных задач в ходе ЖЦ изделия.

Следует отметить, что модели данных (или их части) могут быть представлены с использованием различных технологий (ИСО 10303-11 Express, ИСО 8879 SGML и т.д.), тем не менее, они должны быть логически взаимосвязанными. При преобразовании данных из одной форму в другую, объекты информационных моделей должны интерпретироваться однозначно (mapping). Один из вариантов такой технологии изложен в стандарте ИСО 18876.

Приведение совместно используемых в ходе ЖЦ данных к форме единой стандартизованной информационной модели существенно упрощает построение интегрированной системы поддержки ЖЦ, поскольку позволяет применять коммерческие (COTS) прикладные решения для различных отдельных задач (рис.3).

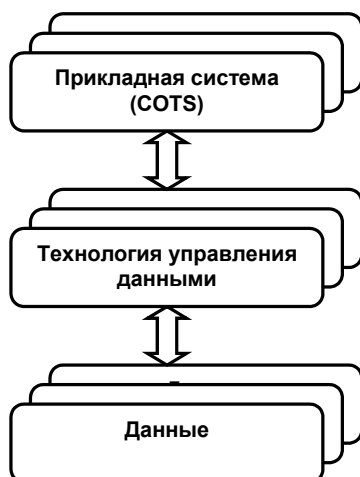


Рис. 3. Укрупненная модель архитектуры типовой CALS-системы

Систематизация принципов и технологий построения интегрированных информационных систем поддержки ЖЦ сложной наукоемкой продукции необходима для формирования общей методической и системотехнической базы для решения данного класса задач.

Литература

1. Концепция развития CALS-технологий в промышленности России. ВИМИ, 2002г.
2. Р50.1.028-.2001 «Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Методология функционального моделирования», Госстандарт РФ 2001г.
3. Р50–1–031-2001. «Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Терминологический словарь. Часть 1. Стадии жизненного цикла продукции», Госстандарт РФ 2001г.

Табл.4. Классификация данных и их связь со стадиями ЖЦ изделия

Виды данных	Контекст использования данных					
Изделие	Design Data	Production Planning Data	Manufacturing Data	Utilization and Maintenance Data	Supportability Data	Quality Data
	Разработка и проектирование	Подготовка производства	Производство	Эксплуатация	ИЛП	Обеспечение качества
Идентификационные данные об изделии	Обозначение, наименование, классификационные коды	Обозначение, наименование, классификационные коды	Идентификатор партии, серийный номер изделия	Идентификатор партии, серийный номер изделия	Код изделия в системе каталогизации	Идентификатор партии, серийный номер изделия
Состав и структура изделия	Перечень конструктивных элементов изделия и связей между ними	Перечень технологических элементов изделия и связей между ними	Состав и структура конкретного экземпляра изделия (партии изделий)	Перечень элементов изделия, требующих слежения за ходом их эксплуатации	Перечень обслуживаемых и заменяемых элементов изделия	
Геометрическая форма	Геометрические и математические модели контуров, поверхностей и тел (формы)	Геометрические и математические модели контуров, поверхностей и формы	Фактические значения размеров и формы готового изделия Допустимые отклонения размеров и формы			Допустимые и фактические значения размеров и формы готового изделия Допустимые отклонения размеров и формы
Материалы	Данные об используемых материалах	Нормы расхода материалов	Поставщик, сертификат, номер партии поставки материала	Данные о необходимых расходных материалах	Код материала (расходного) в системе каталогизации	Поставщик, сертификат, номер партии поставки материала
Документы	Конструкторские документы, в т.ч.: идентификационные данные о документе и его версиях, данные об авторах, [ЭЦП], данные о состоянии документа, тело документа	Технологические документы, в т.ч.: идентификационные данные о документе и его версиях, данные об авторах, [ЭЦП], данные о состоянии документа, тело документа	Производственные документы, в т.ч.: идентификационные данные о производственном документе и его версиях, данные об авторах, [ЭЦП], данные о состоянии документа, тело документа	Эксплуатационные и коммерческие документы, связанные с МТО, в т.ч.: идентификационные данные о документе и его версиях, данные об авторах, [ЭЦП], данные о состоянии документа	Документы ИЛП, в т.ч. идентификационные данные о документе и его версиях, данные об авторах, [ЭЦП], данные о состоянии документа, тело документа	Документы системы качества, в т.ч.: идентификационные данные о документе и его версиях, данные об авторах, [ЭЦП], данные о состоянии документа, тело документа

IV международная научно-практическая конференция
«Компьютерные технологии сопровождения и поддержки наукоемкой продукции на всех этапах жизненного цикла»
28 – 29 ноября 2002 г., г. Королёв

