

ВВЕДЕНИЕ

Проектирование — это комплекс работ, направленный на изыскание, исследование, расчет и конструирование объекта проектирования.

Целью проектирования как вида деятельности человека является создание объекта, необходимого людям. Потребность в проектировании возникает после описания некоторой совокупности потребительских свойств, которыми должен обладать объект проектирования.

Входом процесса проектирования является описание потребности в объекте проектирования, выходом — проектная документация, на основании которой можно изготовить объект, удовлетворяющий этим потребностям.

Задача проектирования — преобразование описания потребности в объекте проектирования в стандартную по форме документацию, по которой изготовитель выполнит реальный объект, удовлетворяющий установленным критериям качества.

Объекты проектирования — системы и процессы.

Система. Это понятие, которое нужно конкретизировать и дополнять в каждом отдельном случае, так как система — это нечто, состоящее из частей (элементов, подсистем), между которыми существуют определенные, но различные *связи* или *отношения*. Например, неподвижная груда кирпичей — это система, форма которой определяется соотношением реакций опор между отдельными кирпичами. Удаление одного кирпича может разрушить данную систему как форму груды данной конфигурации, и некоторые кирпичи изменят свое положение, образовав иную систему. Если эти кирпичи разложить, например в ряд, без контакта друг с другом, то они также образуют систему, форма которой будет определяться отношением порядка, и хотя удаление одного кирпича не изменит положение других, мы будем иметь уже другую систему из кирпичей. В нашем случае под мехатронной (в частном случае — робототехнической) системой мы будем понимать мехатронное устройство как сборочную единицу (мехатронную машину, мехатронный узел).

Любая система — это элемент внешней системы, выделить систему — значит составить список ее элементов, определить связи или отношения между ними, определить связи с внешней системой. Объединение элементов

и связей между ними называют *структурой* системы. Любая выделенная система всегда неполна, неадекватна и является моделью реальной системы. Полнота модели определяется потребностями ее исследования или использования. Выделенная система характеризуется определенным набором параметров. Фиксированное значение этих параметров называется *состоянием* системы. Внешние связи выделенной системы разделяют на входные, через которые внешняя система влияет на состояние выделенной системы, и выходные, через которые выделенная система влияет на состояние внешней системы.

Процессы. Под процессом в мехатронной системе понимается изменение состояния системы как функции времени, например переходный процесс изменения скорости вала двигателя, процесс заполнения базы данных, процесс запираания транзистора и т. п. Обоснованный выбор изменяемых параметров элементов системы, например с целью получения оптимального по времени переходного процесса, будет являться его проектированием. Зависимость одного процесса от другого, допустим, скорости материальной точки $V(t)$ от пути $S(t)$, пройденного материальной точкой, описывается оператором $V(t) = d[S(t)]/dt$. Иногда для удобства исследования или применения процессы определяют в пространстве других переменных, но при этом всегда определено их преобразование в пространство определения времени, например, преобразование Лапласа, Фурье и т. п. Под проектированием процессов в рамках данного пособия мы будем понимать проектирование процессов, протекающих в мехатронных устройствах либо изменяемых с помощью мехатронных устройств.

Конструирование — это часть проектирования, включающая компоновку машины и ее сборочных единиц; разработку сборочных чертежей; выполнение электрических, гидравлических, пневматических схем; разработку чертежей деталей; расчеты механических деталей на прочность, жесткость, устойчивость, долговечность и т. п.; расчеты элементов электронных схем на требуемые номиналы всех его существенных параметров (например, расчет сопротивления резистора, допустимой мощности потерь на нем и т. п.); расчеты элементов пневмо- и гидросхем на требуемые номиналы всех его существенных параметров (давление и расход рабочего тела, ход штока и т. п.).

Проектирование возможно без конструирования, например, при создании изделий из типовых блоков (отверточная сборка).

Мехатронные устройства как объект проектирования. Мехатронные устройства как область техники — это образовавшийся в последние десятилетия класс машин или узлов машин, базирующийся на использовании достижений точной механики, в том числе микроразмерной и наноразмерной, электропривода, контрольно-измерительных приборов, электроники, компьютерного управления. Типовая структурная схема мехатронного устройства приведена на рис. 1.

