САПР в транспортных технологиях

Попов А.П. (МИИТ)

Попова Т.А. (МИРЭА)

Комаров Ю.Ю. (МИИТ)

Аннотация: В настоящее время на всех предприятиях транспортного машиностроения широко используются различные системы автоматизированного проектирования. Уровень используемых САПР зависит как от производственной структуры, так и конкретных особенностей предприятия.

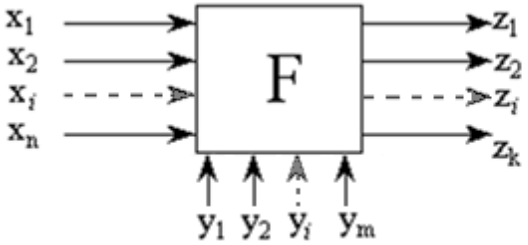
Ключевые слова: системы САПР, CAD, CAM, CAE, PDM, EPR, MES, АСУП, АСУТП, PLM

То, что еще недавно казалось невозможным, а именно участие компьютерных и информационных технологий в жизни людей, стало реальностью. Практически все области народного хозяйства автоматизированы и транспортные системы не являются исключением. Как и для любой сложной системы информационные технологии, используемые при разработке и созданию различных проектов, которые должны отвечать ряду условий: надёжности, работоспособности и безотказности.

Так обеспечение безопасности движения поезда закладывается еще на этапе его проектирования. Использование множества программных средств способствуют простому и при этом точному решению задач проектирования и разработки технологии изготовления систем управления в частности железнодорожного транспорта.

Автоматизация любого проектирования осуществляется с помощью, так называемых систем автоматизированного проектирования (САПР). Основная цель применения САПР это повышение эффективности труда инженеров, включая сокращение трудоёмкости проектирования и планирования, сокращение сроков проектирования, сокращение себестоимости проектирования и изготовления, уменьшение затрат на эксплуатацию, повышение качества и технико-экономического уровня результатов проектирования, сокращение затрат на натурное моделирование и испытания.

Для реализации этих целей в САПР и кибернетике в целом, используют моделирование. В начале модели представляют в виде алгоритмов решения задач, а затем - в виде программ. Модели сложных объектов расчленяются на частные подмодели, разбиваются на более простые, отражающие отдельные стороны функционирования объекта (т.е. подвергаются декомпозиции на частные модели). Каждая частная модель представляет собой некоторое математическое преобразование:



$$Z = F(X, Y)$$
$$Z = \{z_i,\ i=1..k\}$$
$$X = \{x_i,\ i=1..n\}$$
$$Y = \{y_i,\ i=1..m\}$$

где $Z = \{z_i,\ i=1..k\}$ - совокупность выходных параметров модели, оператор (модель) преобразования (F - функция от входных переменных);

вектор $X = \{x_i, i=1..n\}$ - совокупность внешних параметров, приходящих из модели более общей системы;

вектор $Y = \{y_i, i=1..m\}$ - совокупность входных управляемых параметров модели, которыми может оперировать конструктор в процессе проектирования. Управляемые входные параметры могут меняться в заданных пределах, т.е. на них накладываются так называемые параметрические ограничения:

$$\{y_i^H \le y_i \le y_i^B, i=1..m\}$$

где y_i^H и y_i^B - нижний и верхний пределы;

Математическое обеспечение САПР включает в себя математические модели и методики построения математических объектов проектирования и алгоритмов их решения. Эти модели и методики используются для формализованного представления объекта проектирования в виде математических моделей, а методики и алгоритмы - при реализации конкретных алгоритмов решения задач проектирования с использованием математических моделей.

В нашей стране системы автоматизированного проектирования классифицируются по ГОСТ 23501.108-85.

В САПР машиностроительных отраслей промышленности как правило выделяют следующие системы: система функционального проектирования, система конструкторского и система технологического проектирования. К системам Функционального проектирования относят системы расчетов и инженерного анализа или системы CAE (Computer Aided Engineering). Системы конструкторского проектирования называют системами CAD (Computer Aided Design). Проектирование технологических процессов составляет часть технологической подготовки производства и выполняется в системах CAM (Computer Aided Manufacturing).

