

# Современные асинхронные шины

Луцев Дмитрий Вадимович

Кафедра системного программирования СПбГУ



- 1 Что делать с выравниванием длины дорожек?
- 2 Внутренняя шина PCI Express
- 3 Интерфейсные шины USB и Thunderbolt

**Что делать с выравниванием длины дорожек?**

# А зачем нужны асинхронные последовательные шины

## ❶ Что нам мешает?

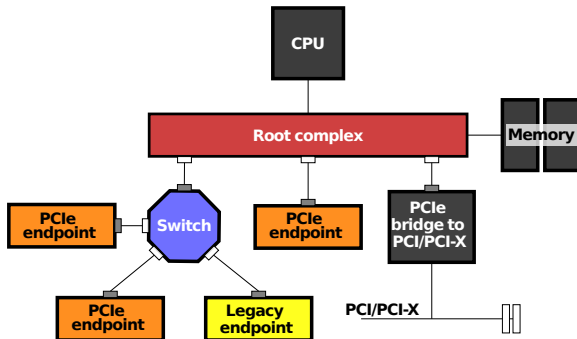
- ❶ Противостояние тактовой частота — скорость света
- ❷ «Широкая» шина

# А зачем нужны асинхронные последовательные шины

- ❶ Что нам мешает?
  - ❶ Противостояние тактовой частота — скорость света
  - ❷ «Широкая» шина
- ❷ На «узкой» шине выравнивать дорожки легче. До сих пор «держатся» параллельными дорожки к ОЗУ, и то с оговорками, но об этом позже

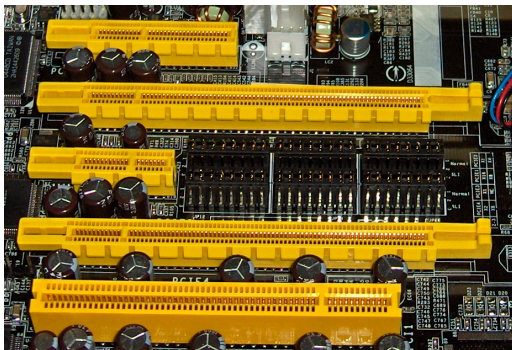
# Внутренняя шина PCI Express

# PCI Express: Root Complex



- Северный мост трансформировался в **Root Complex** [↗](#), в современные процессоры обычно встраивается на кристалл, реже — отдельным кристаллом в том же корпусе
- Южный мост «размазался»
- Некоторые традиционно «не периферийные» устройства, например ПЗУ (точнее ППЗУ) доступны через последовательную шину

# PCI Express: Полосы, Совместимость разъемов разной ширины



Разные разъемы PCI-E (+ 1 PCI) ↗

- Разные версии стандарта — разные скорости
- Передача данных *пакетами*, в зависимости от длины разъёма — от 1 до 16 пакетов одновременно
  - Устройства и разъемы разной длины [обычно] совместимы друг с другом, если их можно соединить механически
    - Короткое устройство будет работать в длинном разъёме

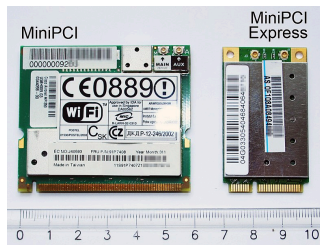


# PCI Express: Скорости

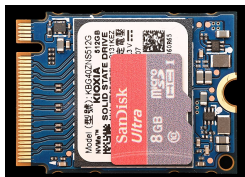
Version	Intro- duced	Line code		Transfer rate per lane <sup>[i][ii]</sup>	Throughput <sup>[i][iii]</sup>				
					x1	x2	x4	x8	x16
1.0	2003	NRZ	8b/10b	2.5 GT/s	0.250 GB/s	0.500 GB/s	1.000 GB/s	2.000 GB/s	4.000 GB/s
2.0	2007			5.0 GT/s	0.500 GB/s	1.000 GB/s	2.000 GB/s	4.000 GB/s	8.000 GB/s
3.0	2010		128b/130b	8.0 GT/s	0.985 GB/s	1.969 GB/s	3.938 GB/s	7.877 GB/s	15.754 GB/s
4.0	2017			16.0 GT/s	1.969 GB/s	3.938 GB/s	7.877 GB/s	15.754 GB/s	31.508 GB/s
5.0	2019			32.0 GT/s	3.938 GB/s	7.877 GB/s	15.754 GB/s	31.508 GB/s	63.015 GB/s
6.0	2022	PAM-4 FEC	1b/1b FLIT	64.0 GT/s 32.0 GBd	7.563 GB/s	15.125 GB/s	30.250 GB/s	60.500 GB/s	121.000 GB/s
7.0	2025 (planned)			128.0 GT/s 64.0 GBd	15.125 GB/s	30.250 GB/s	60.500 GB/s	121.000 GB/s	242.000 GB/s

Скорости PCI Express по данным [Википедии](#) и [Peripheral Component Interconnect Special Interest Group](#)

# Mini PCI Express, mSATA и M.2



Mini PCI & Mini PCI-E ↗



M.2 ↗ использует одинаковый электрический и сигнальный интерфейсы с mSATA ↗ , это типичная практика, и об этом ниже

# Интерфейсные шины USB и Thunderbolt

- Используется с середины 1990-х
- Идеи:
  - Универсальность
  - Возможность под/отключения на ходу
  - Механически прочный разъём с мощным питанием
  - Изначально — не очень высокая скорость: у хорошо настроенного параллельного порта IEEE 1284 (LPT) скорость выше, чем у USB 1.X

- Используется с середины 1990-х
- Идеи:
  - Универсальность
  - Возможность под/отключения на ходу
  - Механически прочный разъём с мощным питанием
  - Изначально — не очень высокая скорость: у хорошо настроенного параллельного порта IEEE 1284 (LPT) скорость выше, чем у USB 1.X

Разъёмы за более, чем 25-летнюю историю ↗

## Упражнения

- Попробуйте идентифицировать все компьютерные разъёмы, которые вы можете встретить

## Вопросы

- Что такое Root Complex?
- В чём смысл использования последовательных шин расширения?
- Приведите примеры протоколов, использующих одинаковые электрические и сигнальные интерфейсы

# Вопросы



[EDU.DLUCIV.NAME](https://edu.dluciv.name) 