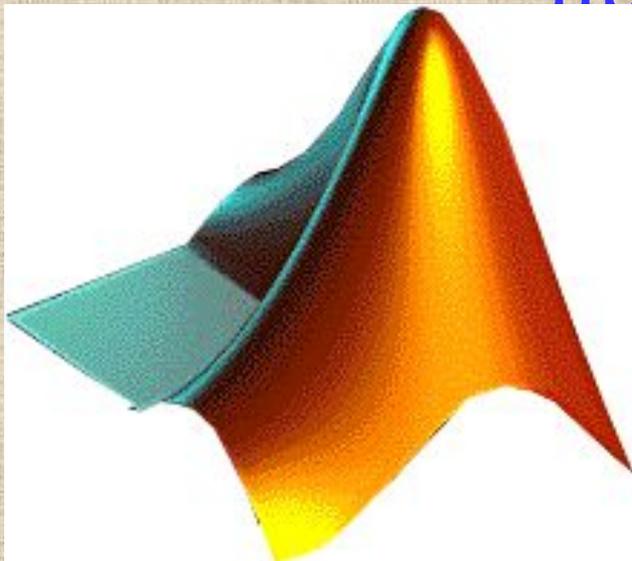


---

# Модельно-ориентированное программирование



Будак Владимир Павлович,  
Национальный исследовательский  
университет «МЭИ»  
кафедра светотехники

---

☐: +7 (095) 763-5239

[BudakVP@mpei.ru](mailto:BudakVP@mpei.ru)



# Основные вехи развития компьютеров

1947 – Транзистор: William Shockley, John Bardeen, Walter Brattain (Nobel 1956)

1980 – Дискретная математика: собственные значения, обращение матриц и перемножение, singular value decomposition, ordinary differential equation

1981 – Мегатренд – персональный компьютер IBM: (микросхема 1974 Intel)

1975 – Henry Roberts, Altair 8800, i8008; 1976 – Apple I, 1984 – Apple Macintosh

	1984	1985
IBM PC	880000	1050000
Apple Computer	275000	420000

- Персональный компьютер низкой стоимости
- Математический сопроцессор
- Интерактивное программное обеспечение
- Растровая графика, мышь, графическая операционная система

*1984 – MATLAB: Eigenvalues, Ordinary differential equation, FFT, Filters*

# Рост мощности ПК

	1984	2010	Increase
Clock Speed	5 MHz	3GHz×4 Core	2500
Memory	256K	4G	16000
Disk	10M	500G	50000
Comm	1200	20M	15000
FLOPS	17K	23G	1000000

*Породило вызовы нашего времени*

# Основные проблемы и современные тенденции

---

№1: Программы везде: авто, камеры, мобильник, ...

№2: Много математики и алгоритмов во всем

- System of systems – на базе микропроцессоров:  
10 млрд. устройств в 2008, 300 млн ПК в 2009
- Raptor Fighter 2 млн строк
- Boeing 787 Dreamliner 7 млн строк
- Модель авто Renault 10 млн строк

№3: Multicore, GPUs, Clusters, Clouds

---

*Ответ на вызовы №1 and №2: Все на Simulink! – System models*

# Модельная разработка – Model based design

---

Главные проблемы традиционной разработки:

- Разные узлы должны разрабатывать разные специалисты
- Сложность формулировки спецификаций и требований к программе
- Трудность совместной разработки
- Сложность тестирования

Главное в модельном программировании – многократное использование, естественность спецификаций и тестов

- Увеличение уровня математики и алгоритмов в моделях
- Ускоренная разработка новых решений
- Уменьшение ручного программирования
- Повышение качества посредством ранней проверки и тестирования
- Междисциплинарная кооперация
- Кооперация стадий разработки

---

*Переход в разработке на модельную разработку –  
Model based design*

# Для разработки система должна включать:

---

- System Environment
- Digital hardware
- Analog/RF hardware
- Embedded software
- Mechanical systems

Все элементы встречаются одновременно - Multi-domain system modeling (турбина)

---

*Единый интерфейс и правила создания моделей*

# Системы многопрофильного программирования:

---

1. Continuous-time model: dynamical system, analog Simulink
2. Discrete time model: DSP, Image/video, Digital control Simulink
3. Discrete events model: Architecture, Resources SimEvents
4. State Machine Model: Control logic, Mode Logic State Flow
5. Physical models: Electronics, Mechanics, Hydraulics Simscape, SimElectronics, SimMechanics, SimHydraulics, SimDriveline
6. Text base model: фильтры Matlab

---

*Аналог LabVIEW (Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench)  
National Instruments – упор на элемент схемы*

# SIMULINK

---

1. Кнопка **Simulink**
2. В **Command window**: **> Simulink**
3. **New -> Model**

Интерфейс программы – **SDI: model** и **Simulink Library Browser**

**Sine wave** – **Scope**

**Sine wave** – **Integrator** – **Scope**

---

*Соединение Ctrl – левый клик*

# Модель роста числа бактерий

---

Результат размножения =  $bx$

Результат смерти =  $px^2$

Изменение популяции  $\frac{dx}{dt} = bx - px^2$

Представим алгоритм – нам нужны блоки:

- Интегратор – **Integrator**
- Возведение в квадрат – умножение на себя - **Product**
- Умножение – усиление – **Gain** – 2 блока
- Сумматор – **Sum**
- Наблюдение - **Scope**

---

*Разница Simulink и LabVIEW – ориентация на уравнения или устройства*