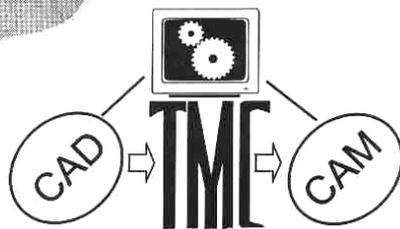


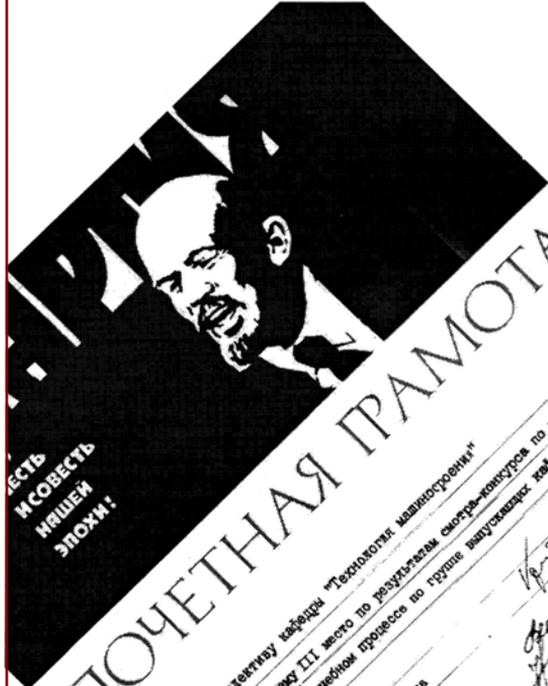
Ярославский  
Государственный  
Технический  
Университет

Кафедра  
**Технология  
машино-  
строения**

От универсального станка до  
компьютерно-интегрированного  
производства  
(1972 - 1997 гг.)



ЕСТЬ  
И СОВЕТЬ  
ИШЕЙ  
ЭПОХИ!



# ПОЧЕТНАЯ ГРАМОТА

Коллективу кафедры "Технология машиностроения"  
Заслужившему III место по результатам соревнований по применению  
ТСО и СИМ в учебном процессе по группе выпускающих кафедр.



Директор института  
Секретарь парткома  
Проректор по профсоюзам

*Handwritten signatures*



В.Ф. Уставацкий  
В.И. Хруцкий  
К.Д. Бег

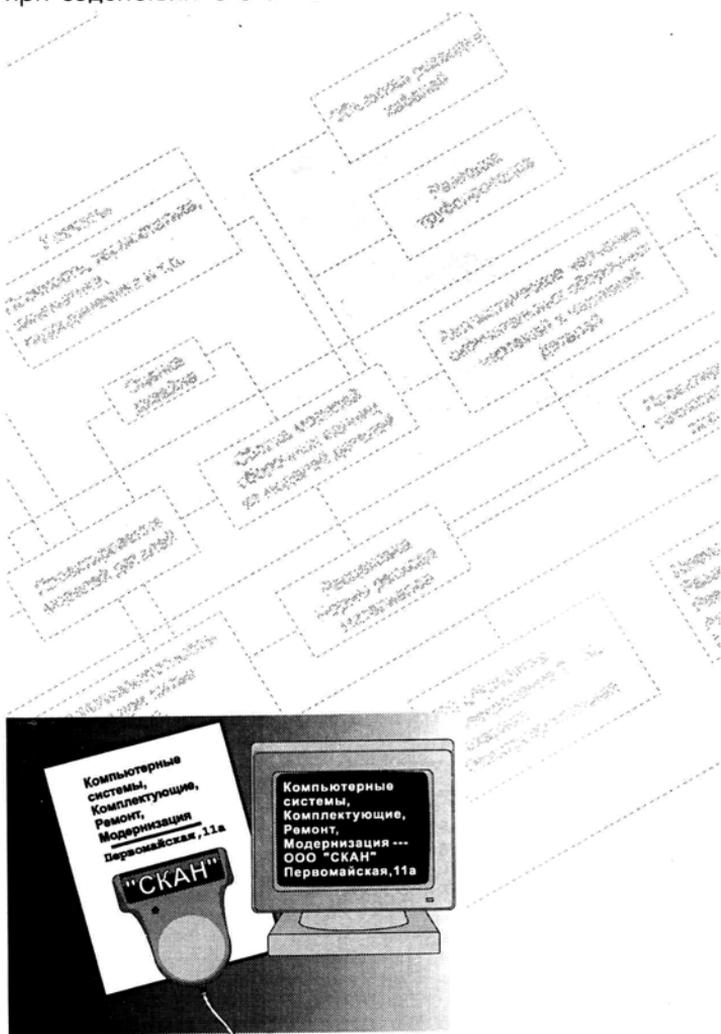
**МИНИСТЕРСТВО ОБЩЕГО И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Ярославский государственный технический  
университет**

**Кафедра  
“Технология  
машиностроения”**

**От универсального станка до  
компьютерно-интегрированного  
производства (1972 - 1997 гг.)**

**Ярославль  
1997**

Издание осуществлено на компьютерной технике и  
при содействии ООО "СКАН"



© Дизайн обложки, логотипы, оригинал-макет Калачев О.Н., 1997  
© Ярославский государственный технический университет, 1997



# ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ

*“Машиностроение - комплекс отраслей промышленности, изготавливающих орудия труда для нар. х-ва, трансп. средства, а также предметы потребления и оборонную продукцию. Материальная основа техн. перевооружения всего нар. х-ва. Общий объем продукции М. в СССР увеличился в 1979 по сравнению с 1940 в 97 раз.”*

*Советский энциклопедический словарь*

Машиностроение – основа могущества России. Отечественное машиностроение, и прежде всего станкостроение, является базой для ракетно-, авиа-, дизелестроения, автомобильной, химической, электронной и других отраслей промышленности, обеспечивает экономическую независимость и обороноспособность нашей страны.

В начале XX века технологию машиностроения считали скорее искусством, чем наукой, да и слово “технология” (*techne + logos*) означает “учение об искусстве, мастерстве”... Современная технология машиностроения - это наука, изучающая действующие при изготовлении машин закономерности для их использования в производстве новых деталей и машин заданного качества. Ключевую роль в обеспечении высокого качества изделий на этапе их изготовления с использованием математического моделирования, компьютерной подготовки производства и оборудования с числовым управлением, играет инженер “технолог-машиностроитель”.

Задача кафедры “Технология машиностроения” – подготовка высокообразованных инженеров для проектирования и изготовления новой техники на основе широкого применения компьютерных систем, станков с ЧПУ, гибких автоматических линий, роботов-манипуляторов.

## КАФЕДРА “ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ”

*“Никакая школа не может дать готового инженера, руководителя цеха или самостоятельного конструктора, но она обязана дать основные познания, основные принципы, некоторые основные навыки и, кроме знания, еще и умение прилагать знания к делу; тогда сама заводская практика будет для него той непрерывной в течение всей его жизни школой, в которой он не впадет в рутину, а с каждым годом будет совершенствоваться и станет инженером-руководителем производства или истинным конструктором-новатором в своем деле.”*

*Академик А.Н.Крылов (1863-1945)*

Кафедра “Технология машиностроения” была создана в мае 1972 г. для подготовки инженеров по специальности 0501 “Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты” по просьбе машиностроительных предприятий города Ярославля и Ярославской области.

Первым заведующим кафедрой был назначен к.т.н., доцент Синицын Всеволод Тимофеевич, который оставался на этом посту на протяжении всех 25-ти лет существования кафедры.

За истекшие 25 лет кафедрой подготовлено 2130 инженеров. Девяносто выпускников получили дипломы с отличием. Инженеры, подготовленные кафедрой, работают в Москве, Петербурге, Таллинне, Снечкусе, Тольятти, Саратове, Архангельске, Северодвинске, Астрахани и других городах России. Восемнадцать выпускников кафедры защитили кандидатские диссертации.

Большая часть выпускников распределялась по предприятиям Ярославской области: на Ярославский моторный завод было направлено 227 выпускников; на Ярославское станкостроительное производственное объединение - 203; на Радиозавод - 97; на завод Машприбор - 96; на завод Дизельной аппаратуры - 73; на завод Топливной аппаратуры - 72; на Электромашиностроительный завод - 68; на предприятия системы УВД - 46; на Тутаевский моторный - 45; на завод Полимермаш - 40; на Угличский часовой завод - 32; на Судо-

строительный завод - 32; на завод “Красный маяк” - 26; на Ростовский оптико-механический завод - 23; на Семибратовский завод газоочистительной аппаратуры - 20; на Гаврилов-Ямский машиностроительный завод - 17; на завод Холодильных машин - 16 (по данным официального распределения выпускников дневного отделения).

Ряд выпускников кафедры занимают ведущее положение на машиностроительных предприятиях и фирмах Ярославского региона, работая руководителями фирм, заместителями директоров по производству, главными технологами, начальниками управлений и цехов.

В состав кафедры на данный период входят девять штатных преподавателей, восемь из них имеют ученую степень канд.техн.наук и ученое звание доцента. По совместительству работает генеральный директор АО “Пролетарская свобода”, академик международной академии информатизации Г.А.Акулов.



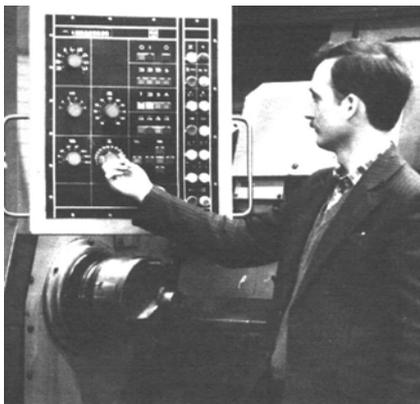
*Кафедра “Технология машиностроения” (1994 г.)*

Учебно-вспомогательный персонал кафедры состоит из 3 человек (зав. лабораторией - 1; учебный мастер - 1; ст. лаборант - 1).

Преподавательским коллективом кафедры проделана большая работа по повышению качества подготовки инженеров по специальности “Технология машиностроения”: опубликовано 18 учебных пособий, в том числе два учебных пособия доцента О.Н.Калачева и учебное пособие профессора Г.А.Акулова получили рекомендацию министерства по использованию в технических вузах России. Доцент Ю.А.Легенкин вместе с работниками ЯМЗ подготовил книгу по исследованию качества обработки деталей дизельных двигателей, которую опубликовали в России и Польше.

По итогам научной работы кафедры с различными заводами и проектными институтами получено 83 авторских свидетельства, наиболее активно работали по этому направлению научной деятельности доценты А.М.Трофимов., В.Т.Синицын, В.П.Шитов, А.В.Рымин. Доцентом О.Н.Калачевым выполнено научное редактирование монографии “Наука обучать”. В целом преподавателями кафедры опубликовано за истекшие годы 102 методических пособия и 251 научная статья.

В составе кафедры находятся 3 учебные и 2 научно-исследовательские лаборатории, 1 дисплейный кабинет и 1 учебный класс, обеспечивающие проведение в полном объеме лабораторных работ, предусмотренных учебными планами и типовыми рабочими программами по дисциплинам кафедры. Учебно-лабораторная база укомплектована 30-ю металлообрабатывающими станками, в том числе пятью станками с ЧПУ и двумя обрабатывающими центрами, пятью лабораторными стендами средств автоматизации и десятью промышленно-лабораторными установками.



*В лаборатории кафедры*

Для проведения лабораторных работ и практических занятий по ряду дисциплин кафедра использует вычислительную технику дисплейного класса университета, а также персональные ЭВМ, находящиеся на кафедре.

Кафедра осуществляет подготовку к проведению учебно-лабораторного практикума на основе использования имитационных моделей, трехмерных графических систем и персональных компьютеров путем накопления программного обеспечения и создания баз данных по изучаемым студентами дисциплинам.

На кафедре ведется обучение иностранных студентов. С 1997 г. открыт прием на новую специализацию – “Компьютерно-интегрированное машиностроение”.



## НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА

Научно-исследовательская работа кафедры связана с развитием машиностроения. В 1991-95 гг. основная тема НИР кафедры - "Создание САПР для цехов механической обработки", которая постановлением Минвуза РСФСР была отнесена к важнейшим. Высокий уро-

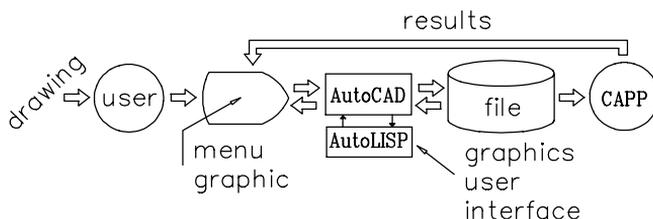


Схема САПР технологических размеров обработки

вень выполняемых НИР подтверждается выступлениями преподавателей и соискателей кафедры на научных конференциях, опубликованием научных статей, получением авторских свидетельств, представлением образцов техники, разработанной на кафедре, во Всероссийском выставочном центре.

По итогам НИР 1991-95 гг. членами кафедры опубликовано и депонировано 33 статьи, в том числе одна статья опубликована в Болгарии, получено 3 авторских свидетельства на изобретение, 3 члена кафедры стали лауреатами ВВЦ в 1995 г.

Два соискателя кафедры защитили кандидатские диссертации в декабре 1991 г. в Мосстанкине.

Научная работа студентов, проводимая под руководством преподавателей кафедры по линии студенческого научного общества (СНО), ежегодно представляется на университетскую конференцию СНО. Так, в 1991-95 гг. на конкурсы лучших студенческих работ кафедра представила: на областной кон-

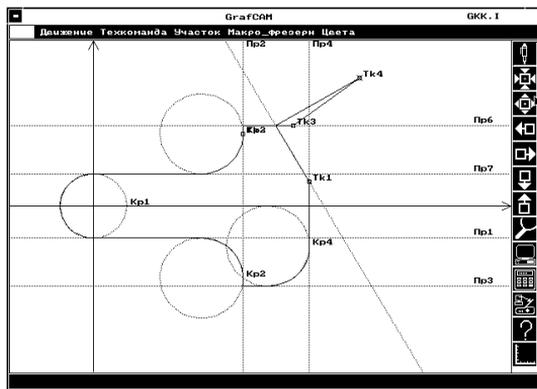


курс - 31 работу и получила 15 лауреатских дипломов; на республиканский конкурс - 4 работы и получила один диплом Госкомитета (студент Канаев С.В.).

Ряд дипломных проектов был выполнен студентами по тематике научных работ кафедры и рекомендован к внедрению и опубликованию.

## АБИТУРИЕНТУ – О КАФЕДРЕ

Инженер “технолог-машиностроитель”, выпускаемый кафедрой “Технология машиностроения”, получает фундаментальное инженерно-техническое образование в ходе изучения более 20-ти дисциплин (ниже приводится их перечень). Среди них: высшая математика, физика, прикладная математика и вычислительная техника, теормех,



*Ввод геометрии детали на экране компьютера*

сопромат, теория механизмов и детали машин, микропроцессорная техника, экономика и др. Специальная подготовка на выпускающей кафедре в течение 3 - 5-го курсов предусматривает освоение курсов: технология машиностроения, металлорежущие станки, режущие инструменты.

В зависимости от выбранной специализации эти базовые курсы дополняются углубленным изучением ряда узких дисциплин. Современная технология машиностроения немыслима без использования систем автоматизированного проектирования (САПР). Поэтому на всех 5-ти специализациях в рамках курса “САПР технологических процессов” в течение двух семестров изучается компьютерная графика и информационные технологии на базе, например, таких систем как AutoCAD и FoxPro; во время лабораторного практикума по курсу “САПР технологических процессов” студенты взаимодействуют с локальной сетью Novell; проектирование технологии ведется с применением интерак-

тивных систем: АРМ-технолога, АРМ конструктора-технолога, САПР-ЧПУ и др.; технологическая документация оформляется на компьютерах стандарта IBM и выводится на принтер.

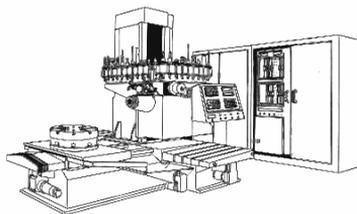
В настоящее время подготовка инженеров специальности 1201 на кафедре “Технология машиностроения” ведется по следующим 5-ти специализациям.

### **1. Технология машиностроения**

Технология машиностроения - это наука, изучающая основные методы обработки заготовок, закономерности формирования технологических размеров в ходе изготовления деталей, принципы проектирования технологических процессов на оборудовании с ЧПУ и многое другое. Конструкторская подготовка включает изучение современных станков, приспособлений и режущего инструмента. Широко используется графическое проектирование и моделирование путем взаимодействия с базами данных на персональных компьютерах.

### **2. Технология автоматизированного машиностроения**

Дополнительно к базовому курсу углубленно изучается комплекс автоматизированного оборудования для функционирования “гибких” производственных систем (ГПС). Гибкость, т.е. быстрый переход на выпуск новых изделий, является основой высокой конкурентной способности западных предприятий. ГПС - это сочетание многооперационных станков с ЧПУ, загрузки заготовок (палет) роботами-манипуляторами, автоматического транспорта (робокары), инструментальных магазинов и складов, - под управлением центрального компьютера и микропроцессорных устройств на рабочих позициях.



*Обработкающий центр*

Рассматриваются алгоритмы диспетчеризации, программирование робототехнических устройств: роботов, станков типа “обрабатывающий центр” и др.

### **3. Проектирование средств технологического оснащения автоматизированного производства**

Функционирование машиностроительного производства невозможно без использования специальных машин, конструкции которых

всегда уникальны и рассчитаны на конкретное производство, на применяемые предприятием металлорежущие системы. Поэтому разработка такой техники производится в специальных конструкторских отделах машиностроительных предприятий.

Идеи конструктора воплощаются в реально действующие механизмы, которые в производственных цехах можно увидеть буквально на каждом шагу.

#### **4. Менеджмент и обеспечение качества в машиностроении**

Обеспечение высокого уровня качества машиностроительной продукции - экономическая необходимость, ключевой вопрос научно-технического прогресса. Стабильность показателей качества - ответственная задача и конструктора изделия, и технолога-машиностроителя, и менеджера фирмы. Для достижения этой цели используют диагностику технологических систем; технологические методы управления качеством; статистические методы анализа и регулирования технологических процессов; статистические методы управления качеством, которые называют "секретным оружием" японских фирм. Основой решения проблемы является обучение кадров, при этом внимание должно уделяться подготовке менеджеров, от действий которых на 80-90% зависит успех решения проблем качества.

#### **5. Компьютерно-интегрированное машиностроение**

В условиях прогнозирования перевооружения отечественного

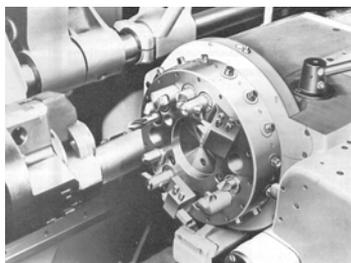


*Разработка технологии в CAD/CAM*

машиностроения на современные технологии и оборудование возникла острая потребность в квалифицированных специалистах, способных воспринимать передовые западные технологии на основе эксплуатации компьютерно-интегрированных машиностроительных (КИМ) систем. Под термином КИМ принято понимать концепцию

преобразования объемных геометрических моделей деталей непосредственно в программы для оборудования с ЧПУ на основе интеграции конструкторских и технологических САПР. При этом исключаются традиционные бумажные носители информации, проектирование деталей и технологии их изготовления выполняется полностью на компьютерах, вследствие чего существенно сокращается цикл проектирования и изготовления новых изделий. Наиболее яркой особенностью таких систем является т.н. твердотельное создание (моделирование) детали и трехмерная визуализация ее обработки на экране компьютера.

*Наладка револьверной головки*



На заключительном этапе обучения по желанию студента дипломный проект может быть посвящен разработке технологии изготовления оригинальной детали, конструированию механообрабатывающего оборудования в САД/САМ или исследованию, например, разработке информационных БД и программных модулей САПР на языках Turbo Pascal, AutoLISP, FoxPro др.



*Изготовление шестерни*

Уровень профессиональной и компьютерной подготовки по перечисленным специализациям дает возможность выпускникам кафедры легко адаптироваться к самой разнообразной производственной среде, начиная от малых машиностроительных фирм до современных предприятий и проектных организаций, работая в качестве инженера-механика, мастера, технолога, конструктора, инженера-исследователя, аналитика-программиста, секретаря-референта.

## Перечень изучаемых дисциплин

### Общие гуманитарные и социально-экономические дисциплины

- История
- Философия
- Культурология
- Психология и педагогика
- Социология
- Политология
- Правоведение
- Иностранный язык
- Физическая культура

MSMN640 Production Management  
3 credits

The principles, concepts, and methods of managing the production life cycle for global competitiveness are examined from both a macro and a micro perspective. The development of a production system is traced, balancing both internal and external influences against considerations of design, and strategies of planning and managing production systems for new technologies are presented. Students are introduced to manufacturing resource planning (MRP), flexible manufacturing systems (FMS), and computer-integrated manufacturing (CIM), with a view to

### Математические и общие естественнонаучные дисциплины

- Математика
- Информатика
- Физика
- Химия
- Теоретическая механика
- Экология
- Механика жидких сред
- Техническая физика: эл. физич. и эл. химич. методы обработки

the role and importance of process manufacturing (as contrasted with product manufacturing) in today's international economy. Effective, efficient management of quality, materials, human resources, and facilities is stressed. An interactive applications package is used to introduce students to computerized decision-support tools that are available to managers of production systems.

### Общепрофессиональные дисциплины

- Инженерная графика и основы проектирования
- Материаловедение
- Сопротивление материалов
- Теория механизмов и машин
- Теоретические основы электротехники
- Электрические машины и аппараты
- Электроника и микропроцессорная техника
- Теория автоматического управления
- Аппаратные и программные средства систем управления
- Управление процессами и объектами в машиностроении
- Технологические процессы машиностроительного производства
- Детали машин
- Нормирование точности
- Основы технологии машиностроения
- Процессы формообразования
- Режущие инструменты
- Оборудование машиностроительных производств
- Безопасность жизнедеятельности
- Проектирование и производство заготовок
- Интенсификация процессов резания

Фрагмент учебного  
плана американско-  
го университета

### Специальные дисциплины

- Технология машиностроения
- Автоматизация производственных процессов в машиностроении

- Математическое моделирование процессов в машиностроении
- Организация производства и менеджмент в машиностроении
- Проектирование механосборочных цехов и заводов
- Проектирование автоматизированных участков и цехов
- Металлорежущие станки и промышленные роботы
- Станочное оборудование автоматизированных производств
- Режущие инструменты
- Инструментальное обеспечение автоматизированных производств

#### “Технология машиностроения “

- Специальные технологии
- Технологическое обеспечение качества
- Диагностика технологических систем
- Станочное оборудование автоматизированных производств
- Технологическая оснастка
- Автоматизированные системы технологической подготовки производства

#### “Технология автоматизированного машиностроения”

- Технологическая подготовка АП
- Технология в ГАП
- Станочное оборудование автоматизированных производств
- Инструментальное обеспечение автоматизированных производств
- Технологическая оснастка
- Автоматизированные системы технологической подготовки производства

#### “Проектирование средств

#### технологического оснащения автоматизированного производства”

- Технологическая оснастка
- Технология в ГАП
- Станочное оборудование автоматизированных производств
- Инструментальное обеспечение автоматизированных производств
- Диагностика технологических систем
- Автоматизированные системы технологической подготовки производства

#### “Менеджмент и обеспечение качества в машиностроении”

- Основы менеджмента
- Технологическое обеспечение качества
- Диагностика технологических систем
- Управление технологическими процессами по показателям качества
- Технологическая оснастка
- Автоматизированные системы технологической подготовки производства

#### “Компьютерно-интегрированное машиностроение”

- Автоматизированные системы передачи и обработки информации
- Компьютерно-графическое моделирование в машиностроении
- Автоматизированные системы технолог. подготовки производства
- Основы автоматизированного управления машиностроительных предприятий
- Наладка и диагностика компьютеризированных технологических систем

#### Дополнительные виды образования и факультативы

Военная подготовка



*Во время конструкторско-технологической практики (Прага)*

а и кафедрам. Интерес у нас вызвал компьютерный класс, оснащенный приборами машинной графики и класс, укомплектованный компьютерами и видеоаппаратурой. Набор видеокассет графических устройств способствует решению технических задач и проведения проектов для дипломных работ. И нам подумалось: почему бы и в нашем институте не возбудовать такие же лаборатории?

В лаборатории механической обработки материалов ЧТУ установлено разнообразное оборудование. Надо сказать, студенты вообще широкий круг учебного отечественного и зарубежного оборудования, для которого прецизионные

Ков. В национальный техникум с 19 века до наших времён. В этом же музее спусклись в угольную шахту, где увидели советский комбайн «Донбасс» и гидромолу, которая под высоким давлением срезает пласты угля.

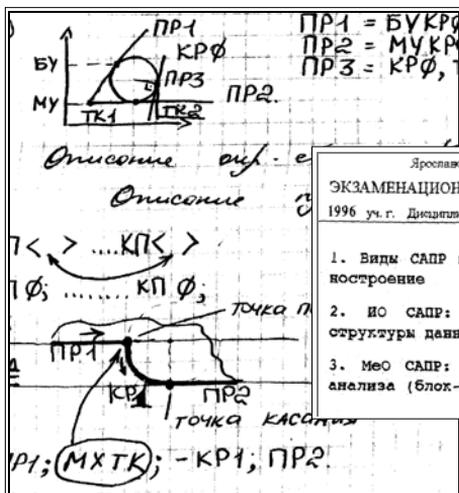
Самое большое впечатление произвел на нас Пражский Град. Жемчужиной его является кафедральный Собор Святого Вита, который вот уже на протяжении тысячелетия является украшением и историческим культурное и историческое значение имеют древнерусские замки и крепости, раскиданные по всей территории ЧССР. Многие из них —

аиен кораблей. Особого замка является его историко-этнографическим интересом своего интереса к нас замок Сихров, представлены старинные картины, а также комнаты, обстановки 17—18 веков.

данной достопримечательной Праги и всей Чехии является известесь мир Карлов Мост. Его украшают более 20 скульптурных галерей под открытым небом.

Посещение Страговского монастыря также входило в программу поездки. Монастырь знаменит тем, что в его стенах проходили концерты великого Моцарта. Мы быстро и надолго подружились с чехословацкими студентами и уехали с собой теплые воспоминания о тех странах.

**Н. ДАНИЛОВ, Н. МАКСИМОВА, Н. САВАТИНА.**



*Атрибуты студента:  
конспект и билет*

Ярославский государственный технический университет  
 ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4. к 9 сессии 1995  
 1996 уч. г. Дисциплина САПР ТП. Курс V. Фак-т машиностроительный

1. Виды САПР и компьютерно-интегрированное машиностроение
2. ИО САПР: Модель данных; основные понятия структуры данных
3. МеО САПР: принцип проектирования ТП методом анализа (блок-схема)

*Промежуточный  
этап на пути к  
офицерским погонам  
(летние сборы)*



## ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КАФЕДРЫ

*“Необходимость использования CAD/CAM, снижение затрат на проектирование, уменьшение времени выхода на рынок нового продукта – основные задачи крупных производителей США...”*

*“Business Week”, 25 сент. 1995г*

*“Не исключено, что старый лозунг 30-х годов “Догнать и перегнать!” будет поднят из тенет забвения. Задача индустриализации страны также остро подкатит к горлу: вырваться вперед или остаться в числе слаборазвитых стран.”*

*В.Кабандзе, Герой*

*Социалистического Труда, директор  
Ивановского станкостроительного завода*

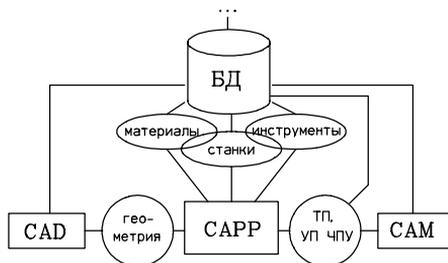
Одной из основных функций инженера является проектирование изделий или технологических процессов их изготовления. Традиционно эти функции разделены как при подготовке специалистов, так и в сфере их деятельности на производстве. Отражая сложившуюся практику последовательной реализации процессов конструирования и разработки технологии изготовления, системы автоматизированного проектирования (САПР) принято делить по крайней мере на два основных вида:

- ◆ САПР конструирования изделий;
- ◆ САПР технологии их изготовления.

САПР конструирования изделий, которые на Западе называют CAD (Computer Aided Design), выполняют объемное и плоское геометрическое моделирование, инженерный анализ, оценку проектных решений, получение чертежей. САПР технологии изготовления, которые в России принято называть автоматизированной системой технологической подготовки производства (АСТПП), а на Западе - CAPP (Computer Automated Process Planning), выполняют разработку технологических процессов, технологической оснастки, управляющих программ (УП) для оборудования с ЧПУ. Задачей САПР технологических процессов (САПР ТП) является разработка технологической документации (маршрутной, операционной), доводимой до рабочих мест и с разной степенью подробности регламентирующей бу-

дущий процесс изготовления детали. Более конкретное описание обработки на оборудовании с ЧПУ - в виде кадров УП - вводится в систему автоматизированного управления производственным и транспортным оборудованием (АСУПП), которую на Западе принято называть САМ (Computer Aided Manufacturing).

Известно, что самостоятельное, не связанное между собой, функционирование систем САД и САМ дает экономический эффект, размер которого может быть существенно увеличен интеграцией этих систем посредством САРР. Такая интегрированная система САД/САМ на информационном уровне поддерживается единой базой данных (БД), в которой хранится трехмерная математическая модель изделия, т.е. информация о его структуре и геометрии (как результат проектирования в системе САД), о технологии изготовления (как результат системы САРР) и УП для оборудования с ЧПУ (как исходная информация для обработки в системе САМ на оборудовании с ЧПУ).



Функционирование

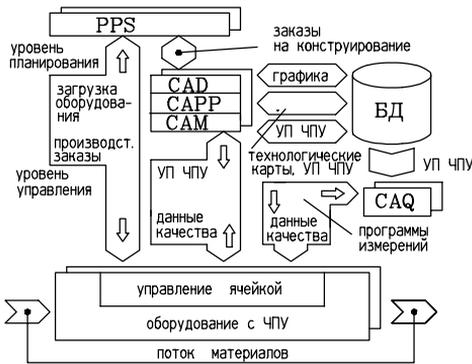
САРР, представляет процесс преобразования конструкторской информации, хранимой в БД, в технологические решения, касающиеся маршрутов обработки деталей, режимов обработки на определенных операциях, выбора инструмента и т.п.

Такая интеграция САД и САМ (а иногда и САЕ) получила название компьютерно-интегрированного производства (КИП), или по-английски СИМ (Computer Integrated Manufacturing). В настоящее время переход от отдельных замкнутых САПР и их частичного объединения к полной интеграции технической и организационной сфер производства является основной тенденцией в достижении высокой конкурентной способности западных предприятий. В индустриально развитых странах создание компьютеризированных интегрированных производств было избрано в качестве стратегического направления в развитии производства. Так, например, в США 35-ю ведущими фирмами аэрокосмического комплекса разработана программа ICAM (Integrated Computer Aided Manufacturing).

В странах Европейского сообщества (ЕС) эти исследования ве-

дуются в рамках программ ESPRIT (European Strategic Planning for Research in Information Technology), BRITE, EVRICA. В России создание КИП осуществляется в соответствии с Государственной научно-технической программой “Технологии, машины и производство будущего” (направление работ “Компьютеризированные интегрированные производства”), а также самостоятельно рядом отраслей промышленности (авиакосмический комплекс, атомная энергетика и др.). В рамках программ ICAM, ESPRIT, EVRICA были разработаны концептуальные решения, методология создания, архитектурные и структурные решения КИП, методология и концептуальные решения на основе современных информационных технологий.

Рассматривая структуру CIM, можно выделить три основных, иерархически связанных между собой уровня. К подсистемам CIM



верхнего уровня относятся подсистемы, выполняющие задачи планирования производства. Средний уровень занимают подсистемы проектирования производства. На нижнем уровне находятся подсистемы управления производственным оборудованием.

Итак, промышленность Запада перешла на использование преимуществ концепции КИП (CIM). CIM - это объединение CAD и CAM в интегрированную систему CAD/CAM (иногда такие системы называют на Западе системами *it* - integrated technology). Ядром CIM является объемная, т.е. трехмерная модель деталей и сборки, которая является источником информации для всех последующих этапов реализации проекта. Трехмерная модель создается в диалоговом режиме на экране компьютера, записывается во внутреннем коде в БД на этапе конструирования изделия. Двухмерные чертежи разнообразной конструкторской и технологической документации - побочный продукт переработки трехмерной модели посредством различных компьютерных модулей одной или нескольких CAD/CAM-систем. Внесенные в модель изменения становятся обязательными и доступными для всех

обязательными и доступными для всех связанных с проектом подразделений.

Как в условиях прогнозирования западных инвестиций в машиностроительные предприятия Ярославской области, так и при возрождении промышленности за счет внутренних резервов России (регионов) возникает потребность в квалифицированных специалистах, способных

- ◆ воспринимать, оценивать и адаптировать западные интегрированные машиностроительные компьютерные технологии;
- ◆ обеспечивать создание конкурентно-способной продукции на основе полного использования возможностей систем CAD/CAM.

Взрыв интереса к современным системам CAD/CAM в промышленности заставляет государственные технические университеты России, которые заботятся о сохранении научно-технического потенциала страны и качества выпускаемых специалистов, активно внедрять системы автоматизированного проектирования в учебный процесс. Наличие таких систем в технических университетах стало de facto показателем современности учебного процесса. Так, в рамках программы фирмы Симатрон “Высокие технологии - вузам России” в ряде технических университетов еще в 1995 году начали использовать в учебном процессе CAD/CAM Cimatron.

Кафедра “Технология машиностроения” ЯГТУ, отслеживая тенденции развития производства, имея многолетний опыт и методические разработки в области обучения машиностроительным компьютерным технологиям, предложила:

- 1) открыть новое, перспективное направление подготовки специалистов-пользователей CAD/CAM - “Компьютерно-интегрированное машиностроение”;
- 2) организовать, используя льготные условия АО “Би Питрон”(СПб), учебно-методический центр CAD/CAM на базе кафедры “Технология машиностроения” с целью концентрации интегрированных технологических решений и переподготовки кадров машиностроительных предприятий Ярославля и региона.

На прошедшем в конце октября 1995 г. в ЯГТУ по инициативе кафедры заседании Президиума Совета российского учебно-методического объединения (УМО) по образованию в области автоматизированного машиностроения (в который входят зав. кафедрами

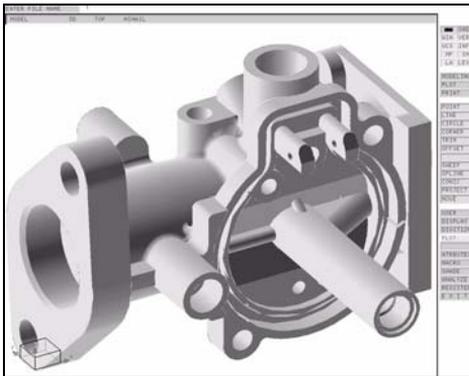
технологии машиностроения ведущих машиностроительных вузов страны) кафедра технологии машиностроения предложила учебный план новой специализации - “Компьютерно-интегрированное машиностроение”.

Открытие центра CAD/CAM и новой специализации актуально в связи с тем, что

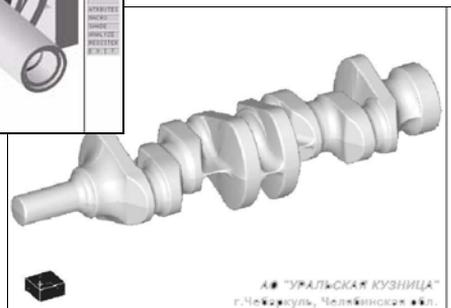
- ◆ машиностроительные заводы ярославской области сформировали значительный парк достаточно современных компьютеров, позволяющих внедрять и объединять посредством информационных сетей различные САПР конструкторского, технологического или смешанного вида;
- ◆ на некоторых ярославских предприятиях уже приобретены и осваиваются западные компьютерные системы CAD/CAM, реализующие концепции CIM;
- ◆ возник дефицит в специалистах, способных грамотно оценивать и эксплуатировать современные компьютеризированные машиностроительные системы потенциальных западных инвесторов.

В учебном плане новой специализации - “Компьютерно-интегрированное машиностроение”, который утвержден весной 1996 г., основное внимание предлагается уделять расширению подготовки по 3-

мерному геометрическому моделированию на базе CAD/CAM Cimatron; способам “ведения” и передачи технологической



*3D-модель коленчатого вала в CAD/CAM Cimatron*



информации; системам автоматизированного программирования и управления оборудованием с ЧПУ и т.п.

Таким образом, из существующего курса САПР ТП (объемом 44 лекц. часов) выделяются пять самостоятельных дисциплин. В курсе

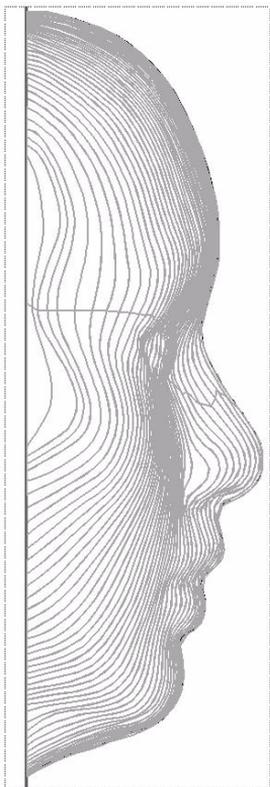
“Автоматизированные системы передачи и обработки информации” предполагается углубить те разделы САПР ТП, которые связаны с использованием систем управления базами данных (СУБД) на различных уровнях технологической подготовки производства, а также вопросам ведением проекта при параллельной организации проектирования с использованием информационных сетей. В

курсе “Автоматизированные системы технологической подготовки производства” рассматриваются методологические вопросы создания и эксплуатации CAD/CAM-систем на уровне математического, лингвистического, программного и методического обеспечений. В курсе “Компьютерно-графическое моделирование в машиностроении” изучается базовая система CAD/CAM типа Cimatron с целью использования для трехмерного проектирования изделий основного, вспомогательного и инструментального производства и получения УП для оборудования с ЧПУ. Курс “Основы автоматизированного управления машиностроительным предприятием” посвящен вопросам компьютерного обеспечения управления машиностроительными структурами на основе календарного планирования. Курс “Наладка и диагностика компьютеризированных технологических систем” рассматривает нижний уровень иерархии CAD/CAM - сопряжение результатов проектирования с оборудованием: реализацию связи между проектировщиком и процессором системы ЧПУ механообрабатывающих систем.



*Симатрон – одна из CAD/CAM-систем*

## ПОНЯТИЕ О CAD/CAM CIMATRON



*“Новое” лицо кафедры –  
CAD/CAM Cimatron*

Cimatron - интегрированная CAD/CAM-система, предоставляющая полный набор средств для конструирования, инженерного анализа, черчения и разработки управляющих программ для станков с ЧПУ. Cimatron широко применяется такими западными фирмами, как Моторола, Фольксваген, Дженерал Моторс, АГФА, ЭПСОН и др. В настоящее время в России и других странах СНГ Cimatron эффективно используется в авиационной и автомобильной промышленности, в машиностроении, в литейных и штамповочных производствах, для создания механического окружения электроники и товаров народного потребления. Удобство и быстрое освоение системы конструкторами и технологами, документация на русском языке, простота в работе, дружественный интерфейс, интеллектуальная обработка ошибок, гибкость и единая база данных - вот некоторые из наиболее важных свойств системы.

Поверхностное и каркасное моделирование имеет полный набор геометрических элементов: от точек, линий и окружностей до сложных кривых и поверхностей Bezier, Gregori и NURBS. Удобные инструменты создания, редактирования и анализа поверхностей позволяют легко строить и модифицировать сложные скульптурные поверхности. Система предоставляет пользователю мощные и гибкие функции построения галтельных сопряжений, обрезки поверхностей и многое другое.

Аппарат параметрического твердотельного моделирования сис-

темы Cimatron позволяет автоматизировать работу конструктора уже на этапе эскизного концептуального проектирования. Эффективная и наглядная система сигнальных линий для задания условий параллельности, касательных, нормалей и т.п. делает проектирование намного более удобным. Возможности оперировать алгоритмом построения, добавлять и перемещать элементы в протоколе моделирования позволяет осуществлять полный контроль над процессом проектирования, а возможности задания алгебраических взаимосвязей между размерами - создавать параметрически целостные модели любой сложности. Особенно важно, что система позволяет конструктору вести эскизное проектирование, не проставляя все размеры сразу, а лишь заботясь о топологии детали, в результате значительно сокращаются сроки концептуальной проработки проекта. В любой момент можно проставить размеры объекта и полностью изменить схему их простановки. При создании сборок проектирование может выполняться как “сверху-вниз”, так и “снизу-вверх”. При работе с твердотельными сборками возможно задание параметрических соотношений между объектами, входящими в сборку, “редактирование” деталей в режиме сборки, проверка на взаимное пересечение объектов и многое другое.

Подсистема черчения разработана так, чтобы обеспечить как можно более интуитивную работу, минимизируя количество повторений одних и тех же операций, и ускорить каждый этап чертежного процесса. Все чертежные данные хранятся в базе данных, единой для всех подсистем Cimatron, структура которой обеспечивает полную интеграцию всех подсистем и быстрый доступ к данным. Все размеры, допуски, надписи и штриховки полностью ассоциативны с геометрией изделия. Cimatron обеспечивает получение видов трехмерной модели под любым желаемым углом проецирования. Изменения в модели автоматически отражаются на видах. Интерфейс системы обеспечивает простое и удобное построение и перемещение видов в пределах чертежа. Штриховка полностью ассоциативна с моделью, поэтому при корректировке контуров происходит ее автоматическое редактирование. Такие возможности твердотельного проектирования, как автоматическая генерация сечений моделей, ассоциативность размеров, позволяют увеличить скорость процесса подготовки чертежей в несколько раз. Система обеспечивает автоматическое формирование спецификаций сборочных единиц в полном соответствии с требованиями ЕСКД, а также передачу данных в системы управления производством.

Интеграция подсистем обработки и моделирования гарантирует изготовление детали точно в соответствии с требованиями. На основе спроектированной модели подсистема NC создаст управляющую программу для любого вида механической обработки: 2.5-5 координатного фрезерования, сверления, листоштамповки, токарной и электроэрозионной обработок. Разработка NC-программ оптимизирована как с точки зрения создания траектории движения инструмента, так и с точки зрения работы с данными проектирования. Любые изменения модели немедленно отображаются на траектории движения инструмента. При фрезеровании сложных поверхностей подсистема программирования оборудования с ЧПУ позволяет автоматически выполнять контроль на зарезание, рассчитывать зоны, не обработанные заданным инструментом, вычислять траекторию движения для другого инструмента, выполняющего подбор. Имитация обработки позволяет проверить и отладить управляющую программу до выхода на станок. Возможно написание на С и Fortran собственных функций обработки, которые могут быть использованы как стандартные функции системы. Генератор постпроцессоров позволяет быстро создать постпроцессор для фрезерного, токарного, сверлильного, электроэрозионного и штамповочного оборудования.

Cimatron реализован на различных технических платформах: персональных компьютерах 486/Pentium и рабочих станциях HP/Apollo, Silicon Graphics, Sun и IBM.



*Симатрон работает на космос*

## ХРОНОЛОГИЯ

1969 г.- Первый прием 50 студентов дневного отделения на специальность 0501 “Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты”. Группе преподавателей кафедры “Технология металлов”: ассистентам Крюкову Ю.Л., Рыльцеву И.К.; старшим преподавателям к.т.н. Синицыну В.Т., Тимофееву В.А.; доценту к.т.н. Чихареву Н.И. поручена подготовка выпуска инженеров этой специальности. Ответственным за организацию подготовки инженеров и создание кафедры “Технология машиностроения” назначен ст.преп., к.т.н. Синицын В.Т.



*Основатели кафедры:*

*Ю.Л.Крюков, В.А.Тимофеев, В.Т.Синицын, В.А.Сенюков*

1970 г.- Прием 75 студентов дневного отделения. К группе преподавателей добавились: ст. преп. Легенкин Ю.А. и заведующая лабораторией Трифонова Т.Н.

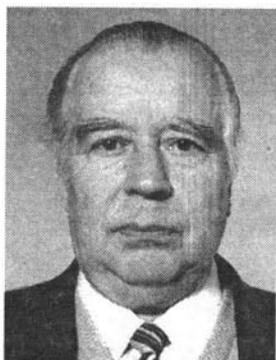
1971 г.- Прием 100 студентов (75 - дневного и 25 - вечернего отделений). К группе преподавателей добавились: доцент Ефимьев А.Н. и ассистент Коваленко В.П. Началось строительство здания по ул. Кривова, в котором планировалось разместить кафедру “Технология машиностроения”.

1972 г.- 26 апреля вышел приказ Минвуза РСФСР о создании в Ярославском технологическом институте кафедры “Технология машиностроения”, а 17 мая - приказ ректора института д.т.н., профессора Уставщикова Б.Ф. об образовании кафедры “Технология машиностроения” в составе: и.о. зав. кафедрой, к.т.н., доцента Синицына В.Т.; доцента Ефимьева А.Н.; ст. преподавателя Крюкова Ю.Л.; ассистента Коваленко В.П.; и.о. доцента, к.т.н., Легенкина Ю.А.; ст. преподавателя Тимофеева В.А.; доцента, к.т.н. Чихарева Н.И.; зав. лабораторией Трифоновой Т.Н.; учебных мастеров Сидорова В.Ф. и Сидорова Б.Ф.; инженера Воробьева Ю.Н. 12 сентября началось размещение кафедры “Технология машиностроения” в новом корпусе “В” на улице Кривова. При участии студентов первого приема ведется монтаж и подключение станков в лабораториях: металлорежущие станки (9 станков); теория резания и режущие инструменты (13 станков); технология машиностроения (11 станков); автоматизация

- производственных процессов (8 станков и один сборочный автомат). Опубликовано 6 учебно-методических пособий и 7 научных статей.
- 1973 г.- 12 февраля начались занятия во всех лабораториях кафедры “Технология машиностроения”. К преподавательскому составу добавились: и.о. доцента, к.т.н. Сениюков В.А., ассистент Кудряшов Ю.А. и работающие по совместительству зам. директора НИИШИНМАШ к.т.н. Петров Б.М., зам. начальника цеха ЯМЗ Шадрунов Л.А. Выполнена первая хозяйственная работа с Ярославским заводом холодильных машин при участии студентов под руководством доцента Ефимьева А.Н. Первым сотрудником НИСа стала выпускница автомеханического техникума, студентка вечернего факультета Паклина А.В. Девять студентов проходили практику в Чехословакии на заводах фирм “ЧКД” и “Шкода”. На кафедру пришли учебные мастера Михайлов В.В. и Катанов В.П.
- 1974 г.- Первый выпуск: 39 инженеров по специальности “Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты”. Четыре выпускника кафедры оставлены для работы в институте: Ананьин В.В., Кононов Ю.Е., Шитов В.П., Юдин В.В. Получено первое авторское свидетельство на кафедре ст. преподавателем Тимофеевым В.А. К преподавательскому составу добавились к.т.н., доцент Бараев А.А. и к.т.н., асс. Городецкий В.Н.
- 1975 г.- Прием 125 студентов (100 - дневного и 25 - вечернего отделений). Три выпускника оставлены для работы на кафедре: Рымин А.В. - ассистентом; Корнилов И.А. и Жильцов В.А. сотрудниками НИСа. После окончания аспирантуры возвратился на кафедру к.т.н. Рыльцев И.К. С увеличением объема хозяйственных работ в состав работников НИСа кафедры вошли: Рудин И.К., Попов В.В., Личак Л.А. Опубликовано первое учебное пособие кафедры по теории резания, подготовленное доцентами Чихаревым Н.И., Сениюковым В.А. и ст. преподавателем Тимофеевым В.А.
- 1976 г.- Первый выпуск 27 инженеров на вечернем отделении. Выпускник Киселев А.С. оставлен для работы в НИСе кафедры. К преподавательскому составу кафедры добавился к.т.н., директор Даниловского завода деревообрабатывающих станков Акулов Г.А. Защитила кандидатскую диссертацию, выполненную под руководством доцента Бараева А.А., сотрудница НИСа Личак Л.А. Девять студентов под руководством доцента Сениюкова В.А. проходили производственную практику на машиностроительных заводах Румынии.
- 1977 г.- Кафедра пополнилась ассистентами Кононовым Ю.Е. и Калачевым О.Н., закончившими обучение в аспирантуре. Ассистентом был избран сотрудник НИСа Киселев А.С. В состав НИСа добавились новые сотрудники: Малофеев В.Н., Серов А.В., Уварова Г.А. Установлена первая на кафедре ЭЦВМ “Наири-2М”, и доцент Бараев А.А. начал обучение преподавательского состава работе на ней.
- 1978 г.- Асс. Калачев О.Н. защитил диссертацию в МИХМе и подготовил первые методические указания по расчету режимов резания на ЭЦВМ “Наири-2М”. В состав работников учебно-вспомогательного персонала добавилась лаборант Пустовалова М.А.

- 1979 г.- Преподавательский состав кафедры увеличился с приходом ассистентов Вахрина Л.А. и Шапошникова А.М., закончивших обучение в аспирантуре. Перешли на кафедру “Инженерно-педагогических дисциплин” и.о. доцента Рыльцев И.К., ст. преподаватель Крюков Ю.Л., ассистент Коваленко В.П. Заведующим лабораторией стал выпускник кафедры Малов А.А.
- 1980 г.- Первым из выпускников защитил кандидатскую диссертацию в Грузинском политехническом институте Кононов Ю.Е. В число штатных преподавателей кафедры перешел Шадрунов Л.А. Первые три станка с ЧПУ установлены в лабораториях кафедры с помощью заводов Машприбор и ЯЗДА.
- 1981 г.- Началось применение в учебном процессе ЭВМ ЕС-1020. Преподавательский состав кафедры пополнился к.т.н. ассистентом Трофимовым А.М.
- 1982 г.- Опубликовано учебное пособие Калачева О.Н., Синицына В.Т. “Применение вычислительной техники при курсовом и дипломном проектировании по технологии машиностроения” (83 с.).
- 1983 г.- Пятнадцать выпускников кафедры получили дипломы с отличием. Вместо ушедших сотрудников НИСа на кафедру пришли Евстафьев А.В., Жигалов В.А., Платонов А.Н., Тарасов А.Н.. В лабораториях кафедры установлены еще два станка с ЧПУ и ЭВМ “Мир”. По х/д теме с НИИ-ШИНМАШем разработано программное обеспечение расчета технологических размерных цепей (руководитель - доцент Калачев О.Н.)
- 1984 г.- Открыта специализация “Технология роботизированного производства”. Приказом Минвуза РСФСР открыт первый в институте филиал кафедры на Ярославском станкостроительном производственном объединении. Руководителем филиала кафедры приказом ректора института д.х.н., профессора Москвичева Ю.А. назначен генеральный директор ЯСПО к.т.н., доцент Акулов Г.А. Преподавательский состав кафедры пополнился ассистентом Камкиным А.А.
- 1985 г.- Впервые в институте началось ускоренное обучение выпускников техникумов, специальность которых отвечает профилю кафедры “Технология машиностроения”. Прием 150 студентов (100 на дневное и 50 на вечернее отделения). В лабораториях кафедры под руководством доцента Бараева А.А. установлены различные модификации роботов, планшетный графопостроитель, микропроцессорные устройства, работающая стойка станка с ЧПУ, управляющие комплексы “Транит”, робототехнический комплекс с ЧПУ.
- 1986 г.- По сокращению штатов преподаватели Шадрунов Л.А., Камкин А.А., доцент Шитов В.П. перешли на работу в ЯСПО и стали работать на филиале кафедры совместителями. Впервые в институте началось использование в учебном процессе пакета компьютерной графики ГРАФОР с выводом изображения на кафедральный графопостроитель КПА-1200. В состав НИСа кафедры вошли: Корнеев В.И., Сорокина Н.П., Седова Т.А., Емелин В.В., а учебно-вспомогательного персонала - Чичерина Л.Е., Смирнов А.В., Исаев В.А.
- 1988 г.- Впервые приняли участие в международной научной студенческой кон-

- ференции (г. Радом, Польша) студенты кафедры: С.Дубов, С.Зубов, О.Косенцов, Т.Лихачева.
- 1989 г.- Впервые в институте кафедра приступила к использованию в учебном процессе по дисциплине “Системы автоматизированного проектирования технологических процессов” (САПР ТП) виртуальных ЭВМ ЕС-1061.
- 1990 г.- Первый выпуск 19 инженеров по ускоренной форме обучения. Установка в лабораториях кафедры двух станков типа обрабатывающий центр и двух персональных компьютеров стандарта IBM PC.
- 1991 г.- Опубликовано учебное пособие: Калачев О.Н. “САПР технологических процессов: Лабораторный практикум на IBM PC” (147 с.).
- 1993 г.- Доц. Калачевым О.Н. совместно с коллегами из Быдгоща (Польша) опубликовано с грифом УМО в области автоматизированного машиностроения учебное пособие “Основы САПР в технологии машиностроения” (180 с.).
- 1995 г.- Выпускная работа студента Канаева С.В. в конкурсе на лучшую научную работу студентов по естественным, техническим и гуманитарным наукам в вузах Российской Федерации по разделу “Машиностроение, станкостроение и безотходная технология” удостоена диплома Госкомвуза РФ. Совместно с академиком Митрофановым В.Г., проф. Схиртладзе А.Г. и др. преподавателями МГТУ СТАНКИН доцент Калачев О.Н. опубликовал учебное пособие “САПР в технологии машиностроения” (298 с.). На историческом заседании кафедры 12.09.95 преподаватели поддержали его предложение об открытии новой специализации “Компьютерно-интегрированное машиностроение”.
- 1996 г.- Разработка доцентов: Синицына В.Т., Рымина А.В., проф. Акулова Г.А. и инж. Малова А.А., - по изменению свойств воды удостоена медалей лауреатов Всероссийского выставочного центра. Кафедра вошла в Ассоциацию машиностроительных кафедр (Болгария). Заключено Соглашение о сотрудничестве с АО Би Питрон (СПб) с целью совершенствования учебного процесса и участия в программе “Университетам России - высокие технологии”.
- 1997 г.- Дополнительно к имеющейся машине IBM AT кафедре выделен ПК Pentium с монитором 17”; получено от фирмы Би Питрон программное обеспечение CAD/CAM Симатрон для методической проработки перехода на новую специализацию “Компьютерно-интегрированное машиностроение”. Открыт прием на специализацию “Компьютерно-интегрированное машиностроение”.



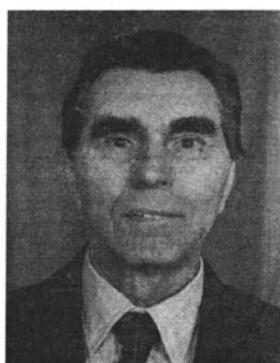
В.Т.Синицын



В.А.Сенюков



Ю.А.Легенкин



А.А.Бараев



А.В.Рымин



А.М.Шапошников



Л.А.Вахрин



А.В.Серов



Г.А.Акулов



О.Н.Калачев

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ.....	5
КАФЕДРА “ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ” .....	6
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА.....	9
АБИТУРИЕНТУ – О КАФЕДРЕ .....	10
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КАФЕДРЫ .....	18
ПОНЯТИЕ О CAD/CAM SIMATRON .....	24
ХРОНОЛОГИЯ .....	27

Высшая школа

## Чтобы западные инвесторы поняли нас, а мы - их

В апреле на базе Ярославского государственного технического университета планируется двухдневная международная демонстрация компьютерной системы САД/САМ Синатрон. Представители фирмы проектировщиков предприятий и организаций области.

На Западе информационное объединение (интеграция) компьютерных систем проектирования (САД) и производства (САМ) получило название "компьютерно-интегрированного производства". САД/САМ-системы. Такие системы позволили кардинально автоматизировать процесс проектирования и производства технических изделий. При этом исключаются традиционные бумажные носители информации, проектирование изделий и технологии их изготовления выполняется полностью на компьютерах.

Наиболее якой особеннос-

ектирования и подготовки производства и, следовательно, сопротивляемость со стороны персонала под лозунгом "можно найти лучшие применение имеющимся средствам на ту сумму, чем тратить средства на покупку новых". Но, по-настоящему главное препятствие - это явное нежелание молодежи работать в производственной сфере, воспитанное за годы неурядицы. К сожалению, и многие недавние выпускники, которые могли бы быстро адаптироваться к новологии САД/САМ, рвутся к новым знаниям, оставляя нашим сведениям, оставленному заводу и производству в коммерческой структуре.

Между тем по-прежнему кадры решают все! В условиях прогнозирования западных инвестиций в машиностроительные предприятия Ярославской области и возрождение промышленности и возрождение резервов России важно квалифицировать подготовку специалистов, способных воспринимать, оценивать и адаптировать западные интегрированные машиностроительные компьютерные технологии, обеспечивать создание конкурентоспособной продукции.

Важно интерес к системам

генем даяся ивляет ы Рос-

тью таких систем... исключение изделий компьютера, тельно на дисплее обработки просмотр процесса и передача данных по компьютерным сетям управляющих программ на обработку с числовым управлением. Преподусмотрено даже получение с помощью лазерных устройств готовых полимерных образцов будущих металлических деталей для изготовления литвеек форм и штампов. Третья особенность систем САД/САМ обеспечение реализации машиностроительного проекта - "параллельную инженерию" - одновременную работу исследователей, конструкторов и технологов различных подразделений по компьютерной сети над одним проектом.

Следует отметить интерес к САД/САМ-системам со стороны ярославских предприятий: "Автодизель", ЯМЗ и ИФО первыми закупили такие системы, как PRO/ENGINEER (фирма PTC, США) и SIMATRON (Израиль), и приступили к их освоению. Дополнительным моментом для наших предприятий является жесткая конкуренция между западными производителями САД/САМ-систем. Отрицательным, сдерживающим фактором - необходимость ломки сложившейся десятилетиями традиций про-

тени, которые зачи... сокращени научно-технического потенциала страны, активно внедрять эти системы в учебный процесс.

Кафедра "ЯГТУ предлагает открыть новое, перспективное направление подготовки специалистов-пользователей САД/САМ" и организовать учебно-методический центр на базе кафедры с целью концентрации усилий и переподготовки кадров.

Это актуально в связи с тем, что, во-первых, машиностроительные заводы области сформировали значительный парк достояние современных компьютеров, позволяющих внедрять и объединять породеточные и объединяющих сетей различные системы автоматического проектирования. Во-вторых, на предприятиях Ярославской области уже приобретены и освоены западные компьютерные системы САД/САМ. И, наконец, системы САД/САМ, возник дефицит в-третьих, специалистов, способных грамотно оценивать и эксплуатировать компьютеризированные системы потенциальных западных инвесторов.

О. КАЛАЧЕВ,  
доцент кафедры технологии машиностроения ЯГТУ.

Северный Край,  
10.04.97

**Кафедра**  
**"Технология**  
**машиностроения"**  
**ЯГТУ**

---

компьютерная  
подготовка  
специалистов  
и производства !

Приемная комиссия: Московский пр., 88 корпус "А"

Ректор университета - академик Ю.А.Москвичев

Декан машиностроительного факультета - проф. В.Н.Оборин