А. Устройства числового программного управления (УЧПУ, контроллеры, цифровые ЭВМ и т. п.).

Б. Средства предоставления информации людям-операторам.

В. Сенсоры внешнего мира — датчики состояния внешнего, по отношению к проектируемому изделию, мира.

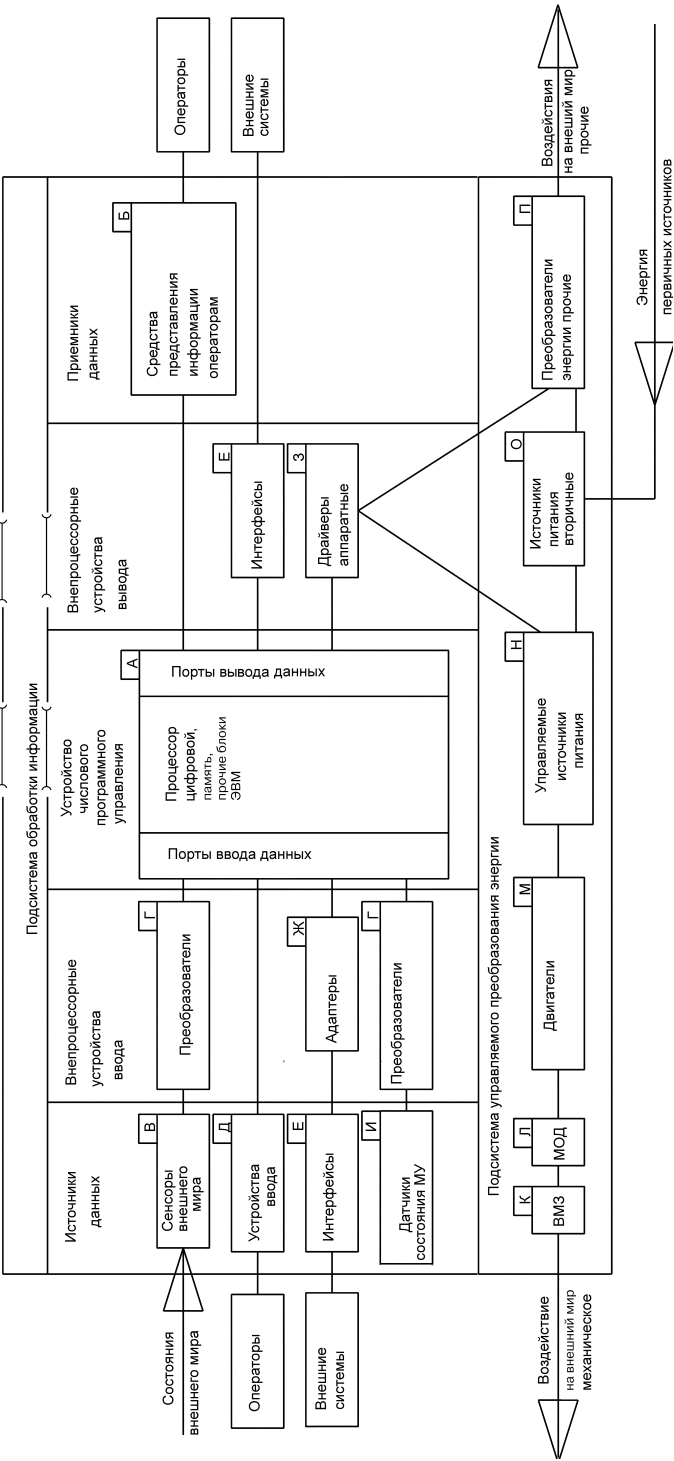


Рис. 1
Состав мехатронного устройства

Г. Преобразователи (устройства подготовки сигналов). Внепроцессорные сигналы часто нуждаются в подготовке для улучшения их качества. Качество сигнала определяется уровнем его напряжения, наличием помех, их уровнем (отношение «сигнал/шум») и типом, искажением формы сигнала и т. п. К часто встречающимся видам подготовки относятся: усиление напряжения и/или мощности, фильтрация, исправление формы импульса, ограничение уровня, модуляция и демодуляция сигнала, средства обработки цифровых кодов и т. п.

