

**МЕТОДИКА И ПРАКТИКА ПРЕПОДАВАНИЯ**

УДК 378.962(07.07)

*В.И. Малыгин, П.В. Перфильев***НЕПРЕРЫВНАЯ ПОДГОТОВКА ПО САПР  
НА ИНЖЕНЕРНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЯХ**

Рассмотрены вопросы применения современных информационных технологий при подготовке инженерных кадров.

Ключевые слова: САПР, обучение, непрерывная подготовка, информационные технологии, автоматизированное проектирование, CAD/CAM/CAE системы, учебный процесс, институт, учебный план, дисциплина.

Современное машиностроение идет по пути постепенной неуклонной автоматизации производственных процессов, сокращения сроков выпуска продукции и постоянного обновления ассортимента. В этих условиях актуальна задача автоматизации конструкторско-технологической подготовки производства, для решения которой современный специалист должен свободно владеть новыми информационными технологиями и уметь активно их внедрять. Жесткие требования производства диктуют минимальные сроки выпуска конструкторско-технологической документации, что невозможно без использования CAD/CAM/CAE систем. При этом, как правило, недостаточно какой-либо одной системы проектирования.

Выпускник вуза должен уметь:

осуществлять поиск информации (нормативной, справочной, экономической и т.п.) в базах данных и Интернете;

выполнять простейшие технические и экономические расчеты на основе электронных таблиц Microsoft Excel, пакета математических вычислений MathCAD;

проводить конструкторско-технологическое проектирование на основе использования CAD/CAM систем (как отечественных, так и зарубежных);

владеть программами обработки текстовой информации;

уметь адаптировать используемые программные продукты под конкретные конструкторско-технологические разработки.

Исходя из этого одна из задач инженерного образования – подготовка кадров, владеющих как профессиональными знаниями, так и современными информационными технологиями. В связи с большой наукоемкостью учебных курсов и одновременным сокращением часов на преподавание основных базовых инженерных дисциплин решение этой задачи требует но-

вых подходов к методике преподавания. В Севмашвузе, осуществляющем подготовку кадров для предприятий ГРЦАС, была разработана система непрерывной подготовки по САПР, содержащая следующие основные положения.

1. Постоянное использование информационных технологий в учебном процессе с первого по последний курс, обязательное применение CAD/CAM систем в курсовом и дипломном проектировании.

2. Широкое привлечение преподавателей кафедр профессиональной подготовки, которые, в отличие от чисто компьютерных кафедр, лучше знают предметную область и владеют методологией конструкторско-технологического проектирования.

3. Изучение нескольких CAD/CAM/CAE систем, выбор одной из них в качестве базовой (желательно интегрированной) системы.

4. Формирование единого информационного пространства для курсового и дипломного проектирования на базе выпускающих кафедр с дальнейшим объединением на уровне вуза.

5. В рамках единого информационного пространства создание информационных банков данных для курсового и дипломного проектирования, включающих систему нормативной, справочной документации, каталоги типовых и стандартных деталей и узлов, систему электронных методических материалов, образцы выполненных курсовых и дипломных проектов (возможно, с выделенными типовыми ошибками).

6. Использование в учебном процессе наряду с типовыми средствами автоматизации проектирования созданных собственными силами специализированных программных продуктов, обеспечивающих выполнение типовых расчетов по дисциплинам общепрофессиональной и специальной подготовки (программные комплексы для расчета деталей машин, режущего инструмента, грузоподъемных машин и др.).

7. Использование Интернета в курсовом и дипломном проектировании (поиск технической, экономической, методической, законодательной информации, аналогов и прототипов разрабатываемых конструкций и др.).

8. Создание вузовского справочно-информационного web-сайта курсового и дипломного проектирования.

9. Целевая подготовка специалистов по заявкам предприятий с ориентацией на изучение конкретных CAD/CAM/CAE систем, используемых на предприятиях, и выбором тем курсовых и дипломных проектов, связанных с конкретными техническими задачами.

10. Проведение в рамках вуза конкурса «Компьютерный инжиниринг» для последующего отбора лучших работ на общероссийский конкурс «Компьютерный инжиниринг», проводимый ежегодно при участии МАТИ, МАИ и НИЦ АСК.

Реализация системы непрерывной подготовки по САПР в Севмашвузе ведется с 1996 г. Первой специальностью для проверки работоспособности концепции была выбрана специальность 170900 «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование». Для rea-

лизации этой программы на базе кафедры проектирования подъемно-транспортного и технологического оборудования был создан специализированный учебный класс САПР и приобретено лицензионное программное обеспечение, которое на сегодняшний день включает системы автоматизации проектирования разного уровня: интегрированную CAD/CAM систему Simatron, параметрическую систему проектирования T-Flex-CAD, чертежно-конструкторский редактор Компас-График и CAD систему Autocad R14. Преподаватели кафедры прошли подготовку в учебных центрах фирм «Би Питрон» и «Топ Системы».

