

Вергунов С. В., доцент,

Вергунова Н. С., студентка 4 курса

Харьковская государственная
академия дизайна и искусств

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ CAD/CAM/CAE-СИСТЕМ. ЧАСТЬ 1. ТЕНДЕНЦИИ

Аннотация. В статье поднимается вопрос о современных тенденциях и перспективах развития CAD/CAM/CAE-систем, рассматривается их значение в контексте индустриального дизайна.

Ключевые слова: промышленный дизайн, 3D-модель, 3D-моделирование, CAD/CAM/CAE-системы, САПР, SolidWorks, виртуальное проектирование.

Анотація. Вергунов С.В., Вергунова Н.С. Сучасні тенденції та перспективи розвитку CAD/CAM/CAE-систем. Частина 1. Тенденції. У статті піднімається питання про сучасні тенденції і перспективи розвитку CAD/CAM/CAE-систем, розглядається їх значення у контексті промислового дизайну.

Ключові слова: промисловий дизайн, 3D-модель, 3D-моделювання, CAD/CAM/CAE-системи, САПР, SolidWorks, віртуальне проектування.

Annotation. Vergunov S.V., Vergunova N.S. Present tendencies and prospects of CAD/CAM/CAE-systems development. Part 1. Tendencies. This article is about present tendencies and prospects of CAD/CAM/CAE-systems development, the significance of these systems for industrial design also considered.

Key words: industrial design, 3D-model, 3D-modeling, CAD/CAM/CAE-systems, SolidWorks, virtual projecting.

Постановка проблемы. Проблема, затронутая в данной статье, заключается в определении влияния современных тенденций и перспектив развития CAD/CAM/CAE-систем на изобразительные средства промышленного дизайнера; их сущности и роли в проектной деятельности.

Связь работы с научными или практическими программами. Тема статьи является частью научных исследований кафедры «Дизайн» ХГАДИ, а также соотносится с прикладной госбюджетной темой «Методологія інноваційного дизайну у контексті науково-технічного прогресу і глобальної екологічної кризи» утвержденной МОНУ (номер государственной регистрации 0103U006435).

Анализ последних исследований и публикаций. Исследований, занимающихся подобной тематикой, в контексте промышленного дизайна на Украине не выявлено.

Цель работы. Выявить и определить влияние современных тенденций и перспектив развития CAD/CAM/CAE-систем на изобразительные средства промышленного дизайнера в контексте объективно существующего проектного процесса, основанного на базе 3D-моделирования.

Результаты исследований. К наиболее эффективным технологиям, применяемым в современном промышленном производстве и индустриальном дизайне, принадлежат CAD/CAM/CAE-системы. В обиходе стран СНГ эти системы имеют аббревиатуру САПР – системы автоматизированного проектирования или АСУП – автоматизированные системы управления [1, с.10; 2, с.92]. Напомним некоторые понятия. CAD-системы (computer-aided design) [2, с.59; 3, с.63, 92] – компьютерная поддержка проектирования. Эти системы предназначены для решения конструкторских задач и оформления конструкторской документации. Ведущие трехмерные CAD-системы позволяют реализовать идею сквозного цикла подготовки и производства сложных промышленных изделий. CAM-системы (computer-aided manufacturing) [2, с.59; 3, с.63, 92] – компьютерная поддержка изготовления. Эти системы предназначены для проектирования обработки изделий на станках с числовым программным управлением (ЧПУ) и выдачи программ для этих станков. В САМ-системах используется трехмерная модель детали, созданная в САД-системе. САЕ-системы (computer-aided engineering) [2, с.59] – поддержка инженерных расчетов. В САЕ-системах также используется трехмерная модель изделия, созданная в САД-системе. САЕ-системы еще называют системами инженерного анализа.

CAD/CAM/CAE-системы занимают особое положение среди других систем, поскольку представляют индустриальные технологии, непосредственно направленные в наиболее важные области материального производства. В настоящее время общепризнанным фактом является невозможность изготовления сложной наукоемкой продукции (спутников, кораблей, самолетов, танков, автомобилей, различных видов станков и

Надійшла до редакції 19.04.2011

промышленного оборудования и др.) без применения CAD/CAM/CAE-систем. Таким же общепризнанным фактом является невозможность быстрого обновления более простой продукции – сантехники, телевизоров, мебели, светильников, различных видов бытового оборудования и др.

За последние годы CAD/CAM/CAE-системы прошли путь от сравнительно простых чертежных приложений до интегрированных программных комплексов, обеспечивающих единую поддержку всего цикла разработки, начиная от эскизного проектирования и заканчивая технологической подготовкой производства, испытаниями и сопровождением. Современные CAD/CAM/CAE-системы не только позволяют сократить срок внедрения новых изделий, но и оказывают существенное влияние на технологию производства, позволяя повысить качество и надежность выпускаемой продукции – повышая, тем самым, ее конкурентоспособность, что является на сегодня главным критерием рынка. В частности, путем компьютерного моделирования сложных изделий проектировщик может зафиксировать нестыковку в самой детали или сборке деталей, экономя на стоимости изготовления физического прототипа. Даже для такого относительно несложного изделия, как утюг или электрочайник, стоимость прототипа может составлять несколько тысяч долларов, а полномасштабный прототип самолета будет стоить уже десятки миллионов долларов.

Существует примерная оценка стоимости исправления единственной ошибки на различных стадиях подготовки производства: концептуальное дизайн-проектирование – 1 (условная стоимость исправления одной ошибки); конструкторская проработка – 10; изготовление макета изделия – 100; проектирование технологической оснастки – 1000; изготовление оснастки – 10000; выпуск установочной серии – 100000; серийное производство – 1000000. Приведенные цифры демонстрируют необходимость и важность перехода на CAD/CAM/CAE-системы, потому что только с их помощью можно достичь глубокого анализа и правильного выбора пути проектирования с последующим производством, т.к. ошибки на каждом этапе оборачиваются линейно возрастающими потерями в последующем [4].

В настоящее время такая система производства наиболее перспективна и многие мировые производители переходят на нее, вкладывая в это немалые финансовые средства. Например, концерн Daimler-Chrysler разворачивает работы по «оцифровке» всех своих производственных процессов, по завершении которых должно произойти 30-процентное сокращение длительности общего производственного цикла. В концерне предполагают, что все работы по планированию, проектированию и управлению текущими операциями всех производственных мощностей будут осуществляться при помощи программных средств моделирования и визуализации компании Dassault Systems.

Пилотная программа «цифровой фабрики» уже работает на заводе Mercedes на выпуске машин

S-класса. Здесь используются CATIA, разработанная DS система автоматизированного проектирования и поддержки производства, а также инструментарий «виртуального производства», разработанный ее подразделением – компанией Delmia. В Daimler-Chrysler уже «до некоторой степени» внедрена цифровая система планирования производства, одновременно со строительством завода Mercedes-Benz для выпуска машин класса A и завода по производству двигателей. Кроме того, предприятие в США, на котором собирается джип Liberty, проектировалось с нуля с использованием инструментов моделирования [5].

Можно привести другой пример. TOYOTA INDUSTRIES CORPORATION (TICo), мировой лидер на рынке автомобильной промышленности, компания IBM и Dassault Systemes объявили, что TICo значительно сократила стоимость и время разработки своего вилочного погрузчика High Pick Lift, используя PLM-решения от IBM, включающие решение CATIA V5, разработанное компанией DS. Dassault Systemes также объявила, что в данный момент TICo использует решение DELMIA для разработки, моделирования и управления в реальном времени заводскими инструментами компании TICo, а также ее производственными процессами. Чтобы ускорить развитие международной кооперации, корпорация TICo развернет решения SMARTTEAM от IBM и DS с целью соединения в сеть избранных производственных площадок по всему миру. Компания TICo произведет интеграцию своих трехмерных моделей, 2D-чертежей, технической документации и спецификаций (Bill of Materials) с использованием продукта SMARTTEAM, который обеспечивает эффективные решения по разработке продукта и управления его жизненным циклом. «Мы достигли намеченных целей путем сокращения периода разработки High Pick Lift с 18 до 10 месяцев и сократили расходы на разработку на 53%», – сказал К. Митсуя (Kimpei Mitsuya), директор и член совета отделения Global IT компании TICo [6].

Более чем за 50-летнюю историю развития и становления систем САПР сложилось несколько классификаций, которыми пользуются в мире. Наиболее традиционно выглядит общепринятая международная классификация:

- чертежно-ориентированные системы, появившиеся в 70-е гг. XX века, успешно применяющиеся в некоторых случаях до сих пор;
- системы, позволяющие создавать трехмерную электронную модель объекта, которая дает возможность его моделирования вплоть до момента изготовления;
- системы, поддерживающие концепцию полного электронного описания объекта (EPD – Electronic Product Definition – технология, которая обеспечивает разработку и поддержку электронной информационной модели на протяжении всего жизненного цикла изделия, включая маркетинг, концептуальное и рабочее проектирование, технологическую подготовку, производство, эксплуатацию, ремонт и утилизацию).

Именно вследствие разработки EPD-концепции и появились основания для превращения автономных CAD-, CAM- и CAE-систем в интегрированные CAD/CAM/CAE-системы.

Традиционно существует также деление CAD/CAM/CAE-систем на системы верхнего, среднего и нижнего уровней. Следует отметить, что это деление является достаточно условным, т.к. сейчас наблюдается тенденция приближения систем среднего уровня (по различным параметрам) к системам верхнего уровня, а системы нижнего уровня все чаще перестают быть просто двухмерными чертежно-ориентированными и становятся трехмерными [7; 8].

Примерами CAD/CAM-систем верхнего уровня являются Pro/Engineer, Unigraphics, CATIA, EUCLID, I-DEAS (все они имеют расчетную часть — CAE).

Наиболее известными CAD/CAM-системами среднего уровня на основе твердотельного геометрического ядра ACIS (Spatial Technology) являются: ADEM (Omega Technology); Cimatron (Cimatron Ltd.); Mastercam (CNC Software, Inc.); AutoCAD 2002, Mechanical Desktop и Autodesk Inventor (Autodesk Inc.); Powermill (DELCAM); CADdy++ Mechanical Design (Ziegler Informatics GmbH); семейство продуктов Bravo (Unigraphics Solutions), IronCad (VDS) и др.

К числу CAD/CAM-систем среднего уровня на основе твердотельного геометрического ядра Parasolid (Unigraphics Solutions) принадлежат, в частности, MicroStation Modeler (Bentley Systems Inc.); CADKEY 99 (CADKEY Corp.); Pro/Desktop (Parametric Technology Corp.); SolidWorks (SolidWorks Corp.); Anvil Express (MCS Inc.), Solid Edge и Unigraphics Modeling (Unigraphics Solutions) и др. [9].

CAD-системы нижнего уровня (например, AutoCAD LT, Medusa, TrueCAD, КОМПАС, БАЗИС и др.) применяются, как правило, только при автоматизации чертежных работ.

В СССР, в начальный период становления САПР, были разработаны единый метод и признаки классификации, основные классификационные группировки и правила обозначения САПР. Классификацию и обозначения САПР, используемых в различных отраслях промышленности, устанавливал ГОСТ 23501. 108-85: «При разработке этого ГОСТа был использован фасетный метод классификации объектов, при котором классификационные признаки (т.е. объект классификации) характеризуются с разных сторон. По каждому признаку установлены классификационные группы, их характеристики и коды [1, с.13]. Сегодня эти классификации явно устарели потому, что системы автоматизированного проектирования, как обязательная составляющая любой современной промышленной отрасли, имеют тенденции путей дальнейшего совершенствования и стратегические перспективы развития.

Одна из таких тенденций заключается в том, что фирмы-разработчики программного обеспечения постоянно совершенствуют выпускаемые ими продукты. Так, например, 3D Studio MAX фирмы Autodesk Inc. в 2011 году выпустил уже двенадцатую

версию своей программы. Цифровой индекс в конце названия любого программного продукта, как правило, указывает на его версию: чем больше цифра, тем чаще происходило обновление данного программного продукта. Та же фирма Autodesk Inc., в свое время довела обновление программы AutoCAD до 14-й версии, но по окончании работ над 15-й версией, программный продукт претерпел кардинальные изменения и стал называться AutoCAD 2000. На сегодняшний день известна очередная версия этой программы под названием AutoCAD 2012.

По своей сути программы любой версии сохраняют свои основные принципы построения со времен изначальной разработки. Усовершенствования, которые вносят в них создатели, касаются появления новых модулей, инструментальных средств, возможностей импорта-экспорта, и т.д.

В последние годы наметилась явная тенденция «перетекания» возможностей, которые характерны либо только CAD-программам, либо только программам виртуального трехмерного построения. Например, в последних версиях программы SolidWorks значительно совершенствовался встроенный модуль рендеринга и анимации PhotoWorks, появился модуль Photoview 360. И, наоборот, в последних версиях 3D Studio MAX появились более расширенные возможности по созданию объектов, построенных на параметрических принципах, которые характерны только для CAD/CAM/CAE-систем.

Кроме тенденции версионного совершенствования программных продуктов, наметилась явная направленность разработки специфических, узконаправленных компьютерных программ, позволяющих работать с моделями, построенными в системах общего назначения. Подобные программные модули значительно облегчают и труд промышленного дизайнера.

С помощью этих программ можно исследовать разрабатываемый объект на внешние или внутренние напряжения, тепловые или механические воздействия, условный срок эксплуатации, ремонтпригодности и замены деталей. Можно исследовать аэродинамические качества модели, если это прототип самолета или автомобиля. Можно исследовать водонепроницаемость и динамические воздействия воды на разрабатываемый объект, если это прототип подводной лодки или батискафа. К таким программам, например, можно отнести:

— DesignSpace V 11.0 Продукт разработан компанией DesignSpace — отделением фирмы ANSYS, Inc. Программа DesignSpace — первый программный продукт, прочностного анализа, предназначенный для расчета по методу конечных элементов (МКЭ) изделий проектируемых во всех самых мощных CAD-системах, получивший сертификат качества ISO 9001. Позволяет конструктору, не обладающему специальными знаниями, быстро определять прочностные характеристики проектируемого изделия и корректировать геометрию модели для получения равнопрочной конструкции. При использовании