Д. Устройства ввода данных от человека-оператора.

Е. Интерфейсы цифровые служат для обмена данными между цифровыми устройствами. Интерфейсы различаются, прежде всего, способом обмена в параллельных или последовательных кодах.

Интерфейсы параллельного обмена, или порты параллельного цифрового ввода или вывода (параллельные порты, *Parallel port*), — это аппаратура сопряжения, позволяющая подключить к системной шине процессора внешнее устройство путем обмена в параллельных кодах. Параллельные порты позволяют согласовывать низкую скорость работы внешнего устройства и высокую скорость работы системной шины микропроцессора. По отношению к внешнему устройству порт представляет собой обычный источник или приемник информации со стандартными цифровыми логическими уровнями (обычно ТТЛ), а по отношению к процессору — это ячейка памяти, в которую можно записывать данные.

Интерфейсы последовательного обмена, или порты последовательного цифрового ввода или вывода (последовательные порты, *Serial port*), — это аппаратура сопряжения, позволяющая подключить к системной шине процессора внешнее устройство путем обмена в последовательных кодах, бит за битом. Последовательные порты обладают существенно меньшей скоростью обмена, чем параллельные, но возможность удаленного обмена у последовательных портов намного выше.

Ж. Адаптеры — устройства логического и аппаратного согласования одних устройств с другими.

З. Драйверы аппаратные служат для аппаратного и логического согласования входа управляемого источника питания (УИП) с цифровым выходом устройства числового программного управления (УЧПУ).

И. Датчики состояний мехатронных устройств предназначены для сбора необходимой в рамках данного проекта информации о состоянии мехатронного устройства и/или его частей. Различают датчики-измерители физической величины и датчики-наблюдатели физической величины, рассчитывающие ее значения по другим измеренным величинам.

К. Выходное механическое звено (ВМЗ) — это одноподвижный или многоподвижный механизм (последовательной или параллельной структуры), обеспечивающий перемещение одного или нескольких рабочих органов мехатронной машины или других механизмов (звеньев). Различают манипулирующие (перемещающие) и нагрузочные (воспроизводящие требуемую зависимость между внешними силами или реакциями опор и управляемыми усилиями входных звеньев) механизмы [55].

Л. К механизмам обеспечения движения (МОД) можно отнести: муфты; механизмы преобразования движения (передаточные механизмы [55]); механизмы фиксации положения выходного звена, ограничители движения (фиксаторы, упоры, стопоры) выходного звена, тормозные устройства (управляемые ограничители). Механизмы обеспечения движения в мехатронном узле существуют всегда, но их сложность может меняться в широких пределах: от простейшего устройства сопряжения валов до сложнейших и дорогостоящих механизмов.

М. К наиболее известным двигателям, применяемым в мехатронных машинах, относятся электромеханические преобразователи электромагнитного типа (электромагнитные двигатели, коллекторные двигатели постоянного тока, асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором, двигатели на базе синхронных машин (вентильные, моментные, шаговые, вентильно-индукторные, магнитострикционные)); электромеханические преобразователи на базе пьезоэлектрического эффекта; электрогидро- и электропневмоприводы. В последние годы вырос интерес к автомобильной мехатронике (автотронике) и появились двигатели внутреннего сгорания с микропроцессорным управлением. Резко возрос интерес к поиску новых преобразователей электрической и других типов энергии в механическую, к созданию микро- и наноразмерных двигателей.

Н. Управляемые источники питания (УИП) (усилители и преобразователи энергии питания) проектируются и создаются для целенаправленного изменения энергии в нагрузке (например, в двигателе мехатронной машины). Управление механической мощностью двигателя реализуется через управление расходом энергии в цепях его питания, путем подачи на вход УИП электрических сигналов. В мехатронных машинах могут встретиться задачи управления и немеханической мощностью, например, управление мощностью электрического нагревателя. Основные функции УИП — это управление мощностью, поступающей в нагрузку УИП; реверсирование потока энергии в нагрузке; динамическое торможение двигателей; рекуперация энергии; отключение нагрузки от источника.

О. Источники питания вторичные (проектируемые вместе с изделием).

П. Преобразователи энергии питания служебного назначения.

