

ЭТАПЫ ВНЕДРЕНИЯ CALS-ТЕХНОЛОГИЙ НА МАЛЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Рассмотрена проблема внедрения технологий информационной поддержки жизненного цикла изделия на малых предприятиях промышленности. Выделены основные этапы жизненного цикла изделия, представлена очередность их перевода на данную технологию, раскрыты возникающие проблемы и предложены возможные пути их решения.

Ключевые слова: CALS, жизненный цикл, этапы, малые предприятия.

В настоящее время проблема повышения конкурентоспособности и скорости выпуска изделий стоит особенно остро перед малыми предприятиями. Для решения данной проблемы все более широкое распространение получают современные информационные технологии, обеспечивающие процессы, которые протекают в ходе всего жизненного цикла продукции (рис. 1).

Выделяются следующие основные этапы жизненного цикла: маркетинг; проектирование и разработка; планирование и закупка материалов и комплектующих; упаковка и хранение; реализация; монтаж и ввод в эксплуатацию; техническая помощь и сервисное обслуживание; послепродажная деятельность или эксплуатация; утилизация и переработка в конце полезного срока службы [1]. Многообразие процессов в ходе жизненного цикла без соответствующей информационной поддержки порождает целый ряд проблем, среди которых отсутствие структуризации электронных данных, низкий уровень управления процессов

работы с данными, открытость доступа к информации о изделии, несанкционированное изменение данных об изделии, трудности, возникающие при обмене данными между различными звеньями предприятия.

Решение данных проблем, необходимость постоянной интенсификации существующих процессов работы предприятия, активное информационное взаимодействие между отделами предприятия – все это требует внедрения технологии информационной поддержки процессов жизненного цикла изделий. Но, на сегодняшний день, чтобы полностью перевести предприятие на данную технологию, необходимо затратить большие материальные средства, что делает невозможным цельное внедрение CALS-технологии на малом предприятии.

Для внедрения CALS-технологии на малых предприятиях и для того, чтобы это давало ощутимую отдачу, необходимо разработать поэтапную стратегию внедрения, связанную с процессами производства.

