

УДК 681.3.06

ПЗ71

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ КОНЦЕПЦИИ СКВОЗНОГО КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В ПОДГОТОВКЕ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ

А.В. Плаксин

Выполнен анализ основных направлений и стратегий использования САПР в машиностроении. Предложена концепция применения САПР в подготовке студентов технических направлений.

Ключевые слова: САПР; CAD; CAM; CAE; технология; конструирование; машиностроение.

Прогресс в развитии компьютерной техники, в конце 90-х начале 2000-х годов, открыл для предприятий машиностроения принципиально новые возможности в организации процессов проектирования изделий, подготовки и сопровождения производства. В этот период вычислительные мощности персональных компьютеров достигли уровня дорогостоящих графических станции, что позволило устанавливать на них и успешно применять прикладное программное обеспечение (ПО) позволяющее автоматизировать решение задач проектирования и подготовки производства. Если ранее, на предприятиях, в силу дороговизны, как аппаратных, так и программных средств, такими системами автоматизированного проектирования (САПР) могло воспользоваться небольшое число специалистов и решался с их помощью довольно узкий круг наиболее сложных задач, то появление доступной и мощной компьютерной техники, наряду с бурным развитием прикладного ПО привело к тому, что все инженеры предприятия получили возможность использовать САПР для решения повседневных задач на всех этапах жизненного цикла изделия. Таким образом, процесс конструкторско-технологической подготовки производства вышел на новый качественный уровень – уровень автоматизации процессов проектирования и производства, где САПР стал основным рабочим инструментом проектировщика. Для предприятий стало очевидно, что освоение данных технологий позволяет существенно ускорить выпуск новой продукции, обеспечив более высокое качество при одновременном снижении затрат на подготовку ее производства. Однако эффективность использования систем автоматизированной конструкторско-технологической подготовки производства напрямую зависит от квалификации специалистов в области САПР, от выбора правильных стратегий их применения и организации работы предприятия. Таким образом, современный инженер-конструктор или технолог должен быть не только хорошим специалистом в своей

предметной области, но и иметь профессиональные навыки работы с компьютерной техникой и средствами автоматизированного проектирования.

В свою очередь перед учреждениями высшего профессионального образования встает задача подготовки специалистов отвечающих современным требованиям.

В настоящее время в большинстве учебных планов по подготовки специалистов и бакалавров технических направлений предусмотрены такие дисциплины как информатика, компьютерная графика, автоматизированное проектирование (для конкретной прикладной области), программы поддержки инженерных расчетов и т.п. Однако, отсутствует единая концепция в информационной подготовки студентов, сочетающая, как получение фундаментальных знаний в области САПР, так и навыков практического использования компьютерных технологий в качестве основного инструмента решения прикладных задач. Создание такой концепции требует определиться на основе какого прикладного ПО следует строить учебный процесс и какие задачи при этом необходимо решать.

На сегодняшний день существует устоявшаяся классификация машиностроительных САПР обусловленная их назначением в соответствии тем или иным этапам жизненного цикла [1, 2]. Здесь выделяют 3 типа систем. Первые из них это системы конструкторского проектирования – CAD (Computer Aided Design). Основная функция данных систем – определение геометрии конструкции (геометрическое моделирование), создание конструкторской документации. Далее идут системы технологической подготовки производства – CAM (Computer Aided Manufacturing). В узком смысле под ними понимаются системы для разработки управляющих программ для различного технологического оборудования с числовым программным управлением (ЧПУ), а также промышленных роботов. Однако более широкий подход требует включения в эту группу систем разработки технологических процессов механической обработки (как универсальных, так и с использованием станков с ЧПУ), сборки, а также дополнительных модулей расширяющих базовые возможности CAD-систем для проектирования таких технологий, как штамповка, литье металлов и пластмасс, автоматизирующие конструирование соответствующей оснастки. Системы инженерного анализа или расчетов – CAE (Computer Aided Engineering). Это системы моделирования позволяющие изучить поведение продукта в процессе его эксплуатации с целью усовершенствования и оптимизации его конструкции. К данному типу следует отнести также системы моделирующие поведение изделия в процессе его изготовления – обработки давлением, термической обработки, литья и т.п.

Каждому из этих типов соответствует довольно большое число коммерчески доступного ПО. В этой ситуации, как на предприятиях, так и в учреждениях высшего профессионального образования, выбор программ-

ного продукта определяется пониманием целей использования САПР в промышленности. Соответственно целям можно выделить две основные стратегии применения автоматизированного проектирования на предприятиях, которые и закладываются в основу архитектуры соответствующего ПО при его разработке:

- облегчение и упрощение работы инженера;
- создание более совершенных изделий и технологий, повышение эффективности производства.

Первая лежит в основе «легких» и «средних» САПР, использование которых не требует пересмотра традиционных методик проектирования. Цель данных систем снабдить пользователя удобными инструментами для работы с геометрией и оформления конструкторско-технологической документации, предоставить библиотеки типовых элементов, базы знаний, автоматизировать выполнение типовых расчетов и часто повторяющихся операций. Это делает данное ПО весьма привлекательным для конечного пользователя. Однако не создает существенных предпосылок для повышения эффективности работы предприятия в целом. Как правило, это системы класса CAD, CAM, CAD/CAM и некоторые CAE-системы.

Вторая стратегия реализуется «тяжелыми» САПР класса CAD/CAM/CAE. Данные системы (их также называют системы сквозного проектирования) содержат в себе инструменты, которые в корне меняют подходы, как к проектированию изделий и технологий, так и в целом к организации конструкторско-технологической подготовки производства. В качестве таких инструментов можно выделить:

- мощные средства геометрического моделирования с поддержанием непрерывности сопряжений поверхностей по кривизне. Данный инструмент позволяет создавать сложную 3D геометрию изделий, детально прорабатывая и однозначно определяя все элементы топологии присущие будущей детали, как видовые и аэродинамические поверхности, так и элементы технологического назначения – литейные, штамповочные уклоны и скругления. А также создает возможность изготовления изделий с высокой точностью на станках с ЧПУ или средствами 3D-печати по разработанным геометрическим моделям. Наличие таких технологий позволяет воспринимать последние как реальные физические объекты;

- сквозную параметризацию и ассоциативность. Данная технология обеспечивает взаимосвязь, как различных элементов моделей, так и в целом конструкторской и технологической частей проекта, позволяя при изменении исходных данных автоматически проводить модификацию по всей цепочке моделей;

- средства оптимизации и поиска решений (поведенческое моделирование). Это инструмент позволяющий создавать геометрические модели, автоматически удовлетворяющие заданным свойствам (таким как ми-

нимальная масса, равенство площади или объема определенному значению, расположение центра тяжести в требуемой координате и т.п.), при изменении исходных данных;

– технологию нисходящего проектирования. Применение данной технологии необходимо для эффективного проектирования механизмов и неподвижных сборных конструкций. Инструменты нисходящего проектирования позволяют распараллелить работу между несколькими исполнителями, обеспечив параметризацию и ассоциативность всех частей проекта;

– интеграцию с PLM-системой (система управления жизненным циклом изделия). Организация процесса конструкторско-технологической подготовки и сопровождение изделия под управлением PLM-системы позволяет упорядочить работу с информацией, и получить инструменты для его контроля.

Грамотное освоение систем сквозного проектирования создает серьезные предпосылки к повышению эффективности работы предприятия в целом, к выходу производства на новый технологический уровень. Но при этом требуют от пользователя существенного повышения квалификации, в плане овладения данными инструментами, пересмотра устоявшихся методик проектирования и приемов работы. Предъявляется более высокие требования к уровню ответственности и технологической дисциплине специалиста. В силу таких высоких требований предприятия испытывают серьезные затруднения при внедрении тяжелых САПР и зачастую не способны самостоятельно их освоить, делая в результате выбор в пользу легких или средних систем, что существенно сдерживает развитие машиностроительной отрасли в целом.