Хотя представленные на рис. 1 элементы встречаются во многих технических устройствах, все же можно выделить ряд **признаков мехатронного устройства**.

1. *Наличие интеграции следующих функциональных элементов:*

- выходного механического звена (ВМЗ), выполняющего внешние функции мехатронного устройства;
- двигателей выходного механического звена;
- управляемого источника питания (УИП) (усилителя/преобразователя энергии питания двигателя);
- устройства числового программного управления (УЧПУ);
- информационной системы, контролирующей состояние внешнего мира и внутренних параметров мехатронного устройства, которая может включать в себя: датчики состояния мехатронного устройства, датчики

состояния внешнего мира (сенсоры очувствления), устройства ввода и вывода данных для человека-оператора, преобразователи сигналов и драйверы аппаратные, обеспечивающие логическое и аппаратное согласование сигналов, интерфейсы для ввода и вывода данных в УЧПУ.

2. Минимум преобразований информации и энергии (например, прямое цифровое управление безредукторным приводом) — *принцип минимума преобразований*.

3. Использование одного и того же элемента мехатронного устройства для реализации нескольких функций (например, параметры двигателя (ток, противоЭДС) используются для измерения его момента и скорости) — *принцип совмещения функций*.

4. Проектирование функций различных элементов мехатронного устройства должно осуществляться таким образом, чтобы цели служебного назначения изделия достигались совместным выполнением этих функций без их дублирования и с максимальным эффектом (*принцип синергетики*).

5. Объединение корпусов узлов мехатронного устройства — *принцип совмещения корпусов*.

6. *Применение сверхплотного монтажа* элементов.

Примерами современных мехатронных устройств являются агрегаты станков, роботы различного назначения, дисководы и принтеры в компьютерах, техника военного назначения, бытовая техника и т. п. В последнее время резко возрос интерес к микро- и наномехатронике. Микромехатроника — это область разработки и производства изделий, содержащих сборочные единицы с размерами, лежащими в пределах $10^{-3} \dots 10^{-6}$ м, обеспечивающих линейные (или угловые, приведенные к линейным) перемещения в пределах $10^{-3} \dots 10^{-6}$ м, либо использующих микротехнологии изготовления деталей. Таким же образом наномехатронике соответствует область размеров $10^{-6} \dots 10^{-9}$ м.

Микро- и нанотехнологии при проектировании мехатронных устройств могут использоваться в части:

- применения микро- и наноразмерных ВМЗ и приводов (например, системы микро- и наноперемещений на основе пьезоэлектрических и электростатических преобразователей энергии); микро- и наноразмерных преобразователей сигналов; микро- и наноконтроллеров (например, квантовых компьютеров); микромодулей энергопитания;
- разработки способов и средств обеспечения управляемых перемещений в микро- и нанодиапазонах (например, с применением двигателей микро- и наноперемещений; особо точных механизмов обеспечения движения; датчиков с высокой разрешающей способностью; контроллеров с разрядностью до 128 байт; параллельных вычислений, в том числе на искусственных нейросетях, с использованием квантовых алгоритмов; двигателей с большим диапазоном устойчивых скоростей, в том числе в микро- и нанодиапазонах; механизмов со сверхнизкими потерями на трение; подвижных опор с зазорами менее 1 мкм и т. п.);
- внедрения микро- и нанотехнологий изготовления узлов и деталей, например, создание напыляемых однослойных и многослойных пленок толщиной от 10^{-3} до 10^{-9} м из материалов, определяющих физико-химиче-

ские свойства покрытия (защитные и оптические покрытия, пассивирующие и выравнивающие слои, сенсорные покрытия, изолирующие пленки, неорганические мембраны, пленки для электрооптики и нелинейной оптики, электрохромирование, полупроводниковые и антистатические покрытия, сверхпроводящие пленки, упрочняющие пленки и сегнетоэлектрики и др.); удаление привнесенных микрочастиц с размерами от 10^{-3} до 10^{-9} м; очистка поверхностей потоками микрочастиц с размерами от 10^{-3} до 10^{-6} м; изготовление деталей с допусками в пределах от 10^{-3} до 10^{-6} м.

Мехатронное устройство может быть либо машиной, либо узлом (звеном, модулем) машины.

Положение выходного механического звена (ВМЗ) определяется в системе координат, жестко связанной с корпусом мехатронного устройства. ВМЗ может иметь одну или несколько степеней свободы относительно корпуса. Такие устройства называют однокоординатными или двух-, трех-, многокоординатными.

Мехатронные устройства могут иметь в одном механизме два или более ВМЗ. Название таких узлов обычно связано с их технологическим назначением, например, двухосевые, многошпиндельные, многокоординатные и т. п.

По типу объединения корпусов узлов мехатронного устройства различают:

- монокорпусные мехатронные узлы (все корпуса жестко связаны между собой);
- распределенные мехатронные устройства (корпуса связаны только информационными и энергетическими интерфейсами);
- комбинированные мехатронные устройства (часть корпусов объединены в жесткие блоки).

При объединении мехатронные узлы (модули, звенья) образуют мехатронную машину, в которой они обладают возможностью управляемого относительного перемещения. В этом случае узел чаще называют звеном, например в робототехнике, или модулем.

Звено, жестко связанное с базовой (инерциальной) системой координат (БСК), называется основанием (стойкой) мехатронной машины и считается первым. Второе звено жестко связано с подвижной частью первого звена и является его нагрузкой. Если каждое i -е звено связано только с $(i - 1)$ -м, то звенья образуют разомкнутую кинематическую цепь. Если есть хотя бы одно звено, связанное не только с предыдущим, но и с другими звеньями, то кинематическая цепь называется замкнутой.

Объединение мехатронных машин называется системой мехатронных машин.

При проектировании макромехатронных устройств в целом используют те же способы и приемы, что и в проектировании изделий машиностроения и приборостроения, и отражается накопленный опыт.

Проектирование микро- и, особенно, наномехатронных изделий отличается существенной спецификой, связанной с особенностями технологии и моделирования, методами расчета, навыками и менталитетом разработчика. Для изложения этих особенностей необходим отдельный учебник.

Проектирование изделий мехатроники имеет ряд особенностей.

1. В коллектив разработчиков мехатронного устройства должны входить специалисты различных областей знаний, таких как математика, точная механика и микромеханика, приводная техника, электроника, вычислительная техника, техника измерений и обработки информации, технология и других. Каждый из этих специалистов использует свою терминологию, методы проектирования, способы мышления и т. п., поэтому руководитель проекта должен не только быть гибким и умным администратором, но и владеть разносторонними, иногда энциклопедическими знаниями во многих областях техники.

2. Мехатронное устройство — это наукоемкое изделие, комплектующие части которого интенсивно модернизируются, поэтому коллектив проектировщиков должен постоянно учиться, осваивая все новые и новые элементы, средства и приемы проектирования.

3. Мехатронное устройство — это, как правило, изделие, требующее точных и тонких расчетов, постоянного и всеобъемлющего моделирования, высокоточной и чувствительной измерительной техники тестирования макетов. Все это также предъявляет высокие требования как к квалификации специалистов, так и к оснащению проектной группы.

Предлагаемый учебник соответствует государственному образовательному стандарту высшего профессионального образования по направлению 221000 «Мехатроника и робототехника» в части изучения способов и методов проектирования.

Излагаемый материал предполагает, что читатель знаком с общим курсом физики, общей и дискретной математикой для технических вузов и методами математического моделирования; начертательной геометрией и инженерной графикой; основами информатики; теоретической механикой, курсом «Детали машин» и основами конструирования, сопротивлением материалов и материаловедением; с основами стандартизации и сертификации изделий, основами метрологии; экономикой машиностроительного производства; с технологией конструкционных материалов и технологией автоматизированного машиностроения и приборостроения; электротехникой и электроникой; с теорией автоматического управления и технологиями применения искусственного интеллекта. Кроме того, знания читателя должны включать основы мехатроники и области применения мехатронных систем — конструирование мехатронных модулей; микропроцессорная техника, компьютерное управление мехатронными системами, информационные устройства и системы в мехатронике и робототехнике; электромеханические и мехатронные системы и приводы роботов; основы робототехники, методы управления роботами, робототехническими системами и их программным обеспечением; технология роботизированного производства.