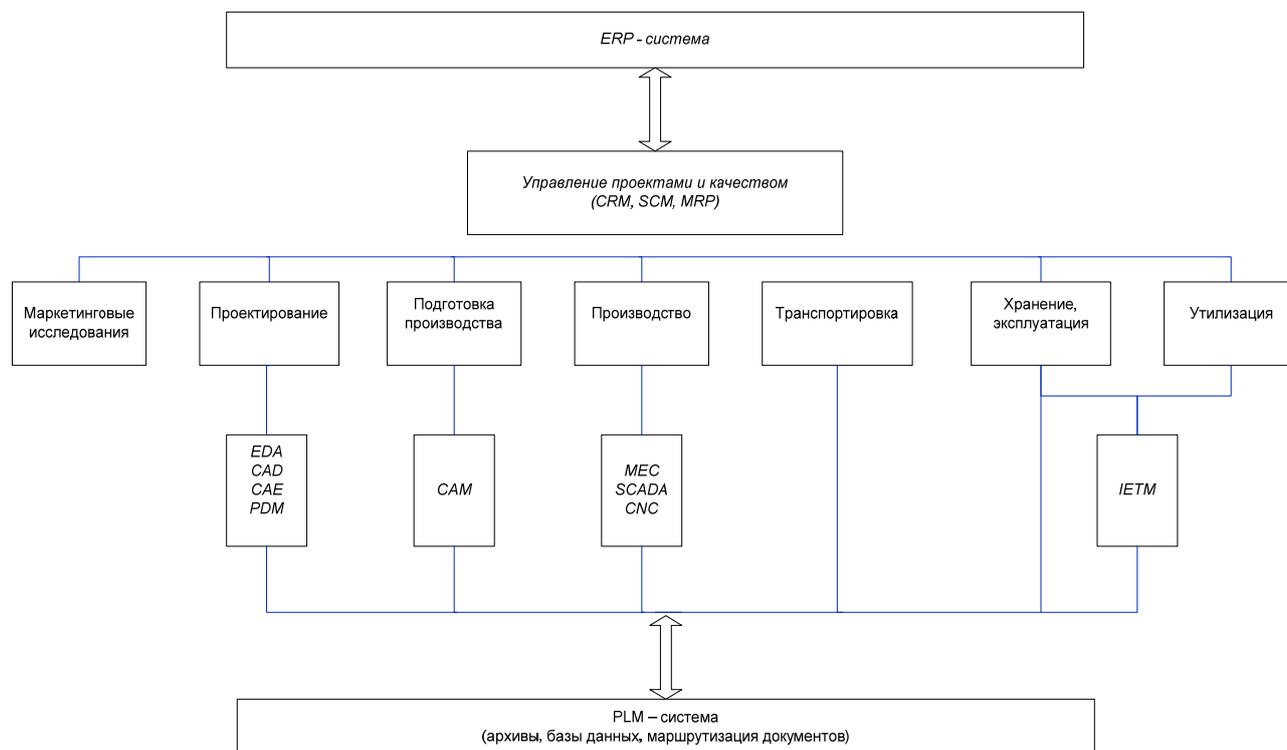


Рис. 1. Взаимосвязь этапов жизненного цикла продукции и типов автоматизированных систем

Предложена схема внедрения технологии информационной поддержки процессов жизненного цикла изделия.

На первой стадии [2] необходимо сформировать рабочую группу внедрения, состоящую из сотрудников производственных отделов (инженеров-конструкторов, инженеров-технологов и других специалистов) и специалистов отдела автоматизации (программистов, системных аналитиков). Данные сотрудники должны иметь квалификацию, позволяющую работать с различными системами автоматизированного проектирования (CAD, CAM, CAE и др.).

На второй стадии проводится анализ информационных и бизнес-процессов предприятия. Необходимо выявить существующие взаимосвязи между всеми отделами предприятия и внешними субъектами, с которыми осуществляется сотрудничество, разработать функциональные модели (рис. 2), содержащие детальное описание выполняющихся процессов в их взаимосвязи. С помощью этих моделей решается целый ряд задач, связанных с оптимизацией, оценкой величин и распределением затрат, оценкой производительности, загрузки и сбалансированности составных частей производства.

Третья стадия заключается в разработке пошаговой модели стратегии интеграции CALS-технологии в информационное пространство предприятия. Формирование данной стратегии включает выбор показателей оценки эффективности процессов, формирование целей внедрения технологии информационной поддержки жизненного цикла и стратегии их достижения.

Основными показателями являются конкурентоспособность (или качество) продукции, затраты и длительность процессов разработки и освоения производства изделия.

Четвертая стадия заключается в проведении реинжиниринга производственных процессов предприятия, направленного на формирование следующих методов разработки изделия: параллельного проектирования; единого информационного пространства; взаимодействия всех отделов.

Параллельное проектирование осуществляется за счет совмещения технического и рабочего проектирования. Цель данного метода – выполнение процессов разработки и проектирования одновременно с моделированием процессов изготовления и эксплуатации. Сюда же относится одновременное проектирование различных компонентов сложного изделия. При параллельном проектировании многие проблемы, которые могут возникнуть на более поздних стадиях жизненного цикла, выявляются и решаются на стадии проектирования. Такой подход позволяет улучшить качество изделия, сократить затраты и время его вывода на рынок. Отличиями параллельного проектирования от традиционного подхода являются следующие:

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

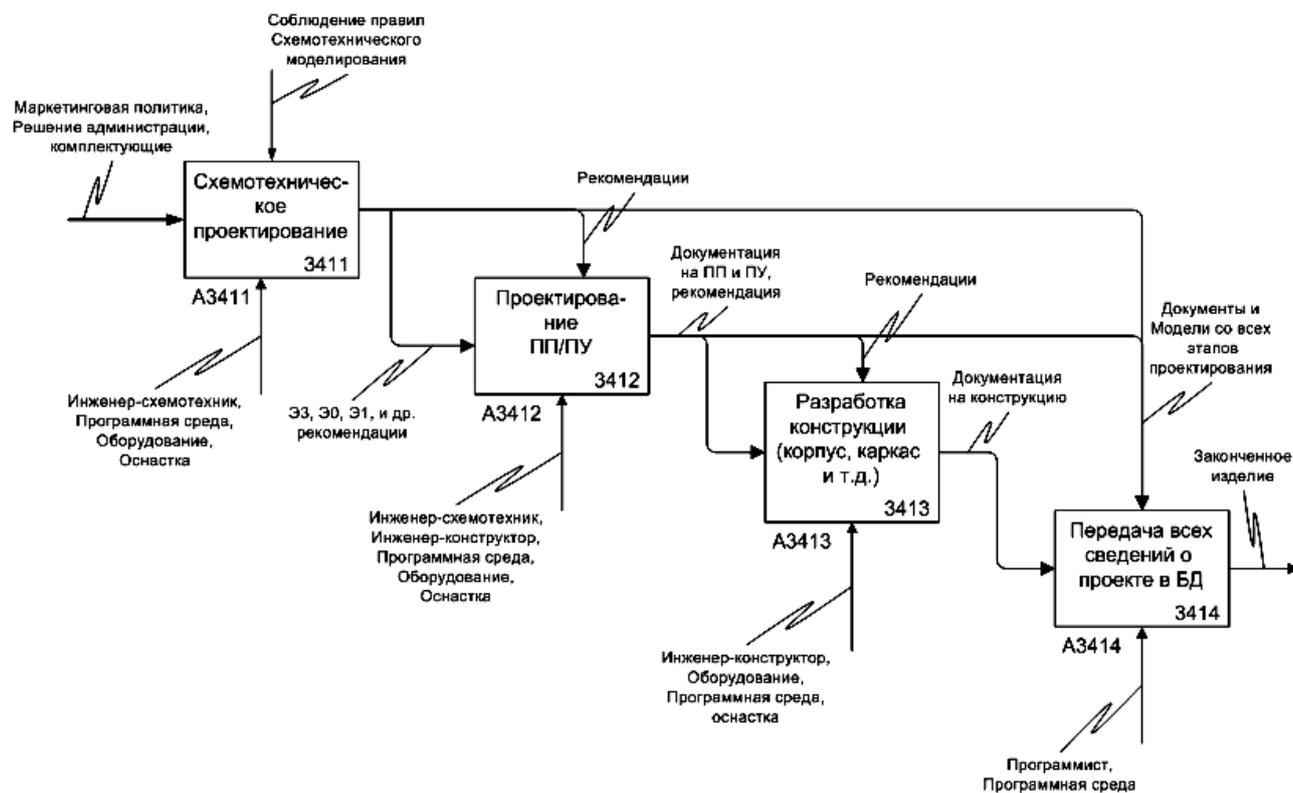


Рис. 2. Функциональная модель взаимодействия подразделений конструкторского бюро на предприятии электронной промышленности

Для функционирования параллельного проектирования необходимы многопрофильные рабочие группы, включающие специалистов разного профиля и решающие конкретные задачи. Например, представители эксплуатанта, генерального разработчика и поставщика комплектующих изделий, т. е. специалисты из разных организаций, могут быть собраны в одну рабочую группу для решения проблемы, возникшей в ходе эксплуатации. Параллельное проектирование 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».

Так же параллельно на данном этапе происходит выбор системы управления данными об изделии, технических средствах, оборудования в соответствии с техническим заданием. В зависимости от профиля предприятия варьируются и требования к планируемой к внедрению системе, но некоторые требования должны присутствовать в техническом задании практически всегда:

- система должна работать на уже имеющихся на предприятии и планируемых к использованию в перспективе программно-аппаратных платформах. В большинстве случаев сейчас применительно к системам управления жизненным циклом речь идет о серверных решениях под управлением Windows Server/ UNIX/Linux с системами управления базой данных типа SQL (MS SQL Server, Oracle и др.) и о клиентских рабочих станциях под управлением операционного семейства Windows. В перспективе не исключено массовое использование клиентских рабочих операционных систем типа Linux, PC-BSD или аналогичных (также необходимо отметить, что на начальном этапе внедрения можно воспользоваться бесплатными версиями систем управления базой данных, предлагаемыми рядом компаний, что позволит дополнительно снизить стартовую планку затрат на проект);