При разработке программы непрерывной подготовки САПР были проанализированы учебные планы дисциплин специальности 170900, что подтвердило возможность реализации новой системы инженерной подготовки. В табл. 1 представлен перечень дисциплин, в которых предусмотрено использование информационных технологий и средств при выполнении лабораторных работ (ЛР), расчетно-графических работ (РГР), курсовых работ (КР) и проектов (КП), дипломных проектов (ДП).

Таблица 1

**Использование CAD/CAM/CAE систем в учебном процессе  
для специальности 170900 «Подъемно-транспортные,  
строительные, дорожные машины и оборудование»**

Учебная дисциплина	Вид занятий	Курс	Используемая система
<i><b>Математические и общие естественно-научные дисциплины</b></i>			
Информатика	КР	I	Знакомство с пакетом математических расчетов MathCAD
Программные и технические средства САПР (дисциплина по выбору)	ЛР	I	
<i><b>Общепрофессиональные дисциплины</b></i>			
Инженерная графика	ДЗ	I	Компас-График, Autocad – выполнение чертежей
Соппротивление материалов	РГР	II	MathCAD – расчеты
Метрология, стандартизация и взаимозаменяемость	КР	II	MathCAD – расчеты, T-Flex – выполнение чертежей
Детали машин	РГР	II	MathCAD – расчеты, T-Flex – выполнение чертежей, разработка параметрических моделей
	КП	III	
Теория механизмов и машин	КП	V	MathCAD – расчеты, T-Flex – выполнение чертежей, разработка параметрических моделей
Основы автоматизированного проектирования	КР	III	T-Flex – разработка параметрических моделей
Технические основы создания	РГР	IV	T-Flex – дизайн технологических машин
Организация производства и менеджмента	КР	V	MathCAD, Excel – выполнение расчетов, T-Flex – оформление графиков

Продолжение табл. 1

Учебная дисциплина	Вид занятий	Курс	Используемая система
<i>Специальные дисциплины и дисциплины профессиональной специализации</i>			
Подъемно- транспортные машины	КР КП	III IV	MathCAD – расчеты, T-Flex – выполнение чертежей, разработка параметрических моделей, Cimatron-3D – моделирование машин непрерывного транспорта
Строительная механика и металло-конструкции	КР	IV	Мираж, Ansys, Nastran – расчеты, T-Flex – выполнение чертежей
Строительные и дорожные машины	КП	V	MathCAD – расчеты, T-Flex – выполнение чертежей, разработка параметрических моделей
Технология машиностроения и производство подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин	КР	IV	MathCAD – расчеты, T-Flex – выполнение чертежей, разработка параметрических моделей, Cimatron – разработка управляющих программ для ЧПУ
Специальные краны	КП	V	MathCAD – расчеты, T-Flex, Autocad – выполнение чертежей
Комплексная механизация и автоматизация ПРТС работ	КР	V	MathCAD – расчеты, T-Flex, Autocad – выполнение чертежей
Подъемники	КР	V	MathCAD – расчеты, T-Flex, Autocad – выполнение чертежей
Автоматизация инженерных расчетов (дисциплина по выбору)	РГР	V	Мираж, Ansys, Nastran – расчеты конструкций подъемно-транспортных машин
Дипломный проект: техника	ДП	III	MathCAD – расчеты, T-Flex – выполнение чертежей
инженера	ДП	VI	MathCAD, Мираж, Ansys, Nastran – расчеты, T-Flex, Autocad, Cimatron – 2D и 3D – моделирование, выполнение чертежей

Программа непрерывной подготовки по САПР составлена с учетом принятой в Севмашвузе двухступенчатой системы обучения, при которой студенты в течение первых двух лет получают среднетехническое образова-

ние и в конце III курса выполняют дипломный проект техника. После этого продолжают инженерную подготовку и на VI курсе выполняют дипломный проект инженера. Аналогичный подход реализуется и при системе подготовки бакалавр –специалист (магистр). Программа построена таким образом, что к началу дипломного проектирования на III курсе студенты имеют навыки выполнения расчетов в пакете MathCAD, могут использовать офисные приложения для оформления текстовых документов и систему 2D моделирования для конструкторской документации. На последующих курсах они изучают системы 3D моделирования, выполняют расчеты конструкций методом конечных элементов, в рамках курса «Технология подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин» используют САМ системы.

За период обучения в институте студенты выполняют до 13 курсовых работ и проектов и 2 дипломных проекта. При этом они знакомятся и получают навыки работы с несколькими САД/САМ/САЕ системами разного уровня (как отечественными, так и зарубежными). Важным моментом является то, что работы выполняются под руководством преподавателей общепромышленных и специальных дисциплин. На завершающем этапе обучения – дипломном проекте инженера – студент имеет возможность выбрать САД/САМ/САЕ систему, наиболее подходящую для решения поставленной задачи. Состоялось уже два выпуска инженеров и три выпуска техников, прошедших подготовку в рамках реализуемой программы (табл. 2).

