

К вопросу о сквозном проектировании в учебном процессе

In relation to through design in educational process

Ганьков А.Д.

студент ИГЭУ

e-mail: battik94@yandex.ru

Gankov A. D.

student of ISPU

e-mail: battik94@yandex.ru

Егорычева Е.В.

зав. кафедрой конструирования и графики ИГЭУ

e-mail: egoryh@mail.ru

Egorycheva E. V.

head of Department of Design and Graphics, ISPU

e-mail: egoryh@mail.ru

Аннотация

В статье рассматривается использование системы *ADEM* в учебном процессе при изучении дисциплины «Инженерная и компьютерная графика». Применение *CAD/CAM* модулей системы *ADEM* позволяет познакомиться с технологией изготовления детали, выполнить динамическую модель технологического процесса и создать управляющую программу обработки детали.

Ключевые слова: САПР, *ADEM*, технологический процесс, управляющая программа, учебный процесс.

Abstract

The article discusses the use of the *ADEM* system in the educational process when studying the discipline “Engineering and computer graphics”. The use of *CAD / CAM* modules of the *ADEM* system allows you to get acquainted with the manufacturing technology of the part, perform a dynamic model of the technological process and create a control program for the processing of the part.

Keywords: CAD/CAM/CAPP *ADEM*, technological process, Master Control Program, educational process.

Внедрение систем автоматизированного проектирования позволило по-новому взглянуть на процесс проектирования и изготовления изделий. В настоящее время возможность моделирования конфигурации изделия, процесса изготовления и отработки технологии стала уже потребностью. Отечественная *CAD/CAM/CAPP* система *ADEM* предназначена для конструкторско-технологической подготовки производства. *ADEM* был создан, как единый продукт, включающий в себя инструментарий для проектировщиков и конструкторов (*CAD*), программистов ЧПУ (*CAM*) и технологов (*CAPP*). Поэтому он содержит нескольких различных предметно-ориентированных САПР под единой логикой управления и на единой информационной базе [1, 2]. *ADEM* позволяет автоматизировать следующие виды работ: объёмное и плоское моделирование и проектирование; проектирование технологических

процессов; программирование оборудования с ЧПУ, оформление проектно-конструкторской и технологической документации и другие операции [3].

В данной работе рассматривается вопрос об использовании системы *ADEM* при изучении дисциплины «Инженерная и компьютерная графика» для студентов направления «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств». Дисциплина разделена на две части, первая часть дисциплины преподается в первом семестре, вторая – в третьем. При изучении первой части дисциплины основной акцент сделан на два направления: проекционное черчение и геометрическое моделирование в САПР *AutoCAD* [4]. К достоинствам именно этой системы можно отнести как широкое применение в решении прикладных задач [5, 6], так и возможность создания средств компьютерной проверки решений геометро-графических задач [7]. Вторая часть дисциплины «Инженерная и компьютерная графика» включает изучение вопросов не только *2D* и *3D* проектирования, но и технологии изготовления деталей. И система *ADEM* дает широкие возможности для изучения технологических процессов механической обработки деталей. *CAM*-модуль в области проектирования и планирования техпроцессов механообработки позволяет выполнять плоское и объемное фрезерование, токарную обработку, листовую штамповку, визуализацию процесса обработки и другие операции. *CAD*-модуль системы в области чертежной графики позволяет выполнять компьютерную обработку бумажных чертежей, *2D* моделирование и черчение, *3D* моделирование, создавать чертежи по *3D* модели, конструкторскую документацию, полностью соответствующую требованиям ЕСКД, и это далеко не полный перечень функциональных возможностей.

Наибольший интерес для нас представляет функционал *CAM*-модуля, который позволяет выполнить моделирование технологической обработки детали и создать управляющую программу обработки детали на станке с ЧПУ. Основной акцент в учебном процессе ставится на изучении технологии изготовления детали: определение заготовки для детали, технологические операции механообработки и последовательность их выполнения. Знание технологии изготовления в значительной степени определяют правильность простановки размеров на детали [8, 9]. При простановке размеров необходимо отчетливо представлять, на каких операциях и в какой последовательности формируются эти поверхности. Только после этого возможно правильно проставить размеры на чертеже детали и правильно связать между собой размеры необрабатываемых и обрабатываемых поверхностей. Размеры на чертеже детали проставляются с таким расчётом, чтобы они отвечали наиболее рациональной технологии изготовления детали. Чтобы рабочему не приходилось при обработке подсчитывать размеры, их необходимо указывать для каждой операции.

В качестве примера рассмотрим создание модели технологического процесса (ТП) и управляющей программы обработки детали – «тела вращения» с планированием техпроцесса обработки (рис. 1).

Необходимо учитывать, что студенты первого курса, изучающие дисциплину «Инженерная и компьютерная графика», еще очень далеки от специальной машиностроительной терминология и понятий, поэтому объяснение задания должно быть доступным, понятным и сопровождаться иллюстративным материалом [10].

Детали, поверхности которых являются телами вращения, обрабатывают на токарном станке, поэтому главное изображение детали следует располагать соответственно её положению на этом станке, т.е. с горизонтальной осью вращения.

На первом этапе разработки МСР необходимо по чертежу детали проанализировать конструкцию детали и определить технологические операции для ее изготовления и их последовательность [8, 9, 11, 12].

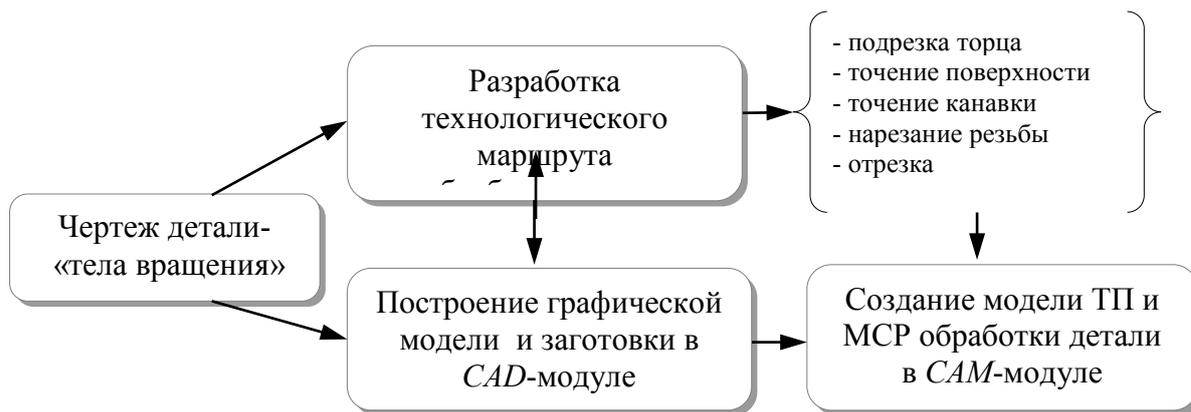


Рис. 1. Последовательность создания управляющей программы обработки детали

Данная деталь выполняется на токарном станке и все действия: подрезка торца, точение поверхности, точение канавки, нарезание резьбы, отрезка, являются переходами токарной операции (рис. 2).

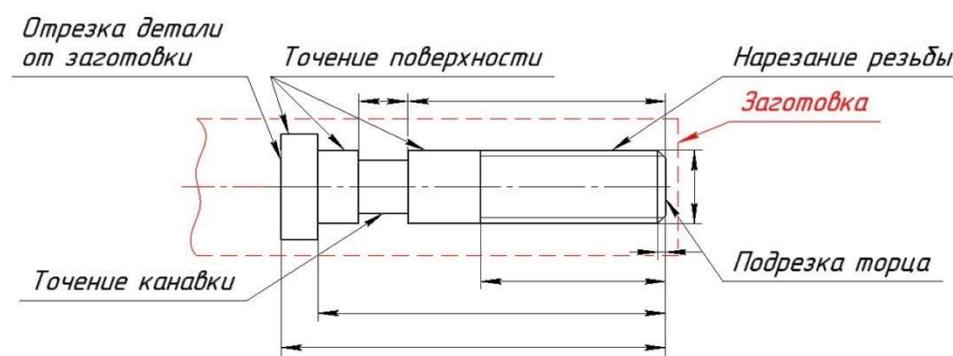


Рис. 2. Технологические переходы токарной операции для изготовления детали

Второй этап работы заключается в создании графической модели детали. Она выполняется в *CAD*-модуле системы *ADEM*. Для составления технологии обработки на станке с ЧПУ модель не обязательно должна иметь вид полностью оформленного чертежа, так как для создания управляющей программы в модуле *CAM* системы *ADEM* нужен только геометрический контур детали. Для нашей детали-тела вращения не требуется строить полный геометрический контур, достаточно половины контура, расположенного выше оси симметрии детали (рис. 3).

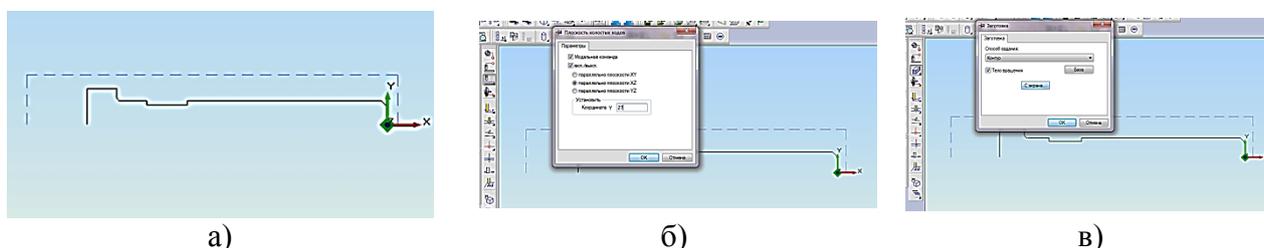


Рис. 3. Выполнение геометрических контуров и начальных настроек:

- а – геометрический контур детали и заготовки;
- б – создание плоскости холостых ходов;
- в – выбор контура заготовки

Третий этап – создание технологии обработки выполняется в модуле *CAM* системы *ADEM*. После разработки технологического маршрута обработки детали создается модель

технологического процесса. Возможности системы *ADEM* позволяют применять самые разнообразные последовательности действий при создании технологии в модуле *CAM*.

Деталь, подлежащую обработке, можно представить набором конструктивных элементов [3]. Например, конструктивные элементы данной детали – торец, область, резьба. При токарной обработке рекомендуется придерживаться следующего маршрута (рис. 3...8):

– начало цикла (позиция смены инструмента);

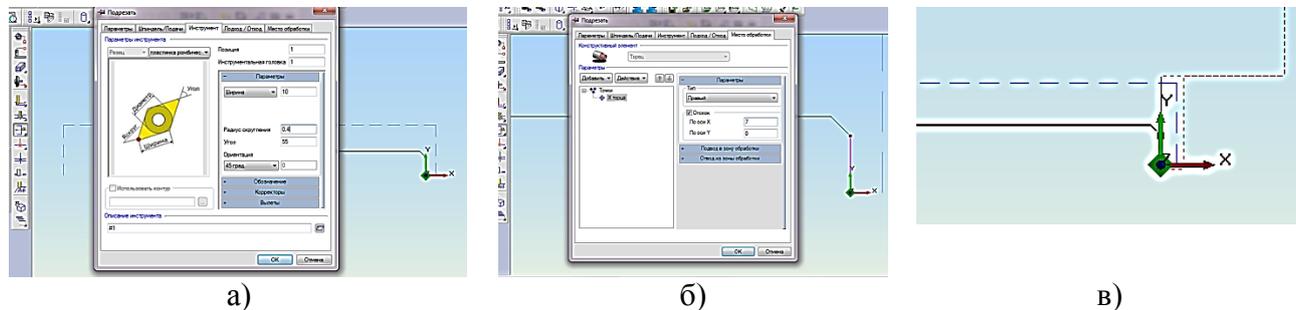


Рис. 4. Подрезка торца: а – настройка инструмента; б – настройка места обработки; в – расчет объектов обработки

- плоскость холостых ходов (для перемещения инструмента по двум координатам);
- конструктивный элемент – торец;
- технологический переход – подрезать;
- отвод инструмента;

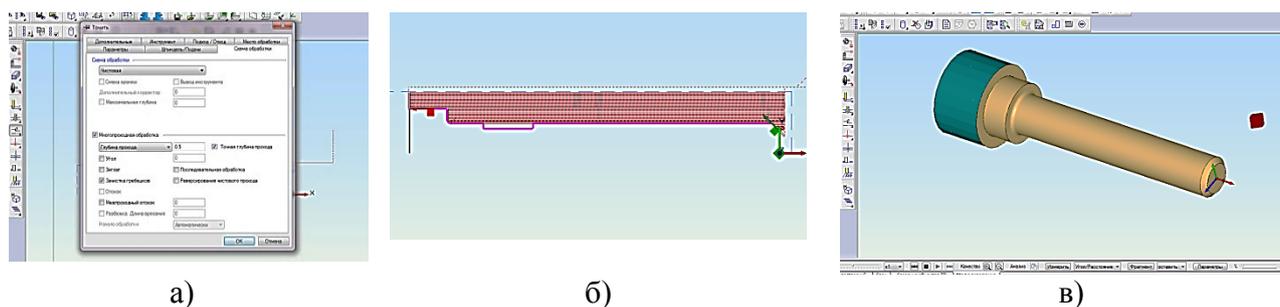


Рис. 5. Точение: а – настройка схемы обработки; б – расчет объектов обработки; в – моделирование процесса обработки

- плоскость холостых ходов;
- конструктивный элемент – область;
- технологический переход – точить и т.д.

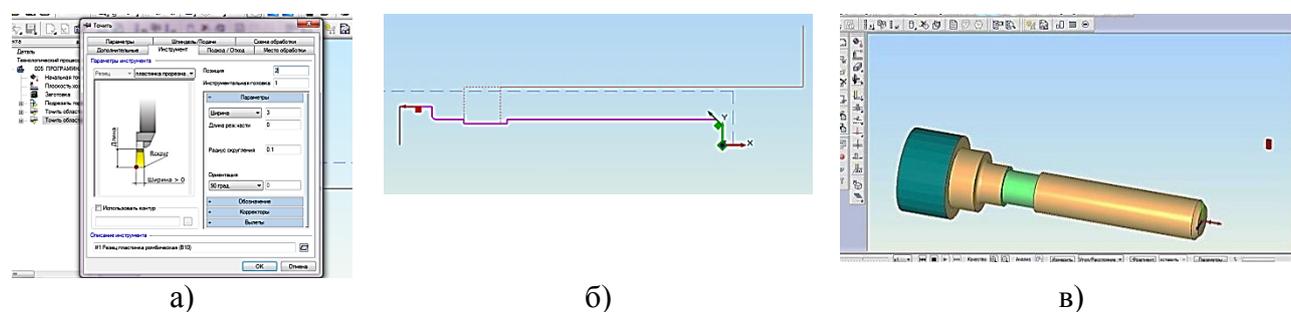


Рис. 6. Точение канавки: а – корректировка инструмента; б – расчет объектов обработки; в – моделирование процесса обработки

В работе выбор данных для настройки инструмента и параметров обработки (глубина резания, подача, обороты шпинделя, скорость резания) выполняется по таблицам технологических справочников.

После задания всех технологических объектов необходимо рассчитать траекторию движения инструмента. Результатом расчета является файл *CLDATA*, который содержит последовательность команд для станка с ЧПУ. Существует возможность расчета траектории инструмента для текущего технологического объекта и для всех объектов.

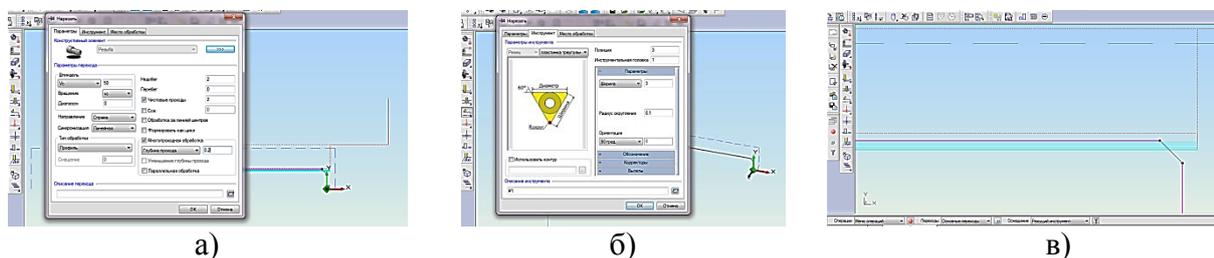


Рис. 7. Нарезание резьбы: а – настройка параметров обработки; б – настройка инструмента; в – расчет объектов обработки

После расчета траектории движения инструмента выполняется моделирование процесса обработки, создается динамическая модель ТП и выполняется генерация управляющей программы обработки детали.

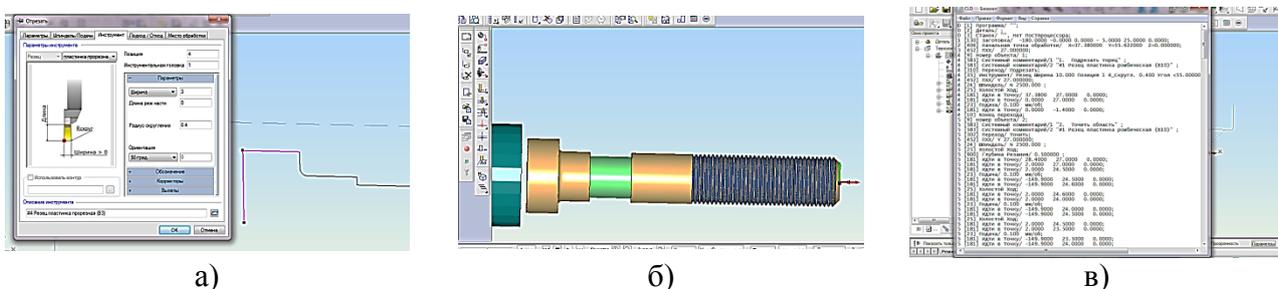


Рис. 8. Отрезка: а – настройка инструмента;

б – моделирование процесса обработки; в – часть управляющей программы для обработки данной детали на станке

Таким образом, использование *CAM*-модуля системы *ADEM* при изучении второй части курса «Инженерная и компьютерная графика» позволяет познакомиться студентам направления «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» с технологией изготовления детали, выполнить динамическую модель ТП, имитирующую процесс обработки и создать управляющую программу обработки детали. Также рассматривается вопрос об углубленном изучении *CAD*-модуля системы *ADEM* в первом семестре. Это позволит перейти к сквозному проектированию в учебном процессе: в первой части дисциплины рассматривать вопросы проектирования и 3D моделирования деталей, создания ассоциативных чертежей и конструкторской документации в соответствии с требованиями ЕСКД, а во второй – перейти к изучению техпроцессов механической обработки этих деталей и созданию динамической модели ТП.

Литература

1. *Чемпинский Л.А.* Основы геометрического моделирования в машиностроении : конспект лекций для студентов, обучающихся по основной образовательной программе высшего образования по специальности 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей / Л.А. Чемпинский. – Самара: Изд-во Самарского ун-та, 2017. –157 [1] с. –ISBN 978–5–7883–1356–6 .
2. *Чемпинский Л.А.* К вопросу обучения основам компьютерного геометрического моделирования/ Л.А. Чемпинский //Модернизация профессионально-педагогического образования: тенденции, стратегия, зарубежный опыт: материалы международной

- научной конференции, г. Барнаул, 18–20 октября 2017 года. – Барнаул: АлтГПУ, 2017. – С.140–143.
3. *Мещеряков А.В.* Подготовка управляющих программ (в среде CAD/CAM/CAPP ADEM) : Методические указания /А.В. Мещеряков, В.Г. Смелов, Г.В. Смирнов и др. – Самара: Изд-во Самар, гос. аэрокосм, ун-та, 2010. – 26 с.
 4. *Егорычева Е.В.* Компьютерное обеспечение практических занятий по курсу «Инженерная графика» / Е. В.Егорычева, А. И. Лапочкин // Состояние и перспективы развития электротехнологии. XVI Бенардосовские чтения : сборник научных трудов Международной научно-техн. конференции. – Иваново: ГОУ ВПО «Ивановский государственный энергетический университет им. В. И. Ленина», 2011. –С. 440.
 5. *Притыкин Ф.Н.* Визуализация линейных смещений узловых точек при реализации мгновенных состояний различных конфигураций руки андроида / Ф. Н.Притыкин[и др.] // Геометрия и графика. –2019. –Т.7, №. 3. –С. 51–59. DOI: 10.12737/article_5dce6b81e2a808.81762326 .
 6. *Игнатъев С.А.* Дополненная реальность в начертательной геометрии / С. А.Игнатъев, З. О. Третьякова, М. В. Воронина// Геометрия и графика. –2020. – Т.8, №. 2. –С. 41–50. –DOI: 10.12737/2308-4898-2020-41-50.
 7. *Бойков А.А.* Компьютерная проверка решений задач начертательной геометрии для инженерно-графического образования / А. А. Бойков // Геометрия и графика. –2020. – Т.8, №. 2. –С. 66–81. –DOI: 10.12737/2308-4898-2020-66-81 .
 8. *Волкова М. Ю.* Графическая грамотность инженера как способ получения фундаментальных профессиональных знаний/ М. Ю. Волкова, Е. В. Егорычева // Геометрия и графика. –2014. –Т.2, №.1.–С.39–46. – DOI: 10.12737/3849
 9. *Егорычева Е.В.* Использование метода параметризации при моделировании конструкции изделия / Егорычева Е. В., Вьюнов Д. А. // Информационная среда вуза. – Иваново: Ивановский государственный политехнический университет, 2015. – № 1 (22). – С. 113–116.
 10. *Новожилова С.А.* Информационное обеспечение в современных технологиях обучения графическим дисциплинам / С. А. Новожилова, Е. В. Егорычева // Геометрия и графика. – 2013. – Т.1, №3. – С.33–35. – DOI: 10.12737/2130 .
 11. *Egoricheva, E. V.* Development of graphics skills of students in technical university / Egoricheva E. V., Tyurina S. Yu. // Категория «социального» в современной педагогике и психологии: материалы 7-й всерос. научно-практ. конф. с дистанц. и междунар. участием (Ульяновск, 20-21 июня 2019 г.). – Ульяновск: Изд-во «Зебра», 2019. – С. 290–292.
 12. *Егорычева, Е.В.* 3D-моделирование при обучении инженерной графике / Егорычева Е. В., Милосердов Е. П. // Информационная среда вуза. – Иваново: Ивановский государственный политехнический университет, 2015. – № 1 (22). – С. 44–48.