- система должна быть максимально открытой (полное описание структуры базы данных, передача заказчику административных прав доступа, документированное программирование интерфейсов приложений операционных систем, поддержка стандартных форматов и протоколов обмена данными, таких как STEP (ISO 10303), PLM XML и других, как для экспорта, так и для импорта данных в систему);

- система должна масштабироваться без потери производительности (в рамках приведенных в техническом задании параметров) как по количеству одновременно работающих пользователей, так и по объемам хранимых данных;

- система должна позволять осуществлять переностройку без привлечения представителей компании-разработчика и неоправданно большого объема программирования (в идеале все изменения модели данных, логики работы системы, интерфейса и отчетных форм должны проводиться визуально, без программирования);

- система должна обладать свойствами переносимости применительно к жизненным циклам, возможностью смены программной и аппаратной платформы (системы управления базой данных, операционной системы и т. п.) без необходимости менять модель данных;

- система должна соответствовать требованиям, предъявляемым к системам управления жизненным циклом изделия по функционалу. Здесь следует обращать внимание на полноту охвата всех задач на всех стадиях жизненного цикла продукции. А это возможно только при тесной интеграции системы управления данными об изделии и системы управления внутренними и внешними ресурсами предприятия;

- система должна поддерживать международные (ISO10303, ISO 12207, ISO 10007, ISO 9000 и др.) и отечественные стандарты (ЕСКД, ЕСТД, СПДС и др.).

Грамотно составив техническое задание с учетом приведенных требований, уже можно существенно оптимизировать бюджет внедрения, исключив явно непригодные системы.

Пятая стадия заключается в разработке комплекса нормативно-технической документации, регламентирующей порядок ввода и изменения данных об изделии и функционирования всего предприятия в рамках единого информационного пространства (ЕИП). Стадия обеспечивается за счет интеграции выбранной системы управления данными об изделии с существующей на предприятии системой автоматизированного проектирования и другими программными средами и соблюдая специфические условия функционирования предприятия. Необходимо разработать комплекс указаний по обеспечению «правильного» проектирования 3D-геометрии, так как с ее применением будет производиться изготовление деталей на станках с ЧПУ и инженерный анализ. Стоит отметить, что для успешного использования на данном этапе связок САД- и САЕ-систем необходимо соблюдать ряд основных принципов, к которым относятся подготовка и упрощение 3D-геометрии; возможность импорта 3D-геометрии в пакеты инженерного расчета; актуальность информации, передаваемой для выполнения расчета.

Соблюдая данные требования, в ходе выполнения расчетного анализа возможно получить актуальную и достоверную информацию.

Также на данной стадии внедрения информационной поддержки жизненного цикла изделия должны быть разработаны рекомендации, касающиеся проектирования технологической документации (техпроцессы для различных видов производства, конструкторская документация на техническое обслуживание); формирования управляющих программ для станков с ЧПУ; процессов утверждения, нормоконтроля и разработки электронной конструкторской документации.

Работы на различных этапах технологической подготовки изделий допускается выполнять раздельно с последующим формированием единого сквозного «сборного» техпроцесса, содержащего в себе все необходимые виды обработки. Данная процедура позволяет существенно экономить время. Кроме того, наличие в PDM-системе на одно изделие одного электронного, содержащего все специализированные части, значительно упрощает процесс нормирования и последующей выгрузки данных в систему управления предприятием. Если в процессе подготовки обнаруживается отсутствие специализированной технологической оснастки, то технолог формирует в электронном виде заявку на ее изготовление и передает задание конструктору. Конструктор, в свою очередь, эту оснастку либо подбирает из ранее созданной и зарегистрированной, либо разрабатывает вновь с последующей регистрацией в базе данных оснастки предприятия. Результатом является оснащенный техпроцесс и актуальная база данных специализированной оснастки, связанная с зарегистрированной в системе управления данными жизненного цикла изделия конструкторской документацией на оснастку. Управляющие программы для станков с ЧПУ формируются с учетом возможного ассоциативного обновления конструкторской модели, зарегистрированной в электронном архиве предприятия.

