

Ускорение инноваций в России при помощи технологий MathWorks

Никита Богославский
Руководитель направления MathWorks в СНГ

Softline GROUP

Заседание комиссии по модернизации 22 сентября



Заседание комиссии по модернизации 22 сентября

....Как я уже говорил, по целому ряду направлений российский ОПК пока не способен отреагировать на увеличение заказов или увеличение финансирования адекватным ростом выпуска высокотехнологичной продукции..... Мы отстаём от индустриально развитых стран и в производительности труда, что неудивительно, и в организации производства, и, к сожалению, в области контроля качества, что боком вылезает при военно-техническом сотрудничестве, приходится оправдываться, вносить коррективы. И, конечно, отстаём в умении оперативно реагировать на рыночные вызовы. Мы знаем и то, что зачастую, не везде, конечно, но до сих пор ряд российских научно-исследовательских организаций, конструкторских бюро занимается оптимизацией советских разработок. Это, наверное, нужно делать, но нам нужны новые решения....

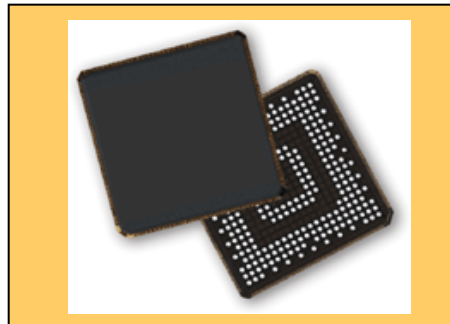
Технологическое отставание

- в производительности труда
- в организации производства
- в области контроля качества
- в умении оперативно реагировать на рыночные вызовы
- Нам нужны новые решения (инновационные продукты)

Доминирующие мировые тенденции в инновационных высокотехнологичных разработках

#1 Встроенное ПО во всем

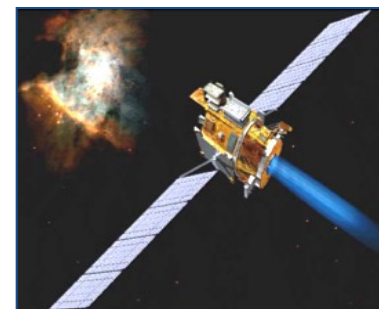
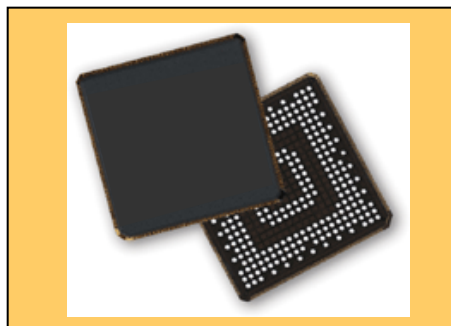
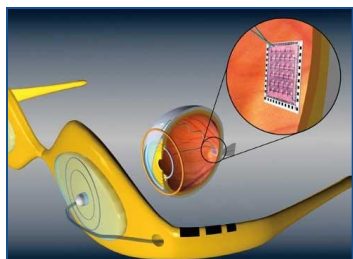
#2 Больше математики и алгоритмов в системах
System-on-Chip, Системы на кристалле



#1 Встроенное ПО во всем

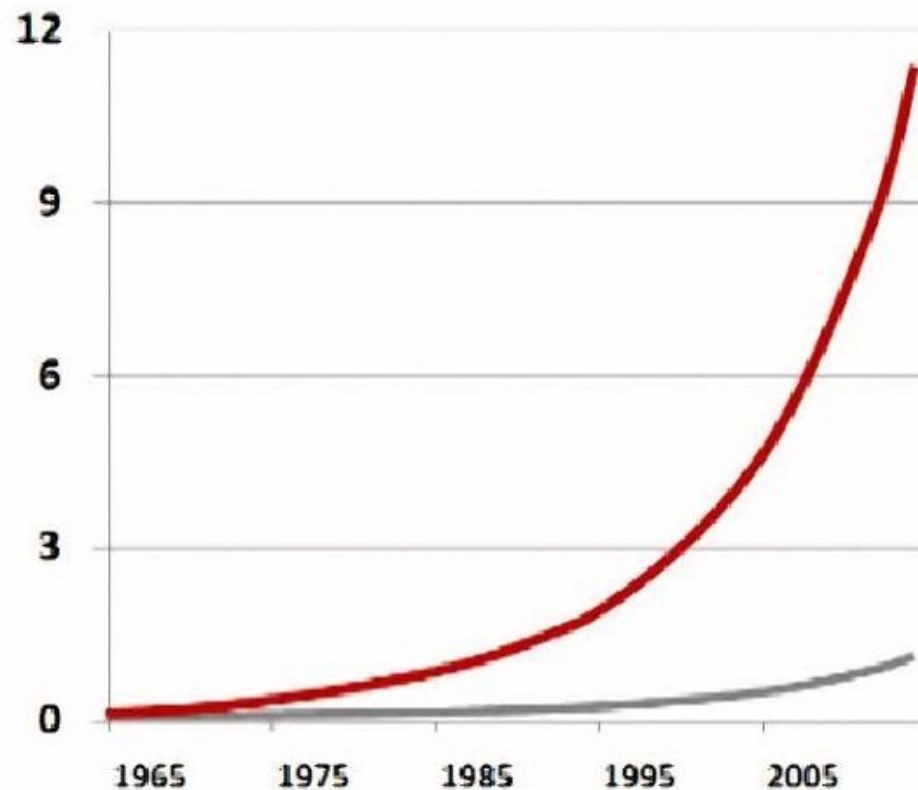
#2 Больше математики и алгоритмов в системах

Системы из систем



#1 Встроенное ПО во всем

#2 Больше математики и алгоритмов в системах



10 Billion

**Embedded processors
shipped in 2008**

**6.4% compound annual
growth 2008-2013**

-VDC, Jan. 2009

300+ Million

PC processors shipped in 2009

-IDC, Nov. 2009

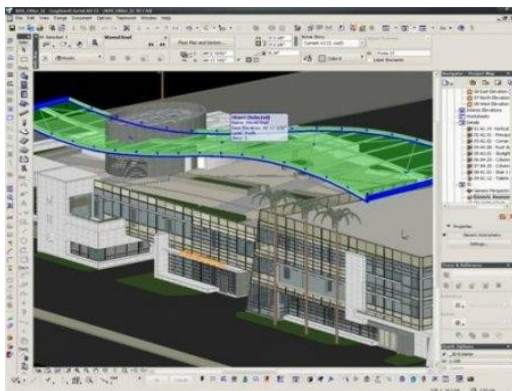
#1 Встроенное ПО во всем

#2 Больше математики и алгоритмов в системах

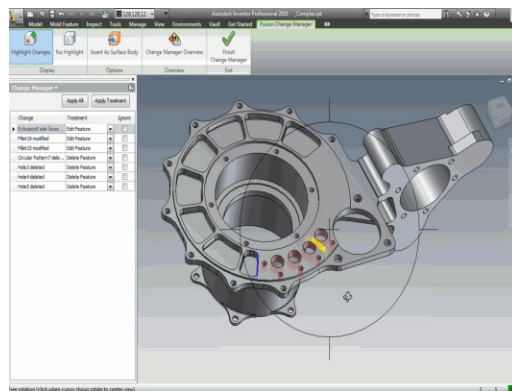
Device	Lines of Code
F-22 Raptor Fighter	2M
F-35 Joint Strike Fighter	6M
Boeing 787 Dreamliner	7M
Standard model car	10M
Premium model car	20M
Car in near future	100 – 300M

Решение - Системное Моделирование

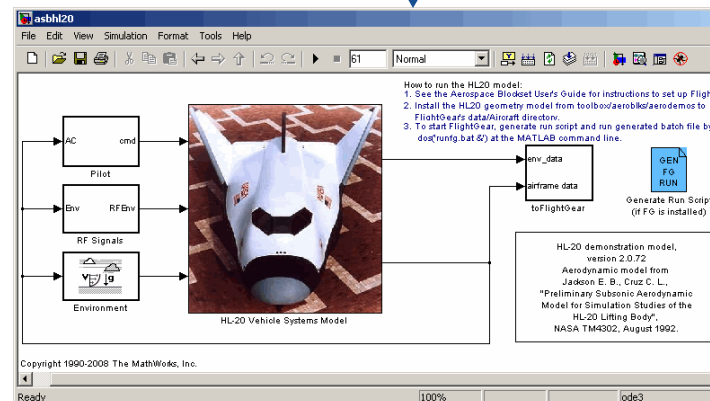
Встроенное ПО во всем; Больше математики и алгоритмов



**Моделирование
здания**



Моделирование тела



Системное моделирование



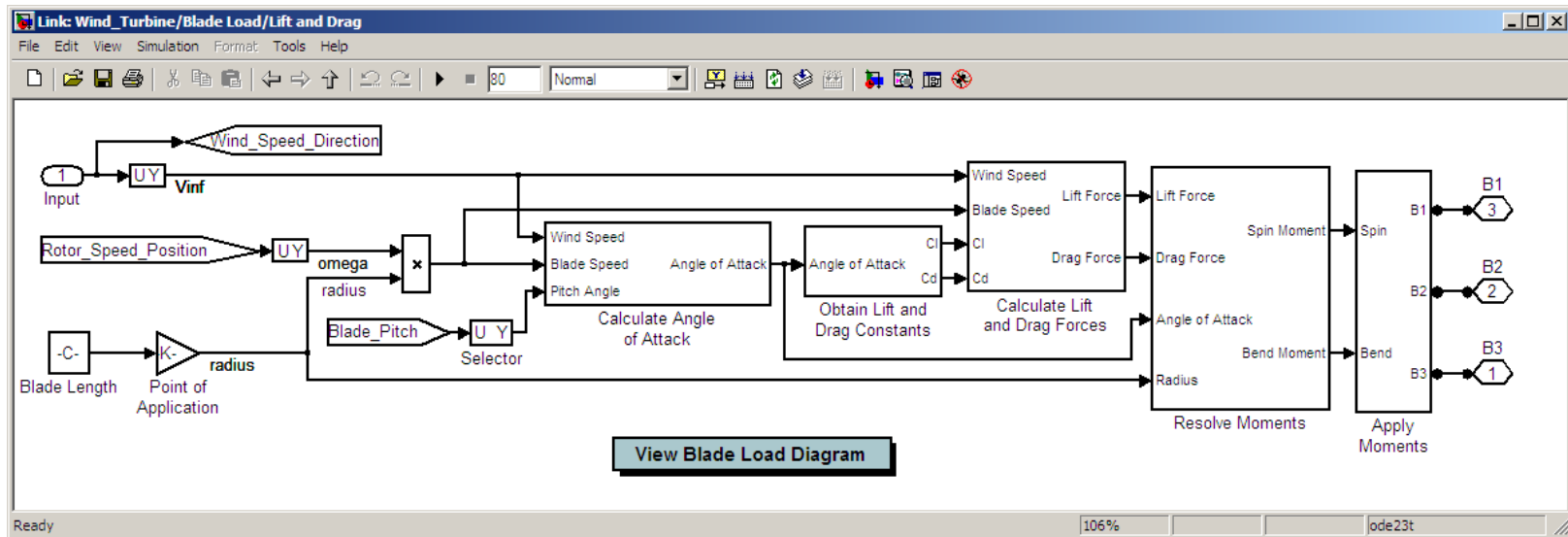
Мульти-дисциплинарные модели систем



Мультидоменное Системное Моделирование

Системы с непрерывным временем

Динамические Системы
Модели среды
Аналоговая часть



- Ordinary differential equations (ODEs)

$$\frac{dx}{dt} = f(x, u, t)$$

$$y = g(x, u, t)$$
- State space (linear first-order ODEs)

$$\frac{dx}{dt} = Ax + Bu$$

$$y = Cx + Du$$
- Transfer functions

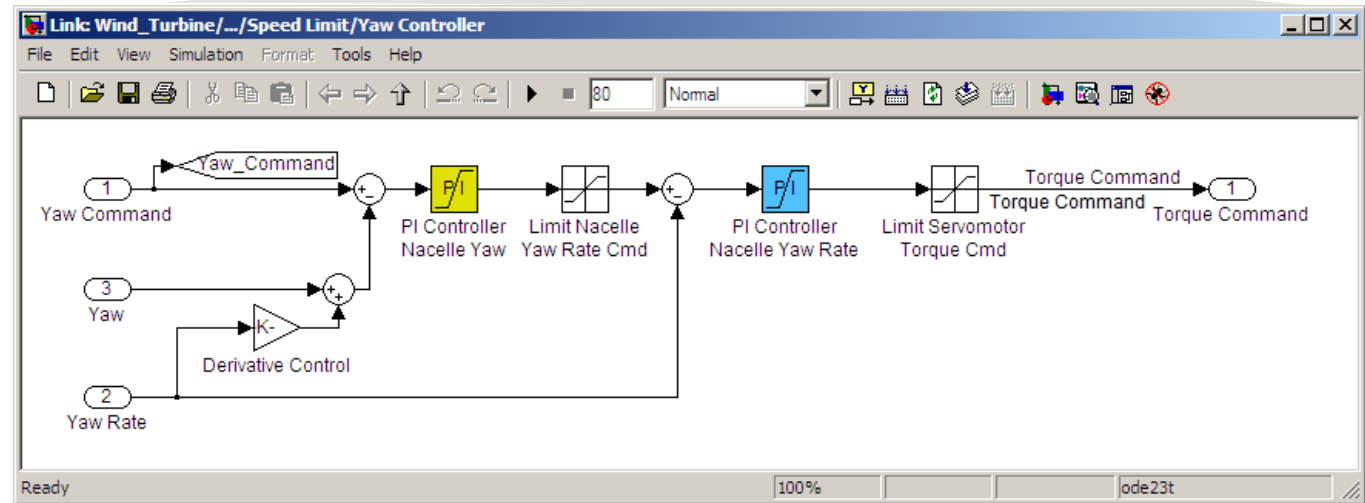
$$H(s) = b(s)/a(s)$$

Мультидоменное Системное Моделирование

Системы с непрерывным временем

Системы с дискретным временем

Difference Equations
DSP / ЦСП
Изображения/Видео
Цифровое управление



Мультидоменное Системное Моделирование

Системы с непрерывным временем

Системы с дискретным временем

Физические модели

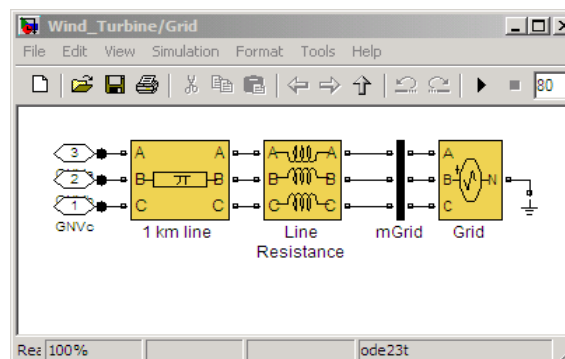
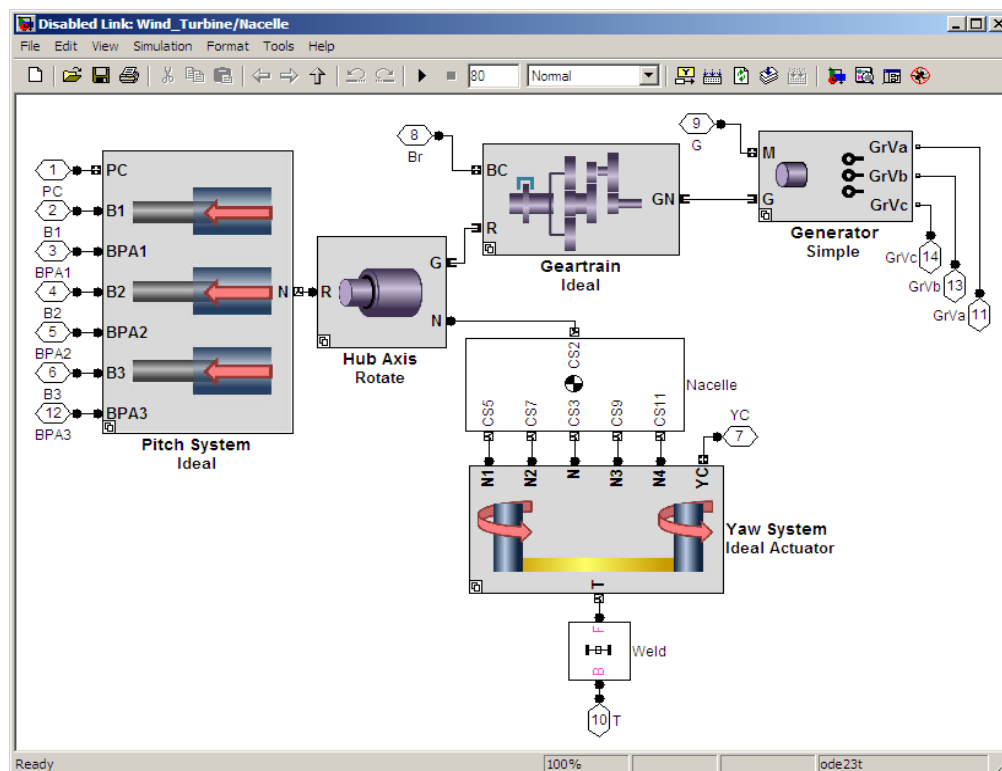
Дифференциальные
алгебраические уравн-я

Электроника

Механика

Гидравлика

Другие дисциплины



Мультидоменное Системное Моделирование

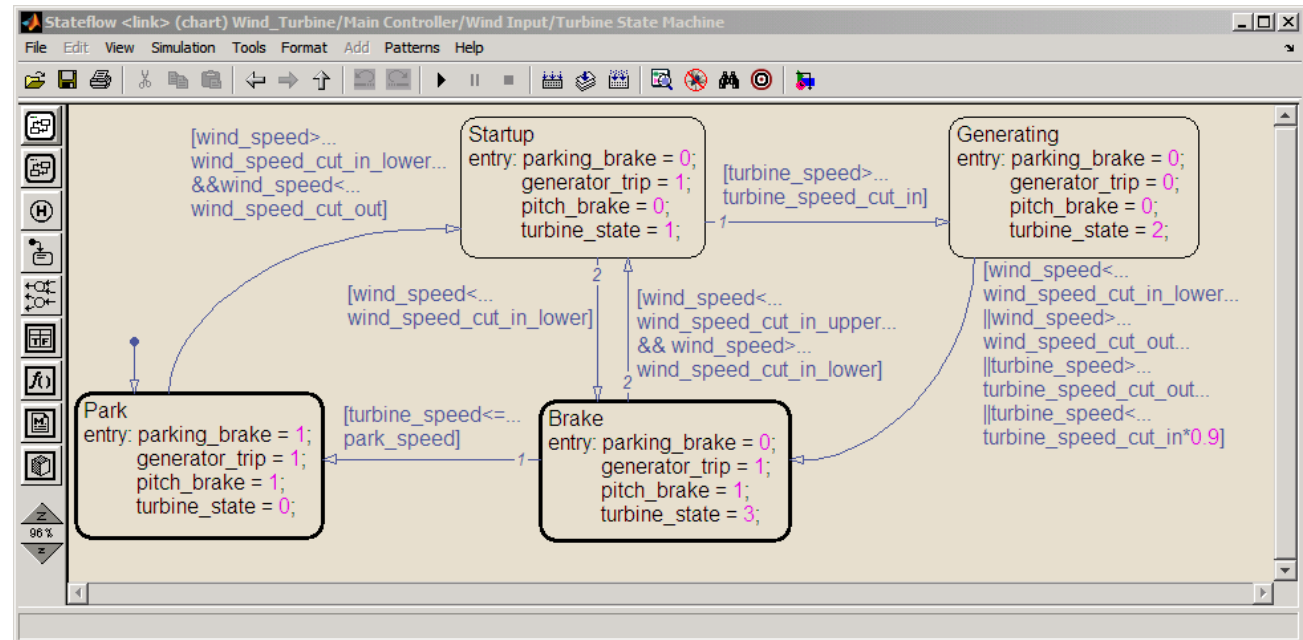
Системы с непрерывным временем

Системы с дискретным временем

Физические модели

Машины состояний

Управляющая логика
Логика состояний



Мультидоменное Системное Моделирование

Системы с непрерывным временем

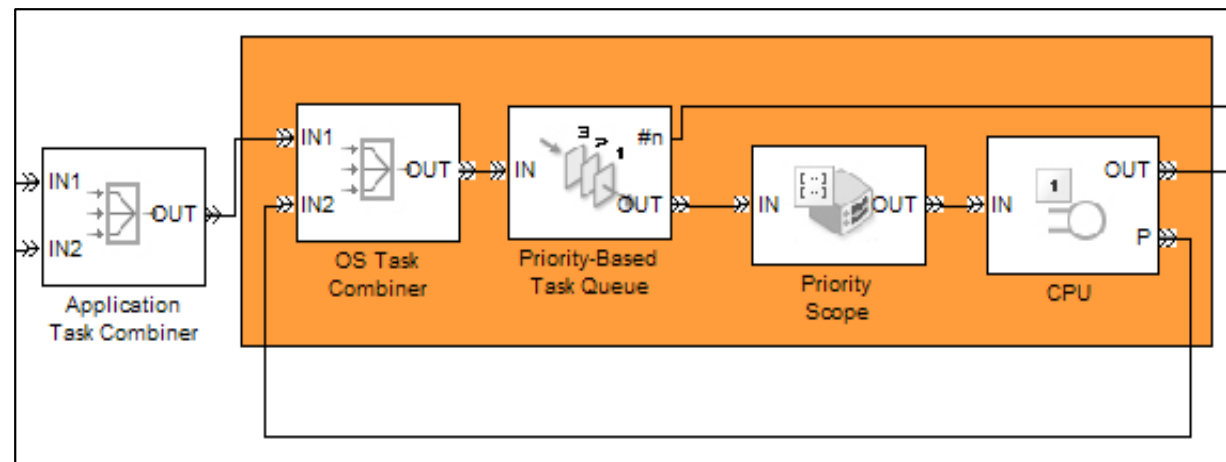
Системы с дискретным временем

Физические модели

Машины состояний

Дискретные событийные системы

Архитектура
Задержка
Ресурсы



Единая среда моделирования для мультимедийных систем

Области моделирования

Системы с непрерывным временем

Simulink

Системы с дискретным временем

Simulink

Дискретные событийные
системы

SimEvents

Машины состояний

Stateflow

Физические модели

Simscape
SimElectronics
SimMechanics

SimHydraulics
SimDriveline

Модели на базе кода

MATLAB

Элементы систем

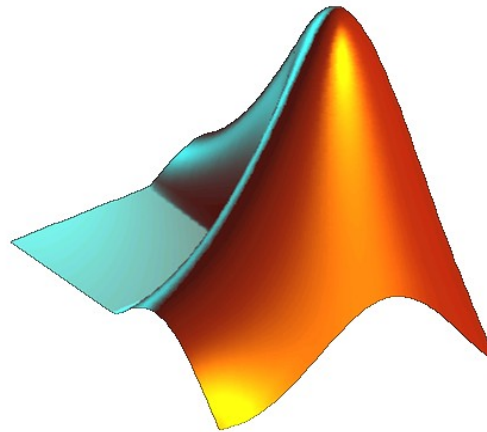
Цифровые блоки и аппараты

Механические подсистемы

Встроенное ПО

Системные модели

Аналоговые, высокочастотные
компоненты



Лидирующие компании используют системное моделирование

Best-in-Class	Average	Laggards
System simulations emulate the integrated electrical and software components to predict behavior of the product		
58%	23%	15%

Best-in-Class	Average	Laggards
Simulate the controller's behavior in its operating environment through the system model		
62%	36%	29%

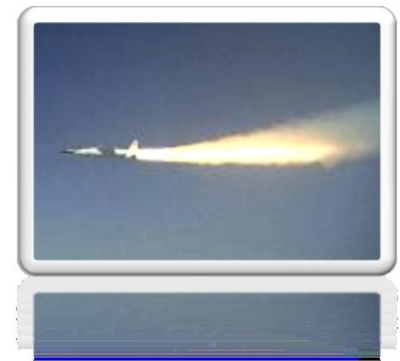
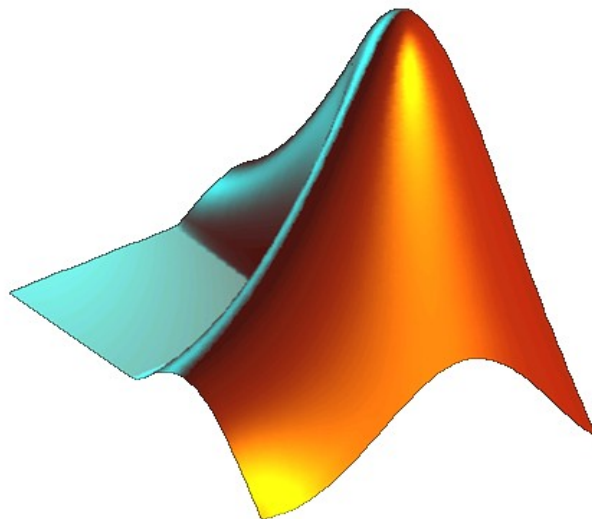
Technology	software components	software components	software components
	<ul style="list-style-type: none"> • 67% product data management (non-engineering data in product structure) • 69% Computer Aided Test (CAT) 	<ul style="list-style-type: none"> • 32% product data management (non-engineering data in product structure) • 41% Computer Aided Test (CAT) 	<ul style="list-style-type: none"> • 29% product data management (non-engineering data in product structure) • 29% Computer Aided Test (CAT)

Источник System Design: New Product Development for Mechatronics
Январь 2008. Aberdeen Group

Исследование 160 крупных, средних и малых компаний

Source: Aberdeen Group, January 2008

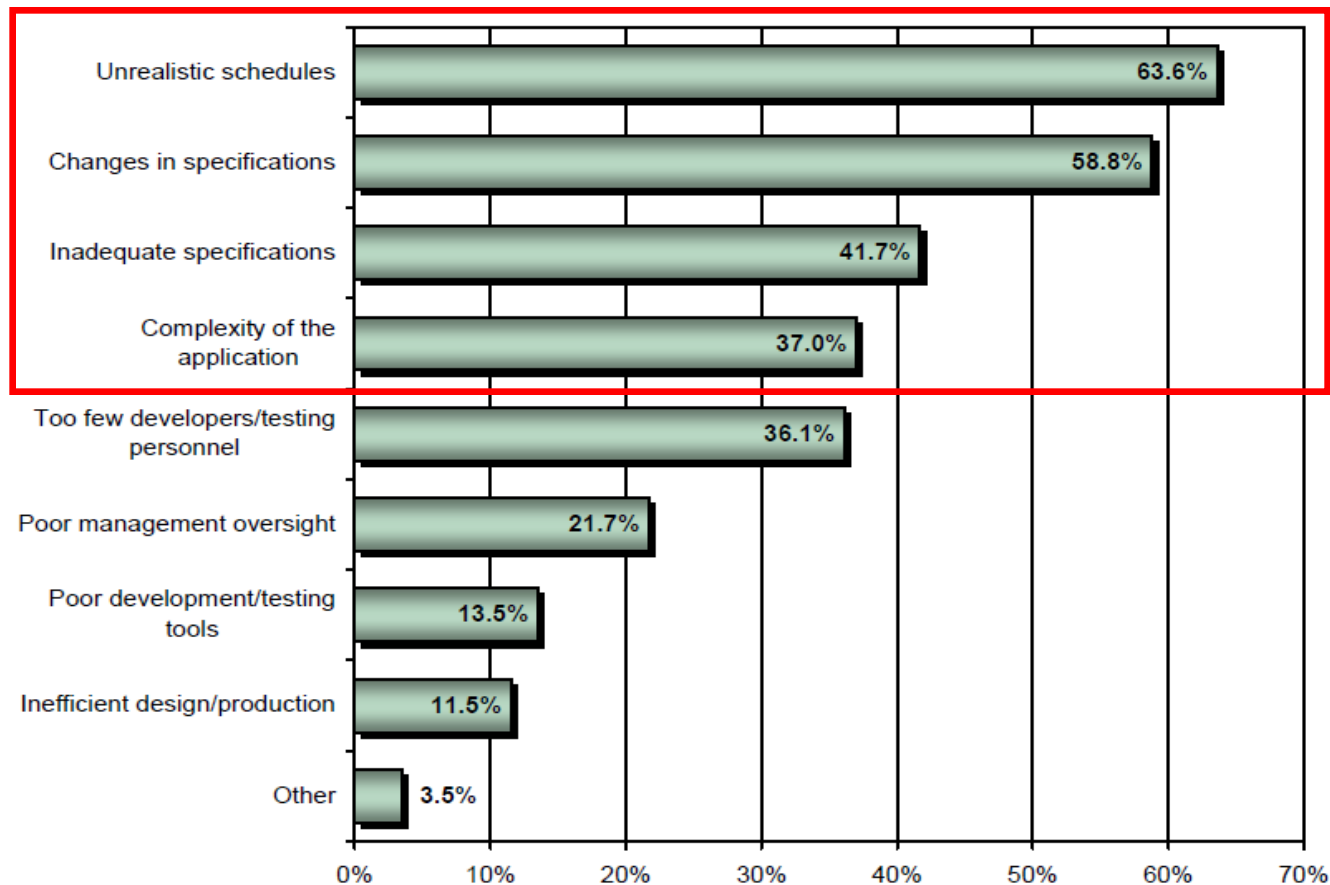
Модельно-ориентированное проектирование



Традиционные проблемы, с которыми приходится сталкиваться при проектировании



Причины задержек проектов



Reasons for late projects, as reported by Venture Development Corporation.

Source: Embedded Software Strategic Market Intelligence report, Volume 4, December 2007, VDC.

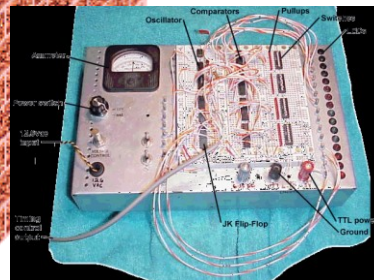
Note: Percentages sum to over 100% due to multiple responses.

Традиционный подход

Требования и специф



Эскизное проектирование

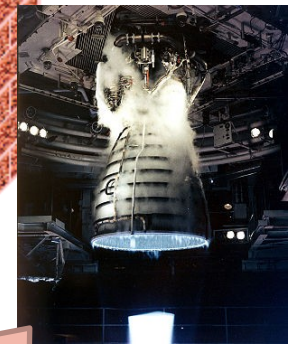


Ручная разработка
Использование других программных средств и человеческие ошибки делают процесс ненадежным

Реализация



Испытания

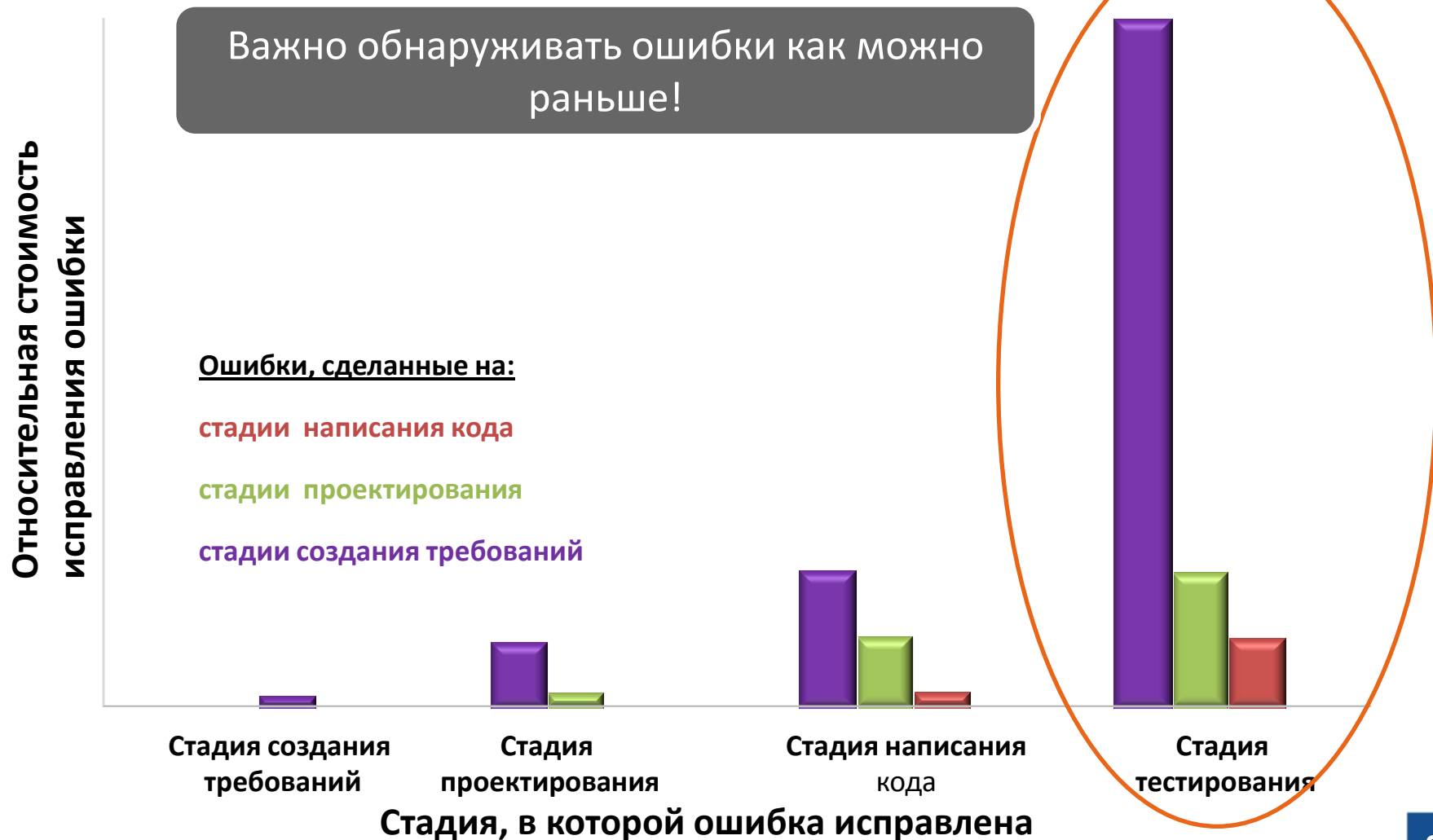


Текстовые документы несовершенны при итеративном подходе

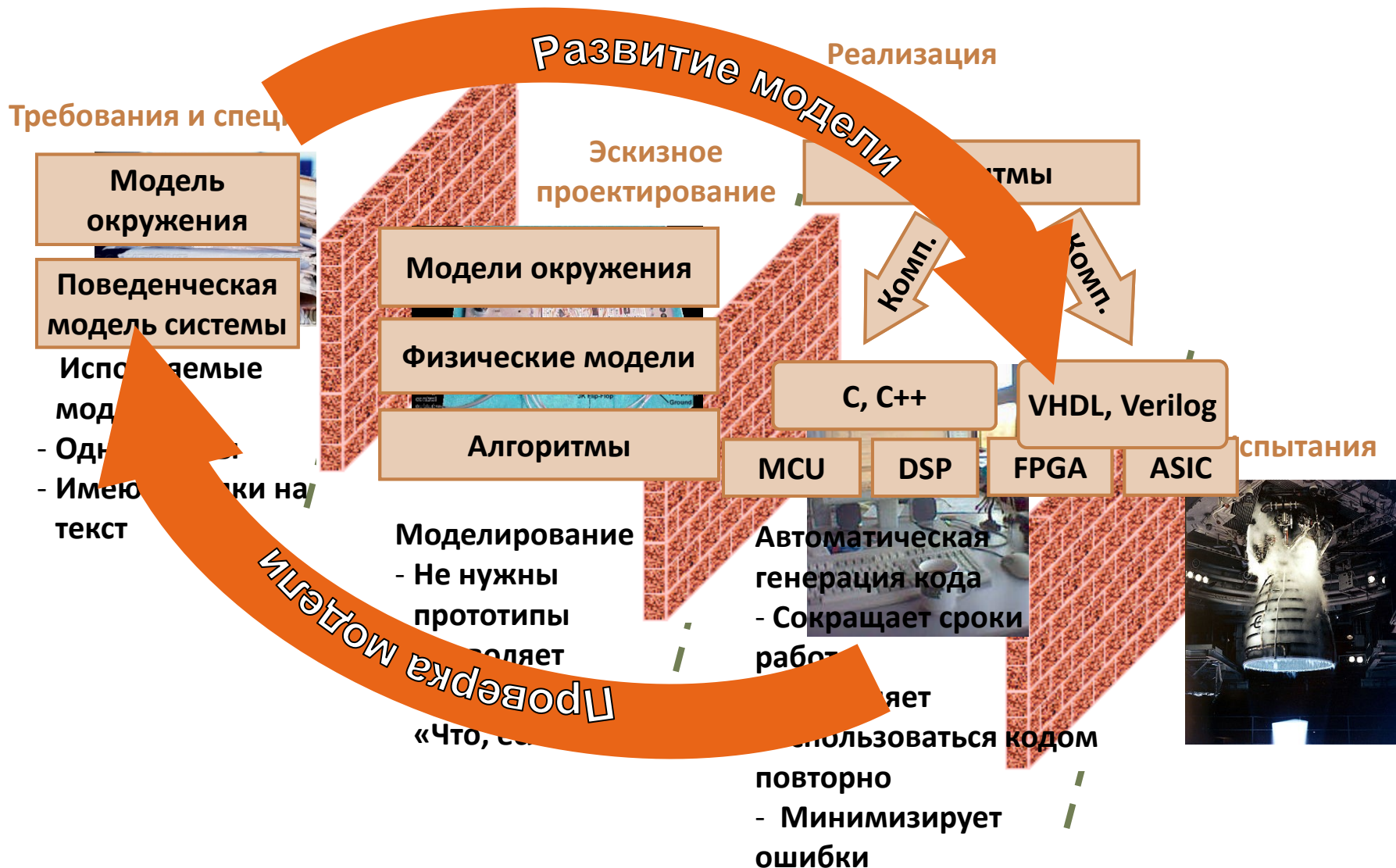
Физические прототипы несовершенны, сложны и дороги

Традиционное тестирование
Приводит к обнаружению ошибок

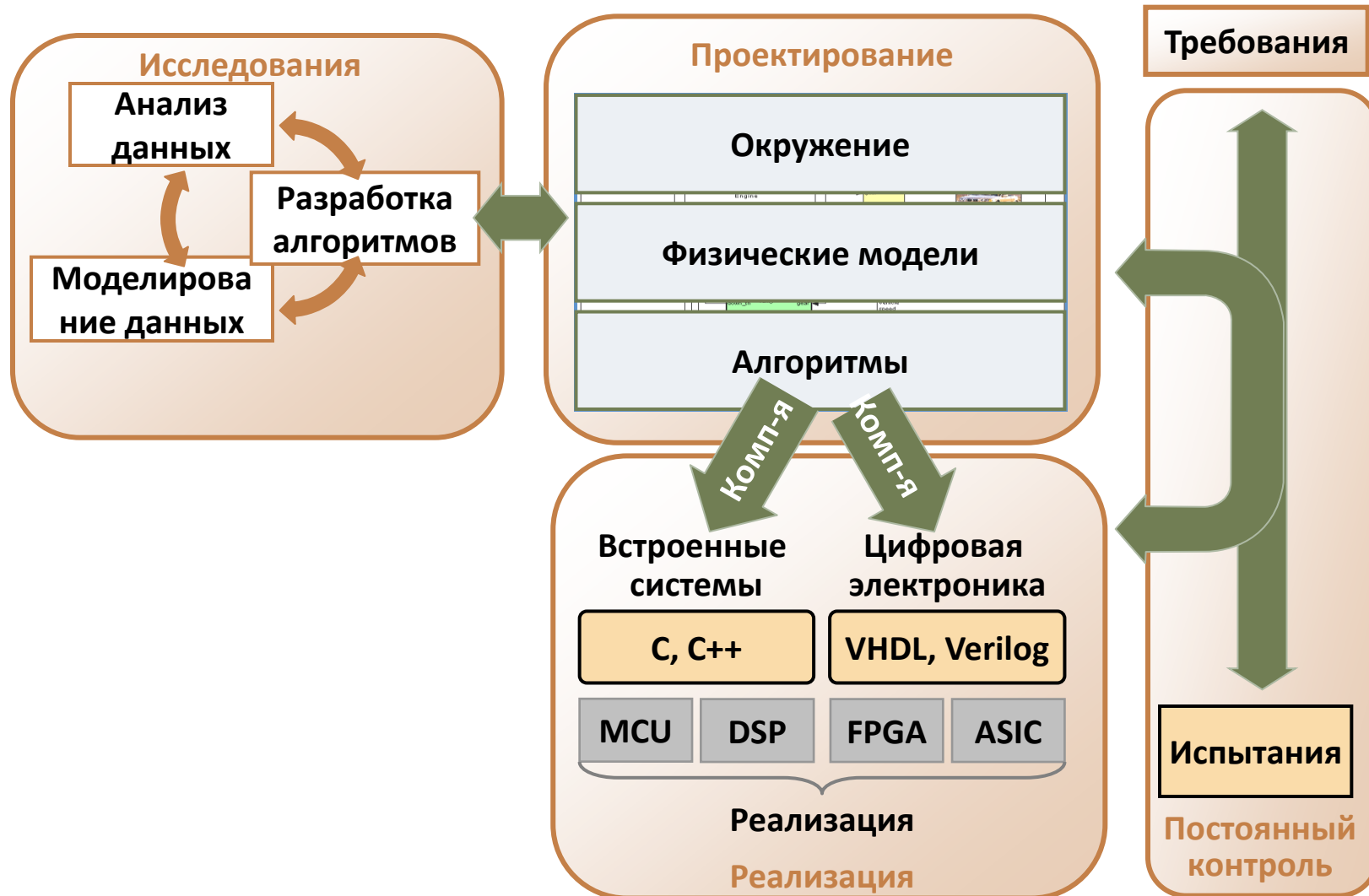
На какой стадии проекта дороже всего находить ошибки?



Модельно-Оrientированное Проектирование



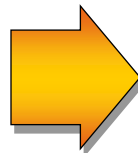
Модельно-ориентированное проектирование



Преимущества использования МОП

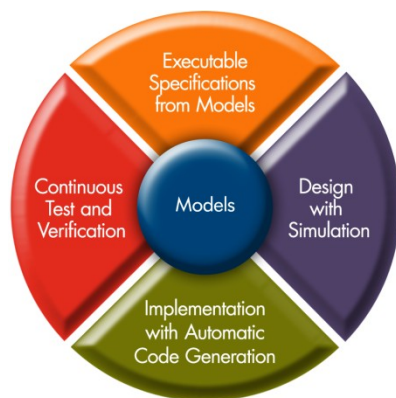
Модельно Ориентированное Проектирование

- Исполняемая спецификация
- Проектирование с симуляцией
- Имплементация с использованием автоматического синтеза кода
- Постоянное тестирование и верификация



Инновации

- Быстрые итерации проекта
- Исследования «Что-Если»
- Уникальные характеристики, дифференциация



Nissan: разработка системы снижения выхлопа для серийных автомобилей using MathWorks tools

Задача

- Разработать систему снижения выхлопов для сертификации в Калифорнии (CARB) по стандарту Partial Zero Emission Vehicle (PZEV)

Решение

- Исследование передовых теорий управления и разработка при помощи МОП и средств MathWorks

Результат

- **Время разработки сокращено на 50%**
- Получена награда за экологичность
- **Сокращено количество сенсоров**



The Nissan 350Z.

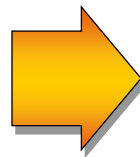
“Model-Based Design with MATLAB and Simulink is fully proven and indispensable to our engineering process, and gives us an edge over our competition.”

Shigeaki Kakizaki,
Nissan Motor Co., LTD.

Преимущества использования МОП

Модельно Ориентированное Проектирование

- Исполняемая спецификация
- Проектирование с симуляцией
- Имплементация с использованием автоматического синтеза кода
- Постоянное тестирование и верификация

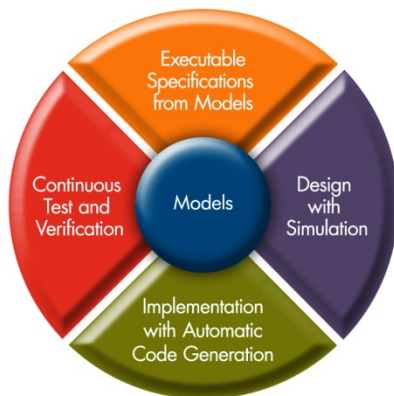


Инновации

- Быстрые итерации проекта
- Исследования «Что-Если»
- Уникальные характеристики, дифференциация

Качество

- Сокращение ошибок проектирования
- Минимизация ошибок «ручного кодирования»
- Однозначность коммуникаций между инженерными группами и подрядчиками



Caterpillar

Интеграция этапов разработки и инженерных групп

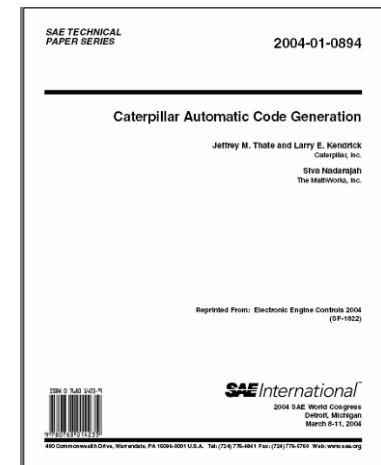
■ Предпосылки

- Резко возросшая потребность в дополнительной функциональности встроенного ПО при росте сложности проектов и необходимости сокращать сроки выпуска новых моделей



■ Результаты

- Caterpillar интегрировал в свои процессы разработки инструменты MathWorks для моделирования, быстрого прототипирования и синтеза промышленного кода
- **Сокращение человеко-часов в 2-4 раза** в зависимости от проекта, и **сокращение календарных сроков проектов более чем в 2 раза**

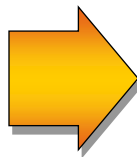
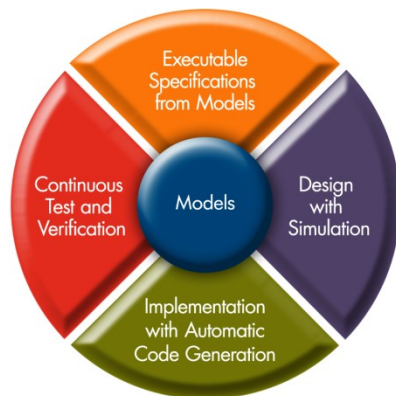


SAE Technical Paper 2004-01-0894

Преимущества использования МОП

Модельно Ориентированное Проектирование

- Исполняемая спецификация
- Проектирование с симуляцией
- Имплементация с использованием автоматического синтеза кода
- Постоянное тестирование и верификация



Инновации

- Быстрые итерации проекта
- Исследования «Что-Если»
- Уникальные характеристики дифференциация

Качество

- Сокращение ошибок проектирования
- Минимизация ошибок «ручного кодирования»
- Однозначность коммуникаций между инженерными группами и подрядчиками

Затраты

- Физические прототипы
- Сокращение переделок
- Уменьшение времени тестирования

Toyota повышает качество с помощью средств MathWorks, сокращает издержки и ускоряет выпуск новых моделей

Задача

- Сократить сроки, повысить качество, и сократить зависимость от дорогих физических прототипов
- Улучшить обмен информацией между инженерами управления, программистами, и архитекторами

Решение

- Использование инструментов MathWorks для проектирования, моделирования, симуляции, тестирования, синтеза кода для выработки различных способов управления
- Тестирование и калибровка блока управления (ECU) с помощью симуляции двигателя в реальном времени, вместо работы с физическим прототипом

Результат

- Упрощен процесс разработки блока управления, сокращен цикл разработки – при уменьшении затрат



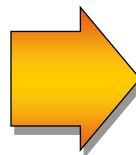
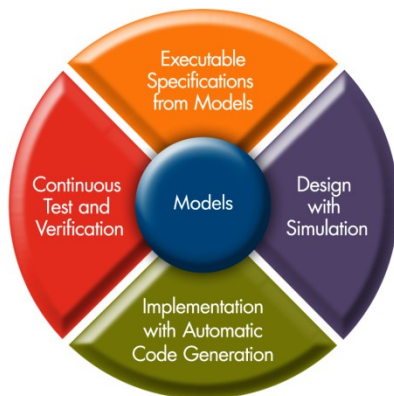
“MATLAB®, Simulink®, and Stateflow®...have become the de facto standard at Toyota for simulation, data processing, and controls design. It would be impossible to list all of the applications for these tools at Toyota.”

***Akira Ohata,
Toyota***

Преимущества использования МОП

Модельно Ориентированное Проектирование

- Исполняемая спецификация
- Проектирование с симуляцией
- Имплементация с использованием автоматического синтеза кода
- Постоянное тестирование и верификация



Инновации

- Быстрые итерации проекта
- Исследования «Что-Если»
- Уникальные характеристики дифференциация

Качество

- Сокращение ошибок проектирования
- Минимизация ошибок «ручного кодирования»
- Однозначность коммуникаций между инженерными группами и подрядчиками


Затраты

- Физические прототипы
- Сокращение переделок
- Уменьшение времени тестирования


Time-to-market (своевременность выпуска)

- Сокращение сроков разработки
- Переиспользование моделей

Lockheed Martin Aeronautics F-35 JSF



Where We Are



- Model-Based Design proven in CDA phase
 - Successful flight test of all variants with one OFP
 - Reduced Software Defects (*Early Checkout in Engineering Simulations*)
 - Overall Reduction in Manhours/SLOC of ~40%
- Fully functional UA control laws and Air Data in Simulink
 - CLAW model is very large
 - consists of root model + 266 library files
 - Root model has 421 inputs and 337 outputs
 - 16,143 blocks in 871 subsystems
 - 998 instances of reused utility subsystems
 - Real-Time Workshop® ERT code is ~47,000 logical lines of code in 750 files
 - CLAW and Air Data code is running in offline simulation, handling qualities simulator, and on target hardware on test stations
- MathWorks support has been a key element in overcoming obstacles
 - R13SP1
 - R14SP1

13

Lockheed Martin Aeronautics Company



Ускорение инноваций?
Высокотехнологичные товары?
Глобальная конкурентоспособность?

Модельно-ориентированное
проектирование

- #1 Встроенное ПО повсюду
- #2 Больше математики и алгоритмов в системах

Переход к модельно-ориентированному проектированию (МОП)

Как это часто бывает?

- Указка сверху
- Построение процессов качества, Философия Шести Сигм
- Молодые инженеры, обучались в ВУЗах
- Это интересней, чем писать руками на С

Успешные реализации МОП

10 рекомендаций были сформированы на основании опыта внедрения МОП в организациях из разных отраслей, в т.ч. Авиа-космос, ВПК, Авто, коммуникации, электроника

General Motors

- *СУ силовых агрегатов*

Caterpillar

- *Двигатель и СУ*

DaimlerChrysler

- *Круз контроль, грузовики*

Visteon

- *СУ силовых агрегатов, аудио системы*

Motorola

- *Аккумуляторы, СУ шасси*

Jaguar

- *Блоки управления*

Delphi

- *Климат контроль Set and Forget*

Siemens

- *Управление подвеской коммерческих автомобилей*

Northrop Grumman

- *БПЛА и Радары*

Lockheed Martin

- *Система управления полетом, JSF*

Boeing

- *Радары, Слежение, Камеры, АСУ на ПЛИС*

Honeywell

- *DO178B система с особыми требованиями к безопасности*

NASA Hyper-X

- *Сертификация SEI CMM Level 5 при помощи МОП*

Sandia

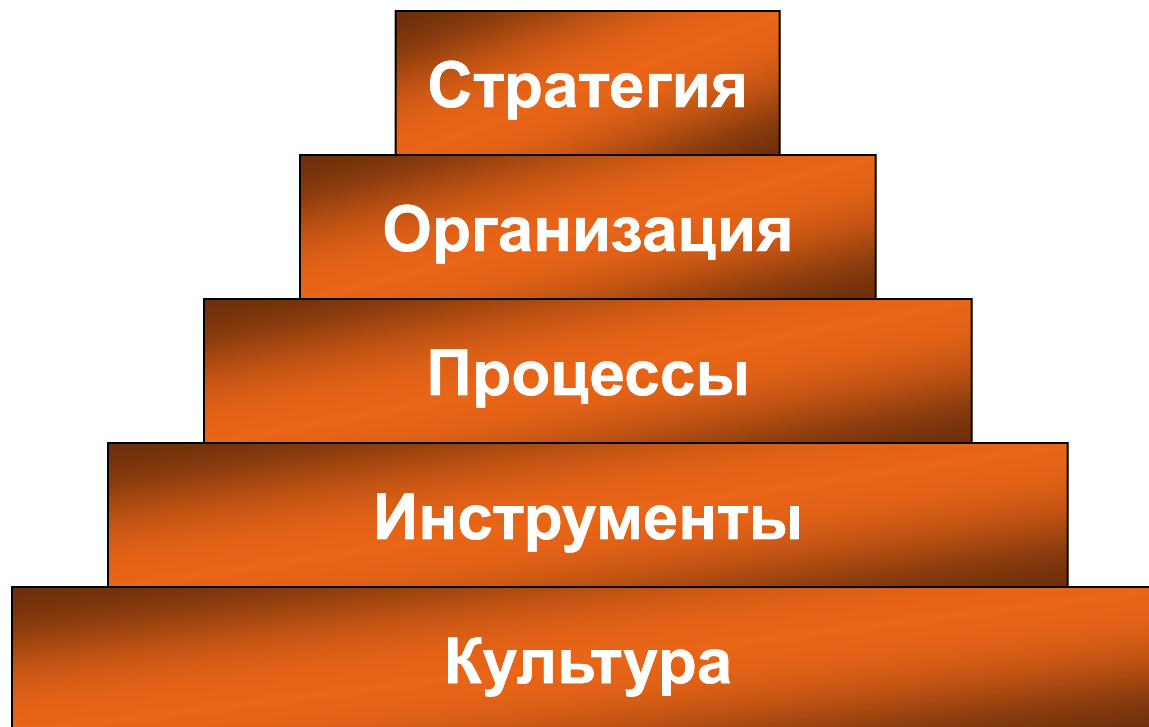
- *Радар на основе ПЛИС*

RealTek

- *Аудио система CODECs*

...и другие

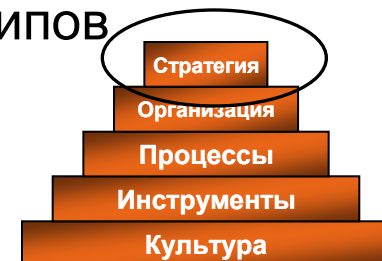
Уровни изменений при переходе к МОП



Лучшая практика #1

Определите проблему которую нужно решить

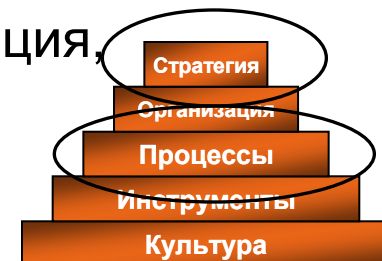
- Используйте метрики для оценки слабых мест текущего процесса
- Прежде всего фокусируйтесь на исправлении самых больших недостатков
- Следите за окупаемостью (ROI)
 - **Пример 1:** Постоянные задержки проекта
 - **Пример 2:** Очень много дефектов в ПО
 - **Пример 3:** Труднодоступность натуральных прототипов



Лучшая практика # 2: «Правило двух»

Используйте модели как минимум для 2 целей

- Поможет преодолеть первоначальные издержки, противостояние изменениям
- Чем больше используются модели, тем больше окупаемость ROI
 - **Пример 1:** Проверка требований через симуляцию И быстрое прототипирование нового функционала
 - **Пример 2:** Спецификация системы И автоматическая генерация боевого кода
 - **Пример 3:** Спецификация системы И верификация, тестирование. Синтез тест кейсов, HIL/PIL



Лучшая практика # 3:

Используйте модели для синтеза промышленного кода

- Для успеха необходима, чтобы модели переходили в реальные системы
- Поддержание культуры моделирования, исключение соблазна и возможности дописать код руками



Лучшая практика # 4:

Модель – единственный источник истины

- Исключение соблазна «применить патч» в последний момент под давлением сроков проекта
- Предотвращение расхождения поведения модели и конечного устройства



Лучшая практика # 5:

Переход к МОП – возможность обучения

- Изучите что на самом деле происходит с текущей системой и процессами
- Получите помощь по процессам, инструментам и процессу перехода
- Держите прежде всего фокус на дополнительных инновационных свойствах
- Переход к МОП это потрясающая возможность улучшить качество и повысить инженерную компетенцию о системе



Лучшая практика # 6:

Фокусируйтесь на разработке, не кодировании

- Программирование все равно необходимо
- Инженеры-программисты создают и поддерживают инфраструктуру для синтеза промышленного кода
- Модель продолжает уточняться и после того, как с ней закончили работу инженеры АСУ, и особенно перед синтезом кода для систем с фиксированной точкой
- Существующий рабочий код должен быть интегрирован в модель и должен поддерживаться



Лучшая практика # 7: Интегрированный процесс разработки

- Тщательный план —
 - Обучения
 - Стили моделирования
 - Вспомогательные инструменты
 - Управление конфигурацией, требованиями, изменениями
 - Процессы
- Необходимы новые метрики эффективности

05AR-99

Measuring Productivity and Quality in Model-Based Design

Arvind Hosagrahara
Technical Consultant (The MathWorks, Inc.)

Paul Smith
Managing Consultant (The MathWorks, Inc.)

Copyright © 2004 SAE International

ABSTRACT

Accurate measurements of productivity and quality are essential for balancing workload, creating predictable schedules and budgets, and controlling quality. Traditional software development processes include well-established methods for measuring productivity and quality. These include Lines of Code (LOC). With the introduction of Model-Based Design, organizations require a different measure of the software development process.

INTRODUCTION

A measure of the size of a software application, LOC is the foundation for productivity measurements (LOC/unit work) and quality measurements, such as defect densities (defects/LOC).

With the introduction of Model-Based Design, organizations require a different measure of the software development process. For example, Model-Based Design enables automatic code generation from graphical models. This means that the average engineer can produce remarkably more LOC per unit time than is possible with hand coding, with virtually no software coding defects. While these productivity gains are grounded in real process improvements, new metrics are required to properly instrument and measure those improvements.

The automatic capture of process metrics in a modern development process increases data accuracy and overall productivity. Practical experience has shown that an organization quickly learns to "manage" metrics captured manually to produce mandated improvements, often without improving the underlying process. Additionally, requiring developers to manually capture a comprehensive set of process metrics can burden and distract them from their primary work. Model-Based Design offers the capability to automatically extract metrics, minimizing cost, time to market, and avoidance of quality-related issues.

This article describes an automatic, noninvasive measurement technique for gathering accurate metrics. We describe specific measurements that should be captured when using Model-Based Design and introduce a free tool that can capture these process metrics in the Simulink® and Stateflow® environment.


OVERVIEW OF MODEL-BASED DESIGN

At the heart of Model-Based Design are Simulink models, graphical, hierarchical, executable block diagram representations of the physical system, the environment, and algorithm behavior (a control or signal processing and communications application).

The models provide:

- A behavioral description of the embedded software—the physical objects and environment upon which it acts
- An executable specification simulation to ensure requirements
- A tool that enables the information about the
- A specification from which can be automatic prototyping and embed
- Automatically generate itself or integrated v complete embedded a

Model-Based Design enables quickly evaluate multiple designs, optimizing their algorithms in the modeling environment before they deploy them as an embedded system, reducing design time and development and implementation costs.



Лучшая практика # 8:

Назначьте влиятельного технического «чемпиона» предоставьте ему контроль бюджета

- Установление приоритетов
- Назначение людей
- Покупка инструментов, оборудования, услуг
- Иногда созидает консенсус
- Иногда исполняет роль диктатора



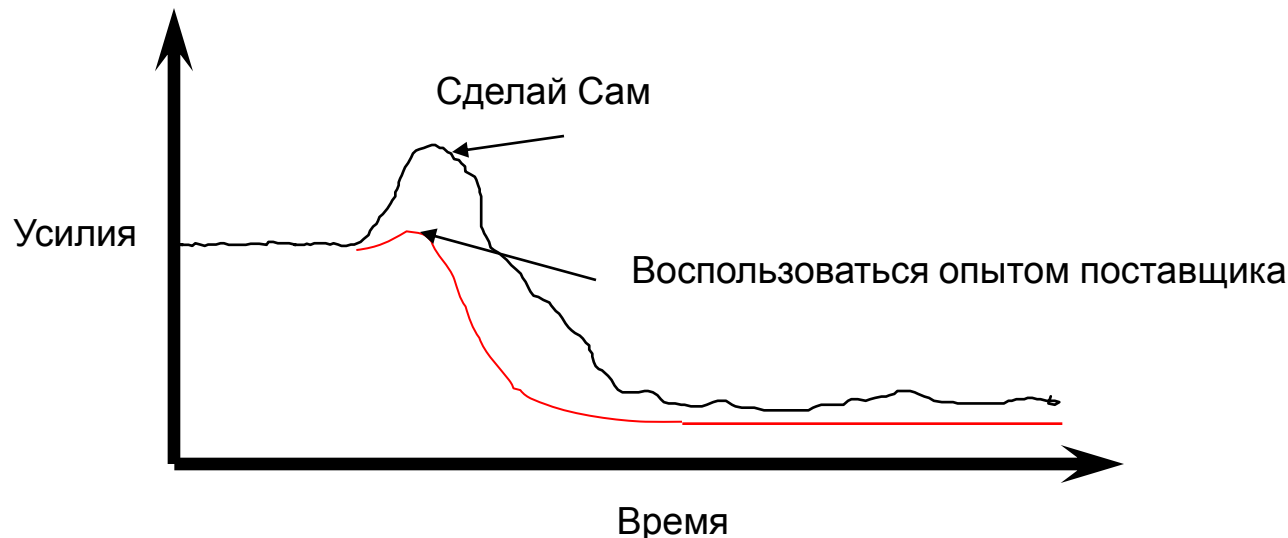
Лучшая практика # 9: *Долгосрочное видение*

- Думай глобально, действуй локально
- Полный переход от рукописного кода и текстовых языков занимает 2-3 года в производственной организации
- У исследовательских подразделений часто меньше ограничений и «багажа» кода. Они могут быстрее перейти к МОП



Лучшая практика # 10 : *Партнерство с поставщиком инструментов*

- У поставщиков есть опыт работы с целыми отраслями. Они могут помочь обойти стандартные проблемы, ускорить и приблизить точку окупаемости, быстро достичь целей в области производительности и качества



Тезисы Президента

Технологическое отставание:

- в производительности труда
- в организации производства
- в области контроля качества
- в умении оперативно реагировать на рыночные вызовы
- Нам нужны новые решения (инновационные продукты)

Высокотехнологичная модернизация России

- Комплексное Мультидоменное Системное Моделирование
 - Культура моделирования
- Модельно-ориентированное проектирование
- «Не изобретать колесо»

Заключение

- Необходимо больше технических лидеров и адвокатов культуры моделирования и МОП
- Помощь: семинары, обучение и консультации по проектам, окупаемости и переходу к МОП с сотрудниками департамента MathWorks в Москве, закрытые индивидуальные семинары-консультации по МОП и проектам для Вашего предприятия

Вопросы и Ответы