Для решения проблем совместного функционирования компонентов САПР различного назначения, координации работы систем CAE/CAD/CAM, управления проектными данными и проектированием разрабатываются системы, получившие название систем управления проектными данными PDM (Product Data Management). Системы PDM либо входят в состав модулей конкретной САПР, либо имеют самостоятельное значение и могут работать совместно с разными САПР.

Информационная поддержка этапов производства продукции осуществляется автоматизированными системами управления предприятием (АСУП) и автоматизированными системами управления технологическими процессами (АСУТП).

К АСУП относятся системы планирования и управления предприятием ERP (Enterprise Resource Planning), планирования производства и требований к материалам MRP-2 (Manufacturing Requirement Planning) и системы SCM. Наиболее развитые системы ERP выполняют различные бизнес-функции, связанные с планированием производства, закупками, сбытом продукции, анализом перспектив маркетинга, управлением финансами, персоналом, складским хозяйством, учетом основных фондов и т.п. Системы MRP-2 ориентированы, главным образом, на бизнес-функции, непосредственно связанные с производством. В некоторых случаях системы SCM и MRP-2 входят как подсистемы в ERP, в последнее время их чаще рассматривают как самостоятельные системы.

Промежуточное положение между АСУП и АСУТП занимает производственная исполнительная система MES (Manufacturing Execution Systems), предназначенная для решения оперативных задач управления проектированием, производством и маркетингом.

В состав АСУТП входит система SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), выполняющая

диспетчерские функции (сбор и обработка данных о состоянии оборудования и технологических процессов) и помогающая разрабатывать ПО для встроенного оборудования. Для непосредственного программного управления технологическим оборудованием используют системы CNC (Computer Numerical Control) на базе контроллеров (специализированных компьютеров, называемых промышленными), которые встроены в технологическое оборудование с числовым программным управлением (ЧПУ).

На этапе реализации продукции выполняются функции управления отношениями с заказчиками и покупателями, проводится анализ рыночной ситуации, определяются перспективы спроса на планируемые изделия. Эти функции возложены на систему CRM.

Функции обучения обслуживающего персонала возложены на интерактивные электронные технические руководства IETM (Interactive Electronic Technical Manuals), с их помощью выполняются диагностические операции, поиск отказавших компонентов, заказ дополнительных запасных деталей и некоторые другие операции на этапе эксплуатации систем.

Управление данными в информационном пространстве, едином для различных автоматизированных систем, возлагается на систему управления жизненным циклом продукции, реализующую технологии PLM (Product Lifecycle Management). Технологии PLM объединяют методики и средства информационной поддержки изделий на протяжении всех этапов жизненного цикла изделий. Характерная особенность PLM - обеспечение взаимодействия как средств автоматизации разных производителей, так и различных автоматизированных систем многих предприятий, т.е. технологии PLM (включая технологии CPC) являются основой, интегрирующей информационное пространство, в котором функционируют САПР, ERP, PDM, SCM, CRM и другие автоматизированные системы многих предприятий.

Литература

1. Железнодорожные станции и узлы / Транспорт, М., 1986г.

2. Перегонные системы автоматики и телемеханики. Донцов В.К., Екатеринбург, 1992г.

3. Системы автоматизированного проектирования: Учебн. пособие для ВУЗов: В 9 кн. / Под ред. И.П. Норенкова. - М.: Высш. шк., 1986. - 159 с.

4. Курс лекций по дисциплине «Системы автоматизированного проектирования». Тольятти.- 2008

5. САПР изделий и технологических процессов в машиностроении / Р.А. Аллик, В.И. Бородянский, А.Г. Бурин и др. Под общ. ред. Р.А. Аллика. - Л.: Машиностроение, 1986. - 319 с., ил.