Рассмотренные в учебном пособии вопросы не охватывают всего многообразия проектных ситуаций, с которыми может встретиться разработчик мехатронного или робототехнического устройства, так как это многообразие весьма обширно и изменчиво.

Пособие предлагает некоторую методологию и типовые процедуры, которые читатель может использовать по своим потребностям и усмотрению, а также адаптировать их к новой проектной ситуации.

ГЛАВА 1

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КАК ВИДА ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

1.1. ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ ИЗДЕЛИЯ

Для удобства анализа отношений субъектов проекта рассматривают понятие о жизненном цикле изделия (ЖЦ) и структуре цикла. Структура цикла может учитывать различные отношения, например, финансовые отношения между субъектами проекта и этапами проектирования (рис. 2).

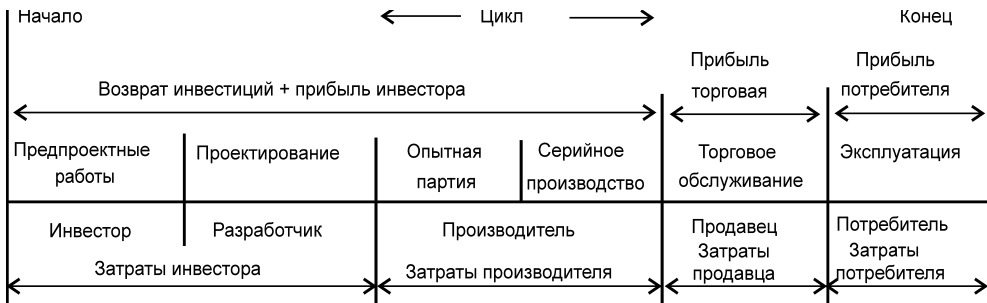


Рис. 2
Схема жизненного цикла изделия

Развитие цивилизации в целом и мировой экономики в частности потребовали коренной реорганизации всех процессов ЖЦ, которая вылилась в принятую на сегодняшний день *CALS*-идеологию производства и потребления изделий, важнейшим элементом которой является их проектирование.

1.2. КОНЦЕПЦИЯ, СТРАТЕГИЯ И ТЕХНОЛОГИИ *CALS*

В настоящее время на мировом рынке наукоемких промышленных изделий отчетливо выделяются три основные тенденции: повышение сложности и ресурсоемкости изделий; повышение конкуренции на рынке; развитие кооперации между участниками жизненного цикла (ЖЦ) изделия.

Добиться повышения конкурентоспособности изделия можно, например, за счет повышения степени удовлетворения требований заказчика, сокращения сроков создания изделия, сокращения затрат на создание изделия.

Основным способом повышения конкурентоспособности изделия является повышение эффективности процессов его ЖЦ, т. е. повышение эффективности управления ресурсами, используемыми при выполнении этих процессов. В настоящее время существует большое количество методик, предназначенных для повышения эффективности управления ресурсами разного типа: материальными, финансовыми, кадровыми или информационными.

Концепция CALS. Основой концепции *CALS (Continuous Acquisition and Life cycle Support)* является повышение эффективности процессов ЖЦ изделия за счет оперативного и доступного использования информации об изделии. Задачей *CALS* является преобразование ЖЦ изделия в высокоавтоматизированный процесс путем реструктуризации (реинжиниринга) входящих в него бизнес-процессов. *CALS* рассматривается как непрерывное развитие и поддержка ЖЦ и олицетворяет 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 — *Life cycle Support* — обозначает путь внедрения новых организационных методик разработки изделия, например, параллельного проектирования, междисциплинарных рабочих групп, иных методик. Новые методики могут потребовать увеличения инвестиций на этапах создания и модернизации изделия, но позволят 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 повышением сложности изделий и применением для их разработки современных компьютерных систем значительно увеличивается объем данных об изделии. При этом прежние методы работы с данными уже не позволяют обеспечивать их точность, целостность и актуальность при сохранении приемлемых временных и материальных затрат. Во-вторых, увеличение количества участников проекта приводит к возникновению серьезных проблем при обмене информацией, связанных с коммуникационными барьерами (например, несовместимость компьютерных систем).

Отсюда и вытекают основные задачи *CALS*: создание единого информационного пространства (ЕИП), повышение эффективности управления информацией, преодоление коммуникационных барьеров, повышение эффективности процессов ЖЦ и взаимодействия между участниками процесса, снижение временных и материальных издержек, более полное удовлетворение запросов заказчика и пользователя.

Единое информационное пространство (ЕИП) CALS должно обладать следующими свойствами:

- вся информация представляется в электронном виде;
- ЕИП охватывает всю информацию об изделии;
- ЕИП является единственным источником данных об изделии (прямой обмен данными между участниками ЖЦ исключен);
- ЕИП строится только на основе международных, государственных и отраслевых информационных стандартов;
- для создания ЕИП используются программно-аппаратные средства, уже имеющиеся у участников ЖЦ;
- ЕИП постоянно развивается.

Основными преимуществами ЕИП являются:

- обеспечение целостности данных;
- возможность организации доступа к данным географически удаленных участников ЖЦ изделия;
- отсутствие потерь данных при переходе между этапами ЖЦ изделия;
- единовременный доступ всех участников ЖЦ изделия к измененным данным;
- повышение скорости поиска данных и доступа к ним по сравнению с бумажной документацией;
- возможность использования различных компьютерных систем для работы с данными.

ЕИП может быть создано для организационных структур разного уровня: от отдельного подразделения до виртуального предприятия или корпорации. При этом различается и эффект, получаемый от создания ЕИП.

CALS-технологии. При реализации стратегии CALS используются три группы методов, называемых CALS-технологиями:

- технологии анализа и реинжиниринга бизнес-процессов — набор организационных методов реструктуризации способа функционирования предприятия с целью повышения его эффективности (эти технологии нужны для перехода от бумажного документооборота к электронному, а также для внедрения новых методов разработки изделия);
- технологии представления в электронном виде данных, относящихся к отдельным процессам ЖЦ изделия (эти технологии предназначены для автоматизации отдельных процессов ЖЦ (первый этап создания ЕИП));
- технологии интеграции данных об изделии — набор методов для интеграции автоматизированных процессов ЖЦ и относящихся к ним данных, представленных 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 в рамках ЕИП применяются специализированные программные средства — **системы управления данными об изделии (PDM — Product Data Management)**.

Задачей *PDM*-системы является аккумулирование всей информации об изделии, создаваемой прикладными системами, в единую логическую модель.

Процесс взаимодействия *PDM*-системы и прикладных систем строится на основе стандартных интерфейсов, которые можно разделить на четыре группы:

- функциональные стандарты задают организационную процедуру взаимодействия компьютерных систем, например, *IDEFO*;
- стандарты на программную архитектуру задают архитектуру программных систем, необходимую для организации их взаимодействия без участия человека, например, *CORBA*;
- информационные стандарты задают модель данных об изделии, используемую всеми участниками ЖЦ, например, *ISO 10303 STEP*;
- коммуникационные стандарты задают способ физической передачи данных по локальным и глобальным сетям, например, *Internet*-стандарты.

Поскольку потребитель является полноправным участником ЖЦ изделия, то он также имеет доступ в ЕИП, но для многих потребителей это может быть достаточно дорого. Учитывая это, а также то, что потребителю необходимы только эксплуатационные данные об изделии, в качестве средства доступа к ЕИП он может использовать не *PDM*-систему, а интерактивные электронные технические руководства (ИЭТР). ИЭТР разрабатывается поставщиком, обеспечивает доступ потребителя к эксплуатационной информации об изделии в ЕИП и имеет стандартный интерфейс пользователя.

PDM-технология предназначена для управления всеми данными об изделии, а также информационными процессами ЖЦ изделия, создающими и использующими эти данные. Данные об изделии состоят из идентификационных, например, данных о составе или конфигурации изделия, и документов, которые используются для описания изделия или процессов его проектирования, производства или эксплуатации (при этом все данные обязательно представлены в электронном виде). Управление информационными процессами ЖЦ представляет собой поддержку различных процедур, создающих и использующих данные об изделии (например, процедуры изменения изделия), т. е. фактически поддержку электронного документооборота, например, конструкторского.

Основной идеей *PDM*-технологии является повышение эффективности управления информацией за счет повышения доступности данных об изделии, требующихся для информационных процессов ЖЦ. Повышение доступности достигается за счет интеграции всех данных об изделии в логически единую модель.

