

УДК.621.951.45

УДК 658.512.011.56.005:621

Димчо Йонков Донков, д-р., Пенка Милкова Неделчева, д-р  
Технический университет – Габрово, Болгария

## ОБУЧЕНИЕ СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТИ „МАШИНОСТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ” ПО ПРИМЕНЕНИЮ КОМПЬЮТЕРНЫХ МЕТОДОВ И ТЕХНОЛОГИЙ В ТУ - ГАБРОВО, РБОЛГАРИЯ

---

*В статье рассмотрены предпосылки и условия, необходимые для обучения студентов и инженеров по применению компьютерных методов и технологий в машиностроении. Развитие обучения в разные годы на факультете „Машиностроения и приборостроения” ТУ Габрово, РБолгария . Подробно представлен учебный процесс на кафедре „Машиностроительная техника и технологии” включая учебные планы и техническое обеспечение. В результате анализа возникающих проблем в процессе обучения предложены методы их решения.*

**Ключовые слова:** обучение, CAD/CAE/CAM системы, Технический университет - Габрово

*The premises and conditions are considered, necessary for the training of students and engineer staff in the area of the computers methods and technologies in the mechanical engineering. The history of training is given in the Faculty of “Mechanical and Pecision Engineering” in Technical University of Gabrovo. The conditions of the teaching process in department “Mechanical Engineering Equipment and Technologies” is written more detailed, according to operating in the moment plans, as well as its resources insurance. The existing problems in the training are analysed and directions about their decision are given.*

**Keywords:** training, CAD/CAE/CAM systems, Technical University of Gabrovo

---

### Введение

Современное машиностроительное производство характеризуется широким применением компьютерных технологий, что позволяет обеспечить быструю перенастройку для изготовления разных видов деталей при возрастающих требованиях по надежности и качеству. Этот факт требует у будущих инженеров подготовку не только по специальности, а приобретение расширенных знаний в области автоматизации проектирования(CAD/ CAE/ CAM систем) и работу в глобальных локальных сетях. Расширение познаний вследствие такого обучения подготавливает молодых специалистов к требованиям реального производства и рынка труда.

Обучение по применению компьютерных технологий - постоянный процес, который длится во время всего обучения в университете и проводится в виде специализированных курсов лекций, курсовых и дипломных работ по компьютерному проектированию. Для проведения данного обучения необходимы учебные программы, подготовленные преподаватели, материальная база, включающая хардеэр и софтуэр, а также специализированная литература.

Для студентов специальности „Машиностроительная техника и технологии” (МТТ) факультета „Машиностроения и приборостроения „(МУ) ТУ - Габрово с 1981 года введены учебные курсы соответствующие национальному шифру научного направления 02.21.06 „Автоматизация инженерного труда и системы для автоматизированного проектирования”.

### **История обучения**

- 1981 г. – начало курса „Автоматизация конструкционного и технологического проектирования”, в котором преподаются теоретические основы и методология автоматизированного проектирования;
- 1986 г. – начало работы специализированной лаборатории по автоматизированному проектированию и введение практического обучения с использованием компьютерной техники и специализированных программных продуктов;
- 1986 г. – введено обучение по системе AutoCAD для создания машиностроительных чертежей;
- 1989 г. – обновление и расширение лаборатории по автоматизированному проектированию;
- 1993 г. – работа над научно-исследовательским проектом „Приложение современных CAD/CAE систем в научных исследованиях и в обучении” [1];
- 1995 г. на факультете МУ разрабатывается полная программа методики обучения автоматизированного проектирования в машиностроении и приборостроении [2];
- 1995 г. в программу обучения студентов направления „Металлорежущие станки” специальности МТТ вводится второй предмет “Применение CAD/CAM систем в машиностроении” для изучения основ трехмерного моделирования. Для данной программы приобретены CAD системы Autodesk;
- 1998 г. – издан учебник „CAD/CAM системы в машиностроении. Часть 1: Основы автоматизированного проектирования” [3];
- 1999 г. – начало обучения по предмету „Компьютерные методы инженерного анализа”, с применением методов конечных элементов и подготовка учебных пособий по данному курсу [4, 5]. Приобретение продукта COSMOS для практического проведения обучения;
- 2001 г. – выход II части учебника „CAD/CAM системы в машиностроении: Параметрическое моделирование с применением Mechanical Desktop” [6];
- 2003 г. – с этого года на кафедре МТТ проводится специализация „Компьютерные методы и технологии в машиностроении” для магистерской степени;
- 2004 г. – получена лицензия на CAD/CAE/CAM системы Unigraphics NX ;
- 2005 г. – получена лицензия на Autodesk Inventor, Solid Works и Solid CAM;
- 2006 г. – получена лицензия на CAM системы FeatureCAM;
- 2007 г. – обучение по новому предмету - „Компьютерное моделирование и техническое документирование” и подготовлено к нему учебное руководство [7].

### **Состояние обучения в настоящий момент**

В соответствии с принятыми учебными планами обучения по автоматизированному проектированию проводится работа в нескольких этапах с применением разных форм обучения:

- Общее обучение по применению компьютерной техники и программных продуктов.

- Специализированное обучение по программе бакалаврской степени;
- Специализированное обучение по программе магистерской степени;
- Дополнительные квалификационные курсы студентов и молодых инженеров;
- Обучение и научно-исследовательской работы докторантов.

Общее обучение начинается с первого семестра бакалаврской степени и продолжается четыре семестра по предметам, в которых полностью или частично применяется компьютерная техника, по схеме данной на рис. 1.

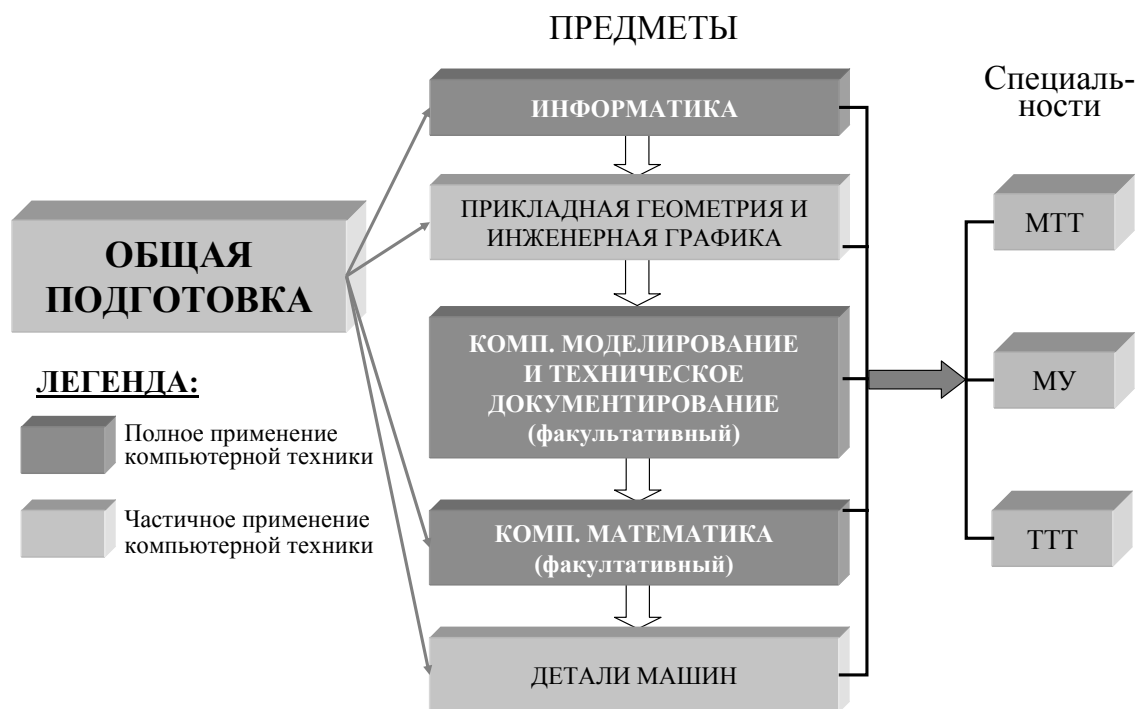


Рис. 1. Общая подготовка по применению компьютерных методов и технологий в машиностроении на факультете МУ

Специализированное обучение по программе *бакалаврской степени* специальности МТТ проводится на 5 и 6 семестре и направлено в двух основных направлениях:

- приложение вычислительных методов и специализированных продуктов для определенных технических направлений;
- обучение по применению универсальных CAD/CAM систем.

Обучение проводится в рамках обязательных предметов, в зависимости от программ специализации, выбираемых студентами (рис. 2 и рис. 3). Три из предметов являются общими для двух программ специализации и полностью базированы на компьютерной технике. Две из них, „Автоматизация проектирования в машиностроении” и „CAD/CAM системы в машиностроении”, основные для специальности и полностью ориентированы на применение CAD/CAM систем.



Рис. 2. Предметы в бакалаврской специализации „Металлорежущие инструменты”



Рис. 3. Предметы в бакалаврской специализации „Металлорежущие станки”

Обучение в *магистерской степени* специальности МТТ проводится в зависимости от выбранной специализации и это определяет ее полную или частичную связь с автоматизированного проектирования. Например, в специализации „Технологии и оборудование в машиностроении” компьютерное обучение ограничено в двух предметах (рис. 4).

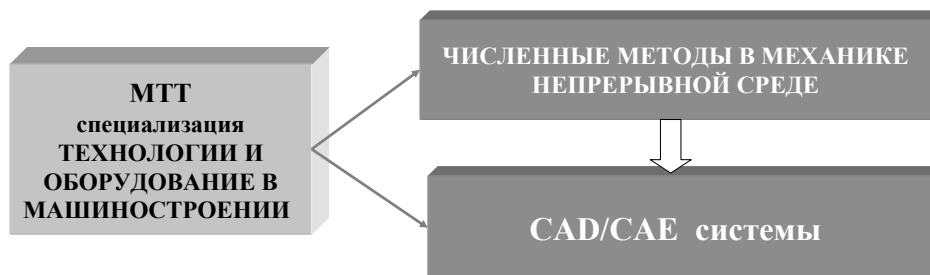


Рис. 4. Предметы в магистерской специализации „Технологии и оборудование в машиностроении”

В учебном плане специализации „Компьютерные методы и технологии в машиностроении” предусмотрены больше количество компьютерно-направленные предметы. Часть этих предметов обязательны и им обучаются все студенты (рис. 5).

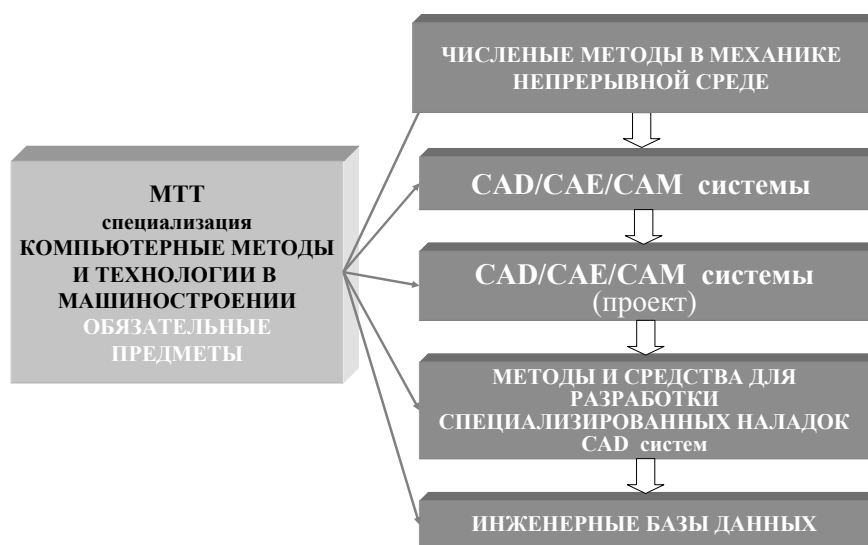


Рис. 5. Обязательные предметы в магистерской специализации „ Компьютерные методы и технологии в машиностроении”

В качестве дополнительных предметов студенты могут выбирать один из трех основных предметов и один факультатив – „Программирование на С++”, см. рис. 6.

Обучение по данной специализации проводится преподавателями нескольких кафедр университета. Это позволяет расширить и улучшить подготовку обучаемых. С момента ее начала все студенты выбирают эту специализацию. Все студенты могут делать дипломные работы в интересующей их области, что определяет получение более углубленных знаний и практических умений при применения выбранной ими CAD системы.

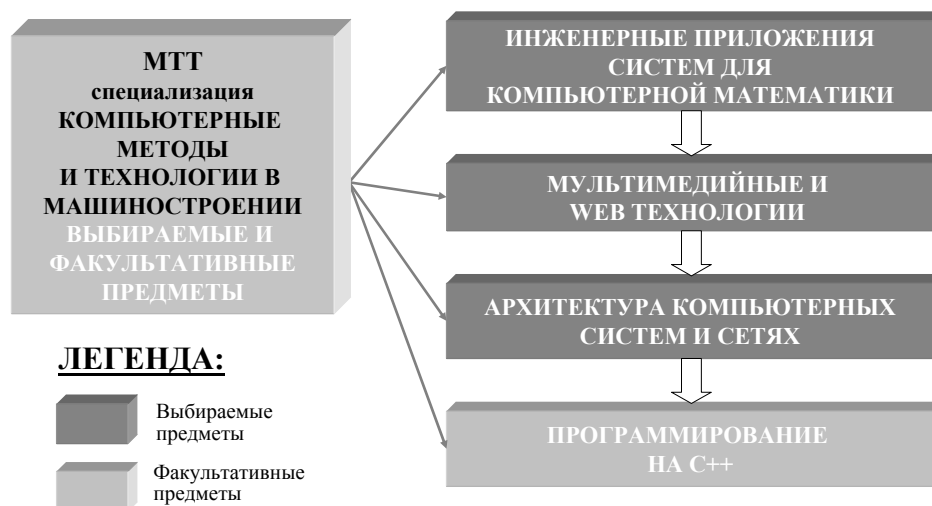


Рис. 6. Выбираемые предметы в магистерской специализации „ Компьютерные методы и технологии в машиностроении”

Обучение в образовательной и научной степени “доктор” индивидуальное, но полностью ориентировано на применение компьютерных методов и технологий.

Дополнительная *квалификация* студентов разных специальностей университета как и инженеров машиностроителей, проводится в виде специальных квалификационных курсов обучения работы с CAD/CAM системами.

Для достижения максимальной эффективности обучения необходимо решить две основные задачи:

### 1. Ресурсное обеспечение

В течение последних пяти лет в ТУ - Габрово сделано много по приобретению современной компьютерной техники и получения лицензии для программных продуктов – современных CAD/CAM систем. Техника расположена в специализированных учебных лабораториях и связана в локальных сетях. Все лаборатории подключены к университетской компьютерной сети и имеют связь с Интернетом. Такая организация дает право доступа к лицензированным продуктам всем - студентам, докторантам и преподавателям. Обучение проводится на системах разного уровня - низкий, высокий и средний класс. Большинство систем проектирования имеют сетевую лицензию - см. Табл. 1.

Качество процесса обучения зависит кроме технического и программного обеспечения и от организации процесса обучения, от обеспечения учебной литературой на родном языке, и в самой большей степени от двух участников в данном процессе. Зависит от преподавателя и от студента (обучаемого).

Для достижения оптимальных результатов обучения со стороны преподавателей необходимо проявить специальные качества, основные из которых:

- стремление и желание вводить современные методы системы проектирования;
- высокого уровня собственной подготовки в данной научной области;
- постоянно следить и актуализировать свои знания и программу преподавания, в соответствии с развитием CAD/CAM систем;
- иметь педагогическую подготовку.

Таблица 1

Полученные лицензии на CAD/CAM системы в ТУ-Габрово

Наименование и версия	Клас	Количество рабочих мест	Приложение
1 AutoCAD 2006	низкий	20	Автоматизация проектирования в машиностроении
2 Autodesk Mechanical Desktop 2006	средний	20	Автоматизация проектирования в машиностроении
3 Autodesk Inventor Professional 10	средний	20	CAD/CAE/CAM системы Дипломное проектирование Дополнительная квалификация
4 Solid Works 2007	средний	30	Компьютерное моделирование и техническое документирование CAD/CAM системы Докторантуры, Дипломное проектирование Дополнительная квалификация
5 SolidCAM 2006	средний	10	CAD/CAM системы Докторантуры
6 FeatureCAM 2008	средний	10	CAD/CAM системы CAD/CAE/CAM системы Дипломное проектирование Докторантуры
7 Unigraphics NX4	высокий	неограниченный	CAD/CAE/CAM системы Дипломное проектирование Докторантуры

Со стороны студентов необходимо проявлять:

- желание и мотивацию на приобретение преподаваемых знаний и умений;
- постоянство в обучении и регулярное посещение занятий ;
- стремление применять наученное в других предметах и знаний, полученных при изготовлении курсовых и дипломных работ.

Выше перечисленные качества преподавателей и студентов в высшей степени зависят от их личных качеств, но и являются функцией окружающей среды и развития общества.

## **2. Организация процесса**

*Организация проводится в два этапа:*

- Подготовка и проведение лекции в максимально эффективном виде. В преподавании CAD/CAM системах это можно обеспечить с применением мультимедийной презентацией в реальном времени. Таким образом наиболее наглядно представляются разные функции CAD/CAM системы;

- Подготовка и проведение лабораторных упражнений с целью наиболее эффективного применения компьютерной техники и наличного софтуэра, в соответствии с требованиями учебных программ. Обеспечение свободного доступа всех обучаемых ко всем этапам упражнений.

### **Основные проблемы, возникающие в наших условиях:**

- Недостаточная материальная база из-за недостатка финансовых средств;
- Недостаточное количество учебной литературой на болгарском языке из-за недостатка средств для издательской деятельности;
- Преподаватели не имеют стимула вводить компьютерные методы и технологии в обучении „традиционных” машиностроительных предметов;
- Студенты не проявляют достаточного желания углубленно изучать преподаваемый материал.

### **Выводы :**

1. Действующие в ТУ - Габрово учебные планы обучения на инженеров механиков в бакалаврской и магистерской степени обучения обеспечивают подготовку на современном уровне по применению CAD/CAM систем.

2. Обеспечены лицензии применения самых современных CAD/CAM продуктов и оборудованы специализированные лаборатории для проведения учебного процесса.

3. Количество компьютеров в учебных лабораториях недостаточно для обеспечения индивидуальных рабочих мест для каждого студента.

4. Недостаточное количество учебной литературы и необеспеченность средств для новых изданий.

### **Рекомендации для улучшения качества обучения**

1. Расширение связи с фирмами машиностроения с целью улучшения материальной базы университета и улучшение практической подготовки студентов - будущих специалистов этих фирм.

2. Создание системы стимулирования молодых научных рабочих (преподавателей и докторантов) для изучения и применения в преподавательской и научной работе

современных CAD/CAE/CAM системах.

3. Улучшение материально-технической базы действующих лабораторий.
4. Актуализация системы и программы обучения.
5. Подготовку и издания учебных пособий на болгарском языке.

#### Список литературы

1. [1] Приложение на съвременни CAD/CAE системи в научните изследвания и обучението, отчет по договор № П -14/2003 г., ТУ-Габрово.
2. [2] Факултетна концепция за автоматизирано проектиране в машиностроенето и уредостроенето. Габрово, ТУ-Габрово, 1995 г.
3. [3] Донков, Д., CAD/CAM системи в машиностроенето. Част 1: Основи на автоматизираното проектиране. Габрово, Университетско издателство "В.Априлов", 1998.
4. [4] Джонов Ц., Числени методи за инженерен анализ (лекции). ТУ-Габрово, 1999.
5. [5] Джонов, Ц., М. Петров, Методично ръководство за решаване на задачи по метода на крайните елементи (Cosmos/M 1.71). Габрово, АЛМА МАТЕР Интернационал, 1999.
6. [6] Донков, Д., CAD/CAM системи в машиностроенето, част II: Параметрично моделиране с Mechanical Desktop, УИ "В.Априлов" – Габрово, 2001.
7. [7] Неделчева П., Компютърно моделиране и техническо документиране, ЕКС-ПРЕС, Габрово, 2007.

УДК 539.4+620.1

**А.П.Грабовський, канд.техн.наук, доц.**

**НТУ України "Київський політехнічний інститут", м.Київ, Україна**

### **РОЗПУШЕННЯ МАТЕРІАЛІВ ПРИ ОСЬОВОМУ ПРУЖНОПЛАСТИЧНОМУ ДЕФОРМУВАННІ – ОСНОВА КІНЕТИКИ ПОШКОДЖУВАНОСТІ**

---

*Приведены результаты исследования кинетики накопления повреждений в конструкционных материалах при упругопластическом деформировании растяжением до разрушения, через разрыхление, которое приводит к изменению физико механических свойств: плотности, модуля упругости E, электрического сопротивления магнитной проницаемости и т.д. Приведены результаты экспериментального исследования изменения модуля упругости E и электрического сопротивления на образцах высокопластической стали 12X18H10T и малопластического алюминиевого сплава Д16Т через параметр разрыхления.*

*The results of the research of the damage accumulation kinetics in constructional materials under elasto-plastic deformation by tension till failure by loosening, that leads to changing physical-mechanical properties, density, the Young's modulus E, electrical resistance, magnetic conductivity etc. are given. The results of the experimental research of the Young's modulus E and electrical resistance changing on the specimens made of steel 12X18H10T and low-ductility aluminium alloy Д16Т through the changing of the loosening parameter are given.*

---

Більшість досліджень з проблеми руйнування матеріалів стосується вивчення заключної стадії, яка схематизована в моделях Гріффітса – Орована, що покладені в основу методів оцінки живучості конструкцій [1, 2]. Для опису процесу руйнування на початковій стадії характерний високий рівень схематизації, а моделі, що отримані з позицій теорії пошкоджуваності мають обмежене експериментальне обґрунтування [3, 4, 5].