Характеристики изделия	Проектные (ожидаемые) технические характеристики изделия, определенные с использованием соответствующих единиц измерения	Проектные технологические характеристики изделия	Характеристики конкретного экземпляра готового изделия (партии изделий)	Данные о ходе эксплуатации (время работы, число рабочих циклов и т.д.)	Расчетные и фактические данные о надежности, ремонтопригодности, уровнях обслуживания, затратах на эксплуатацию и т.д., используемые для анализа логистической поддержки (АЛП)	Фактические значения характеристик. Допустимые значения характеристик Данные о несоответствующей продукции (браке)
Конфигурация и изменения изделия	Данные, определяющие состав и структуру конструкторской конфигурации Данные об утвержденных конструкторских изменениях	Данные, определяющие состав и структуру производственно-технологической конфигурации Данные об утвержденных технологических изменениях	Данные, определяющие состав и структуру производственно-технологической конфигурации Данные об утвержденных технологических изменениях	Данные об изменениях в составе и структуре эксплуатируемого изделия (например, о замене агрегатов)	Данные об изменениях в составе и структуре эксплуатируемого изделия.	Все данные о конфигурации и изменениях, обеспечивающие прослеживаемость
Процессы						
Данные о составе и структуре планируемых процессов (действиях, операциях, последовательности и условиях выполнения, времени начала–завершения и т.д.)	Последовательность операций разработки, согласования и утверждения проектных данных (документации) Данные о потребных человеческих ресурсах.	Последовательность технологических операций (переходов), требуемых для изготовления (сборки, испытаний и т.д.) изделия Данные о необходимых технологических ресурсах.	Последовательность выполнения производственных заданий по изготовлению партий изделий (экземпляров изделий) Данные о необходимых производственных ресурсах.	Описание процессов эксплуатации, технического обслуживания и ремонта. Данные о необходимых человеческих и производственно-технологических ресурсах	Запланированные значения метрик процессов	Запланированные значения метрик процессов
Данные о выполняемых заданиях	Текущее состояние процесса (фаза), используемые человеческие ресурсы	Текущее состояние процесса (фаза), используемые человеческие ресурсы службы ТПП	Текущее состояние процесса (фаза), используемые производственно-технологические ресурсы	Текущее состояние процесса, используемые человеческие и производственно-технологические ресурсы		
Данные о результатах выполнения запланированных процессов.	Данные о выполнении работ (заданий) и оценке результатов (approvals), данные об использованных ресурсах	Данные о выполнении заданий и оценке результатов (approvals), данные об использованных ресурсах	Данные о выполнении работ (заданий) и оценке результатов (approvals), данные об использованных ресурсах	Данные о выполнении работ (заданий) по техническому обслуживанию (ремонту) и оценке результатов, данные об использованных ресурсах		Фактические значения метрик процессов. Данные об отклонениях, возникших в ходе выполнения процесса (задержки, вынужденные исправления и пр.)

IV международная научно-практическая конференция
 «Компьютерные технологии сопровождения и поддержки наукоемкой продукции на всех этапах жизненного цикла»
 28 – 29 ноября 2002 г., г. Королёв

Данные о случайных событиях (время, условия, параметры события)	Данные об обнаружении ошибок (несоответствующей продукции)	Данные об обнаружении ошибок (несоответствующей продукции)	Данные об обнаружении несоответствующей продукции (брак)	Данные о произошедших сбоях, отказах, поломках и т.д. конкретных экземпляров изделия	Данные о произошедших сбоях, отказах, поломках и т.д. (для актуализации БД АЛП)	Обнаружение несоответствующей продукции. Данные о произошедших сбоях, отказах, поломках и т.д.
Ресурсы						
Структура ресурса	Организационная структура (отделы, бюро, рабочие группы)	Организационная структура службы ТПП. Производственно-технологическая структура (цеха, участки). Структура технологических ресурсов (станочный парк, инструмент и т.д.).	Производственно-технологическая структура	Организационно-технологическая структура системы обеспечения эксплуатации и технического обслуживания	Организационно-технологическая структура системы обеспечения эксплуатации и технического обслуживания	Все данные о структурах ресурсов
Идентификационные данные о ресурсах	Данные о кадрах (персональные данные)	Данные о кадрах. Обозначения и наименования оборудования, оснастки, инструмента, элементов инфраструктуры	Обозначения и наименования технологического оборудования, оснастки, инструмента, элементов инфраструктуры	Данные о кадрах. Обозначения и наименования оборудования, оснастки, инструмента, элементов инфраструктуры, необходимых для процессов эксплуатации, обслуживания и ремонта	Обозначения и наименования оборудования, оснастки, инструмента, элементов инфраструктуры, необходимых для процессов эксплуатации, обслуживания и ремонта	Все идентификационные данные о ресурсах
Номинальные и фактические характеристики ресурса	Характеристики человеческих ресурсов (фонд рабочего времени, квалификация и т.д.)	Характеристики технологического оборудования, оснастки и т.д.	Характеристики технологического и измерительного оборудования, оснастки и т.д.	Характеристики оборудования, оснастки и т.д., необходимых для процессов эксплуатации, обслуживания и ремонта.	Характеристики оборудования, оснастки и т.д., необходимых для процессов эксплуатации, обслуживания и ремонта.	Характеристики всех ресурсов