PDM-система — это система управления данными об изделии (система управления проектами), содержащая всю информацию об изделии, включая его состав и структуру, геометрические данные, чертежи, планы проектирования и производства, нормативные документы, программы для станков с ЧПУ, результаты анализа, корреспонденцию, данные о партиях изделия и его отдельных экземплярах, а также многое другое. *PDM*-система выступает

в качестве средства интеграции всего множества используемых прикладных компьютерных систем (САПР, АСУП и т. п.) путем аккумуляции поступающих от них данных в логически единую модель на основе стандартных интерфейсов взаимодействия.

Пользователями *PDM*-системы выступают все сотрудники каждого предприятия-участника ЖЦ изделия: проектировщики, 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 является предоставление соответствующему сотруднику нужной ему информации в нужное время в удобной форме (в соответствии с правами доступа).

Все функции полноценной *PDM*-системы можно четко разделить на несколько групп.

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 различными способами. При этом документы, хранящиеся в системе, являются электронными документами, т. е., например, обладают электронной подписью.

Управление процессами. *PDM*-система выступает в качестве рабочей среды пользователей и отслеживает все их действия, в том числе следит за версиями создаваемых ими 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.

Классификация и распределение изделий и документов для автоматизации поиска изделий с нужными характеристиками с целью их повторного использования или автоматизации присваивания обозначений компонентов изделия.

Календарное планирование работ — распределение ресурсов по отдельным задачам и контроль выполнения задач со стороны руководства.

Вспомогательные функции, обеспечивающие взаимодействие *PDM*-системы с другими программными средствами, пользователями, а также взаимодействие пользователей друг с другом.

Эффективность *PDM*-системы проявляется в сокращении времени разработки изделия (т. е. сокращении времени выхода изделия на рынок) и повышении качества изделия. Сокращение времени выхода на рынок достигается в первую очередь за счет:

- избавления проектировщика от непроизводительных затрат своего времени, связанных с поиском, копированием и архивированием данных, что при работе с бумажными данными составляет 25...30% его времени;

- улучшения взаимодействия между конструкторами, технологами и другими участниками ЖЦ-изделия путем поддержки методики параллельного проектирования, что приводит к сокращению количества изменений изделия;
- значительного сокращения срока изменения конструкции изделия или технологии его производства с помощью улучшения контроля за потоком работ в проекте;
- резкого увеличения доли заимствованных или несколько измененных компонентов в изделии (до 80%) путем предоставления возможности поиска компонента с необходимыми характеристиками.

1.3. СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ

Системный подход к проектированию характеризуется следующими условиями:

- объект проектирования рассматривается как взаимосвязанная система элементов, являющаяся подсистемой некоторой внешней системы;
- описание каждого элемента, его характеристики должны даваться с учетом его роли в функционировании всей системы;
- описание всей системы должно проводиться с учетом ее роли в функционировании системы высшего уровня;
- учет диалектических свойств каждого элемента системы обязателен;
- исследование объекта проектирования должно проводиться с учетом условий его работы во внешней среде.

Инструментом исследования систем является системный анализ, включающий:

- логико-структурный анализ (логика анализа, структуризация проблемы, оценки экспертов, интуиция, опыт);
- общую теорию систем (концепция систем, методы описания систем и т. п.);
- технико-экономический анализ (маркетинг, бизнес-планирование, методы оценки стоимости, методы оценки качества объекта проектирования, оптимизация проектов);
- исследование операций (математические методы исследования операций, моделирование);
- вычислительные методы.

Параметры проектирования — это значения характеристик, вносимых в проектную документацию, которые разработчик может изменять (выбирать) в процессе ее разработки, например, материал детали, ее размеры и их качества, допуски на отклонения формы и расположения поверхностей, параметры шероховатости, тип покрытия поверхности, способ сборки деталей, род электрического тока, его параметры и допуски на отклонения, вид физического носителя сигнала, тип сигнала и его параметры, разрядность и тактовая частота цифрового контроллера, марка типовой сборочной единицы, алгоритм работы программы ЭВМ, закон преобразования сигнала и т. п. Спроектиро-

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru