



# Лекция 2

Схемотехника устройств компьютерных систем  
Семестр 2

Люлява Даниил Вячеславович, старший преподаватель кафедры ВТ  
Дуксин Никита Александрович, преподаватель кафедры ВТ

# Маршрут проектирования.

## Уровни проектирования



# Моделирование на уровне топологии

# Этапы топологического моделирования

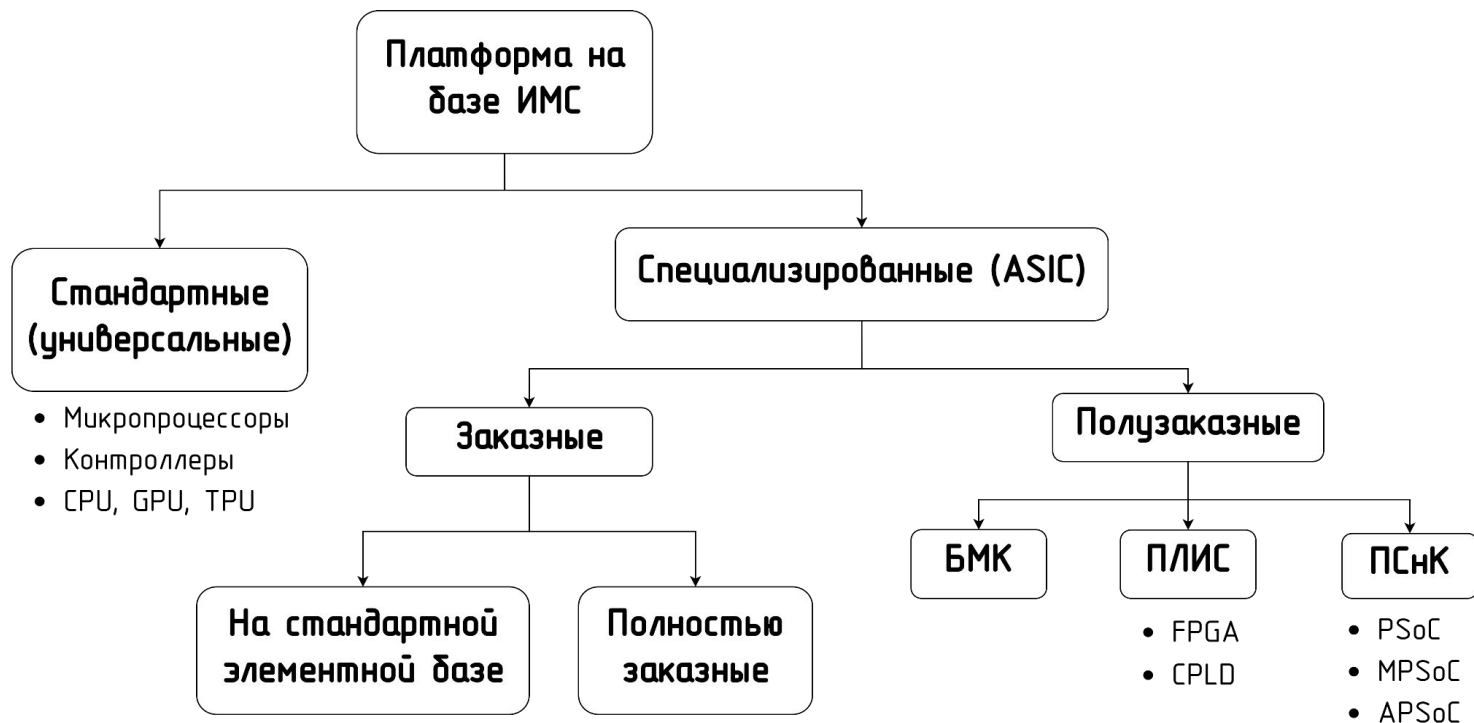
- Синтез RTL-модели (предварительный этап)
- Имплементация
  - Для ПЛИС:
    - Оптимизация синтезированного представления
    - Размещение компонентов на кристалле
    - Трассировка соединительных линий
  - Для СБИС дополнительно может производиться укладка соединительных линий, построение тактового дерева, адаптация модели кристалла к производству и т.д.

# Факторы, оказывающие влияние на топологическое представление

- Архитектура RTL-модели
- Алгоритмы синтеза
- Алгоритмы оптимизации синтезированного решения
- Алгоритмы размещения и трассировки
- Аппаратная платформа

# Аппаратная платформа

# Классификация аппаратных платформ



# Сравнение ASIC и FPGA

	FPGA	ASIC
Регистры	Характеристики и позиции регистров фиксированы, при использовании регистра требуется задействовать LUT	Регистры могут быть иметь различных характеристики и располагаться в любой позиции на кристалле
Статическая память	Количество блоков памяти, размерность блоков и их расположение фиксированы	Компоненты задаются библиотекой и оптимизированы под техпроцесс, свободная конфигурация
Блоки умножения с накоплением	Реализованы и оптимизированы	Требуется собственная разработка, либо проприетарное IP-ядро
Тактовое дерево	Разведено по кристаллу, есть разделение на домены	Требуется разводка
Линии сброса	Заранее разведены по компонентам кристалла	Требуется трассировка



# Экономические риски

Параметр	Заказные	Стандартные	Полузаказные
Время разработки	большое	малое	малое
Стоимость разработки в единичном экземпляре	очень высокая	низкая	средняя
Стоимость разработки при серийном производстве	средняя	низкая	средняя
Доступность с точки зрения производственных ресурсов	малодоступно	доступно	доступно

# Технические риски

Заказные микросхемы	Стандартные микросхемы	Полузаказные микросхемы
<ul style="list-style-type: none"><li>• Архитектура разрабатывается с нуля, при качественном проектировании можно добиться высоких показателей производительности и энергоэффективности</li><li>• В некоторых отраслях единственный возможный вариант аппаратной платформы</li><li>• Существует сложность в отладке, нет абсолютной гарантии безошибочности разработки до получения опытного образца</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Имеют “жёсткую” архитектуру, что накладывает ограничения на возможности платформы и, как следствие, на область решаемых задач.</li><li>• Не все варианты стандартных микросхем подходят для параллельных вычислений;</li><li>• Из-за отсутствия аппаратного вмешательства могут возникать сложности при реализации собственных или уже существующих протоколов обмена данными.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Компромиссный вариант с возможностью аппаратной конфигурации платформы</li><li>• Больше возможностей с точки зрения отладки и тестирования решения</li></ul>

# ПЛИС компании Xilinx/AMD

## Семейства:

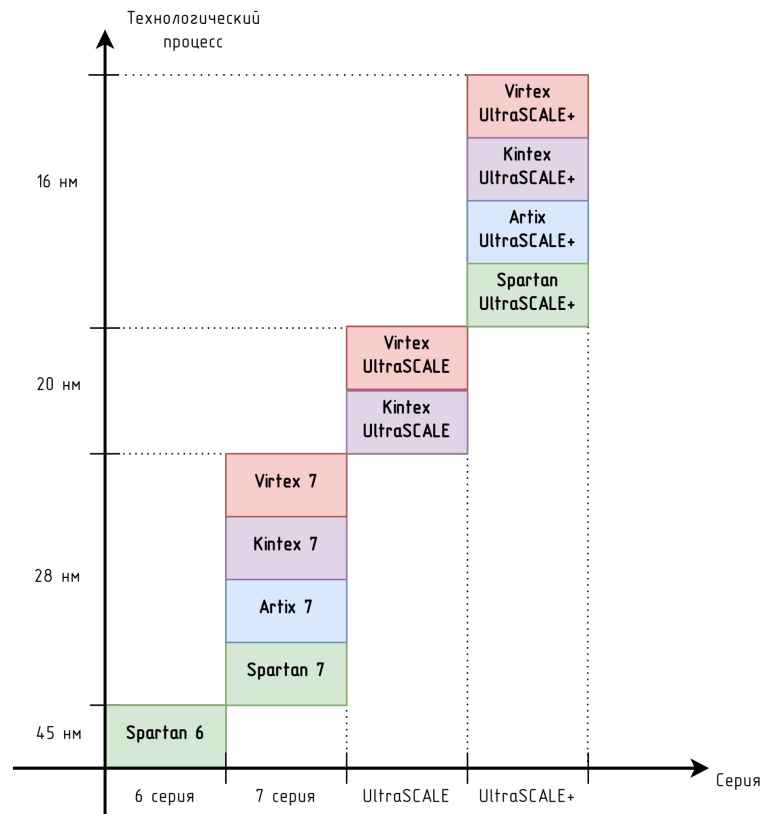
- Spartan
- Artix
- Kintex
- Virtex

## Серии:

- 6
- 7
- UltraScale
- UltraScale+

## ПСНК

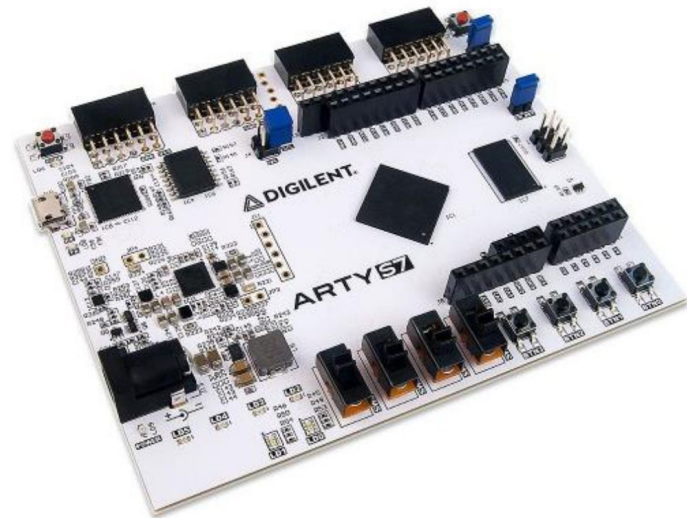
- Zynq
- Versal



# Spartan

- Особенности

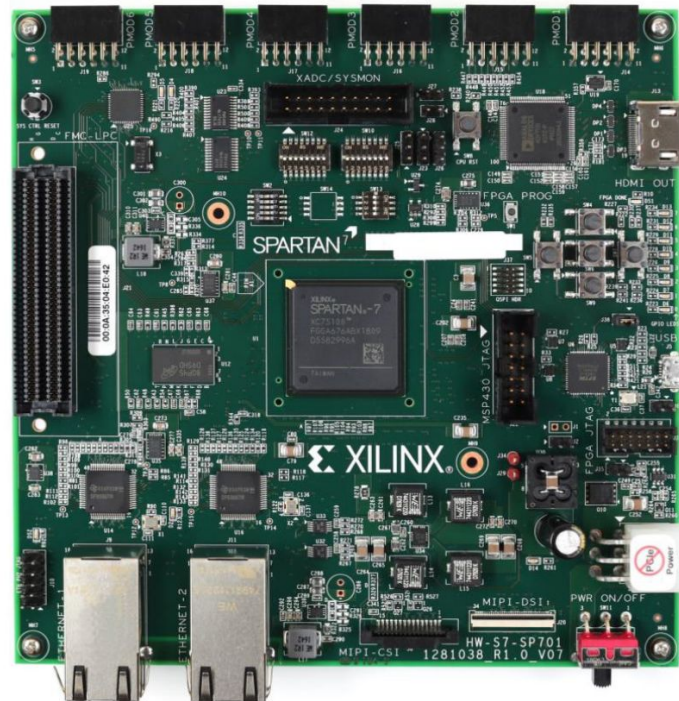
- Низкий ценовой сегмент (150-200 долларов)
- Включает линейки Spartan 6 (45 нм), Spartan 7 (28 нм) и Spartan UltraScale+ (16 нм)
- Малый объём логических ячеек (до 218 тыс., медиана - 50 тыс.)
- Малый объём встроенной памяти (до 1.99 Мб DRAM, 6.8 Мб BRAM, 18.0 Мб UltraRAM)
- Большое количество портов I/O (572 порта)
- В UltraScale+:
  - используются Multi-Gigabit трансиверы GTN (до 8 шт., скорость 12.5 Gb/s);
  - до 384 блоков DSP;
  - 1 интерфейс PCIe Gen4 x8 или 2 интерфейса PCIe Gen4 x4.



# Spartan

- Применение

- Проекты с низким бюджетом, требующие малое число вычислительных ресурсов (как правило, встраиваемые системы)
- Для сетевой инфраструктуры (BMC-контроллер для серверов) и Интернета вещей, где для коммуникации могут использоваться трансиверы.
- Для создания многопортовых контроллеров мониторинга данных (например, медицинского оборудования).
- Модели серии UltraScale+ в силу большего числа ячеек и блоков DSP можно использовать для реализации устройств обработки радиосигналов или реализации простых систем на базе машинного обучения



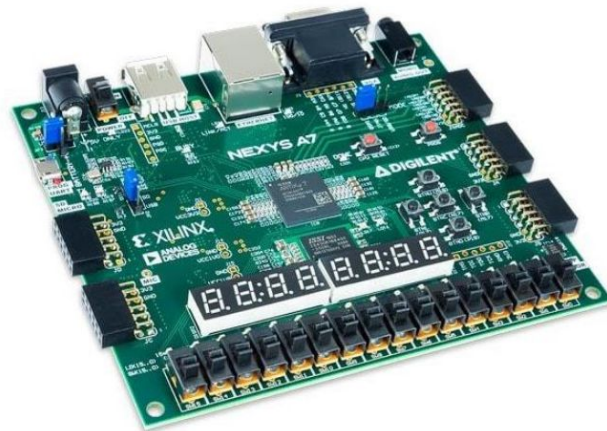
# Artix

- Особенности

- Средний ценовой сегмент (медиана - 400-500 долларов, может достигать 1500 долларов)
- Включает линейки Artix-7 (28 нм), Artix UltraScale (20 нм) и Artix UltraScale+ (16 нм)
- Средний объём логических ячеек (до 308 тыс., медиана - 170 тыс.)
- До 1200 блоков DSP;
- До 12 трансиверов MGT GTY 16.3 Gb/s

- Применение

- может использоваться для реализации аппаратных ускорителей, например, для обработки потокового видео, выполнения криптопреобразований, анализа сетевого трафика и т.д.



# Kintex

## ● Особенности

- Высокий ценовой сегмент (бюджетные решения начинаются от 1320 долларов и доходят до 4000).
- Существует в трёх сериях (Kintex-7, Kintex UltraScale, Kintex UltraScale+)
- До 1,85 млн логических ячеек (медиана 600-700)
- Увеличенный объём встроенной памяти
  - до 11.6 Мб распределенной памяти,
  - до 60.8 Мб блочной памяти,
  - до 81.0 памяти UltraRAM,
  - до 3,528 блоков типа DSP.
- Последние модели в серии UltraScale+ поддерживают работу с тремя интерфейсами PCIe Gen4 x8.
- Содержат трансиверы MGT GTY 32.7 Gb/s до 32 штук.

## ● Применение

- в оптоволоконных системах, беспроводных мобильных сетях
- в качестве ускорителей обработки данных.



# Virtex

- Особенности

- передовая линейка компании Xilinx
- высокая цена (от 8000 долларов и выше);
- существует в трёх сериях (Virtex-7, Virtex UltraScale, Virtex UltraScale+);
- до 3,8 млн логических ячеек;
- до 12.3 тыс. блоков DSP;
- до 58.4 Мб распределенной памяти, 94.5 Мб блочной памяти, 360.0 памяти UltraRAM;
- до 128 блоков MGT GTY 32.75 Gb/s;



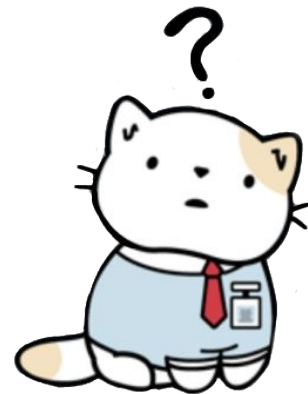


# Virtex

- Применение

- модели серии UltraScale+ разделены на отдельные группы по соотношению аппаратных ресурсов:
  - HBM - модели с высоким объёмом памяти и высокой пропускной способностью;
  - 58G - модели с более скоростными трансиверами GTM PAM4, способными развить скорость до 58 Gb/s;
  - VU19p - модели с высоким количеством портов ввода/ вывода и вычислительных ресурсов.
- применяются для высокопроизводительных аппаратных ускорителей, радиолокаций, телекоммуникации (сети 5G)





# Вопросы

**Спасибо за внимание!**