

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Курс «Системы на кристалле»

Введение

БЫКОВСКИЙ С.В

e-mail: sergei_bykovskii@itmo.ru

Санкт-Петербург, 2019

Структура курса

- ✓ 6 лекций
- ✓ 3 лабораторные работы
- ✓ 2 практических задания (на лабораторных)
- ✓ 2 рубежные контрольные (на лекциях)
- ✓ Экзамен (теория + практика)

Telegram – группа курса

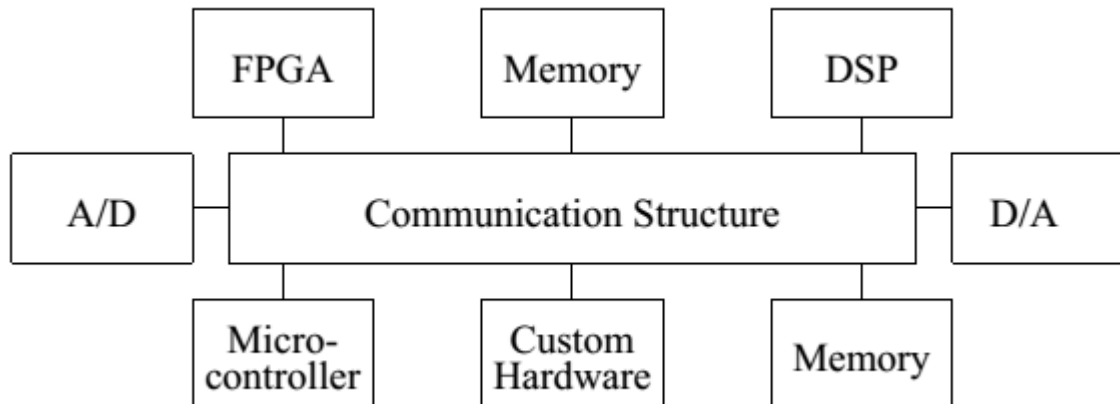
- ✓ Адрес: https://t.me/soc_autumn_2019
- ✓ В группе будут публиковаться объявления, новости и пояснения к лекционным и лабораторным занятиям.
- ✓ В группе можно задавать вопросы.

Литература курса

- ✓ Немудров В., Мартин Г. **Системы-на-кристалле. Проектирование и развитие.** 2004. С. 216
- ✓ Michael J. Flynn, Wayne Luk. **Computer System Design. System-on-Chip.** 2011. P. 351.
- ✓ Быковский С.В., Горбачев Я.Г., Ключев А.О., Пенской А.В., Платунов А.Е. **Сопряжённое проектирование встраиваемых систем (Hardware/Software Co-Design).** Часть 1, 2: Учебное пособие - Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2016. - 108 с.

Система на кристалле | интегральная схема

- ✓ **СнК** - интегральная схема, объединяющая в себе функциональность целой вычислительной системы и включающая полный набор периферийных блоков, необходимых для решения прикладной задачи.



Система на кристалле | технология

- ✓ **СнК** - технология проектирования вычислительных систем, выполненных в виде интегральной схемы, ключевыми элементами которой являются:
 - Методы и средства системного проектирования, ориентированные на создание гетерогенной (аппаратно-программной) вычислительной платформы.
 - Повторное использование в проекте готовых библиотечных «аппаратных» блоков (IP-компонент).
 - Следование определенному набору стандартов, регламентирующих правила упаковки и вывода на рынок, как всей системы, так и отдельных её компонент (IP-компонент).

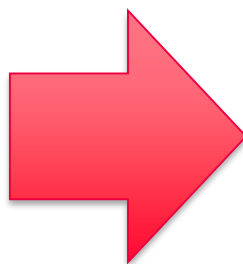
Основные сферы применения СнК

- Мобильные телефоны
- Персональные компьютеры
- Спец вычислители бортовых систем беспилотных транспортных средств

