

УДК 621.01:681.3

В.Б. Яковенко, Н.Н. Забродский

*Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев*

## СОВРЕМЕННОЕ РАЗВИТИЕ САЕ СИСТЕМ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МЕХАНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

*Рассмотрены современные тенденции развития САЕ систем, а также возможность их применения для проектирования механического оборудования.*

*Ключевые слова: проектирование, САПР, машина, САЕ, система, механическое оборудование*

### Актуальность статьи

Современное развитие технологий производства строительных материалов неуклонно ведет к усложнению машин и механического оборудования, которые применяются для данных технологий. В свою очередь усложнение конструкции механического оборудования сопровождается усложнением процессов их создания. Данный факт подтверждается исследованиями С.М. Егера, согласно которым по некоторым видам техники сложность конструкции возросла примерно в 5–6 раз, а длительность разработки новых типов и моделей приблизилась к их моральному старению [1].

При разработке новых типов и моделей машин и в частности механического оборудования, наиболее ответственные решения, определяющие дальнейшую судьбу проекта, принимаются на начальных стадиях работ в условиях неполной информации в отношении обоснованности требований предъявляемых к создаваемому объекту, например производительности.

Наряду с увеличением трудоемкости проектирования объектов новой техники в целом возросла и «цена ошибки» конструктора. Так, по данным зарубежных источников, стоимость исправления ошибок, выявленных на различных стадиях разработки, составляет (в долларах США):

- концептуальное проектирование – 1;
- конструирование – 10;
- изготовление макета – 100;
- проектирование оснастки – 1000;
- изготовление оснастки – 10000;
- выпуск установочной серии – 100000;
- серийное производство – 1000000.

Все это привело к тому, что стало актуальным создание систем проектирования, автоматизирующих наиболее ответственные ранние стадии разработки машин. До последнего времени основным направлением развития САПР считалось совершенствование систем геометрического моделирования, так называемые САД системы (Autodesk Mechanical, Desktop, SolidWorks, Компас 3D): разработка средств графического диалога, развитие систем параметризации, разработка специальных языков геометрического моделирования и т. п.

Однако уровень использования традиционных САПР на различных этапах проектирования обратно пропорционален влиянию этих этапов на технико-экономические показатели объекта. Согласно статистике усовершенствования при расчете параметров на уровне разработки рабочей документации улучшает технико-экономические показатели на 10–15%, на уровне задач выбора конструктивной схемы – на 20–30%, а принципиальной схемы – на 30–50% и более (иногда в несколько раз).

### Постановка проблемы

В последнее время была осознана невозможность автоматизации принятия проектных решений при использовании только этих инструментальных программных средств и в особенности – их непригодность для задач структурного синтеза.

Причины этого таковы.

Низкая эффективность традиционных САПР на ранних стадиях проектирования.

В процессе проектирования технического объекта последовательно возрастает степень детализации его описания. Поэтому на различных стадиях проектирования последовательно

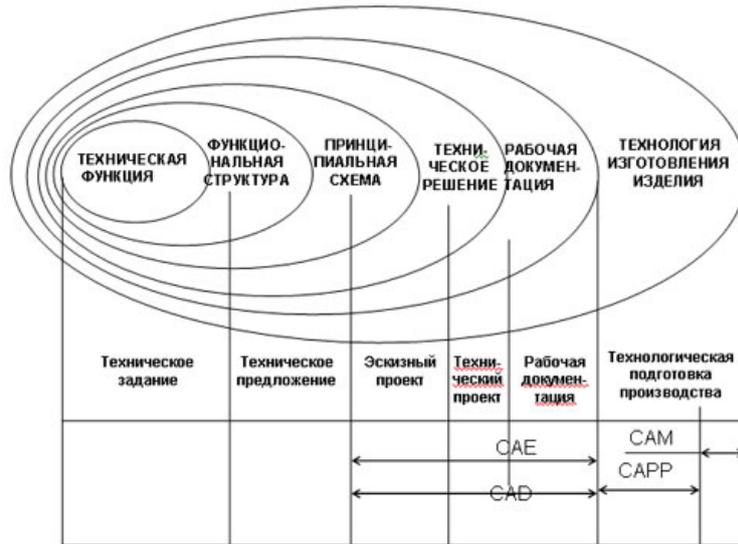


Рис.1. Формы описания объекта проектирования, стадии разработки и области применения CAE/CAD/CAM-систем

используются разные формы описания объекта, соответствующие достигнутой степени полноты данных. Основные из этих форм следующие:

- потребность – исходное описание, характеризующее цель и назначение создаваемого объекта;
- техническая функция, определяемая входными и выходными потоками вещества, энергии, информации и способом преобразования входов в выходы;
- функциональная структура как результат декомпозиции технической функции и выделения функциональных элементов, выполняющих частичные функции;

- принципиальная схема, отображающая физический принцип действия в виде цепи взаимосвязанных физико-технических эффектов;
- техническое решение как результат конструктивного оформления физического принципа действия, представляющее собой параметризованное («безразмерное») описание объекта;
- проект (рабочая документация) как результат конкретизации значений параметров объекта и его элементов, то есть полное определение изделия, достаточное для его изготовления.

Далее следует стадия технологической подготовки производства, охватывающая комплекс работ по проектированию процессов и средств изготовления изделия.