За период реализации программы непрерывной подготовки по САПР предложены и внедрены в учебный процесс ряд учебно-методических разработок, электронные версии которых представлены на сервере методических материалов Севмашвуза. На базе системы параметрического моделирования T-Flex-CAD поставлены несколько лабораторных работ по курсам «Теория механизмов и машин» и «Подъемно-транспортные машины». Накоплен электронный архив примеров выполнения курсовых и дипломных проектов, на основе которого в настоящее время разрабатываются электронные альбомы чертежей. Созданы библиотеки типовых узлов и деталей как общего, так и специального назначения, применяемых в подъемно-транспортных машинах.

Таблица 2

**Использование САД/САМ/САЕ систем в дипломном проектировании техников (III курс) и инженеров (VI курс)**

Курс	1996	1997	1998	1999	2000
<b>III</b>					
Всего проектов	0	15	6	12	–
В т. ч. с использованием САД/САМ/САЕ систем	0	7	6	12	–
<b>VI</b>					
Всего проектов	2	0	0	12	15
В т. ч. с использованием САД/САМ/САЕ систем	2	0	0	8	14

Примеры работ, выполненных с использованием различных CAD/CAM/CAE систем:

1. Чертеж калибр-пробки и калибр-скобы (фрагмент КР «Метрология, взаимосвязь и технические измерения», II курс, весенний семестр) – T-Flex-CAD 2D.

2. Цилиндро-червячный редуктор (фрагмент КП «Детали машин», III курс, осенний семестр) – T-Flex-CAD 2D.

3. Синтез плоского кулачкового механизма (фрагмент КП «Теория механизмов и машин», IV курс, осенний семестр) – T-Flex-CAD 2D.

4. Пластинчатый конвейер (фрагмент КП «Машины непрерывного транспорта», V курс, осенний семестр) – Компас-График 4.6.

5. Козловой кран (фрагмент КП «Подъемно-транспортные машины», IV курс, осенний семестр) – Компас-График 4.6.

6. Плавающий кран (фрагмент КП «Специальные краны», V курс, весенний семестр) – AutoCad R14.

7. Расчет ленточного конвейера (фрагмент пояснительной записки КП «Машины непрерывного транспорта», V курс, осенний семестр) – Math-Cad.

8. Расчет металлоконструкции козлового крана МКЭ (фрагмент КП «Строительная механика и металлоконструкции», V курс, осенний семестр) – MSC Nastran.

В процессе реализации дидактической системы были пересмотрены некоторые методические подходы к преподаванию дисциплин, в том числе традиционных (теория машин и механизмов, детали машин, основы взаимозаменяемости и т.д.). Так, в частности, использование средств автоматизации позволяет существенно ускорить процесс оформления работ, выполнение повторяющихся расчетов. Это предполагает смещение акцентов в пользу поискового проектирования, оптимизации конструктивных решений. В дипломных проектах за этот период существенно возрос объем и повысился уровень исследовательской части: в том или ином виде такой раздел присутствует практически в каждом дипломном проекте.

Объектами дипломных проектов по специальности 170900 являются весьма ответственные крупногабаритные машины – гурзоподъемные и транспортные механизмы со сложной кинематикой. Создание компьютерных моделей разрабатываемых устройств позволяет существенно сократить количество проектных ошибок, повысить надежность и качество как конструктивных, так и технологических (технология сборки, монтажа, транспортировки грузов повышенной опасности) проектных решений. Это, в частности, неоднократно отмечено Государственной аттестационной комиссией по результатам защиты дипломных проектов, которые практически все выполняются по заказам базовых предприятий ГРЦАС, значительная их часть внедряется на производстве.

Предложенная нами система, реализованная на практике, получила достаточно хорошие оценки специалистов. В 2000–2002 гг. на ежегодном Всероссийском конкурсе «Компьютерный инжиниринг», проводимом в

рамках Международных Гагаринских чтений представленные Севмашвтузом работы заняли призовые места:

3-е место в номинации «Курсовые проекты, выполненные с использованием CAD/CAM/CAE систем» (С.В. Максимов, 2000 г. );

2-е место в номинации «Дидактические системы инженерного образования» и 3-е место в номинации «Использование отечественных CAD/CAM/CAE систем» (П.В. Перфильев, 2001 г.);

3-е место в номинации «Дипломные проекты, выполненные с использованием CAD/CAM/CAE систем» и «Использование отечественных CAD/CAM/CAE систем» (А.А. Сорокин, 2002 г.);

Благодаря этим достижениям в настоящее время по оценке рейтинга высших учебных заведений по САПР Севмашвтуз находится в первой десятке вузов Российской Федерации наряду с МАТИ, МАИ, МГТУ «Станкин», СПбГТУ.

Таким образом, реализованная на практике непрерывная подготовка по САПР инженерных специальностей показала правильность подхода к решению этой проблемы, что позволяет нам надеяться на ее дальнейшее развитие.

Севмашвтуз

Поступила 14.10.02

*V.I. Malygin, P.V. Perfiljev*

### **Continuous Training on CAD in Engineering Specialties**

The questions of using modern informational technologies when training engineers are dealt with.

---