

Применение САПР при  
проектировании учебных пособий  
курса СВЧ техники.

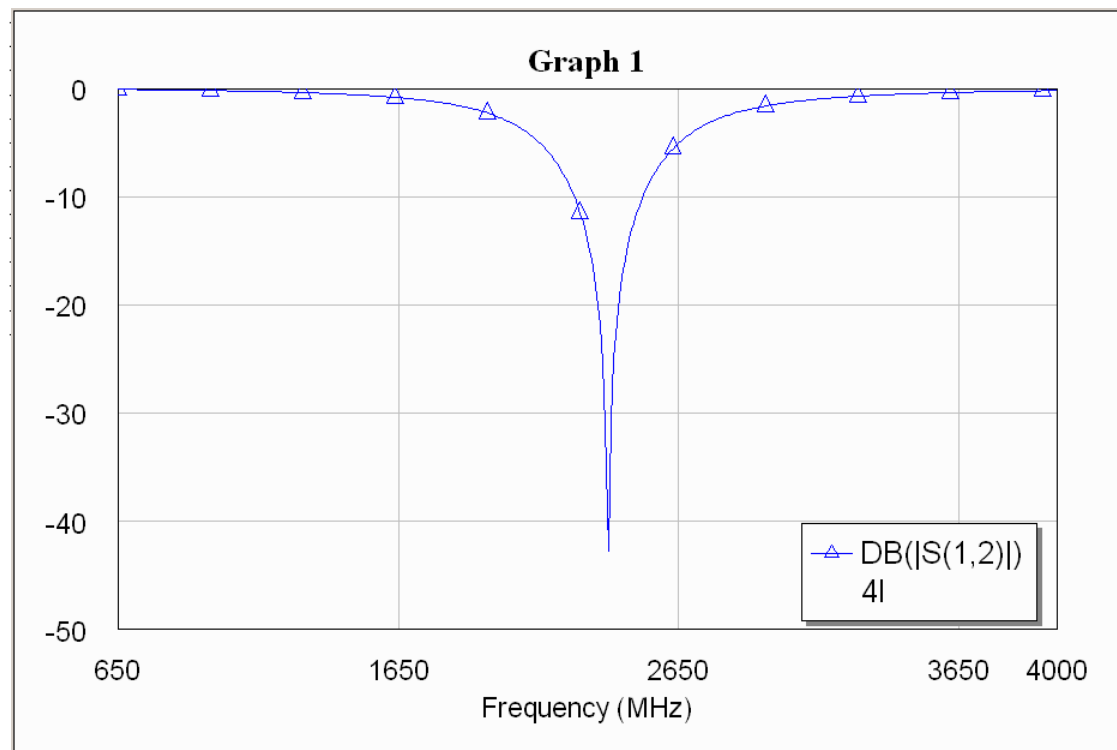
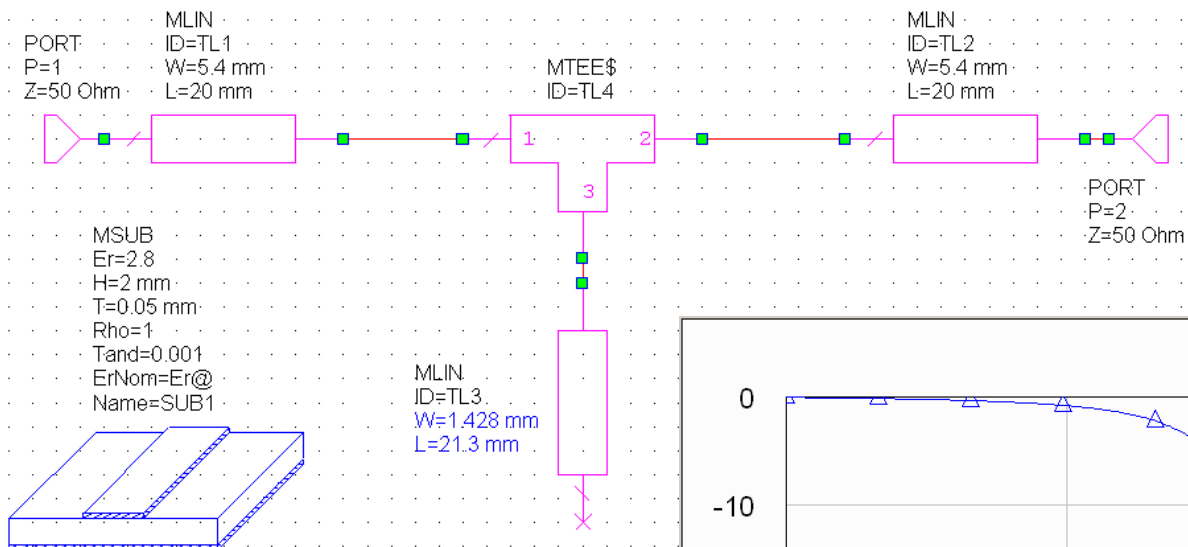
# Задача:

- Требовалось разработать ряд пассивных устройств, являющихся элементами СВЧ техники. Были выбраны следующие устройства:
- ФНЧ
- Полосный фильтр
- Синфазный делитель мощности
- Направленный ответвитель
- Четвертьволновый шлейф

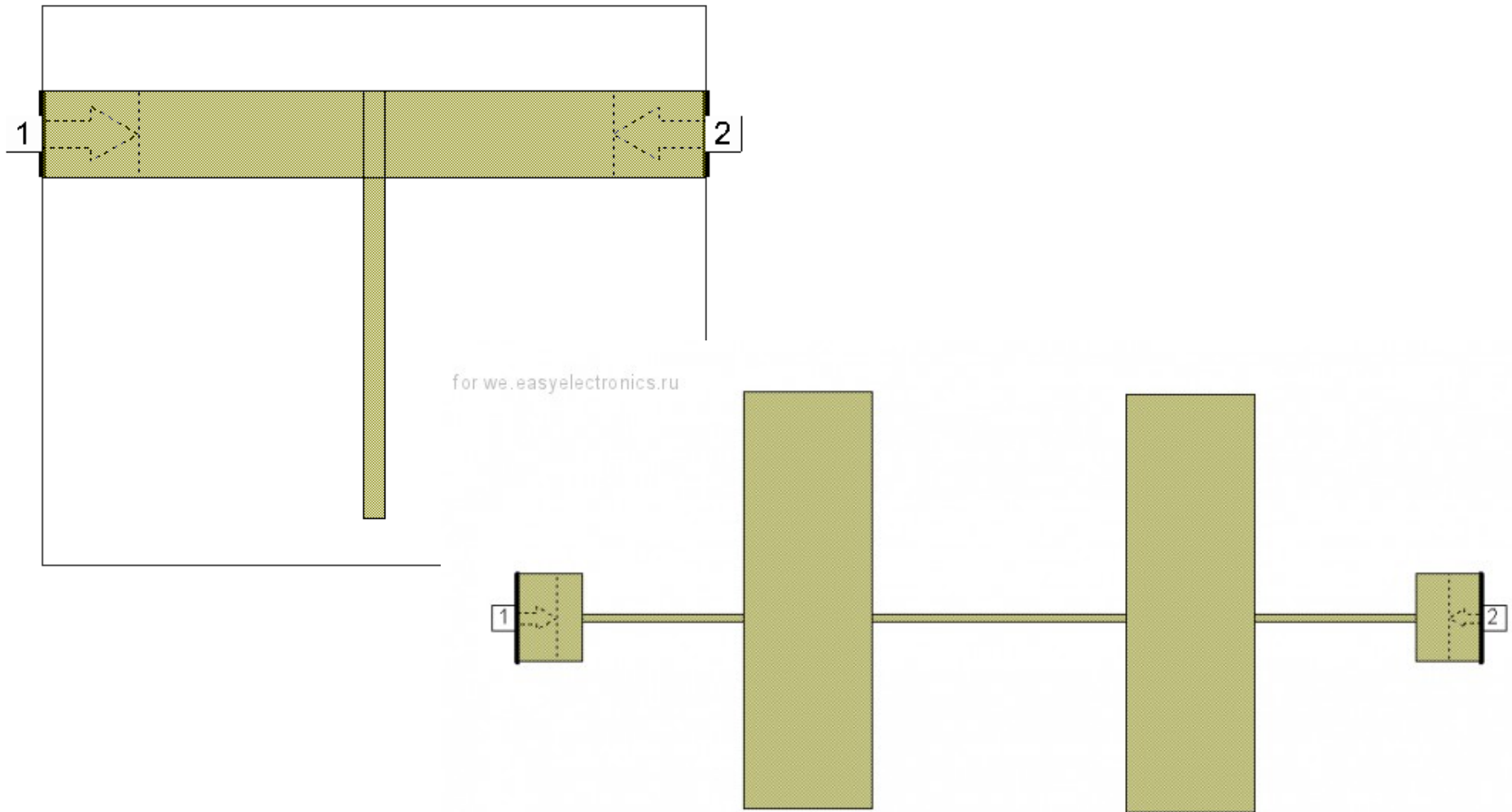
# Выбор схемотехнических решений

- ФНЧ на скачках волнового сопротивления
- ППФ на полуволновых резонаторах
- Синфазный делитель Вилкинсона
- НО на связанных линиях со слабой связью

# Разработка схемы и моделирование



# Переход к топологическим элементам



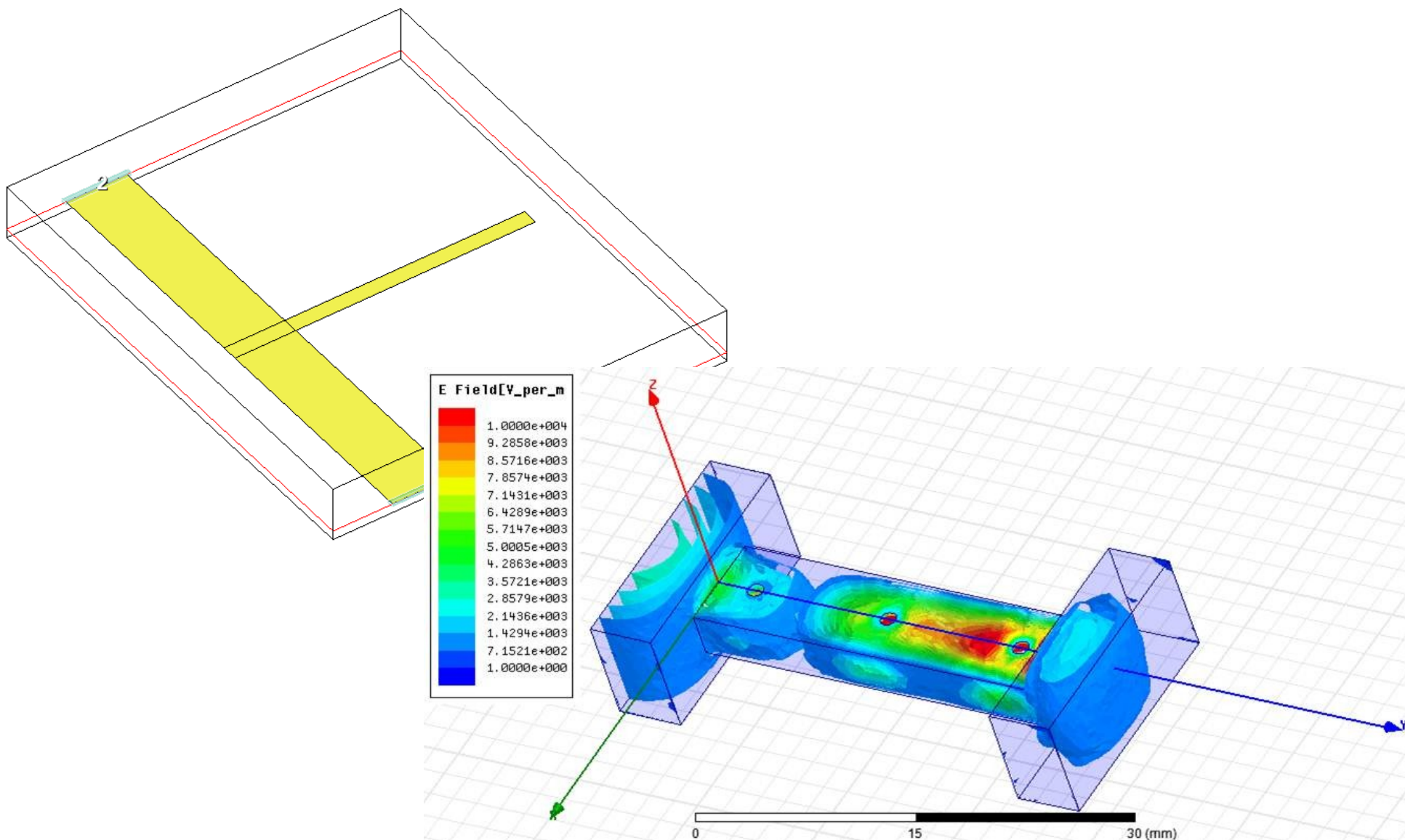
# Методы схемотехнического моделирования

- Метод анализа во временной области
- Линейный анализ в частотной области
- Линеаризация схемы в окрестности рабочей точки
- Гармонический баланс
- Метод рядов Вольтерра

# Форматы принципиальных схем

- Проприетарные форматы (P-CAD binary/ASCII, Eagle, Proteus...)
- SPICE-нетлист
- Проприетарный нетлист (AWR...)
- DXF, etc.

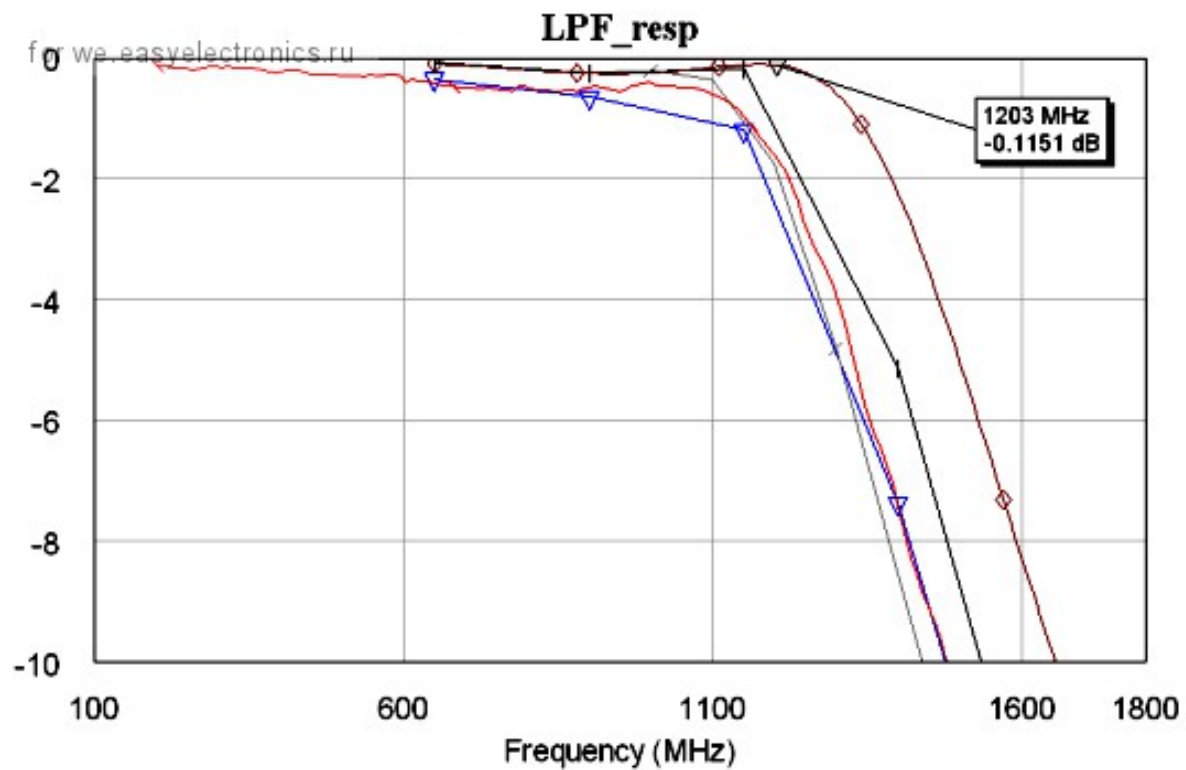
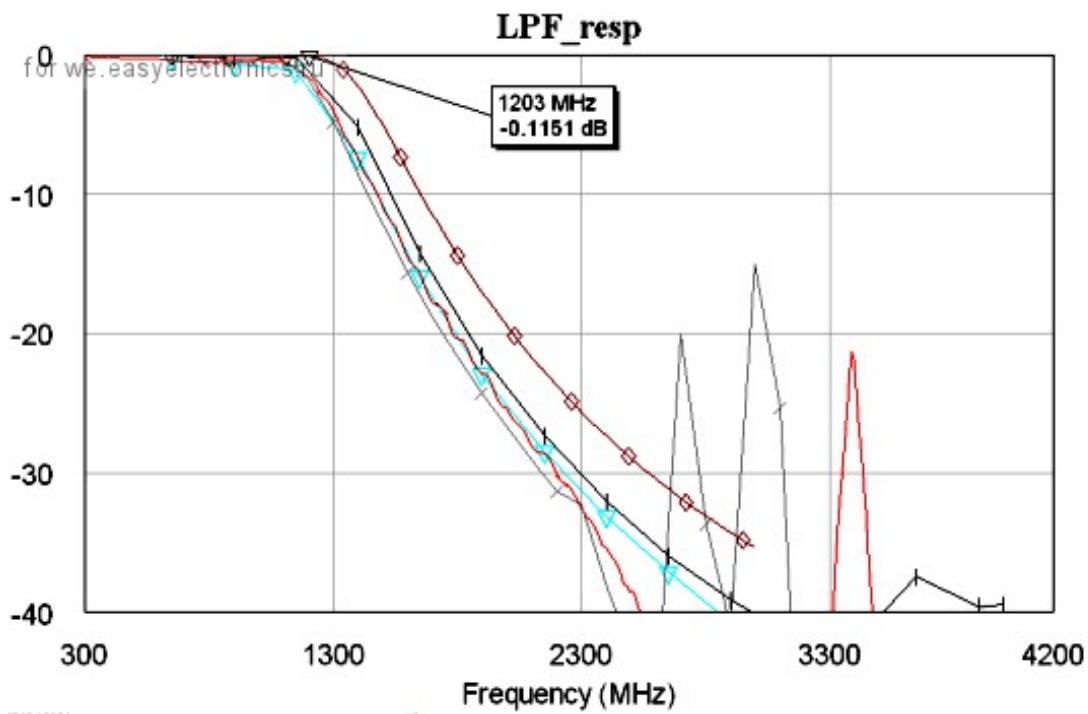
# Разработка и моделирование КОНСТРУКЦИИ





# Основные методы моделирования

- FEM (finite element method):
  - Разбивка области на элементы (тетраэдры/параллелепипеды, в т.ч. Адаптивно)
  - Получение СЛАУ из условий сшивки
- FTDT (Finite Difference Time Domain):
  - Задание рабочей области и источника
  - Расчет во временной области
  - Фурье-анализ для получения частотных параметров



- ◇ DB(|S(2,1)|)  
LPF
- + DB(|S(2,1)|)  
LPF\_AXIEM
- DB(|S(1,2)|)  
LPF HFSSDesign1
- DB(|S(2,1)|)  
LPF\_real
- ▽ DB(|S(2,1)|)  
LPF\_EMSIGHT

# Подготовка к производству: форматы файлов

- G-Code: набор команд вида  
<Код команды> <координаты XYZ> <параметры>
- GERBER: модифицированный G-Code
  - апертуры
  - ограниченный набор команд

# Измерения готового устройства. АСНИ

- LabView
- ViSa
- Протоколы обмена: GPIB, RS-232

# Методы совместной разработки и контроль версий

- Обмен файлами по сети/флешками
- Обмен и обсуждение по почте
- SVN, Git, Mercurial
- Интеграция с сервисами совместной разработки (redmine, etc.)
- PLM системы

# Спасибо за внимание!

Строков Андрей Андреевич  
ОмГУ им. Ф. М. Достоевского, студент  
ООО «ИЦ «Автоматика»  
+7 913 6403253  
[mail@s3f.ru](mailto:mail@s3f.ru)  
[strokov.org](http://strokov.org)