

Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики

Кафедра технологии приборостроения (ТПС)

# Магистерская программа «Технологическая подготовка производства приборов и систем»

Научный руководитель программы д.т.н., профессор В.А. Валетов

Кафедра ТПС http://tps.ifmo.ru E. И. Яблочников

Mail: eugeny@bee-pitron.spb.su

Заведующий кафедрой ТПС Tel: +7 812 2721666



#### Аннотация программы

Кафедра ТПС nttp://tps.irmo.ru

Совсем недавно приборостроение считалось частью машиностроения. Но сегодня это огромная самостоятельная предметная область, разбитая на ряд разделов, сложно связанных между собой. К примеру: измерительные приборы и системы, приборы систем управления, электроника, радиоэлектроника, электроника СВЧ, микроэлектроника, вычислительная техника, оптика, оптотехника и т.д. В каждом из этих направлений свои технологии, оборудование, методы контроля и испытаний, проблемы и способы обеспечения качества, масштабы производства.

Переход к рыночной экономике и к рынку потребителей привели к переходу промышленности во всем мире к мелкосерийному производству на современной базе гибких производственных систем (ГПС), широко использующих оборудование с числовым программным управлением (ЧПУ).

Российская промышленность имеет опыт создания ГПС, но, находясь слишком долго в кризисе, в настоящие время имеет очень пеструю картину обеспеченности оборудованием и технологическими процессами. Но выпадать из мировых тенденций развития нельзя и первые положительные примеры по созданию современных предприятий уже есть, поэтому мы ориентируемся на современное производство, широко использующее оборудование с ЧПУ и ГПС.

**Е. И. Яблочников** Зав. кафедрой ТПС



Технология в самом широком смысле есть процесс освоения человеком материального мира посредствам его социально организационной деятельности, включающей три компонента:

- научные принципы;
- орудия труда;
- людей, владеющих профессиональными навыками.

Современное состояние этих трех компонентов в технологии вообще и, в технологии приборостроения в частности, свидетельствует о безусловных успехах человека. Особенно интенсивно развивается первый компонент. Не вдаваясь в подробности, достаточно констатировать, что за последние три десятилетия теоретически разработана и успешно реализуется комплексная проблема автоматизации производственных процессов. Девяностые годы двадцатого века явились периодом создания и интенсивнейшего развития принципиально новых, так называемых генерированных технологий, в частности, технологий быстрых прототипов (Rapid Prototiping).

**Е. И. Яблочников** Зав. кафедрой ТПС



Не смотря на продолжающееся использование сравнительно старых методов и средств производства, следует отметить, что станки с ЧПУ повсеместно стали привычными орудиями труда, позволяют обеспечить не только настоящие, но и потребности Хотя физиологические будущие человека. возможности человека на протяжении многих столетий остаются неизменными, его интеллектуальный практически растет фантастическими темпами. Компьютерная вооруженность человека сделала его возможности трудно предсказуемыми. Как любое здание целесообразно строить с фундамента, так и технологию приборостроения следует изучать с традиционных основ и в апробированной последовательности.

Технология - это единственная область науки и техники, которая отвечает на вопрос «Как делать?» Она «впитывает» в себя всю гамму человеческих знаний и умений, поэтому технологи - самые востребованные в мире специалисты.

Конечно, технология - это широчайшая область человеческой деятельности и мы предлагаем освоить только ее часть - технологию приборостроения. На современном этапе она является не только одной из важнейших, но и одной из самых интересных, самых перспективных отраслей технологии.

**Е. И. Яблочников** Зав. кафедрой ТПС



Магистерская программа «Технологическая подготовка производства приборов и систем» базируется на фундаментальной бакалаврской или инженерной программе и является их логическим продолжением. В дальнейшем мы рассмотрим лишь основные профессиональные компетенции магистра этой программы и условия их освоения.

- Знать и целесообразно использовать технологические свойства конструкционных материалов. Эта компетенция позволяет разрабатывать рациональные технологии изготовления изделий, а ее основа закладывается при изучении дисциплины «Материаловедение»
- 2. Знать наиболее приемлемые в приборостроении технологии изготовления заготовок и владеть навыками применения принципов выбора заготовительных технологий.

**Е. И. Яблочников** Зав. кафедрой ТПС



Например, литье целесообразно использовать при хорошей жидкотекучести конструкционных материалов:



Образцы отливок, полученных литьем по выплавляемым моделям.



Образцы отливок, полученных литьем под давлением

**Е. И. Яблочников** Зав. кафедрой ТПС



а ковку или штамповку - при хорошей пластичности материалов, при этом штамповка экономически выгодна только при большой серийности производств

На видео роликах 1, 2 и 3 показаны технологические процессы обработки заготовок давлением

Третья компетенция это владение навыками разработки техпроцессов изготовления деталей с использованием современных систем автоматизированного проектирования (САПР-ТП) и разработки управляющих программ для станков с числовым программным управлением (ЧПУ). Кафедра оснащена современным импортным оборудованием, что дает возможность обеспечить современный уровень (в международном плане) подготовки специалистов в этой области технологии приборостроения.

Видео ролики 4 и 5 демонстрируют возможности современного оборудования с ЧПУ

**Е. И. Яблочников** Зав. кафедрой ТПС



*Кафе∂ра* 

Четвертая компетенция - это освоение электрофизических и электрохимических технологий, широко применяемых при изготовлении приборов и систем.

Видео ролик 6 демонстрируют возможности электроэррозионной обработки

Пятая компетенция - освоение новейших технологий, включая технологии Rapid Prototiping, которых нет пока ни в каком другом вузе страны, а за рубежом уже имеют широкое распространение.

Видео ролики 7-12 демонстрируют возможности новых технологий, а так же технологий быстрых прототипов

Кафедра технологии приборостроения имеет современный лабораторный комплекс с новейшим оборудованием, полностью компьютеризированный учебный процесс и высококвалифицированный профессорско-преподавательский состав, что обеспечивает высокий уровень специалистов по всем областям технологической подготовки производства

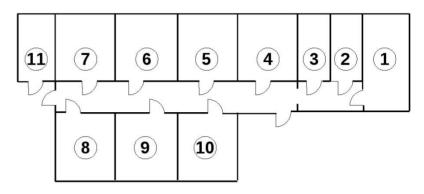
**Е. И. Яблочников** Зав. кафедрой ТПС



### Кафедра ТПС

Кафедра ТПС nttp://tps.irmo.ru





- 1 Преподавательская
- 2 Серверная
- 3 Лаборатория поверхностного электромонтажа
- 4 Лаборатория интегрированных информационных систем
- 5 Лаборатория интеллектуального оборудования с ЧПУ
- 6 Лаборатория имитационного моделирования производственных процессов
- 7 Лаборатория проектирования программных систем
- 8 Лекционная аудитория
- 9 Лаборатория управления функциональными характеристиками поверхностного слоя деталей
- 10 Лаборатория быстрого прототипирования
- 11 Кабинет заведующего кафедрой
- Кафедра и часть лабораторий находятся в главном здании СПбГУ ИТМО
- Несколько лабораторий находятся на территории предприятий-партнеров (Диаконт, Техприбор, ЛОМО, Инновационный Технологический Центр);
- Общая площадь порядка 1000 кв.м.

**Е. И. Яблочников** Зав. кафедрой ТПС



### Учебные и научно-исследовательские лаборатории

Кафедра ТПС http://tps.itmo.ru

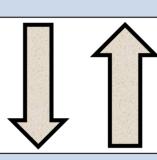
#### Информационные лаборатории: Разработка виртуальных моделей

Лаборатория интегрированных информационных систем

Лаборатория имитационного моделирования производственных процессов

Лаборатория проектирования прикладных программных систем

Результаты виртуального моделирования и анализа



Результаты исследований, рекомендации, знания

#### Технологические лаборатории: Получение физических моделей

Лаборатория быстрого прототипирования

Лаборатория поверхностного электромонтажа

Лаборатория интеллектуального технологического оборудования

> Лаборатория технологий производства микросистем

Лаборатория контрольно- измерительного оборудования

Лаборатория автоматизированной сборки

**Е. И. Яблочников** Зав. кафедрой ТПС



#### Программное обеспечение

Кафедра ТПС http://tps.itmo.ru

- . CAD/CAM/CAE-система CATIA V5
- PDM-система Enovia SmarTeam
- Система виртуального моделирования производственных процессов DELMIA
- . CAD/CAM-система Cimatron
- CAE-система инженерного анализа MSC. Software

• Программное обеспечение для исследования надежности RAM Commander

• Системы визуального и имитационного моделирования бизнес-процессов ADONIS, AllFusion, Rational Rose

• Системы разработки интерактивных электронно-технических руководств (ИЭТР): ParallelGraphics, 3DVia Composer

- Виртуальный производственный комплекс Vericut
- Система разработки постпроцессоров для станков с ЧПУ *IMSpost*
- Собственное программное обеспечение для унификации конструктивных элементов и технологических процессов, группирования деталей, проектирования процессов производства

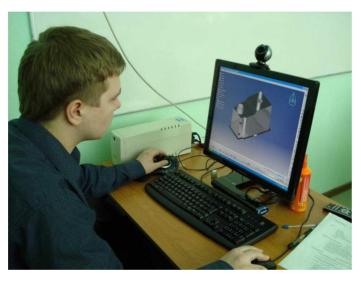
**Е. И. Яблочников** Зав. кафедрой ТПС



# **Использование программного обеспечения в учебном процессе**

Кафедра ТПС http://tps.itmo.ru

- Обучение использованию актуальных программных систем
- Использование приобретенных знаний и навыков в решении актуальных проблем и примеров из практики









**Е. И. Яблочников** Зав. кафедрой ТПС



## Лаборатория быстрого прототипирования (оборудование)

• Сканирование изделия, получение его трехмерной модели и изготовление

полимерного протожда изделия



• Количество точек, получаемых за одно измерение: 800.000

Мин. измеряемый объем: 125x100x90 mm

• Точность измерения (мин. объем): 26 µm

• Макс. измеряемый объем: 500x400x400 mm

Точность измерения (макс. объема): 53 µm

#### **EDEN 350V**

Размеры прототипа: 350x350x200 mm

Разрешающая способность µm (dpi) :

. X 42 (600)

• Y 42 (600)

. Z 16 (1600)

• Мин. толщина стенки: 0,6 mm

• Макс. производительность: 20 mm / h

• Макс. автономная продолжительность

работы: 72 h

**Е. И. Яблочников** Зав. кафедрой ТПС



## Лаборатория быстрого прототипирования

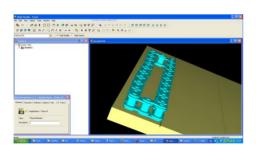
Кафедра ТПС http://tps.itmo.ru







 Ресурсы лабораторий позволяют демонстрировать интегрированные производственные процессы.







RP модель



**Изготовлен** ие



Монтаж

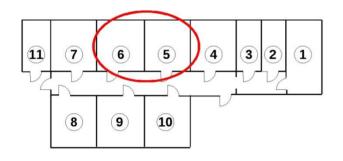
**Е. И. Яблочников** Зав. кафедрой ТПС



# Обучение работе с оборудованием с ЧПУ

Кафедра ТПС http://tps.itmo.ru

- Обучение обслуживанию станков с ЧПУ и работе с ними
- . Лекции и практика по программированию станков с ЧПУ









**Е. И. Яблочников** Зав. кафедрой ТПС



## Лаборатория станков с ЧПУ

Кафедра ТПС http://tps.itmo.ru

#### **EMCO CONCEPT MILL 55**



Рабочая зона: 190x140x260 mm Габариты: 960x1000x980 mm

Bec: 220 kg

#### **EMCO CONCEPT TURN 55**



48x236 mm 400x840x695

85 kg







**Е. И. Яблочников** Зав. кафедрой ТПС



# Лаборатория станков с ЧПУ на базовой кафедре «Интегрированные системы технической подготовки производства»

- Лаборатория ЧПУ находится на предприятии ОАО «Техприбор»
- . Партнерство с промышленностью
- Обучение и исследования в рамках производственных процессов предприятия
- Компьютерный класс и современные станки с ЧПУ





**Е. И. Яблочников** Зав. кафедрой ТПС



# Оборудование лаборатории ЧПУ (ОАО «Техприбор»)

Кафедра ТПС http://tps.itmo.ru

#### Фрезерный станок PRIMACON PFM 24 Ngd

• 5 координатный

Позиционирование: +/- 1µm
 Повторяемость: +/- 0,5µm



#### Токарно-обрабатывающий центр CTX alpha 300



## Современные фрезерные и токарные станки фирмы HAAS





**Е. И. Яблочников** Зав. кафедрой ТПС



### Лаборатория контрольно-измерительных систем

Кафедра ТПС http://tps.itmo.ru

• Исследование различных свойств поверхностей, влияния методов обработки на

качество поверхностей, остаточных напряжений в различных слоях детали

Hommel Werke Hommel Tester T8000









**Е. И. Яблочников** Зав. кафедрой ТПС



#### Лаборатория контрольно-измерительных систем

Кафедра ТПС http://tps.itmo.ru

• В лабораторию также входит контрольно-измерительная машина

#### **DURAMAX**

(Carl Zeiss). Она находится на территории фирмы «Диаконт».

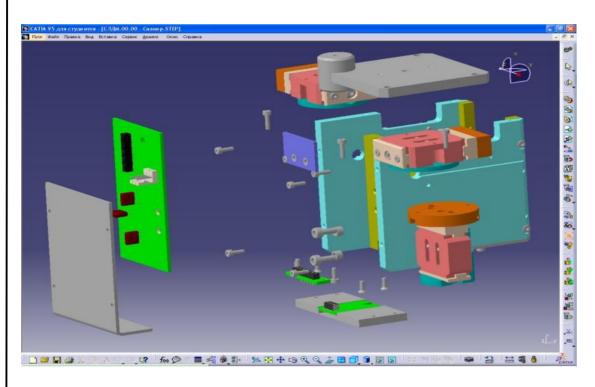


- ✓ Измерение по осям: 500x500x500 mm
- ✓ Точность измерений (ISO 10360-2): 2,4 + L/300 µm
- ✔ Сенсорная система VAST
- ✓ Программное обеспечение CALYPSO для создания готовой программы с помощью CAD-данных
- ✓ Прямой интерфейс с CATIA V4, V5 ; ProE
- ✔ Стандарт IGES

**Е. И. Яблочников** Зав. кафедрой ТПС



# Подготовка для предприятия заказов на серийное изготовление по итогам коммерциализации НИР и изготовления опытного образца в инжиниринговом центре.





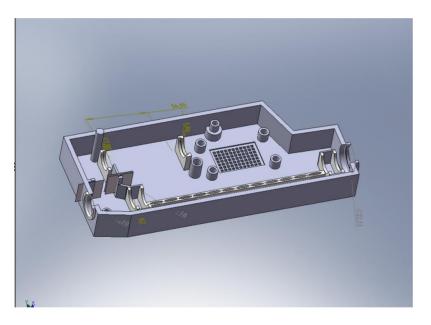
Компьютерная модель изделия «в разнесенном виде» Опытный образец модуля сканирующего зондового микроскопа

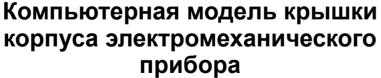
**Е. И. Яблочников** Зав. кафедрой ТПС



# Подготовка для предприятия заказов на серийное изготовление по итогам коммерциализации НИР и изготовления опытного образца в инжиниринговом центре.

# Изготовление физических прототипов изделий для проведения функциональных испытаний







Физический прототип крышки корпуса

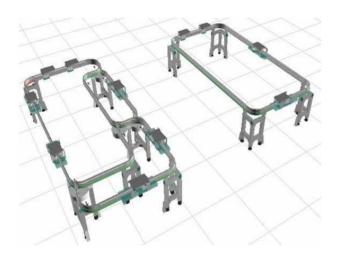
**Е. И. Яблочников** Зав. кафедрой ТПС



#### Лаборатория автоматизированной сборки

Кафедра ТПС http://tps.itmo.ru

- Находится на территории ЛОМО
- В настоящий момент ведется организация работы сборочной линии
- Основная цель: быстро переналаживаемая линия для сборки изделий









**Е. И. Яблочников** Зав. кафедрой ТПС

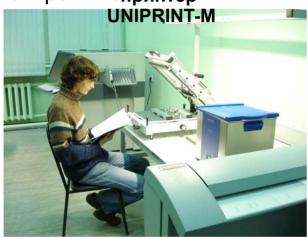


#### Лаборатория поверхностного электромонтажа

Кафедра ТПС http://tps.itmo.ru

- Подготовка основания печатной платы
- Автоматизированное оснащение платы при помощи конструктивных
   SMD-элементов

• Пайка конструктивных элементов и последующий контроль канально установки SMI



Печь оплавления



**Е. И. Яблочников** Зав. кафедрой ТПС



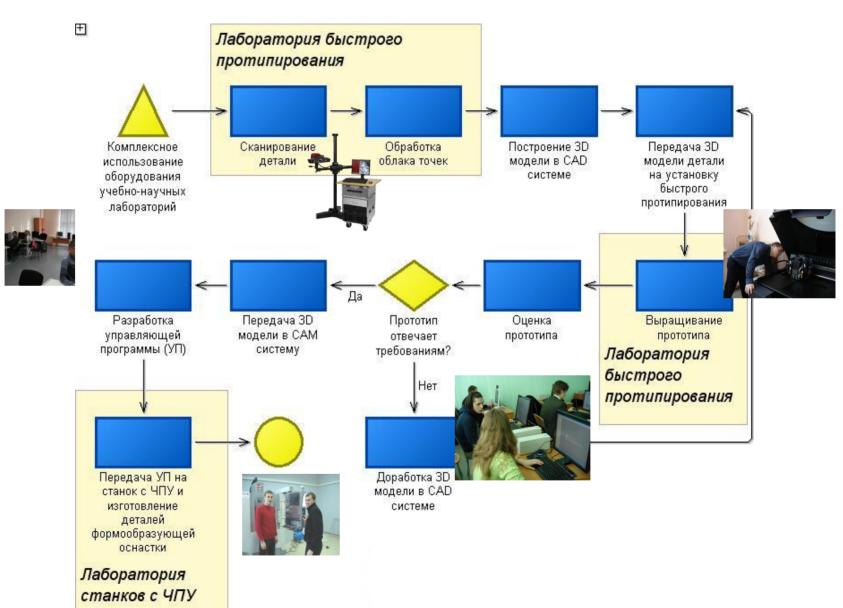
Стереоувеличитель MANTIS Elite





# Комплексное использование ресурсов учебнонаучных лабораторий

Кафедра ТПС http://tps.itmo.ru

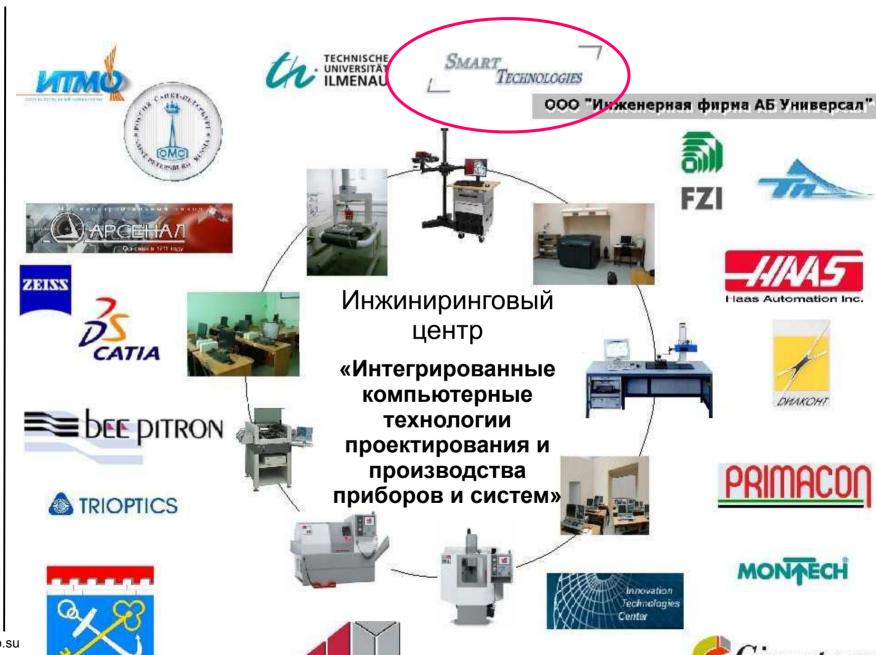


**Е. И. Яблочников** Зав. кафедрой ТПС



### Потенциал развития

Кафедра ТПС http://tps.itmo.ru



Advanced Machinery

**Е. И. Яблочников** Зав. кафедрой ТПС



#### Партнеры

Кафедра ТПС http://tps.itmo.ru

- ОАО «Техприбор»
- ЗАО «Светлана-оптоэлектроника»
- ФГУП ФНПЦ «Производственное объединение «СТАРТ» им. М. В. Проценко»
- ОАО «Ленполиграфмаш»
- ООО «НПО по переработке пластмасс им. «Комсомольской заглы» 5.
- 6. ОАО «Центр технологии судостроения и судоремонта»
- ООО НТЦ «Прибор»
- ОАО «ЛОМО» 8.
- ЗАО «Диаконт»
- 10. Фонд «АсЭкомедика»
- 11. НП «Ассоциация предприятий радиоэлектроники, прибо

средств

связи и инфотелекоммуникаций»

СП ЗАО «Би Питрон» 12.

13. Машиностроительный завод «Арсенал»

ООО «Смарт Технолоджис» 14.





ОПТОЭЛЕКТРОНИКА







Е. И. Яблочников Зав. кафедрой ТПС



#### Направления исследований

#### I. Управление жизненным циклом приборов и систем.

Фундаментальные исследования:

 Разработка методов информационной поддержки этапов жизненного цикла приборов и систем.

Прикладные исследования:

- 2. Разработка методов и средств управления проектами промышленных кластеров на основе информационных технологий.
- 3. Исследование методов и средств создания web-центричных подсистем для проектирования и подготовки производства.

#### II. Автоматизация производственных процессов.

Фундаментальные исследования:

- 2. Теоретические основы автоматизации проектирования и изготовления изделий.
- 3. Теоретические основы моделирования приборов, систем и производственных процессов.
- 4. Теоретические основы синтеза и анализа показателей качества точных приборов и функциональных устройств.

Прикладные исследования:

- 5. Автоматизация технологической подготовки производства.
- 6. Автоматизация технологических процессов.
- 7. Методы моделирования производственных процессов и систем.
- 8. Построение функциональных зависимостей целевых показателей качества изделий от технологических погрешностей.
- 9. Разработка методов и автоматизированных средств измерения и контроля целевых показателей качества изделий.

**Е. И. Яблочников** Зав. кафедрой ТПС



#### Направления исследований

Кафедра ТПС http://tps.itmo.ru

# III. Технологии управления функциональными свойствами поверхностей.

Фундаментальные исследования:

1. Теоретическое обоснование эффективности непараметрического подхода к проблеме оптимизации функциональных свойств изделий.

Прикладные исследования:

- 2. Создание базы данных видов и режимов обработки поверхностей с критериями оценки их микрогеометрии и обеспечение оптимальной микрогеометрии для конкретного функционального свойства поверхности.
- 3. Модернизация нанотехнологий нанесения покрытий для поверхностей деталей приборов.
- 4. Разработка проекта международного стандарта на микрогеометрию поверхностей изделий на базе непараметрических критериев ее оценки.

#### IV. Морская робототехника.

Фундаментальные исследования:

2. Исследование методов управления и автоматизации систем и объектов морской техники.

Прикладные исследования:

3. Разработка математических моделей работы основных узлов гидродинамических стендов.

**Е. И. Яблочников** Зав. кафедрой ТПС



# Спасибо за внимание!



**Е. И. Яблочников** Зав. кафедрой ТПС