Apple A12

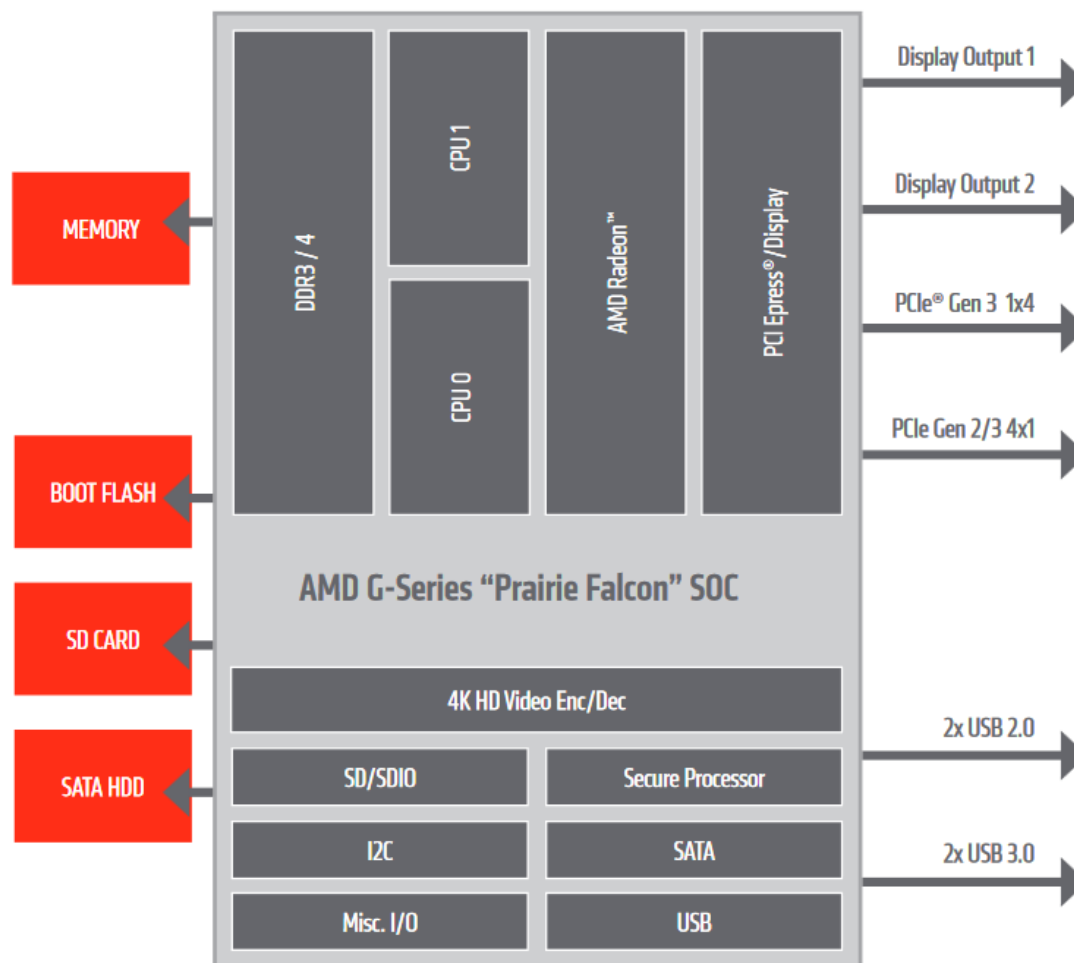


7nm, 6 core processor,
GPU, Neural Engine

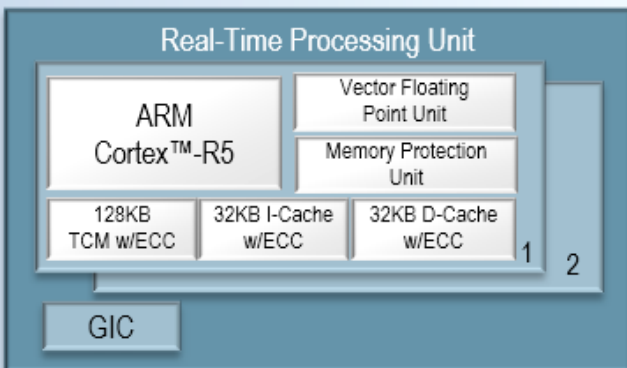
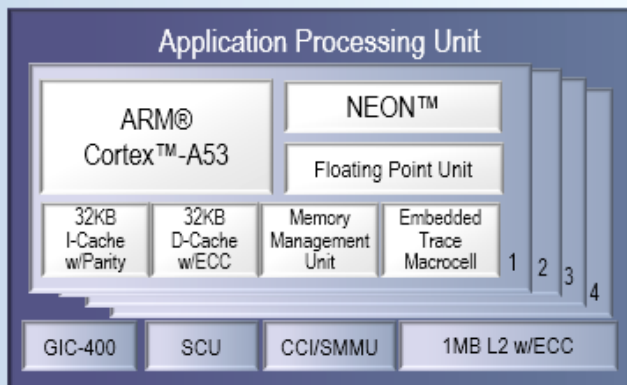


СнК для персональных ПК

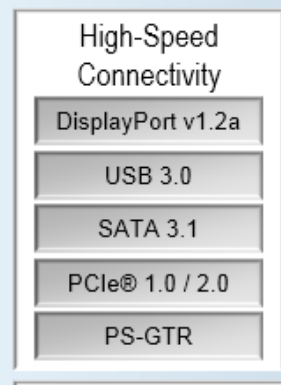
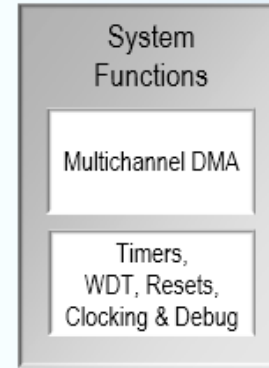
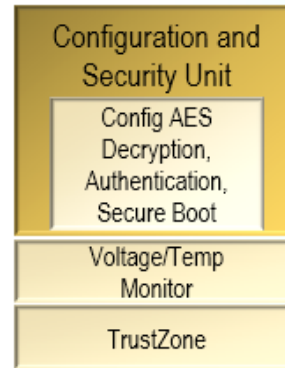
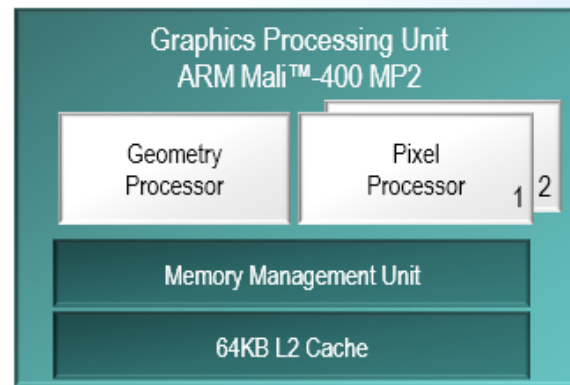
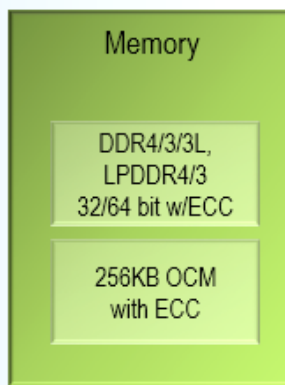
AMD G-SERIES J FAMILY SOC BLOCK DIAGRAM



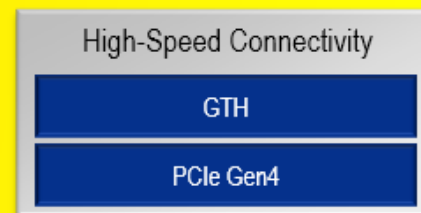
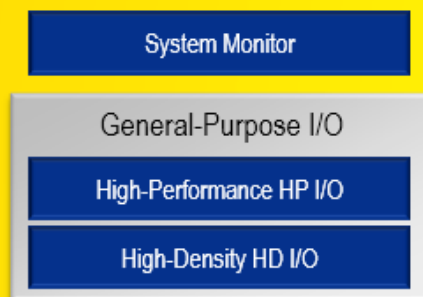
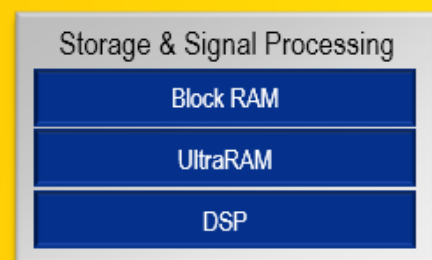
Processing System



Zynq UltraScale+ MPSoC



Programmable Logic



Методологии проектирования СнК

«Традиционные»

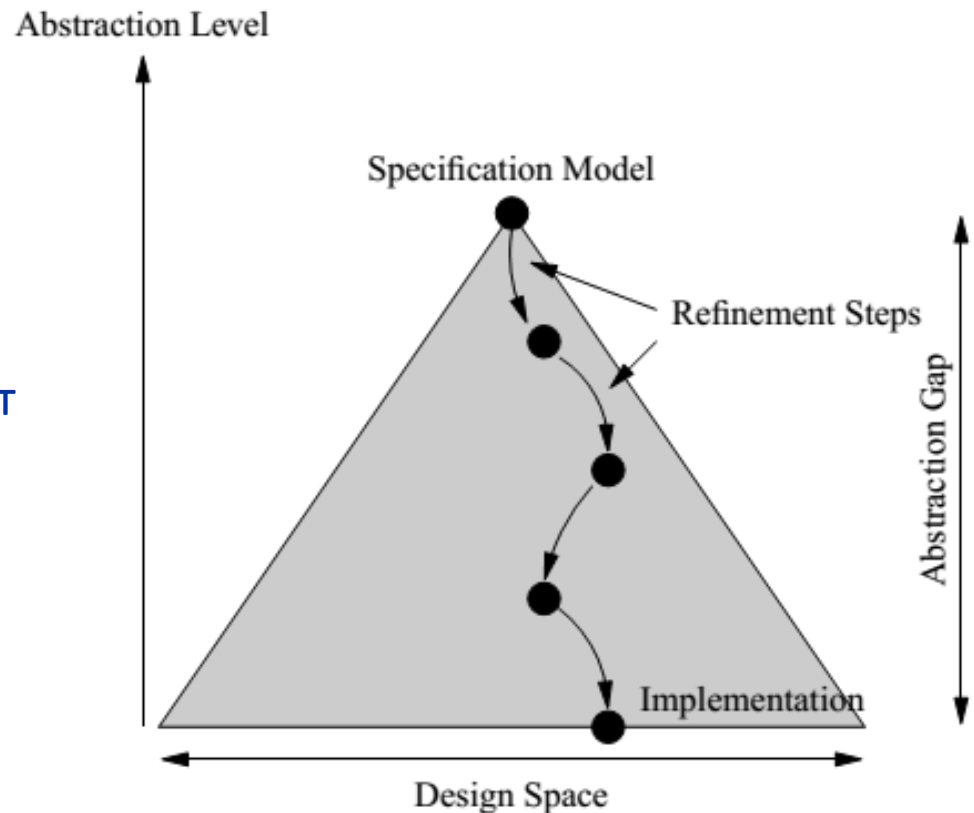
- ✓ System-based design
- ✓ Component-based design
- ✓ Platform-based design

Академические исследования:

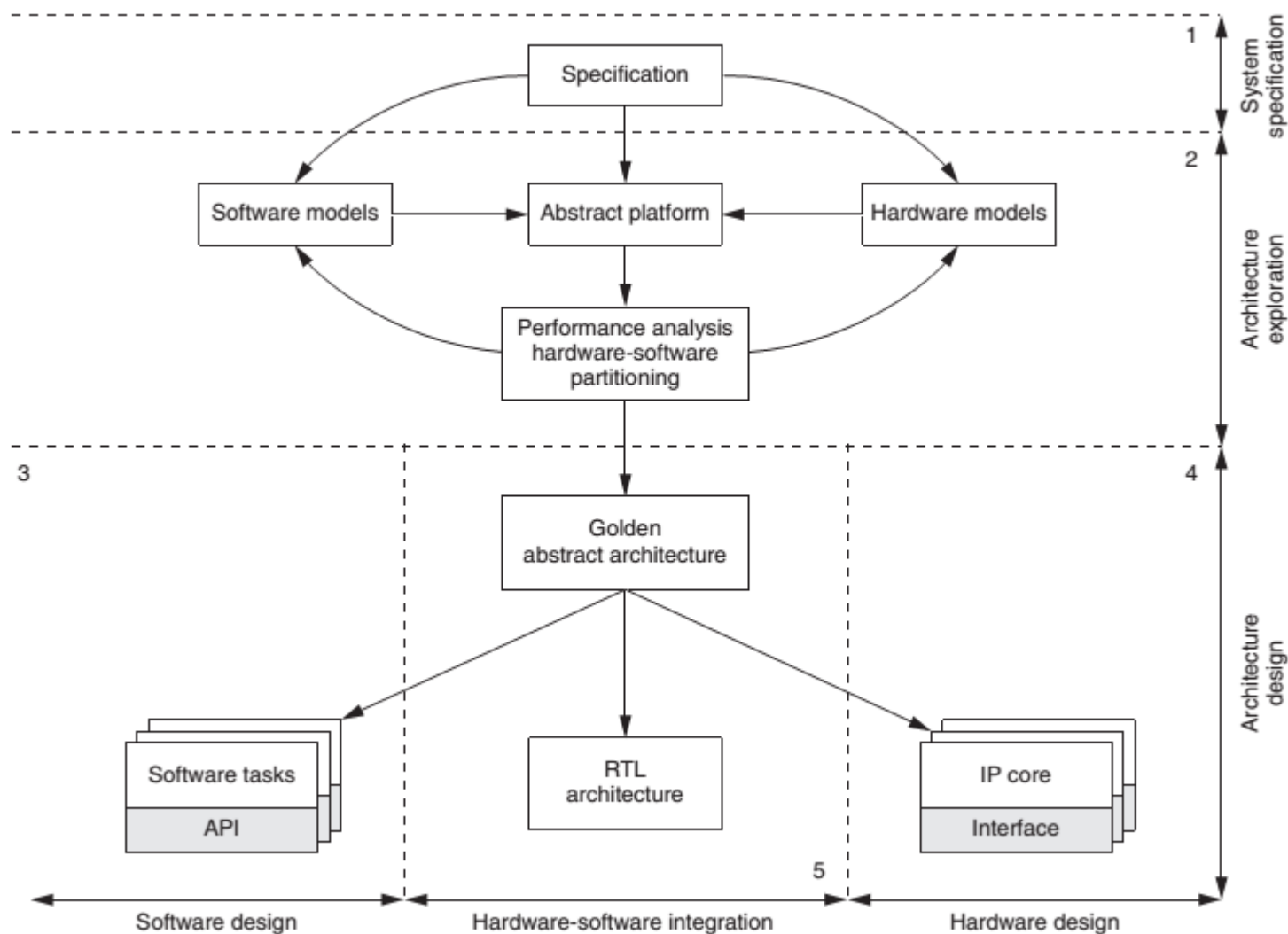
- ✓ ESL design

System-based design

- ✓ Процесс проектирования начинается с создания формальной спецификации системы, исходя из требований ТЗ
- ✓ На каждом шаге происходит постепенная детализация спецификации системы вплоть до выпуска готовой СнК



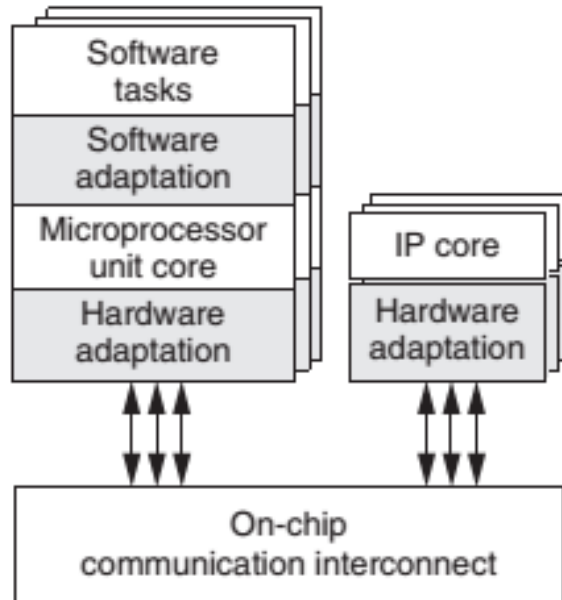
System-based design



Модели вычислений

- Конечные автоматы
- Система взаимодействующих процессов
- Сети Петри
- Сети процессов Кана
- Модель дискретных событий
- Модель акторов
- и др.

Component-based design



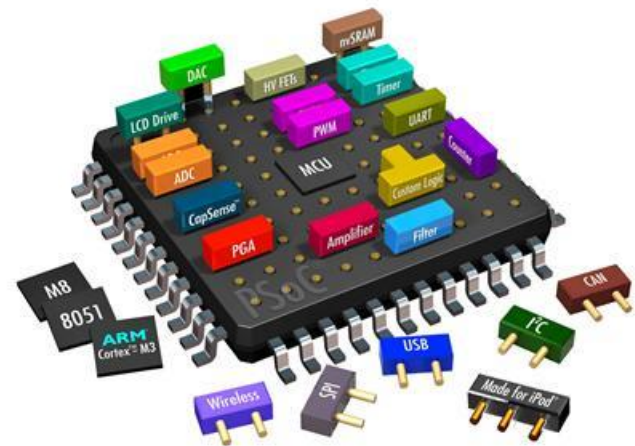
- ✓ Прикладная задача решается с помощью готовых IP-блоков
- ✓ Акцент смещается с проектирования вычислительных узлов на проектирование инфраструктуры их взаимодействия
- ✓ Основные проблемы: выбор топологии, арбитраж доступа к среде передачи, диспетчеризация процессов.

IP-ядро (IP-компонент) | Определение

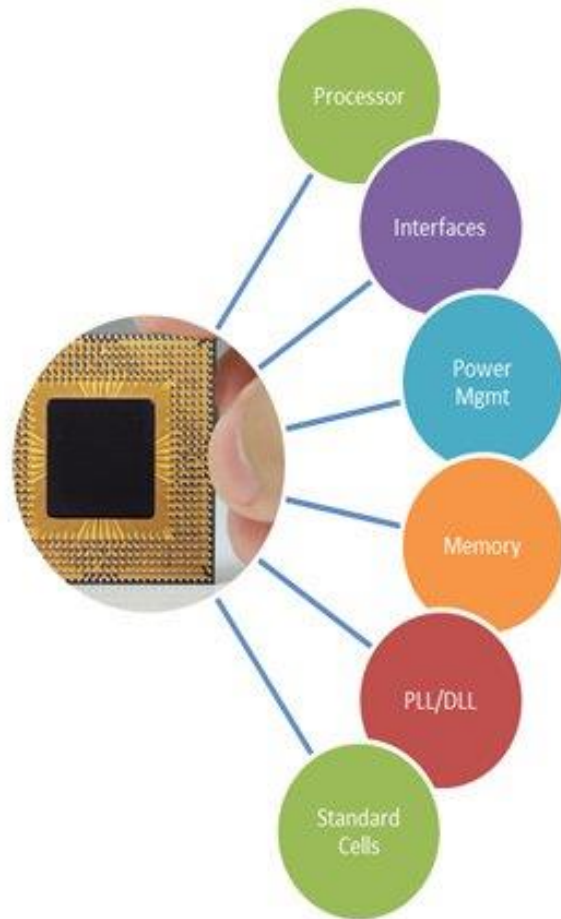
- ✓ **IP-ядро (Intellectual Property)** – интеллектуальная собственность (продукт).
- ✓ Русский термин – **сложно-функциональный блок (СФ-блок)**.

Типы IP-ядер

- «жесткое» IP-ядро (hard IP-core)
- «мягкое» IP-ядро (soft IP-core)

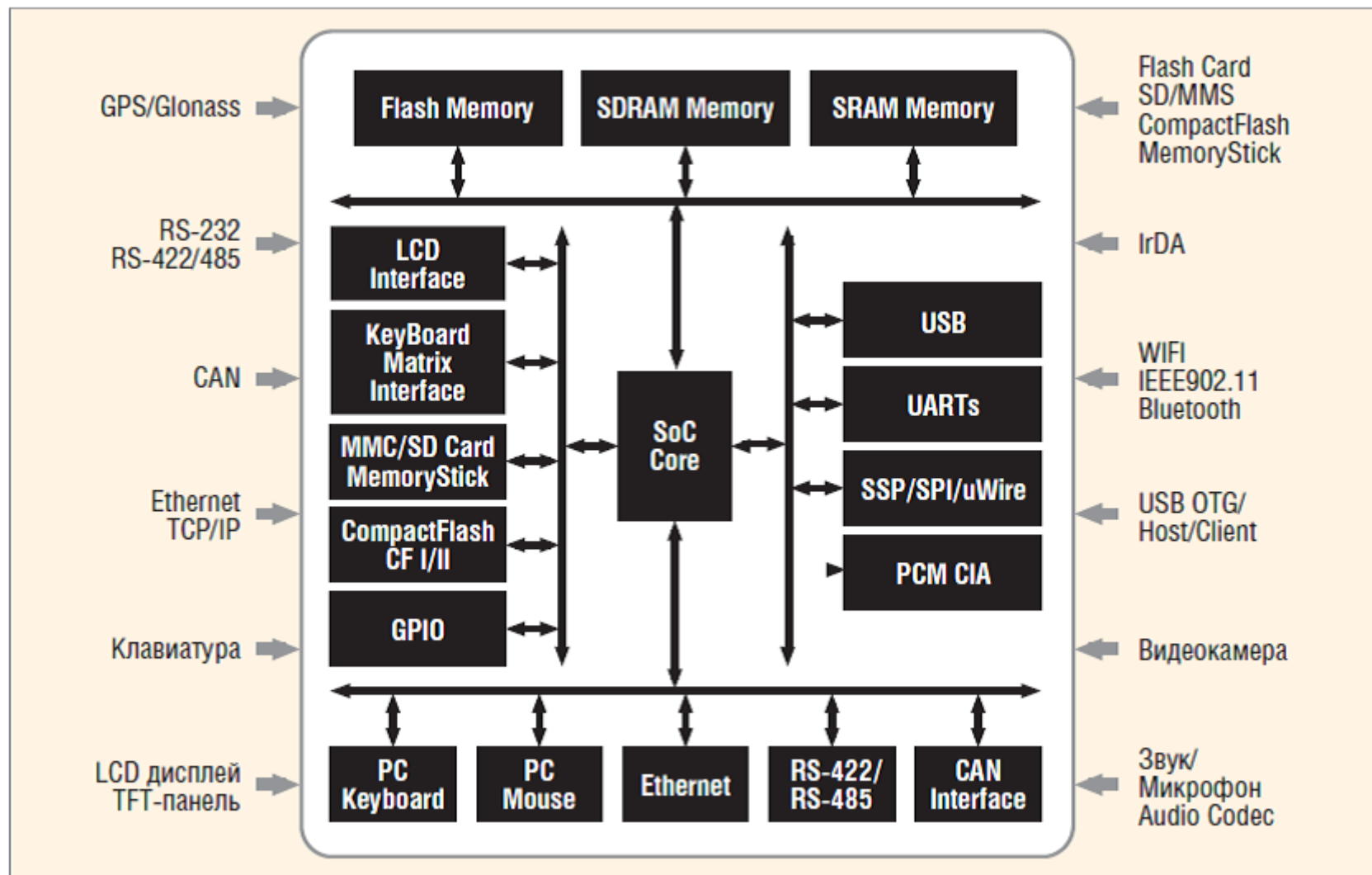


Виды IP-ядер



- IP-библиотеки базового уровня
- IP-модули памяти
- Интерфейсные IP-модули
- Процессорные IP-ядра
- Аналоговые блоки
- Вычислительные платформы

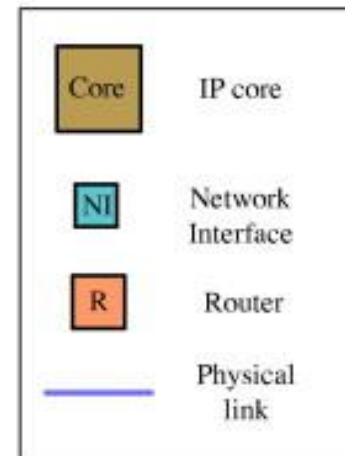
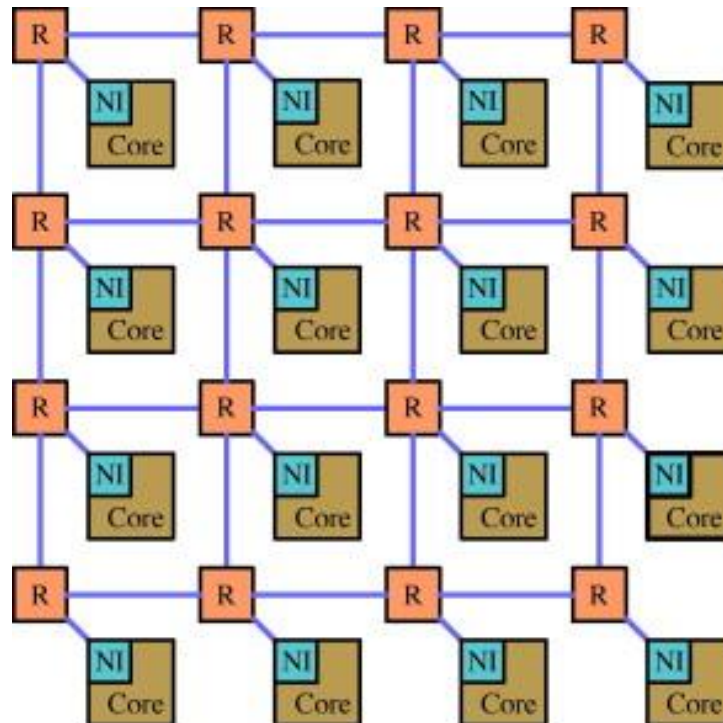
Системы на кристалле с шинной архитектурой



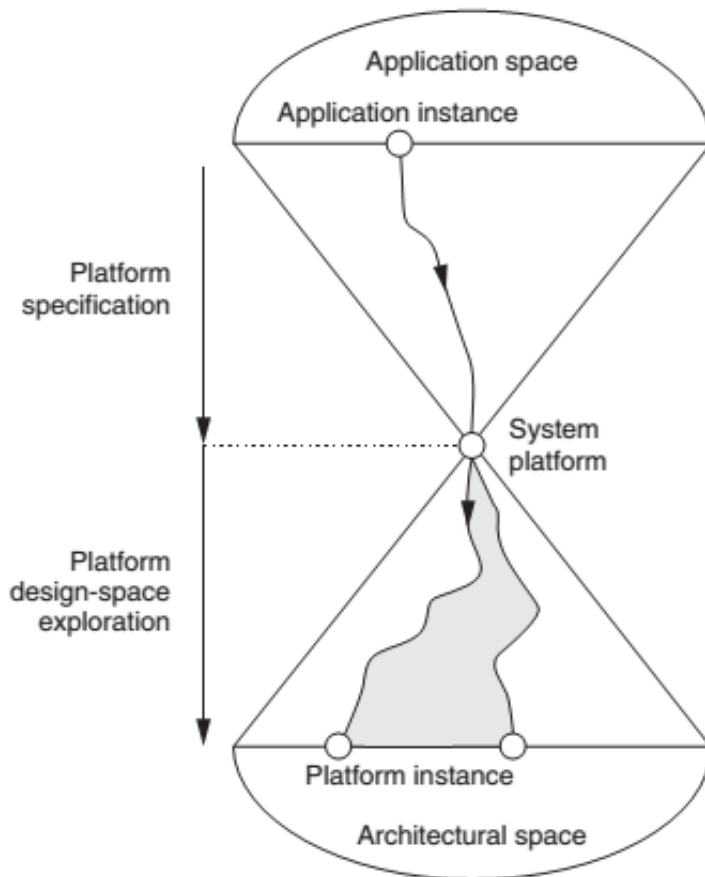
Сети на кристалле (СенК)

Для увеличения производительности передачи данных исследуют возможности использования:

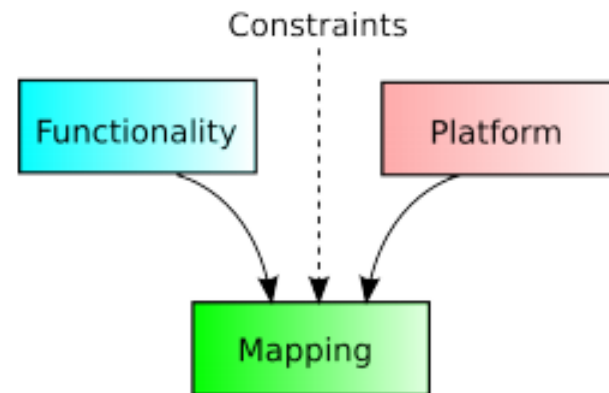
- оптических каналов
- радиоканалов



Platform-based design



- ✓ Под требования и с учетом ограничений проекта выбирается готовая платформа, на которую осуществляется отображение элементов вычислительного процесса.
- ✓ Проектирование основано на опыте (истории «успеха»).



Platform-based design



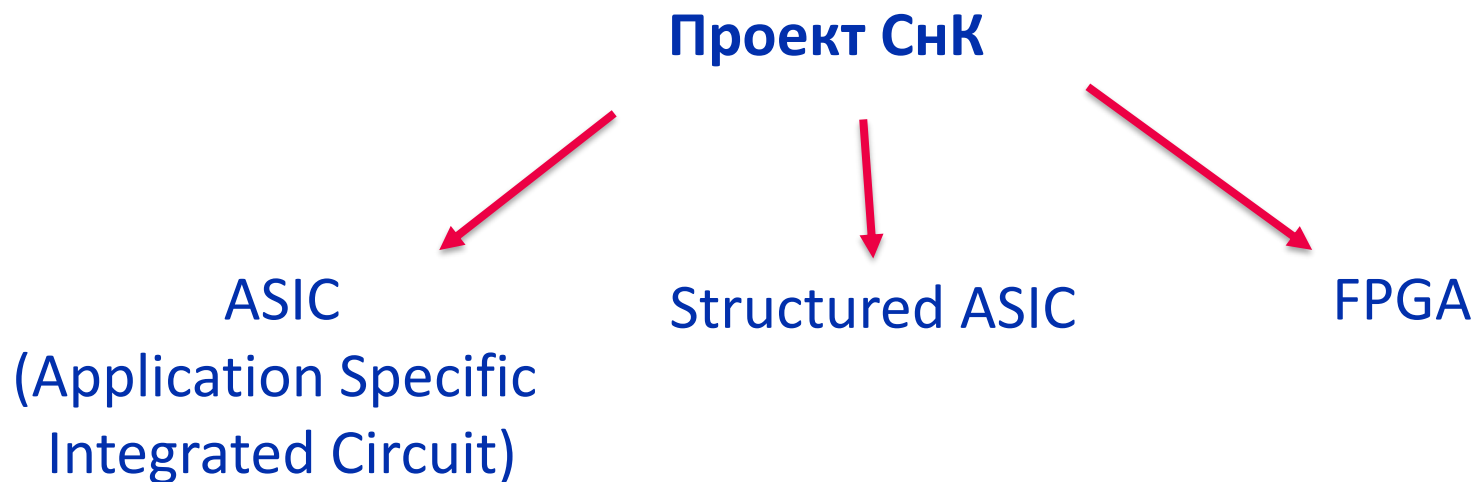
Alberto Sangiovanni-Vincentelli – идеолог методологии Platform-based design

Один из основателей компании **Cadence**, профессор Беркли

Статьи

- Platform-Based Design for Embedded Systems (2005)
- A Platform-Based Taxonomy for ESL Design (2006)
- A Next-Generation Design Framework for Platform-Based Design (2007)
- A Contract-Based Design Methodology for Cyber Physical Systems (2012)

Дезинтеграция полупроводниковой индустрии



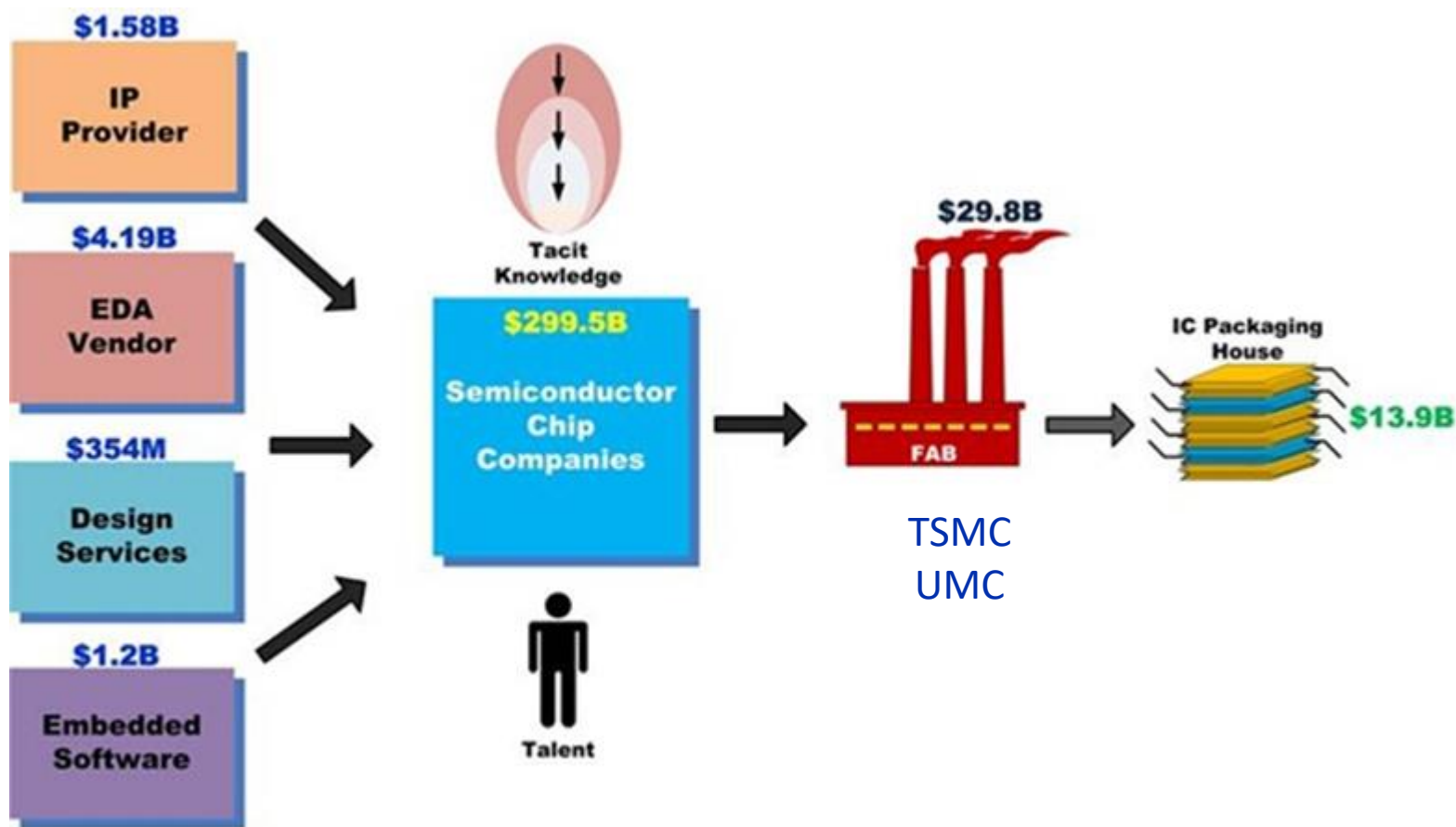


Сколько стоит построить полупроводниковую фабрику?

Построить полупроводниковую фабрику стоит **от 2 до 4 миллиардов долларов**, а эксплуатация будет обходиться примерно в **4 миллиона ежемесячно** (зарплаты, расходные материалы и т.д.), так что следует получать изрядную прибыль, чтобы не обанкротиться.

Все ли делают чипы?

Дезинтеграция полупроводниковой индустрии



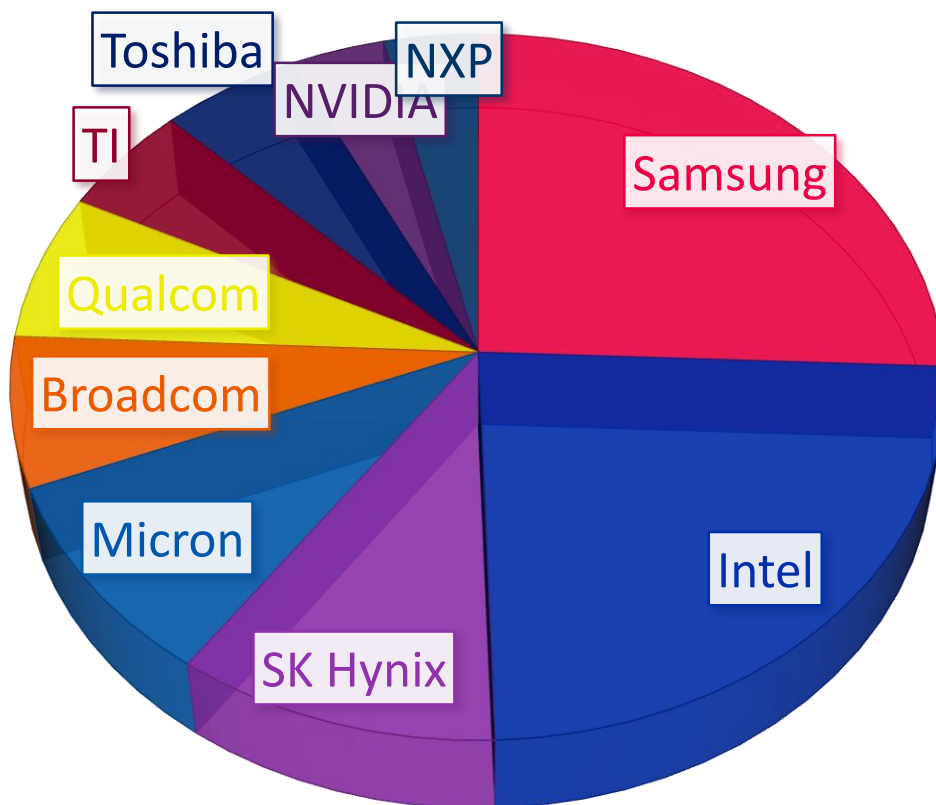
Расходы Fabless компаний

- Лицензии и поддержка САПР обойдутся в сумму более **400 тысяч \$**.
- Так как изначально нельзя полностью доверять моделям производителя, то могут понадобиться собственные измерительные приборы для оптимизации разработки под техпроцесс. Добавим еще **400 тысяч \$** на это.
- Тестовый чип обойдется, как минимум, в **20 тысяч \$**.
- Если произведенные микросхемы работают, то приходит пора оплатить набор масок для литографии. Стоимость масок для каждой разработки варьируется от **55 тысяч \$**.
- Затем надо платить за кремниевые пластины (wafers). **400\$** за штуку и если потребность меньше чем 200 пластин в месяц, то никто не будет разговаривать с вами.

Итого выпуск новых микросхем в первый год обойдется в **2 миллиона \$!!!**

Второй год – **1 миллион \$**

Распределение рынка (по показателям продаж)





УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Спасибо за внимание!

sergei_bykovskii@itmo.ru

142291@itmo.ru