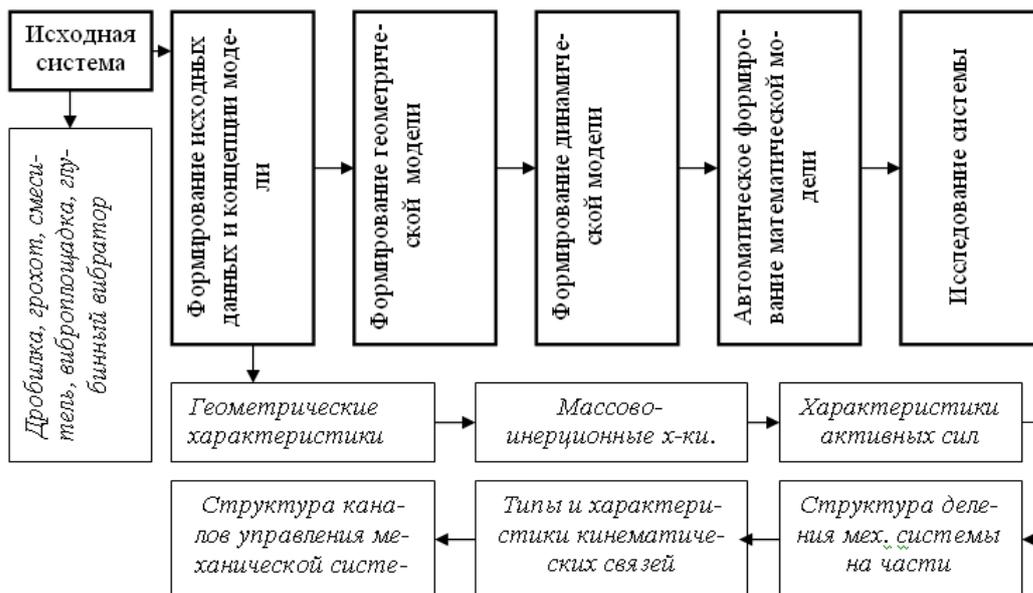


Рис. 2. Технология моделирования механического оборудования в программном комплексе EULER

Системы САЕ/CAD/CAM, как показано на рис. 1, могут быть эффективно использованы лишь с момента формирования геометрической модели объекта проектирования, т. е. на относительно поздних стадиях проектирования. Начальные же этапы разработки, хотя и являются наиболее ответственными, либо вовсе остаются не охвачены средствами автоматизации, либо (в наиболее продвинутых фирмах) требуют создания специального программного обеспечения собственными силами или на заказ [2].

Таким образом применение современных САЕ систем для процесса создания любого вида механического оборудования применяющегося для производства строительных материалов возможно начиная со стадии эскизного проектирования, когда известны геометрические размеры машины, рациональные режимы работы, нагрузки, свойства среды, массово инерционные характеристики, мощность привода и др. [3].

### Цель исследования

Рассмотрим технологию создания и моделирования механического оборудования на примере программного продукта EULER (рис.2).

Согласно данной технологии уже на стадии формирования исходных данных и концепции модели проектировщик должен знать: геометрические характеристики (высота и ширина камеры дробления), массово-инерционные характеристики (масса формы и масса изделия для виброплощадки, масса материала на грохоте), характеристики активных сил, действующих на части механической системы (усилия действующие на опорные ролики для бетоносмесителя), типы и характеристики кинематических связей соединяющих части механической системы, структура каналов управления механической системы [4]. Нужно также отметить, что данная технология моделирования используется в большинстве аналогичных САЕ систем, принципиальные отличия могут быть в способе формирования дифференциальных уравнений, и метода их решения.

Таким образом не одна из существующих САЕ систем в независимости от её типа: *легкая, средняя, тяжелая* не способна автоматически обеспечить проектировщика необходимыми данными, с требуемой точностью для формирования модели механического оборудования, и дальнейшего её исследования в специализированной САЕ программе.

### Выводы

Ввиду возникшей проблемы, необходима разработка автоматизированной системы проектных расчетов основных видов механического оборудования, с помощью которой проектировщик уже на ранних стадиях мог бы иметь данные, необходимые для дальнейшего моделирования машины в САЕ системах. Разработка такой системы возможна только с помощью применения системного подхода [5]. Данный подход позволяет рассматривать любой объект или процесс как систему.

Так, процесс проектирования какого либо типа механического оборудования с точки зрения системного подхода будет состоять из *входа* (исходные данные, справочные данные), *состояния* (математическая модель) и *выхода* (геометрические характеристики, рациональный режим работы, силы действующие на конструкцию, мощность привода). Кроме того, такая систематизация позволит проектировать не одну машину, а ряд машин в зависимости от технологического параметра.

### Список литературы:

1. Егер С. М. Проектирование технических систем: Учебник для вузов./ С. М. Егер, В. Ф. Мишин, Н. К. Лисейцев и др. Под ред. С. М. Егера. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1983. — 616 с.
2. Малюх В. А. Введение в современные САПР. / В. А. Малюх, — ДМК Пресс, 2010.— 192 с.
3. Назаренко І.І. Машини для виробництва будівельних матеріалів: Підручник / Назаренко І.І.— К.: КНУБА, — 1999.- 488с.
4. Программный комплекс автоматизированного динамического анализа многокомпонентных механических систем EULER.  
Источник: <http://www.euler.ru/content.asp?theme=2>
5. Денисов А.А. Современные проблемы системного анализа: Информационные основы: Учебное пособие./ Денисов А.А — СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2005. — 295 с.

Статья поступила в редколлегию: 16.11.2010

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. В.Й. Сивко, Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев