



**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**

## Аннотация программы

Кафедра ТПС  
<http://tps.itmo.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, оплотехника 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 настоящее 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

[eugeny@bee-pitron.spb.su](mailto:eugeny@bee-pitron.spb.su)  
Tel : +7 812 2721666

Технология в самом широком смысле есть процесс освоения человеком материального мира посредством 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 Prototyping).

Не смотря на продолжающееся использование сравнительно старых методов и средств производства, следует отметить, что станки с ЧПУ повсеместно стали привычными орудиями труда, которые позволяют обеспечить не только настоящие, но и будущие потребности человека. Хотя физиологические возможности человека на протяжении многих столетий остаются практически неизменными, его интеллектуальный потенциал 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.

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.

1. 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.

Например, литье целесообразно использовать при хорошей жидкотекучести конструкционных материалов:



***Образцы отливок, полученных литьем по выплавляемым моделям.***



***Образцы отливок, полученных литьем под давлением***

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*

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

*Видео ролик 6 демонстрируют возможности электроэрозионной обработки*

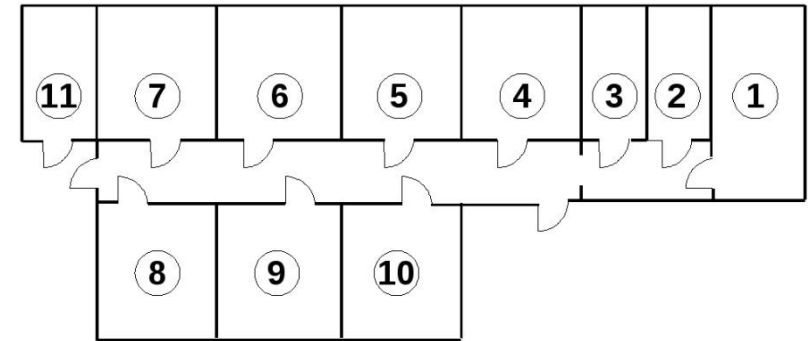
Пятая компетенция - освоение новейших технологий, включая технологии Rapid Prototyping, которых нет пока ни в каком другом вузе страны, а за рубежом уже имеют широкое распространение.

*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



Кафедра ТПС  
<http://tps.itmo.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

eugeny@bee-pitron.spb.su  
Tel : +7 812 2721666

# Учебные и научно-исследовательские лаборатории

Кафедра ТПС  
<http://tps.itmo.ru>

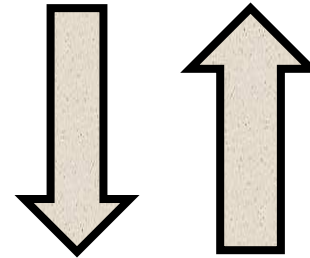
## Информационные лаборатории: Разработка виртуальных моделей

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  
интеллектуального  
технологического  
оборудования

Лаборатория  
контрольно-  
измерительного  
оборудования

Лаборатория  
поверхностного  
электромонтажа

Лаборатория  
технологий  
производства  
микросистем

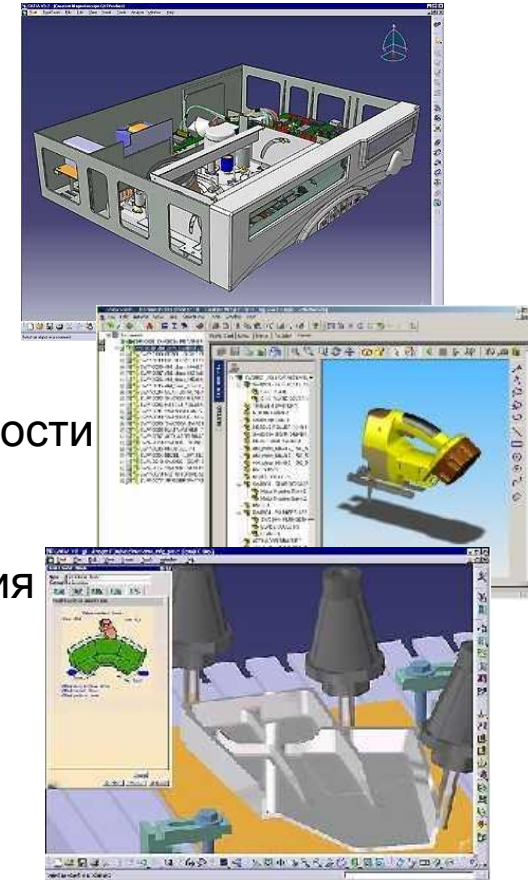
Лаборатория  
автоматизирован-  
ной сборки

Е. И. Яблочников  
Зав. кафедрой ТПС

[eugeny@bee-pitron.spb.su](mailto:eugeny@bee-pitron.spb.su)  
Tel : +7 812 2721666

# Программное обеспечение

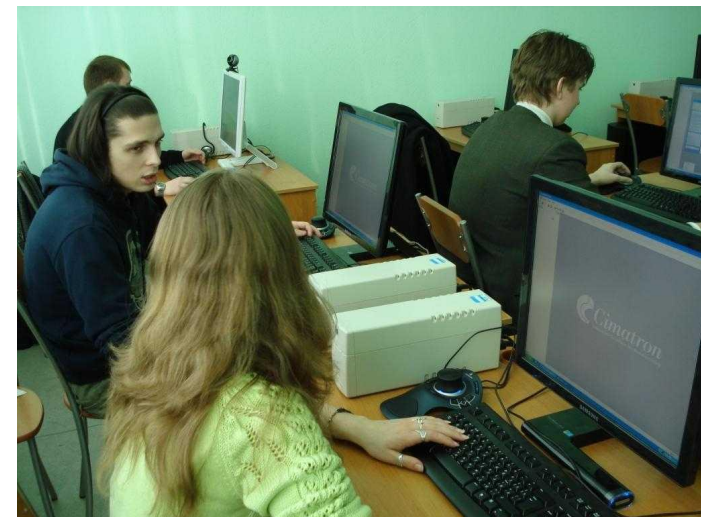
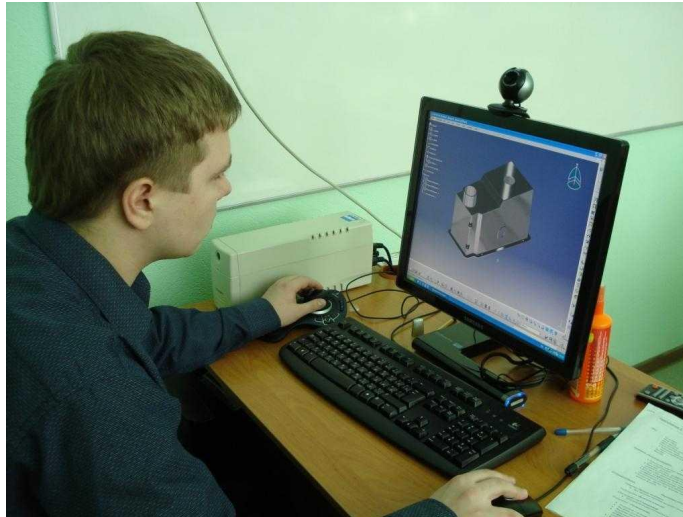
- CAD/CAM/CAE-система *CATIA V5*
- PDM-система *Enovia – SmarTeam*
- Система виртуального моделирования производственных процессов *DELMIA*
- CAD/CAM-система *Cimatron*
- CAE-система инженерного анализа *MSC.Software*
- Программное обеспечение для исследования надежности *RAM Commander*
- Системы визуального 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 *IMSpot*
- Собственное программное обеспечение для унификации конструктивных элементов и технологических процессов, группирования деталей, проектирования процессов производства



# 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

eugeny@bee-pitron.spb.su  
Tel : +7 812 2721666

# Лаборатория быстрого прототипирования (оборудование)

Кафедра ТПС  
<http://tps.itmo.ru>

- Сканирование изделия, получение его трехмерной модели и изготовление полимерного прототипа изделия

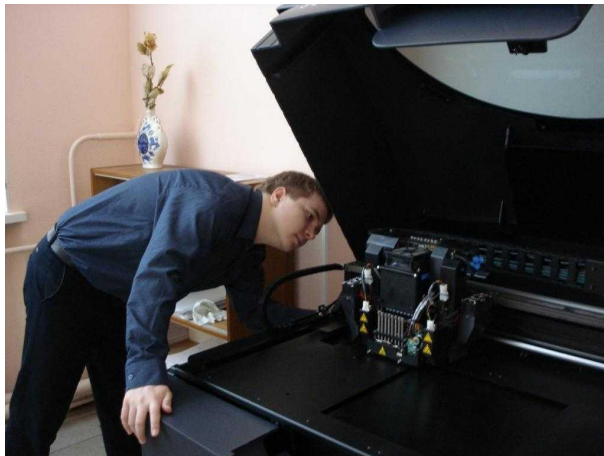


## ATOS 1

- Количество точек, получаемых за одно измерение:  
800.000
- Мин. измеряемый объем: 125x100x90 mm
- Точность измерения (мин. объем): 26  $\mu$ m
- Макс. измеряемый объем: 500x400x400 mm
- Точность измерения (макс. объема): 53  $\mu$ m

## EDEN 350V

- Размеры прототипа: 350x350x200 mm
- Разрешающая способность  $\mu$ m (dpi) :

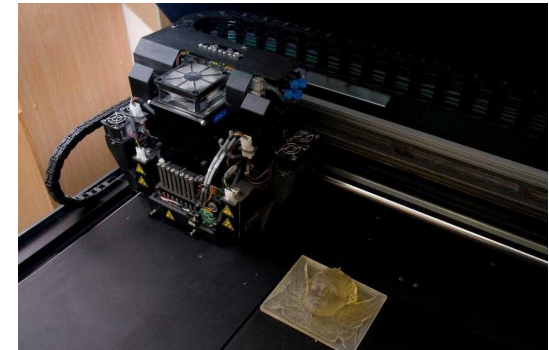


- X 42 (600)
- Y 42 (600)
- Z 16 (1600)
- Мин. толщина стенки: 0,6 mm
- Макс. производительность: 20 mm / h
- Макс. автономная продолжительность работы: 72 h

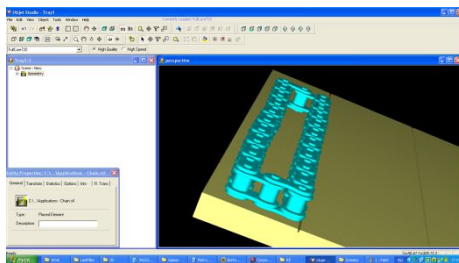
Е. И. Яблочников  
Зав. кафедрой ТПС

eugeny@bee-pitron.spb.su  
Tel : +7 812 2721666

Кафедра ТПС  
<http://tps.itmo.ru>



- Ресурсы лабораторий позволяют демонстрировать интегрированные производственные процессы.



**Проект/Конструкция**  
**я**



**RP**  
**модель**



**Изготовлен**  
**ие**



**Монтаж**



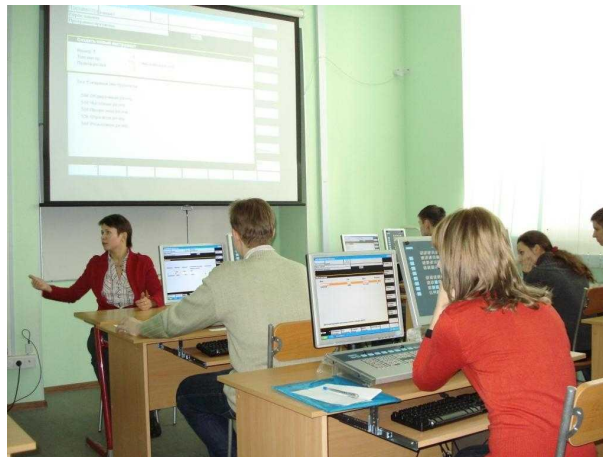
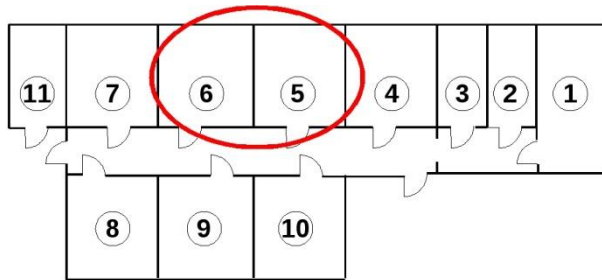
**Е. И. Яблочников**  
Зав. кафедрой ТПС

[eugeny@bee-pitron.spb.su](mailto:eugeny@bee-pitron.spb.su)  
Tel : +7 812 2721666

# 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



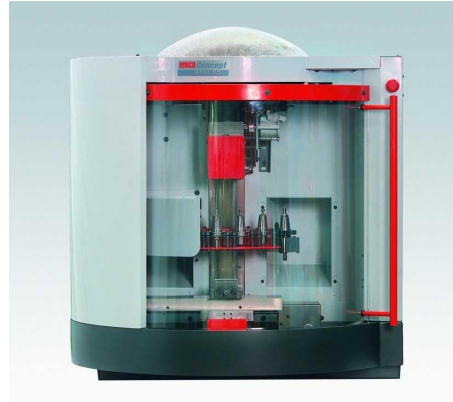
**Е. И. Яблочников**  
Зав. кафедрой ТПС

[eugeny@bee-pitron.spb.su](mailto:eugeny@bee-pitron.spb.su)  
Tel : +7 812 2721666

# Лаборатория станков с ЧПУ

Кафедра ТПС  
<http://tps.itmo.ru>

## EMCO CONCEPT MILL 55



Рабочая зона: 190x140x260 mm  
Габариты: 960x1000x980 mm  
Вес: 220 kg

## EMCO CONCEPT TURN 55



48x236 mm  
400x840x695  
85 kg



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

[eugeny@bee-pitron.spb.su](mailto:eugeny@bee-pitron.spb.su)  
Tel : +7 812 2721666



# 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



Кафедра ТПС  
<http://tps.itmo.ru>

## Фрезерный станок PRIMACON PFM 24 Ngd

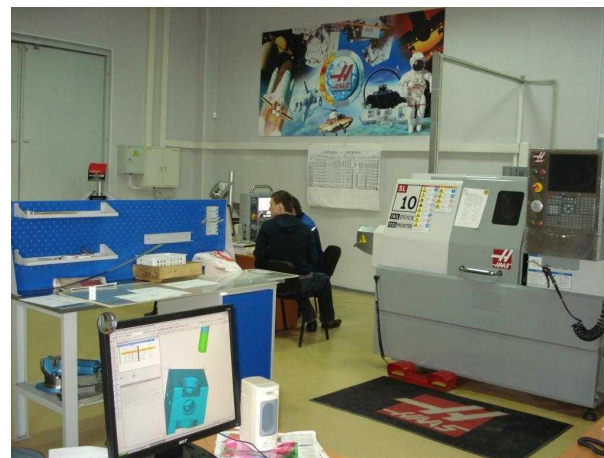
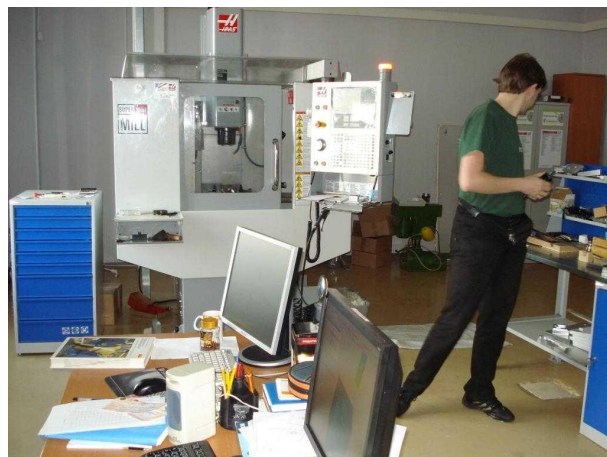
- 5 координатный
- Позиционирование:  $\pm 1 \mu\text{m}$
- Повторяемость:  $\pm 0,5 \mu\text{m}$



## Токарно-обрабатывающий центр CTX alpha 300



## Современные фрезерные и токарные станки фирмы HAAS



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

[eugeny@bee-pitron.spb.su](mailto:eugeny@bee-pitron.spb.su)  
Tel : +7 812 2721666

Кафедра ТПС  
<http://tps.itmo.ru>

- Исследование различных свойств поверхностей, влияния методов обработки на качество поверхностей, остаточных напряжений в различных слоях детали  
Профилометр фирмы  
**Hommel Werke Hommel Tester T8000**



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

[eugeny@bee-pitron.spb.su](mailto:eugeny@bee-pitron.spb.su)  
Tel : +7 812 2721666

- В лабораторию также входит контрольно-измерительная машина

## DURAMAX

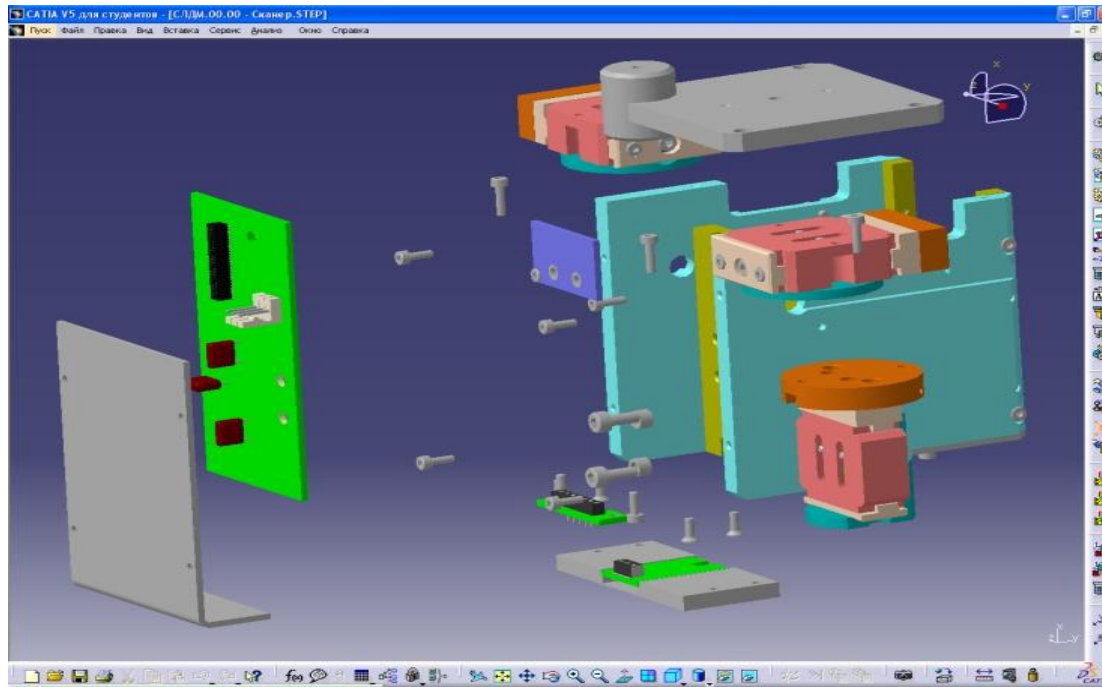
(Carl Zeiss). Она находится на территории фирмы «Диаконт».



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

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

Кафедра ТПС  
<http://tps.itmo.ru>



**Компьютерная модель изделия  
«в разнесенном виде»**



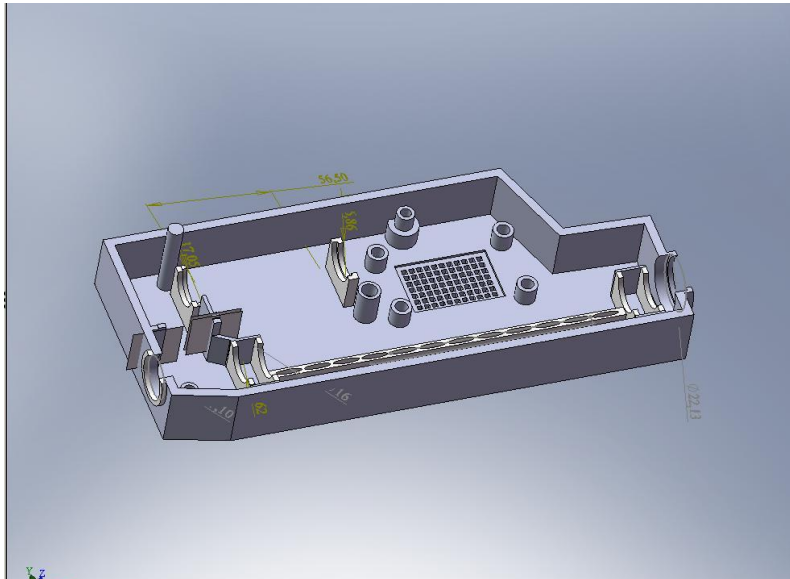
**Опытный образец  
модуля сканирующего  
зондового микроскопа**

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

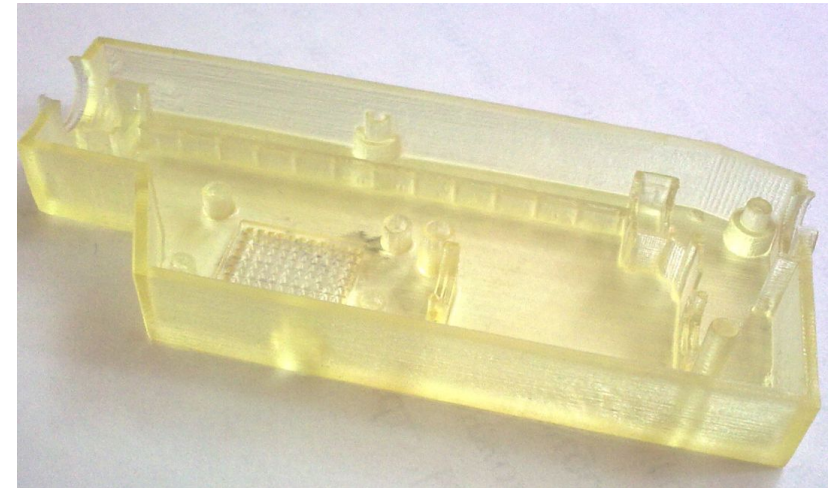
[eugeny@bee-pitron.spb.su](mailto:eugeny@bee-pitron.spb.su)  
Tel : +7 812 2721666

**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***



**Компьютерная модель крышки корпуса электромеханического прибора**

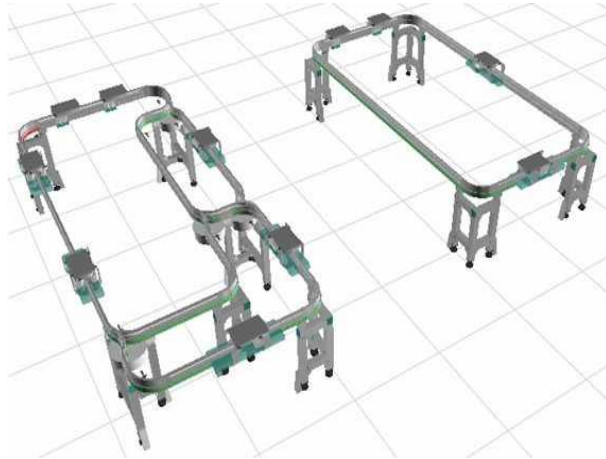


**Физический прототип крышки корпуса**

# 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

eugeny@bee-pitron.spb.su  
Tel : +7 812 2721666

# Лаборатория поверхностного электромонтажа

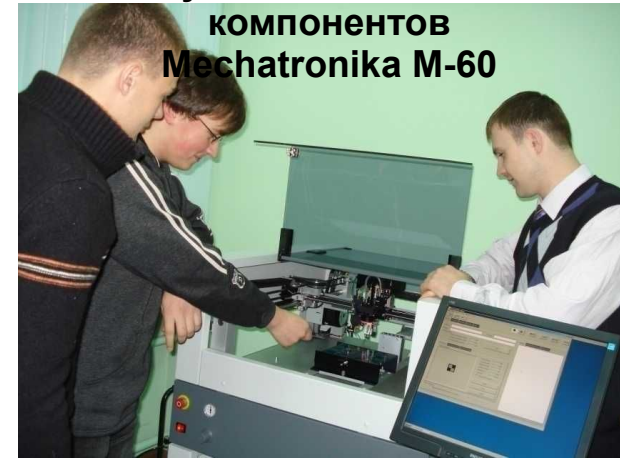
Кафедра ТПС  
<http://tps.itmo.ru>

- Подготовка основания печатной платы
- Автоматизированное оснащение платы при помощи конструктивных SMD-элементов
- Пайка конструктивных элементов и последующий контроль качества

Графический принтер  
**UNIPRINT-M**



Автомат для установки SMD-компонентов  
**Mechatronika M-60**



Печь оплавления  
**SEF 548.04**



Стереоувеличитель  
**MANTIS Elite**



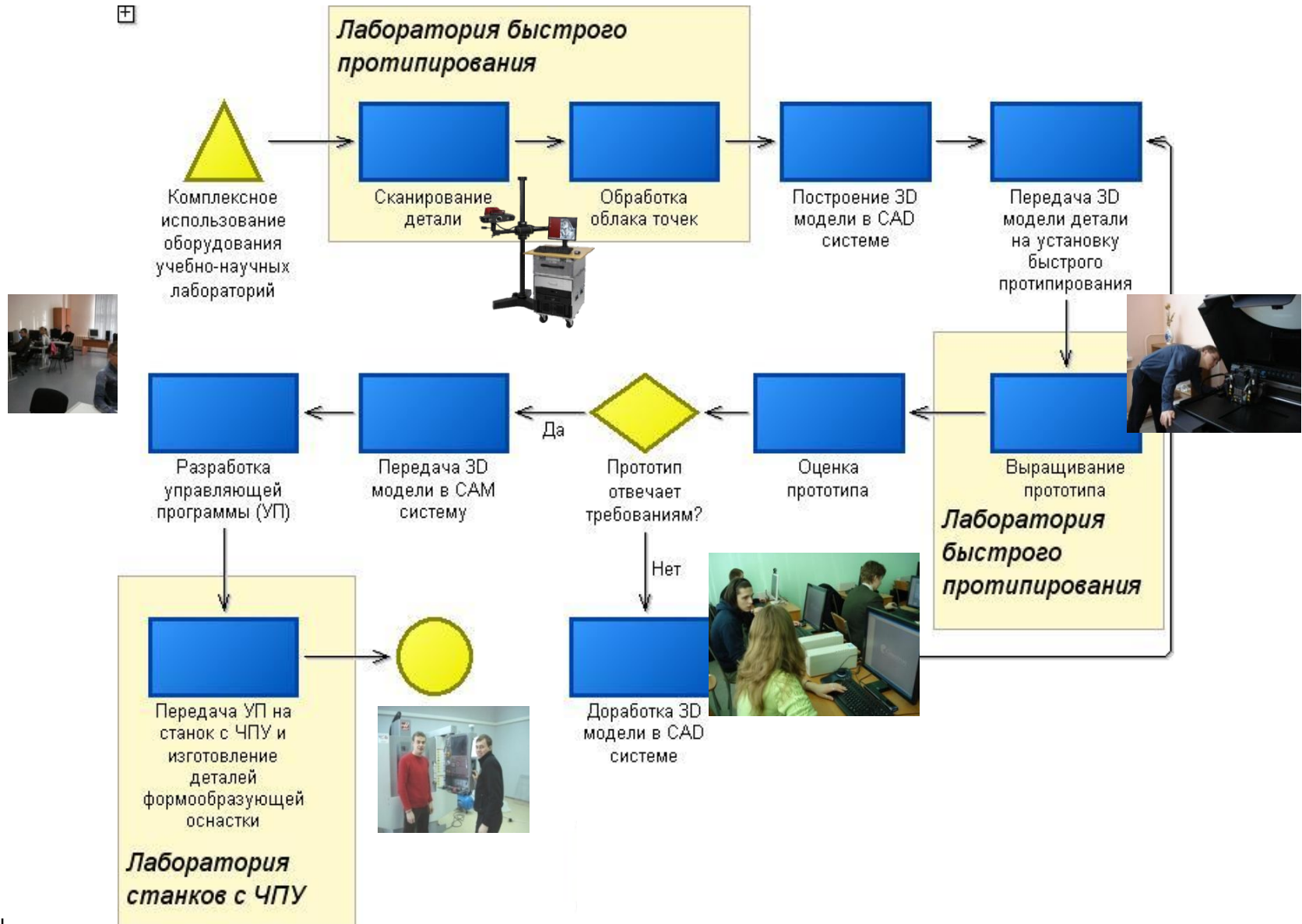
**Е. И. Яблочников**  
Зав. кафедрой ТПС

eugeny@bee-pitron.spb.su  
Tel : +7 812 2721666



# Комплексное использование ресурсов учебно-научных лабораторий

Кафедра ТПС  
<http://tps.itmo.ru>



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

eugeny@bee-pitron.spb.su  
Tel : +7 812 2721666

# Потенциал развития

Кафедра ТПС  
<http://tps.itmo.ru>



Е. И. Яблочников  
Зав. кафедрой ТПС

eugeny@bee-pitron.spb.su  
Tel : +7 812 2721666

## Партнеры

1. ОАО «Техприбор»
2. ЗАО «Светлана-оптоэлектроника»
3. ФГУП ФНПЦ «Производственное объединение «СТАРТ» им. М. В. Проценко»
4. ОАО «Ленполиграфмаш»
5. ООО «НПО по переработке пластмасс им. «Комсомольской бригады»
6. ОАО «Центр технологии судостроения и судоремонта»
7. ООО НТЦ «Прибор»
8. ОАО «ЛОМО»
9. ЗАО «Диаконт»
10. Фонд «АсЭкомедика»
11. НП «Ассоциация предприятий радиоэлектроники, приборостроения, средств связи и инфотелекоммуникаций»
12. СП ЗАО «Би Питрон»
13. Машиностроительный завод «Арсенал»
14. ООО «Смарт Технолоджис»



## I. Управление жизненным циклом приборов и систем.

*Фундаментальные исследования:*

1. 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.

## 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.

# Спасибо за внимание!