Данная стадия также должна регламентировать и взаимодействие в едином информационном пространстве отделов, отвечающих за хранение продукции, связь с поставщиками и потребителями. Это объясняется тем, что в большинстве случаев малые предприятия не обладают достаточным количеством помещений для складирования необходимых деталей, изделий и материалов, участвующих в производстве, и производимой продукции. Благодаря внедрению системы управления жизненным циклом (системы управления данными) изделия, на которую можно завязать программную среду, используемую в данных отделах, появляется возможность оперативно вносить и отслеживать изменения по количеству производимого и хранимого товара, осуществлять связь с поставщиком материалов и знать процент занятости складских помещений. Еще одним неоспоримым плюсом такой организации работы этих отделов является возможность оперативного отслеживания динамики спроса на ту или иную продукцию, выявления причин роста или падения спроса в зависимости от сезона или других факторов, исключая необходимость проведения специализированных исследований в данном направлении, требующих дополнительных финансовых затрат.

Рассмотрим упрощенную модель единого информационного пространства, сформированного в условиях малого предприятия (рис. 3). Данная модель характеризуется следующими свойствами: обеспечивает представление информации в электронном виде; включает все данные об изделии; является единственным источником данных об изделии; для организации взаимодействия различных программно-аппаратных средств использует международные и государствен-

ные отраслевые стандарты; интегрируется с уже имеющимися и предустановленными на предприятиях системами автоматизированного проектирования и другими программными средствами [3].

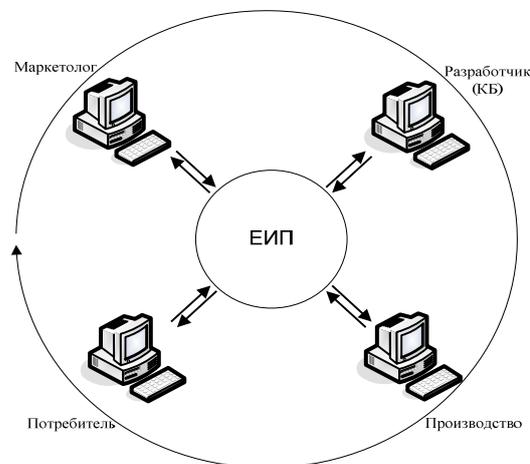


Рис. 3. Упрощенная модель единого информационного пространства

Соблюдение рекомендаций, приведенных в данной статье, позволяет достичь сокращения сроков конструкторско-технологической подготовки производства; сокращения времени, затрачиваемого на поиск данных; сокращения сроков разработки изделия и внесения в него требуемых изменений; повышения производительности труда.

С экономической точки зрения описанная технология внедрения информационной поддержки помогает оптимизировать стоимость всего жизненного цикла изделия.

Единое информационное пространство также позволяет сократить количество ошибок в документации и улучшить ее качество, повысить эффективность контроля над документами и увеличить степень безопасности и разграничения доступа к конструкторской документации.

Введение описанных выше систем на малых предприятиях дает возможность не только эффективно расходовать человеческие ресурсы предприятия, но и значительно повысить качество продукции.

Библиографические ссылки

1. Киселев В. И., Трегубов С. И. Автоматизированное формирование конструкторской документации по ЕСКД // *Соврем. пробл. радиоэлектроники* : сб. науч. ст. / Красноярск, 2010. С. 571–573.
2. Концепция развития CALS-технологий в промышленности России / Е. В. Судов, А. И. Левин, А. Н. Давыдов, В. В. Барабанов ; НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика». М., 2002.
3. Учуватов М. С., Дектерев М. Л., Трегубов С. И. Критерии выбора САД-пакетов для проектирования электронных средств // *Соврем. пробл. радиоэлектроники* : сб. науч. ст. / Красноярск, 2010. С. 595–598.

CALS-TECHNOLOGIES INTRODUCTION STAGES AT SMALL ENTERPRISES

The authors dwell upon a problem of introduction of a product life cycle data support at small industrial enterprises. The basic stages of life cycle of a product are allocated, the sequence of transition of the given stages to the given technology is presented, the problems that can emerge and possible ways of their decision are revealed.

Keywords: CALS, life cycle, stages, small enterprise.

© Трегубов С. И., Учуватов М. С., Ереско В. С., 2012

УДК 004.932

М. Н. Фаворская, И. В. Тупицын

ИЕРАРХИЧЕСКИЙ МЕТОД ПОИСКА СООТВЕТСТВУЮЩИХ ТОЧЕК НА СТЕРЕОИЗОБРАЖЕНИЯХ

Рассматриваются вопросы поиска соответствующих точек на стереопарах. Приводится анализ базовых алгоритмов выявления точечных особенностей, поиска и оценки их соответствий. Подробно рассматривается новый иерархический метод поиска соответствующих точек на стереоизображениях. Результаты экспериментальных исследований подтверждают преимущества предложенного метода.

Ключевые слова: стереоизображение, точечные особенности, проективные искажения, аффинные преобразования.

Поиск соответствующих точек на изображениях является фундаментальной задачей в ряде прикладных областей, а именно: 1) при построении корреляционно-экстремальных систем навигации и систем наведения по изображениям целей; 2) при обработке космических и аэрофотоснимков (фотограмметрия, картография, экологический мониторинг земной поверхности); 3) при создании систем технического зрения, которые, в частности, выполняют задачи определения параметров движения объектов и их трехмерной реконструкции. В статье рассматривается новый иерархический метод поиска соответствующих точек на изображениях для задач трехмерной реконструкции. В качестве изображений могут выступать стереопары или совокупность соседних кадров видеопоследовательности.

Обычно методы поиска и оценки соответствий на стереопарах включают три этапа:

– нахождение точечных особенностей, углов, пересечений и других геометрических примитивов на изображении;

– составление вектора признаков особенностей. Такой вектор должен быть устойчивым к шуму, геометрическим искажениям и изменениям освещенности;

– оценка соответствия изображений. В простейших случаях используется евклидова метрика или вычисляется расстояние Махаланобиса.

Задача поиска соответствий достаточно сложна и, как правило, выполняется при упрощающих предположениях.

Обычно в качестве моделей изображения и шума используются нормальные случайные поля, однако такое допущение не всегда обосновано, поскольку локальная статистика даже в пределах одного кадра является вариабельной. Практическое использование таких оценок ограничено модельными сценами, обработка в режиме реального времени невозможна.

Другим подходом является использование матрицы Гессе вторых производных от функции яркости фрагмента изображения [1]. Пусть на изображении I задана точка P с координатами (x, y) . Тогда матрица Гессе $H(P, \sigma)$ в точке P с учетом среднеквадратического отклонения σ определяется как

$$H(P, \sigma) = \begin{bmatrix} L_{xx}(P, \sigma) & L_{xy}(P, \sigma) \\ L_{yx}(P, \sigma) & L_{yy}(P, \sigma) \end{bmatrix}, \quad (1)$$

где $L_{xx}(P, \sigma)$ – свертка второй производной гауссиана с изображением I_P в точке P :

$$L_{xx}(P, \sigma) = \frac{\partial^2}{\partial x^2} g(P) \cdot I_P. \quad (2)$$

Аналогично выражению (2) вычисляются остальные элементы матрицы (1). При этом вводится неявное предположение об изотропности и некоррелированности возмущений (шумов) по обеим координатам. Вычисление матрицы Гессе выполняется для каждого пиксела и требует существенных вычислительных ресурсов. Однако шум на изображениях, как правило, не является изотропным (например, при перспективных искажениях), а также в качестве критерия функции соответствия было бы желательно использовать не производные яркости изображения, а