***Компьютер в преподавании курса "Черчение"***

### Введение

Ни одно из достижений науки и техники не вызывало такого длительного и мучительного поиска применений в процессе обучения, как персональный компьютер. Однако, скорость внедрения компьютеров в учебный процесс значительно отстает от темпов развития компьютерных технологий. Проникновение компьютеров в учебные классы и лаборатории (и не только в России) является в значительной мере стихийным процессом. Цели, поставленные в 1985 г. при введении нового для школы предмета “Основы информатики и вычислительной техники”, не достигнуты [2,3]. Успех в применении компьютерных технологий зависит прежде всего от того, как новые информационные технологии - ИТ помогут улучшить преподавание традиционных, хорошо обеспеченных методически, школьных предметов. На сегодняшний день новое программное обеспечение представляет собой , как правило, “радость разработчика” и не оказывает влияния на процесс обучения в средней школе. Именно эти факты позволили предположить, что первое реальное применение компьютер найдет в образовательной области “Технология” при изучении универсальных компьютерных технологий: текстовых редакторов, электронных таблиц, графических редакторов и в школьном предмете “Черчение”, т.к. машиностроительное производство идет по пути постепенного, но неуклонного развития автоматизированного производства. Ключевой проблемой образования при этом становится подготовка кадров, способных решать задачи производства современной сложной техники с использованием ИТ [4].

Изучение в школе языков программирования высокого уровня [5-8] определяется только аппаратным обеспечением и не имеет перспективы. При создании ПМК нужно было решить вопрос о выборе одной из систем автоматизированного проектирования - САПР. Этот вопрос и сейчас стоит перед теми, кто вводит курс компьютерной инженерной графики в школе и вузе [9]. Мы учитывали, что уже в 1983 году была адаптирована для ИБМ РС наиболее распространенная в мире САПР - AutoCAD фирмы Autodesk. Фирма Autodesk Inc. ведет активную политику по освоению новых рынков: программа адаптирована на 18 языков, используется в 88 странах. Цель фирмы - каждый будущий инженер должен стать пользователем AutoCAD. Популярность AutoCAD на мировом рынке объясняется и политикой фирмы, направленной на непрерывное развитие программных продуктов [10]. Опыт использования AutoCAD в вузовском курсе “Машинная графика” описан в [11].

Используемые зарубежные САПР не только не учитывают наши промышленные стандарты, но и предполагают дополнительную квалификацию пользователей. Многочисленные попытки адаптировать AutoCAD к нуждам отечественного конструктора привели к появлению множества новых систем различного качества, отличающихся друг от друга благодаря фантазии разработчиков, а следовательно, малоэффективными [12]. Кроме того, версии AutoCAD выше 10 рекомендованы для компьютера IBM PC 386.

В 1996 г. фирма Autodesk представила новую разработку - AutoCAD LT. Она создана для того, чтобы отобрать рынок у компаний, нашедших себе нишу в разработке недорогих двумерных графических редакторов САПР. Именно к этой категории относятся российские программы КОМПАС, T-Flex CAD, Графика 81, ADEM, СПРУТ, КРЕДО, Базис и др. Обзор российских САПР дан в [13]. Отметим, что раньше никто не видел написанных отечественных программ по причине секретности большинства из них [14].

При выборе САПР мы учитывали, что школы, оснащенных по “Пилотному проекту” имели класс IBM PS/2 без жестких дисков на ученических компьютерах. Анализ показал, что наиболее удобной для использования в школе является САПР КОМПАС, предназначенная для прямого проектирования в машиностроении.

Сформулируем требования, предъявляемые к учебной САПР [9], которым система КОМПАС удовлетворяет в полной мере: легкость и простота в изучении; возможность работать на недорогой технике; соответствие выпускаемой документации требованиям ЕСКД; использование современных технологий проектирования; достаточно широкое распространение; доступная цена; оперативность сопровождения и учета специфических потребностей учебного процесса, отсутствие серьезных ошибок, наличие перспектив у фирмы-разработчика. Отметим, что такие же требования предъявляются к САПР в реальном производстве [15].

КОМПАС - это КОМплекс Автоматизированных Систем для решения широкого круга задач проектирования, конструирования, подготовки производства в различных областях машиностроения. Разработан специалистами российской фирмы АО “АСКОН” (С.-Петербург, Москва и Коломна), которые прежде работали на предприятиях различных оборонных отраслей [14]. Одной из первых отечественных САПР явилась система КАСКАД, разработанная в 1986 г. в КБ машиностроения (Коломна). После анализа системы AutoCAD было принято решение о создании конкурентноспособной чертежной системы рассчитанной на IBM PC с процессором 80286 и обладающей такими свойствами, которые позволили бы ей стать популярной у пользователей: простота и эффективность, поддержка отечественных стандартов и ориентация на привычную технологию работы конструктора; достаточно узкая специализация; конструкторский интерфейс, позволяющий системе быть эффективным и удобным рабочим инструментом и в то же время настолько простой, чтобы обучение неподготовленного пользователя занимало не больше недели; невысокая цена, обеспечивающая доступность системы. С 1989 г. все программные продукты АО “АСКОН” стали выпускаться с названием КОМПАС. В 1991 г. был выпущен чертежно-графический редактор КОМПАС 4.0. Ядром комплекса является интерактивная графическая система КОМПАС-ГРАФИК. Именно она и была выбрана в качестве основы ПМК “Школьный САПР”.

Отметим, что в 1996 г. была представлена разработка [16, 17] КОМПАС 5.0 для Windows.

В 1992 г. АО “АСКОН” в 1992 г. разработал школьную дискетную версию системы, которая получила название КОМПАС-Школьник. Она сохранила основные черты профессиональной версии и занимает на системном диске 1,2 Мб. Сейчас школы могут с успехом использовать профессиональную версию КОМПАС-ГРАФИК. Аппаратные требования этой системы выглядят мизерными по сравнению с такой системой, как AutoCAD: компьютер IBM PC; 640 Кбайт оперативной памяти; графический адаптер EGA; дисковод 1,44 Мб; жесткий диск; мышь. Предпочтительнее компьютер 386DX. сопроцессор, видеоадаптер VGA и 2-4 Мб оперативной памяти. В установленном виде КОМПАС-ГРАФИК занимает на жестком диске 4,5 Мб.

ПМК был создан [18, 19] в результате научно-методического исследования, проведенного в 1991-1994 гг. в тесном содружестве с ВНИК “Технология” [20], одобрен в 1993 г. Главным управлением развития общего среднего образования министерства образования РФ и представляет собой реальное программно-методическое обеспечение образовательной области “Технология”. Идея создания ПМК была поддержана Компьютерным учебно-демонстрационным и информационно-издательским центром - КУДИЦ [21], который как научно-методический центр проекта “Пилотные школы” включил разработку ПМК “Школьный САПР” в программу информатизации образования.

В Московском базисном учебном плане по информатике и ИТ [22] подчеркнуто, что при включении в учебный план предпочтение отдается, как было предложено в [20], образовательным модулям по ИТ, предусмотрен дополнительный модуль “Системы автоматизированного проектирования”. Факультативный блок “Конструирование с помощью компьютера (CAD)” предусмотрен и рекомендациями ЮНЕСКО [23].

Сейчас около 300 школ России используют ПМК в курсе черчения, первые отклики преподавателей опубликованы, например, в [24-26]. Перспективность применения в преподавании САПР КОМПАС подтверждается публикациями [27-30]. Система с успехом используется и при проведении олимпиад по компьютерной геометрии и графике [31]. Среди более чем 550 пользователей системы КОМПАС (Россия, Украина, Белоруссия и другие страны СНГ) такие гиганты, как Ижорский завод, Саратовский авиационный, Ильичевский судоремонтный, Нижегородский автомобильный и Липецкий тракторные заводы, АвтоВАЗ, НПО им. Лавочкина, Светловодский и Рязанский pадиозаводы, КБ и учебные заведения. Продукты КОМПАС поддерживаются гарантийным и техническим обслуживанием в Киеве, Львове, Минске, Одессе, Hиколаеве, H.-Hовгоpоде, Hижнем Тагиле, Саpатове, Кpаснояpске, Севеpодвинске, Чебоксаpах, Муpоме, Яpославле и других городах России и СHГ.

Создана Ассоциация пользователей систем КОМПАС, в которую входят также и pазpаботчики пpиложений на основе программных средств "КОМПАС". Мы планируем создание аналогичной Ассоциации учителей и преподавателей, основная задача которой будет состоят в обобщении педагогического опыта, создания банка файлов чертежей для учебного процесса.

Опыт эксплуатации систем КОМПАС показал, что они легко осваиваются пользователем (независимо от возраста), значительно ускоряют процесс выпуска чертежной документации и заметно повышают ее качество. При этом достаточно легко решается проблема преодоления психологического барьера, особенно у пользователей солидного возраста, а ведь именно они владеют уникальными знаниями и опытом.

ПМК полностью обеспечивает создание полных компьютеризованных учебных курсов “Инженерная графика”, “Черчение”, “Детали машин”, “Теория машин и механизмов”, а также использование программных средств для выполнения лабораторных работ, курсовых и дипломных проектов в подготовке учителя технологии.

Программное обеспечение ПМК: чертежно-графический редактор КОМПАС-Школьник и учебная версия ОБРАЗ системы геометрического моделирования КИТЕЖ (НИИ механики НГГУ). В состав ПМК входят учебное пособие для учащегося (в 2-х частях), пособие для учителя (в 3-х частях), дискета с файлами чертежей и фрагментов. Основное назначение - компьютерная поддержка образовательной области “Технология”: школьного курса “Графика/Черчение”, технологии обработки конструкционных материалов с элементами машиноведения; раздела курса ОИВТ “Деловые применения ЭВМ”; курса “Геометрия”. ПМК с успехом может быть использован в средних специальных профессиональных учебных заведениях, на младших курсах вузов.

### Составляющие ПМК

**1. Чертежно-графический редактор КОМПАС-Школьник**, сохранив основные черты профессиональной версии, обеспечивает:

* ввод геометрической информации с экрана дисплея компьютера при помощи клавиатуры и мыши;
* ввод элементарных графических элементов: отрезков, дуг, окружностей, фасок, скруглений, текста;
* ввод русских, латинских и греческих строчных и прописных букв, арабских и римских цифр, специальных символов (знаки диаметра, градуса и т.д.);
* выполнение вспомогательных построений: параллельных и перпендикулярных линий, касательных, сопряжений и т.п.);
* простоту и минимум действий при вводе составных чертежных элементов и элементов оформления чертежа: размеров (линейных, угловых, диаметральных и радиальных), штриховки, таблиц, знаков шероховатости и т.д.;
* полуавтоматическое заполнение граф штампа;
* редактирование изображения (сдвиг, поворот, копирование, зеркало и т.д.);
* использование фрагментов;
* увеличение изображений в окне и работа с ним;
* компоновку видов на чертеже;
* выдачу чертежа на принтер любого типа или графопостроитель
* и многое другое, что облегчает работу конструктора и позволяет достичь высокого качества выполняемых чертежей.

Первый экран редактора - экран архива чертежей и фрагментов, который очень напоминает популярную оболочку Norton Commander. Такой подход облегчает освоение системы. Чертеж в редакторе строится из отдельных частей, названных, к сожалению, не очень удачно видами. Чтобы начать чертить, нужно в следующем экране - экране работы с чертежом создать новый вид. В одном виде можно сгруппировать все те элементы чертежа, которые логически связаны друг с другом. Основным для работы является экран работы с видом.

**2. Программа ОБРАЗ** ( учебная версия системы геометрического моделирования КИТЕЖ, разработанной в НИИ механики Нижегородского государственного университета) предназначена для создания моделей пространственных твердотельных объектов. Входной информацией системы являются три вида в системе прямоугольных проекций, удовлетворяющих определенным требованиям. Восстанавливаемый объект не должен иметь поверхности более сложные, чем плоскость, цилиндр, конус. Если в объекте есть грани, у которых внешний контур имеет самопересечение или несколько внутренних контуров, имеют общие точки, то такие объекты не рекомендуются для восстановления. Проекции могут содержать только отрезки прямых, окружности и дуги окружностей. При этом все линии, независимо от их видимости, должны быть одного типа - сплошные. Можно использовать штриховые линии, программа восстановления превратит их в сплошные. Проекции должны содержать только геометрическую информацию. Элементы оформления чертежа (оси симметрии, размеры, надписи и т. п.) не используются.

ОБРАЗ позволяет методом чтения чертежа создать два вида пространственных геометрических объектов: каркасную (проволочную) модель (при этом невидимые линии могут быть удалены) и объемное тело.

Система ОБРАЗ эффективно работает на персональном компьютере IBM PC/AT 286 с монитором EGA/VGA и 640 К оперативной памяти, поэтому на имеющихся в школах компьютерах эффективно решается задача трехмерного моделирования.

ОБРАЗ представляет собой программный комплекс, состоящий из пяти отдельных программ. Файл чертежа готовится пользователем с помощью графического редактора “КОМПАС-Школьник” и затем передается в программу восстановления.

**3. Пособие для учителя** состоит из трех частей: первые две по использованию редактора “КОМПАС-Школьник” в курсе “Черчение”, третья - посвящена важной стороне интеллектуального развития учащихся в процессе обучения - формированию пространственных представлений на основе системы ОБРАЗ.

Организация работы с ПМК требуетрешения вопроса: кто должен вести предлагаемый курс: учитель информатики или учитель черчения? В течение первого года целесообразна совместная подготовка учителя информатики и учителя черчения к проведению сначала кружковых или факультативных занятий с предлагаемым ПМК. При предварительной работе следует познакомиться с поставляемыми на дискете графическими материалами, подготовить все необходимые для преподавания файлы чертежей и фрагментов.

До начала работы с ПМК учащиеся должны получить минимально необходимые сведения о работе с MS-DOS, надстройкой Norton Commander, текстовым редактором. С этой целью нами разработан “Базовый пакет подготовки пользователя”, который состоит из соответствующих обучающих программ

### Как работать с ПМК

ПМК "Школьный САПР", естественно, не заменяет традиционных уроков черчения, на которых учащийся получает первоначальные навыки выполнения чертежей. Однако, после того, как учащийся овладеет приемами выполнения чертежей, целесообразно часть учебного материала по черчению выполнять на компьютере. Опыт показывает, что при сложившейся системе преподавания, учащийся может получить первоначальные навыки работы на компьютере в первом полугодии 8-ого класса на уроках, проводимых за счет часов, отводимых на факультативные занятия. Во втором полугодии часть занятий можно проводить за счет часов, отводимых на курс "Черчение" и за счет часов факультативных занятий. Такой подход подтвержден и данными работы [22]: каждым учащимся за 3 четверти выполнено 10-15 работ на персональном компьютере (чертежи по проводимым темам печатаются на принтере) и до 5 работ на бумаге.

ПМК состоит из 11 основных и двух дополнительных работ по курсу "Черчение". При работе с ПМК учащийся постепенно изучает возможности (далеко не все) учебной версии КОМПАС-Школьник". Изучение САПР осуществляется на школьном материале курса “Черчение" и в принятой в школе последовательности.

Работы NN 1-8 охватывают материал курса "Черчение" 8-ого класса, работы NN 9-11 - материал 9-ого класса.

Работы N 1-4 посвящены изучению интерфейса (экранов) "КОМПАС-Школьник" и основных приемов работы в экране чертежа и вида: вычерчиванию отрезков, окружностей, нанесению линейных и диаметральных размеров, построениям в "тонких" линиях. Эти работы могут быть выполнены в рамках курса "Информатика" в разделе "Деловые применения ЭВМ".

Каждая работа состоит из введения и отдельных разделов (частей). В работу можно включать дополнительный материал, который предлагается учителем. Во введении формулируется постановка одной или нескольких задач, приводится чертеж, который должен быть выполнен после окончания работы. Запросы и меню, которые предъявляются учащемуся при работе с чертежно- конструкторским редактором в тексте выделены. Само пособие может служить примером подготовки текстово-графического материала с использованием текстового редактора и редактора "КОМПАС-Школьник", т.к. весь иллюстративный материал пособия выполнен с помощью программы для принтера.

В пособии для учителя даны подробные указания к выполнению основных работ, приводится структура команд редактора, дополнительные задания. Кроме того, приводится описание двух дополнительных работ: Рабочие чертежи деталей; Сборочный чертеж. Работа со слоями.

В приложении описаны программа печати, которая устанавливается на компьютере учителя, и работа с файлом, обеспечивающим установку редактора “по умолчанию”. (В профессиональной версии “КОМПАС-ГРАФИК” печать чертежа осуществляется из экрана архивов чертежей и фрагментов.)

В пособии дан материал для вводного урока, посвященного принципам организации гибкого автоматизированного производства, основанного на широком применении современного программно-управляемого технологического оборудования, микропроцессорных управляюще-вычислительных средств, роботов и промышленных робототехнических систем, средств автоматизации проектно-конструкторских, технологических и планово-производственных работ. Современные САПР позволяют вести проектирование комплексно, начиная с постановки задачи и кончая получением чертежей и программ для оборудования с числовым программным управлением (ЧПУ). Применение подобных систем позволяет ускорить выполнение чертежей в десятки раз. Кроме того, на жестких дисках компьютера можно сохранить много готовых чертежей и затем использовать их по мере надобности.

В разделе “Немного истории или как создавался "КОМПАС" достаточно подробно рассказано о создании и обсуждается состав профессиональной версии КОМПАС 4.х. В нее входят интеpактивная графическая система КОМПАС-ГРАФИК, инструментальная среда pазpаботки пpиложений на базе языка Си КОМПАС-МАСТЕР, система проектирования управляющих пpогpамм для станков КОМПАС-ЧПУ, специализированная оболочка КОМПАС- МОHИТОР, а также pасшиpенный набоp прикладных библиотек; система пpоектиpования маpшpутно-опеpационных технологических процессов КОМПАС-Т/М; системы выпуска текстово-гpафических конструкторских документов КОМПАС-КД, утилиты анализа pазмеpных цепей КОМПАС-РЦ, системы стpуктуpиpованного хранения и обработки документов и ведения конструкторских аpхивов КОМПАС-АРХИВ, специализированных библиотек для строительного пpоектиpования. Все эти пpогpаммные сpедства базиpуются на единой чеpтежной модели, что позволяет использовать ее в качестве унивеpсальной инфоpмационной основы для связи pазличных по своему функциональному назначению pабочих мест.

КОМПАС-ГРАФИК может быть пополнен прикладными библиотеками типовых конструктивных элементов (крепеж, пружины, подшипники, соединительные элементы трубопроводов, условные обозначения элементов электросхем, пневмосхем, кинематических схем), полученных средствами инструментальной среды.

При работе с редактором КОМПАС-Школьник учащийся оперирует с такими понятиями констpуктоpского документа, как чеpтеж, вид, основная надпись, технические тpебования, шеpоховатость, pазмеp, допуск и т.д., что позволяет эффективно и пpосто создавать и pедактиpовать изобpажения; аппаpат вспомогательных постpоений для имитации pаботы "в тонких линиях"; полуавтоматическое фоpмиpование таблиц; автоматическая пpостановка допусков к pазмеpам т.д. Отметим, что для учащихся значительно удобнее работать с текстовыми меню, а не запоминать большее число пиктограмм.

В любой момент учащемуся доступен исчерпывающий режим помощи, выполнение всех операций сопровождается подробными подсказками.

**Большое внимание уделено вопросам методики**. ПМК написан в соответствии с программой по черчению средней общеобразовательной школы, позволяя на современном уровне решать такие учебно-воспитательные задачи как трудовая политехническая и профессиональная подготовка школьников к условиям современного производства; формирование основ компьютерной инженерной графики; умение составлять чертежно-графическую документацию с помощью САПР проектирования.

Новая информационная технология в процессе преподавания позволяет легко предъявить школьнику графический материал для чтения и выполнения чертежей, обеспечивает самостоятельную разработку графической документации для изготовления деталей и предметов; дает школьнику возможность решения творческих задач с элементами конструирования.

Естественно возникает вопрос о том, не заменит ли машинная графика полностью традиционные методы выполнения чертежей. Тенденцию свертывания преподавания традиционного черчения, по-видимому, можно считать ошибочной. С внедрением и расширением сферы применения САПР потребность в профессиональном мастерстве чертежников и конструкторов не может отпасть или сократиться. Работа с компьютером требует от конструктора безупречного владения техникой выполнения чертежных работ, знания правил оформления конструкторской документации, особой геометрической подготовки, обостренного чувства пространственных форм и комбинационного мышления. Поэтому в ПМК компьютер рассматривается как совершенный инструмент чертежника и конструктора, обеспечивающий современный уровень подготовки производственной графической и текстово- графической документации, ее хранение, передачу и размножение. Следует обратить внимание на то, что ряд часто повторяющихся операций выполнения чертежа в редакторе "Компас- Школьник" выполняются полуавтоматически в соответствии с требованиями ЕСКД: нанесение размеров, сопряжения, штриховка, изображение резьбы и т.д.

Чертежно-конструкторский редактор "КОМПАС-Школьник" как современный чертежный инструмент освобождает школьника от утомительных операций выполнения чертежа, обеспечивая при этом высокое качество выполняемых графических работ. Работа с САПР в курсе черчения позволяет школьнику реализовать свои идеи: представив себе вид разрабатываемого задания школьнику не следует опасаться, что одно его неверное движение заставит выполнять работу заново.

### Рекомендации по использования ПМК в преподавании черчения

При работе с ПМК учащийся должен получить навыки работы с компьютером и чертежно-графическим редактором, изучая (или повторяя) программный материал курса черче

Алогичное сокращение числа часов на естественно-научные школьные дисциплины с необходимостью требует анализа возможностей информационных технологий в активизации процесса обучения. В частности это относится и к курсу "Черчение", число часов на изучение которого сокращено с 72 до 36. При этом значительно сокращается информационное поле, которое учитель организует на уроках. В процессе изучения курса "Черчение" у учащихся формируются не только репродуктивные знания, умения и навыки, но и пространственное воображение, которое помогает понять конструкцию и назначение изделия, из каких геометрических оно состоит, как они сочетаются друг с другом, в результате каких технологических действий (способов обработки) происходит формообразование изделия. Совершенно очевидно, что на все это требуется значительное время.

Ситуацию с программным обеспечение курса "Черчение", благодаря поддержке российской системы образования фирмами "АСКОН" и "Геос", можно считать идеальной. Действительно, чертежно-графический редактор "КОМПАС-Школьник", система геометрического моделирования "КОМПАС-К3", система восстановления наглядного изображения методом чтения чертежа "ОБРАЗ", чертежно-графический редактор "КОМПАС-LT" для Windows предоставляются учебным заведениям бесплатно и могут быть получены по адресу http://www.ascon.ru. Разработан программно-методический комплекс "Школьная система автоматизированного проектирования". С 2000-го года свободно распространяется и промышленная система "КОМПАС-График" версии 4.х.

В сложившихся условиях базовым программным средством можно считать систему геометрического моделирования "КОМПАС-К3", которая предназначена для создания и отображения моделей трехмерных объектов в процессе выполнения дизайнерских, проектных и конструкторско-технологических работ. Над моделями объектов можно выполнять булевы операции объединения, пересечения и вычитания, в результате которых также будут получены твердотельные трехмерные модели. Система К3 дает возможность выполнять следующие виды работ: проектирование и редактирование внешней формы изделий; получение и просмотр реалистических полутоновых изображений проектируемых объектов; решение компоновочных задач и задач и т.п.

Создание трехмерной модели объекта ведется поэтапно. Вначале создается заготовка проектируемого объекта. В качестве заготовок могут быть выбраны элементарные тела (параллелепипед, цилиндр, конус, усеченный конус, сфера, тор), тела вращения, тела выдавливания (призмы), и другие кинематические объекты. Если объект имеет отверстия, выступы и т.д., то для придания ему окончательной формы применяются булевы операции (пересечение, объединение и вычитание), выполняемые над двумя трехмерными объектами: моделью заготовки и моделью формообразующего инструмента. Фактически, при этом моделируется процесс получения объекта из заготовки путем ее обработки режущим инструментом. Таким образом уже на стадии дизайна может быть определена технология изготовления объекта и форма обрабатывающего инструмента.

Система визуализирует созданные геометрические объекты на экране дисплея. Для этого она проецирует геометрические объекты на картинную плоскость, прямоугольная часть которой отображается на экране и называется графическим окном. Одновременно на экране может быть до четырех различных окон с проекционными изображениями созданных геометрических объектов.

Во время выполнения различных команд система запрашивает выполнения ряда действий, таких как ввод точек, величин, выбор объектов и т.п. Все такие действия практически не зависят от содержания самой команды в выполняются по типовым сценариям. К таким сценариям относятся: выбор геометрических объектов, ввод точки, ввод протяженности (расстояния), ввод угла и т.п.

В соответствии с программой курса "Черчение" знакомство с системой начинается с темы "Современные технологии выполнения чертежей". В разделе "Метод проецирования и графические способы построения изображения" практически все задания могут быть вы полнены в системе "КОМПАС-К3". Для оформления чертежа в разделе "Чтение и выполнение чертежей" отдельные виды могут быть переданы в систему "КОМПАС-Школьник". Раздел "Сечения и разрезы" прекрасно иллюстрируется разрезами (вырезами) в прямоугольной изометрической проекции. Имеющие в комплекте поставки файлы чертежей сборочных единиц могут быть использованы при изучении раздела "Сборочные чертежи", в частности при деталировании. Опыт работы показал, что использование современного программного обеспечение на уроках черчения активизирует познавательную деятельность учащихся, приводит к развитию пространственных представлений, образного мышления на основе анализа формы предметов. Чрезвычайно важным представляется и то обстоятельство, что применение САПР исключает непродуктивные элементы графической деятельности учащихся.

### Литература

1. Богуславский А.А. Программно-методический комплекс №6. Школьная система автоматизированного проектирования. Пособие для учителя // М.: КУДИЦ, 1995. - Ч.1. - 68 с. -Ч.2 - 48 с. - 1996. - Ч3. - 28 с.; Учебное пособие // М.: КУДИЦ, 1995. - Ч.1. - 72 с. -Ч.2 - 32 с.

2. Иванов Н. Компьютерное образование // Компьютер Пресс, 1996, №8. - С. 6.

3. Христочевский С. Мультимедиа в образовании // Компьютер Пресс, 1996, №8. - С. 7-10.

4. Юрин В., Злыгарев В. Система автоматизированной конструкторско-технологической подготовки производства в качестве средства обучения // Высшее образование в России, 1996, №1, - С. 97-100

5. Котов Ю.В., Павлова А.А. Основы машинной графики, учебное пособие для студентов художественно-графических факультетов, Москва, Просвещение, 1993 г.

6. Трошин В.В. Компьютер на уроке черчения // Школа и производство, 1991, №7. - С. 55-58.

7. Колесников В.К. О компьютерной подготовке учителей труда // Школа и производство, 1994, №1. - С. 11-12.