программы Dynamic Designer Motion для расчета кинематических и динамических нагрузок можно импортировать результаты этих расчетов в DesignSpace. В этом случае задание граничных условий для прочностного расчета происходит автоматически;

— Dynamic Designer Motion моделирует движение механизма и отдельных его деталей в пространстве. К геометрической модели механизма, разработанной в среде Mechanical Desktop, SolidWorks или SolidEdge автоматически или вручную добавляются специфические объекты движения: соединения (связи между деталями), массовые и инерционные характеристики, пружины, демпферы, силы, моменты, генераторы-приводы движения, кулачки или траектории движения отдельных компонентов механизма. Программа вычисляет положения деталей механизма, скорости, ускорения и силы реакции через заданные интервалы времени. Все расчетные данные могут просматриваться и анализироваться графически или в виде таблиц параметров. Кроме того, результаты расчета (силы и моменты) могут быть переданы в программу прочностных расчетов DesignSpace. В этом случае задание граничных условий модели в программе DesignSpace для расчета на прочность методом конечных элементов сводится к минимуму. Dynamic Designer Motion также способен воспроизводить анимацию движения механизма в режимах каркасной модели с удалением невидимых линий или в полутонном фотореалистическом представлении, проверяя факт пересечения деталей в полном диапазоне движения. В случае пересечения двух деталей между собой, автоматически создаются 3D-объекты, по форме соответствующие объему, занимаемому обеими деталями. Это позволяет легко дорабатывать конструкцию механизма за счет булевой операции вычитания 3D-объекта из дорабатываемой детали.

Выводы. Современные тенденции развития CAD/CAM/CAE-систем имеют явную направленность на совершенство подобных программных продуктов. Регулярное версионное обновление свидетельствует о постоянном интересе потребителей, что в свою очередь подтверждает их, CAD/CAM/CAE-систем, значение для современных производительных сил. Для промышленного дизайнера, являющегося неотъемлемой частью этих сил, наибольший интерес в изучении должны представлять трехмерные системы, основанные на объемном моделировании (solid modeling), представляющие собой разновидность трехмерного моделирования, которая применяется в САПР. Только работа промышленного дизайнера в параметрических CAD/CAM-системах позволит проектировать на уровне современных требований промышленного производства.

Дальнейшие исследования планируется направить на изучение проблем 3D-моделирования в промышленном дизайне, в контексте дизайнерского поля Украины, используя практические результаты при разработке учебных программ и написании учебно-методической литературы для студентов ХГАДИ.

Список использованной литературы:

1. Справочник по САПР [Текст] / [А. П. Будя, А. Е. Кононюк, Г. П. Куценко и др.] ; под ред. В. И. Скурихина. — К. : Техника, 1988. — 375 с.
2. Борковский, А. Б. Англо-русский словарь по программированию и информатике (с толкованиями) [Текст] / А. Б. Борковский. — М. : Рус. яз., 1990. — 335 с.
3. Толковый словарь по вычислительным системам [Текст] / [под ред. В. Иллинуорта и др. : пер. с англ. А. К. Белоцкого и др.]; [под ред. Е. К. Масловского]. — М. : Машиностроение, 1990. — 560 с.
4. Зыков, О. Промышленная автоматизация : движение от САПР к PLM [Электронный ресурс] / О. Зыков // Сайт Центра Информационных Технологий «ЦИТ Форум». — Режим доступа : <http://www.citforum.ru/consulting/articles/plm/>
5. Хоффман, Т. Цифровая фабрика DaimlerChrysler [Электронный ресурс] / Т. Хоффман // Открытые системы. — 2003. — № 3. — Режим доступа : <http://www.osp.ru/cw/2003/03/60349/>
6. TOYOTA INDUSTRIES CORPORATION сокращает время проектирования и стоимость продукции используя PLM решения от IBM и Dassault Systemes, Токио, Япония, Париж, Франция [Электронный ресурс] // ГЕТНЕТ Консалтинг. — Режим доступа : <http://www.hetnet.ru/plm/news/94/>
7. Суханов, Ю. О «новом взгляде» на классификацию САПР. Часть 1 [Текст] / Ю. Суханов, О. Ефанов, Ю. Береза (Observer) // CAD/CAM/CAE Observer. — 2007. — № 5. — С. 18 – 24.
8. Суханов Ю. О «новом взгляде» на классификацию САПР. Часть 2 [Текст] / Ю. Суханов, О. Ефанов, Ю. Береза (Observer) // CAD/CAM/CAE Observer. — 2007. — № 6. — С. 15 – 23.
9. Обзор ядер геометрического моделирования [Электронный ресурс] // Сайт поддержки пользователей САПР. — Режим доступа : <http://www.cad.dp.ua/obzors/karnel.php>