Учитывая выше сказанное учреждениям высшего профессионального образования можно предложить следующую концепцию информационной подготовки студентов. Данная концепция предполагает освоение трех блоков знаний (см. таблицу).

Таблица

Основные блоки знаний в информационной подготовке студентов

I. Основные инструменты	II. Дополнительный инструментарий	III. Информатика – общие вопросы
1. Система сквозного проектирования – CAD/CAM/CAE. 2. Узкоспециализированные CAD, CAM, и CAE системы. 3. Связь между системой сквозного проектирования и узкоспециализированными системами.	1. Математические пакеты. 2. Языки программирования. 3. CAD – 2D	1. Операционные системы. 2. Офисные приложения. 3. Аппаратные средства. 4. Сети, интернет.

В качестве основной, используемой в учебном процессе, САПР следует выбрать систему сквозного проектирования класса CAD/CAM/CAE. Освоение CAD модуля системы должно начаться в курсе компьютерная графика, на основе предшествующих курсов начертательной геометрии и инженерной графики. В данном курсе изучаются инструменты 3D моделирования и средства создания конструкторской документации, на основе полученных геометрических моделей. Знания, приобретенные в курсе компьютерной графики, являются основой для выполнения курсовых проектов последующих дисциплин профессионального цикла. Однако и сами эти курсы уже необходимо пересматривать, давая на практических занятиях методики проектирования с учетом рассмотренного выше инструментария тяжелых САПР. Так в курсах деталей машин и, например, оборудования (применительно к конкретному профилю подготовки) необходимо изучать технологию нисходящего проектирования, задействовать CAE-модуль для выполнения расчетов кинематики, динамики, энергетики механизма, прочности деталей его конструкции. С учетом возможностей синтеза механизмов, открываемых инструментарием тяжелых САПР, курс теории машин и механизмов вообще нуждается в кардинальном пересмотре.

Дисциплины технологической направленности, наряду с освоением соответствующих САМ-модулей, должны давать методики проектирования, обеспечивающие ассоциативную связь между деталью, технологическими переходами, инструментом (штампы, пресс-формы, литейная оснастка), приспособлениями, соответствующей конструкторско-технологической документацией.

В ряде случаев возникает необходимость использование узкоспециализированных САПР, такие как системы моделирования процессов штамповки или литья, течения жидкостей и газа. В этом случае, должны быть разработаны методики работы, обеспечивающие передачу данных между системой сквозного проектирования узкоспециализированной САПР.

Помимо основного инструмента САПР, информационная подготовка студентов должна предусматривать освоение математических пакетов, языков программирования, чертежных 2D-систем, как вспомогательного инструментария, а также изучение общих вопросов курса информатики.

Умение работать в математически пакетах и владение языками программирования расширяют возможности использования средств параметризации и поведенческого моделирования в тяжелых САПР, позволяет освоить инструментарий создания пользовательский приложений интегрированных в данные системы, что выводит процесс проектирования еще на более высокий уровень автоматизации. Освоение же 2D-систем имеет цель дать студентам простой и эффективный инструмент для выполнения простеньких чертежей, эскизов, схем, планировок зданий и создания разного рода иллюстративного материала.

Сложность реализации данной концепции связана в первую очередь с необходимостью серьезной переподготовки преподавательского состава и с их желанием творчески подойти к пересмотру читаемых ими курсов. Но тем не менее, взяв ее на вооружение, начиная с курса компьютерной графики, и вовлекая по мере готовности преподавателей технических дисциплин, вполне возможно выйти в подготовке студентов уровень отвечающий современным требованиям промышленности.

Библиографический список

1. Ли, К. Основы САПР (CAD/CAM/CAE) / К. Ли. – СПб.: Питер, 2004. – 560 с.
2. Норенков, И.П. Основы автоматизированного проектирования: Учеб. для вузов / И.П. Норенков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.:Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 336 с.