

# РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ УТРАЧЕННЫХ ДИСКОВ В RAID (M+N)

Зайберт Валерия

каф. Системного Программирования СПбГУ  
[gethappy90@gmail.com](mailto:gethappy90@gmail.com)

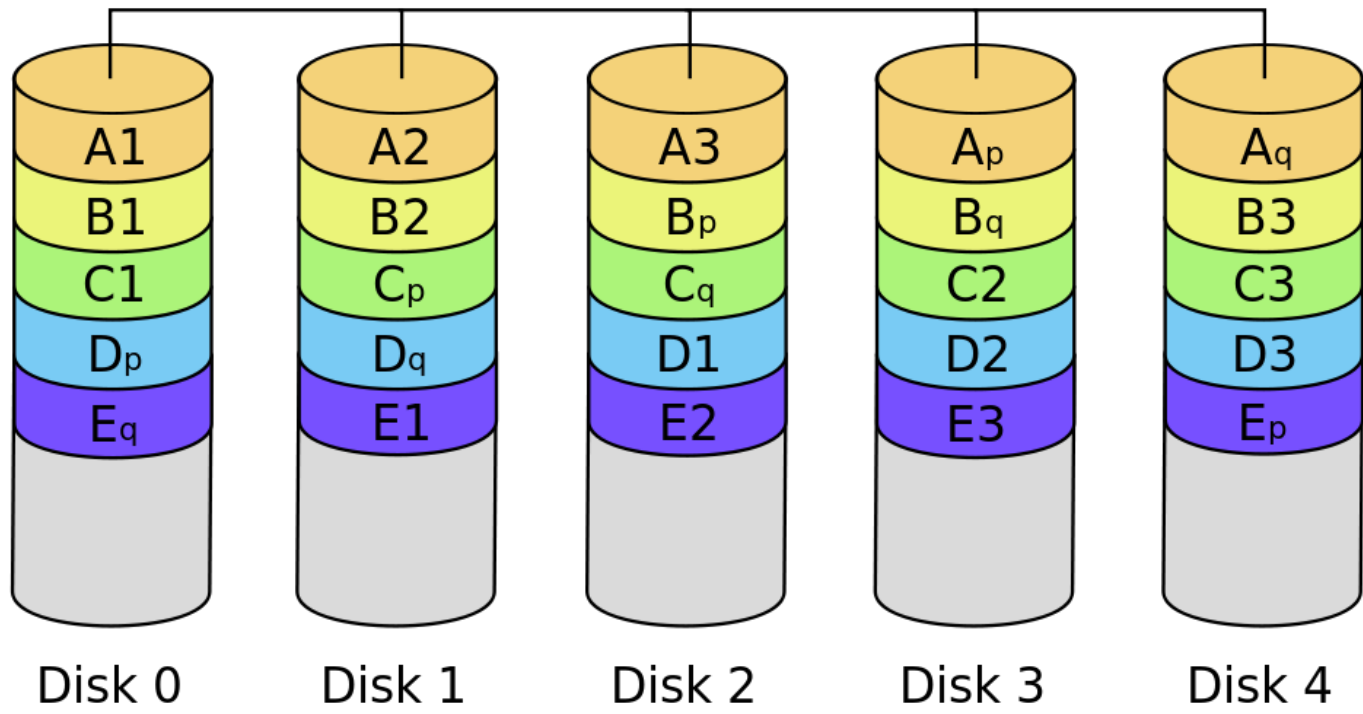
Научный руководитель: Сергей Платонов

Руководитель Исследовательской лаборатории  
RAIDIX

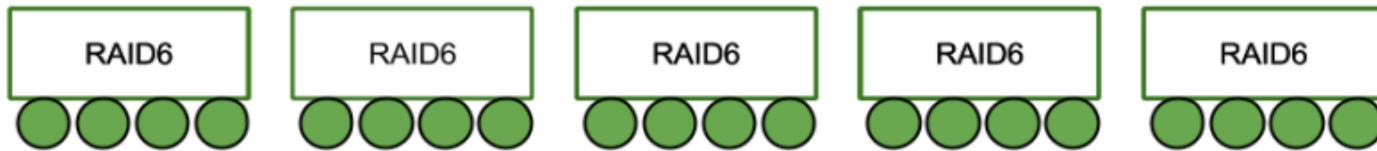
# RAID-массивы

- ▶ RAID — объединение нескольких дисков в массив:
  - ▶ Производительность
  - ▶ Отказоустойчивость
  - ▶ Восстановление данных
    - ▶ Место ошибки известно
    - ▶ Silent Data Corruption

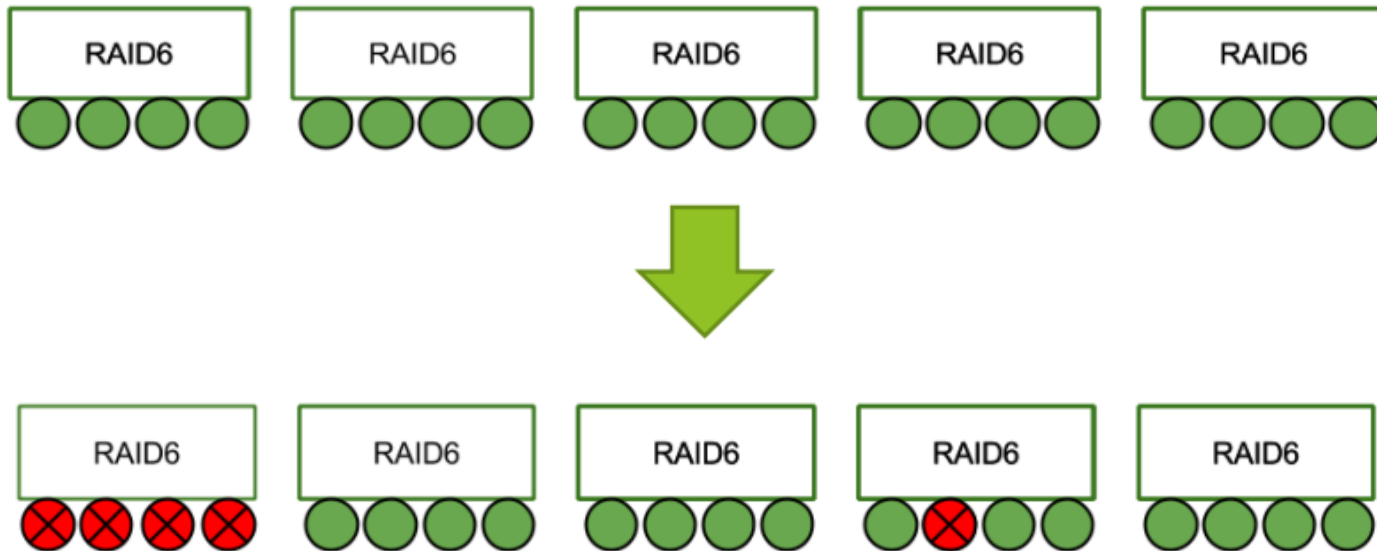
# RAID 6



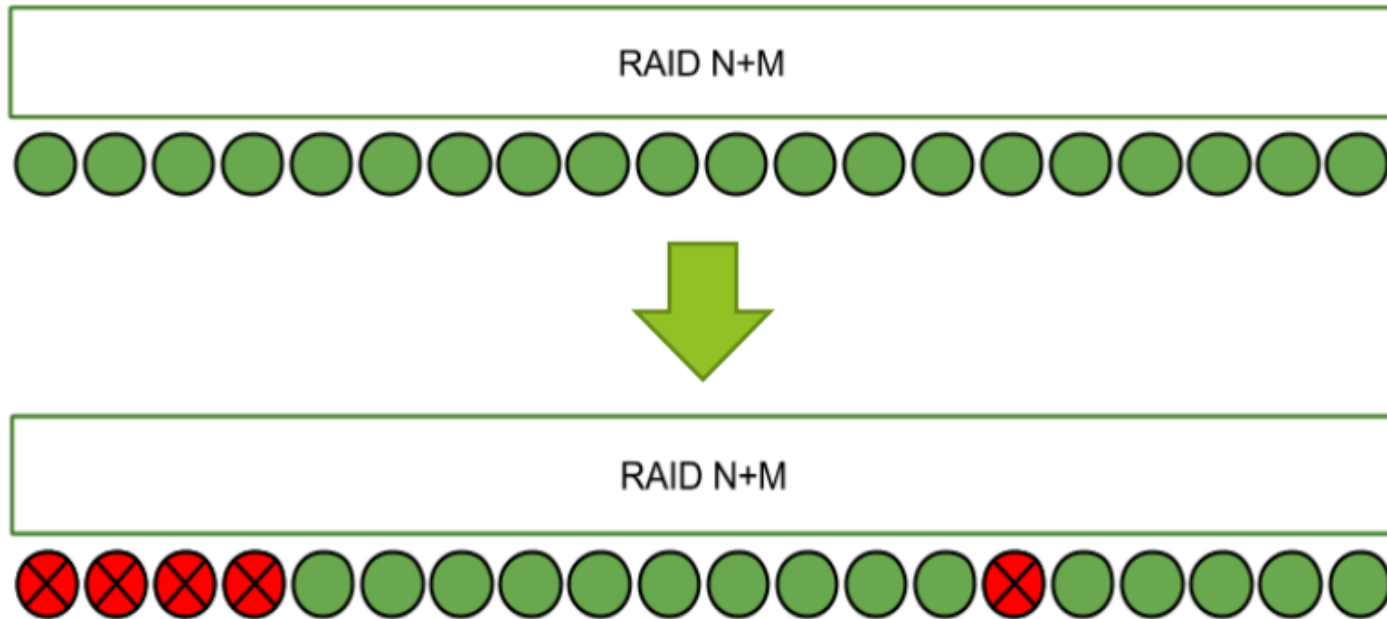
# Эволюция



# Эволюция



# Эволюция



# Зачем оптимизировать?

- ▶ Большие системы до 30% всего времени находятся в Degraded mode
- ▶ Advance reconstruction
  - ▶ Чтение минимального количества информации с носителя

# Задачи

- ▶ Изменить архитектуру
- ▶ Найти, проанализировать и модернизировать алгоритмы
- ▶ Написать рабочий прототип модуля
- ▶ Векторизовать
- ▶ Провести замеры производительности



# Алгоритмы

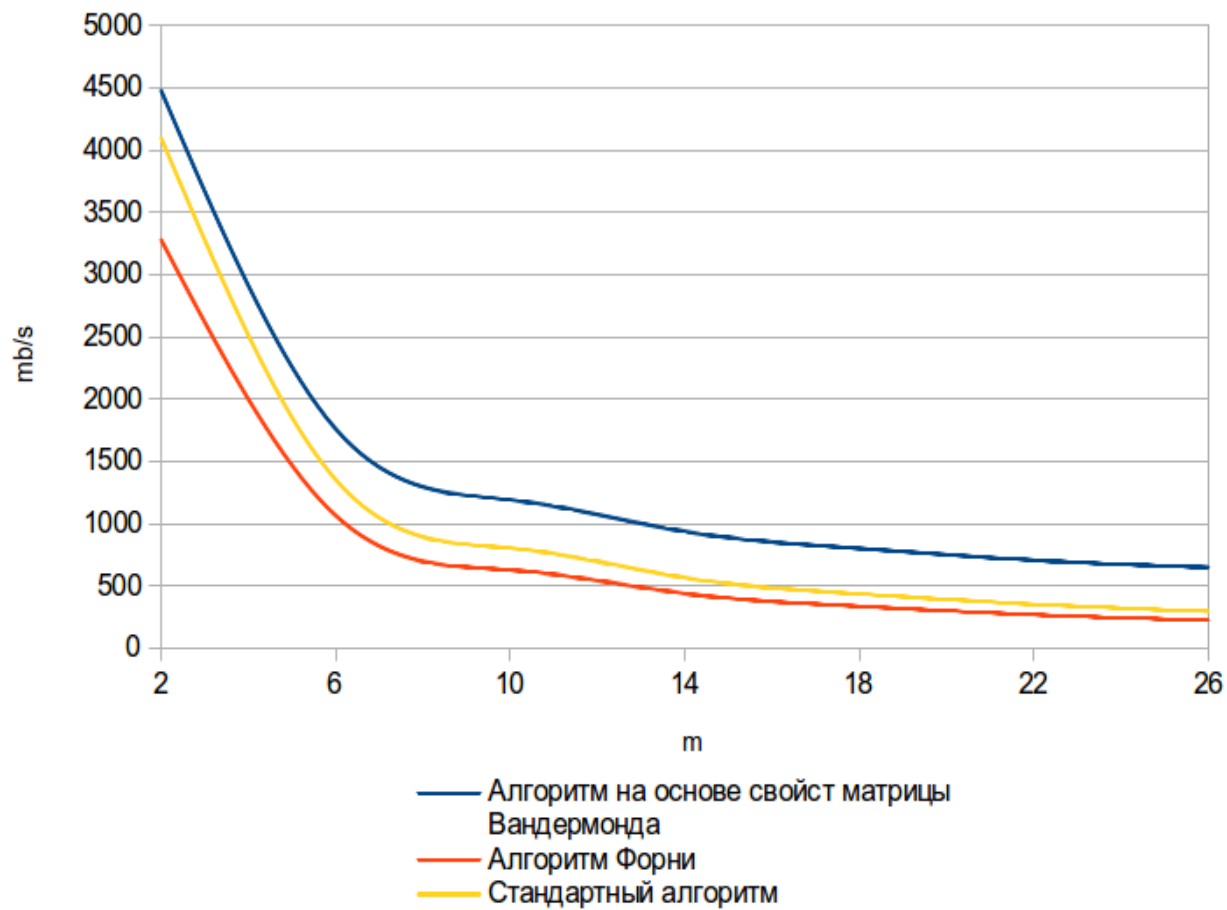
- ▶ Обращение матрицы
- ▶ Алгоритм на основе свойств матрицы Вандермонда
- ▶ Алгоритм Форти
  - ▶ Построение многочлена по его корням
  - ▶ Построение вспомогательных многочленов
  - ▶ Нахождение значения полинома в точке
  - ▶ Хранение и работа с большими матрицами
  - ▶ Хранение таблиц с заранее вычисленными значениями
  - ▶ Использование свойств поля
  - ▶ ...

# Теоретическое сравнение алгоритмов

Алгоритм	Число сложений	Число умножений	Дополнительные действия
Стандартный	$Nl$	$l(N - 2)$	Обращение матрицы Вандермонда $l \times l$
Форни	$l(N + \frac{l + 1}{2})$	$l(N - \frac{l - 5}{2})$	Построение полинома с заданными корнями
Обращение матрицы Вандермонда	$l(N - l)$	$l(N - l - 1)$	Построение вспомогательной матрицы $l \times (N - l)$

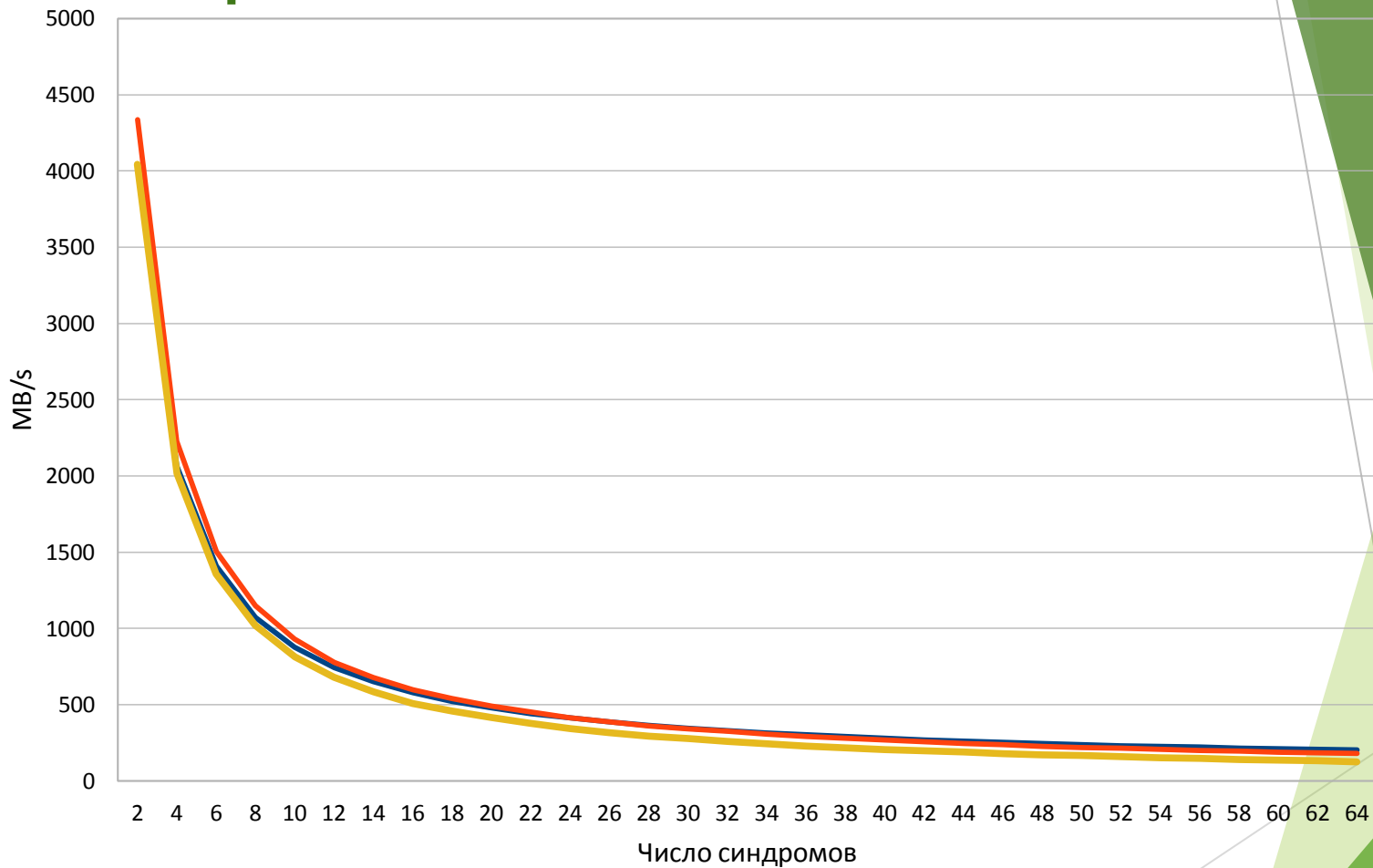
# Замеры

График зависимости скорости восстановления от числа контрольных сумм при  $n = 26$



# Замеры

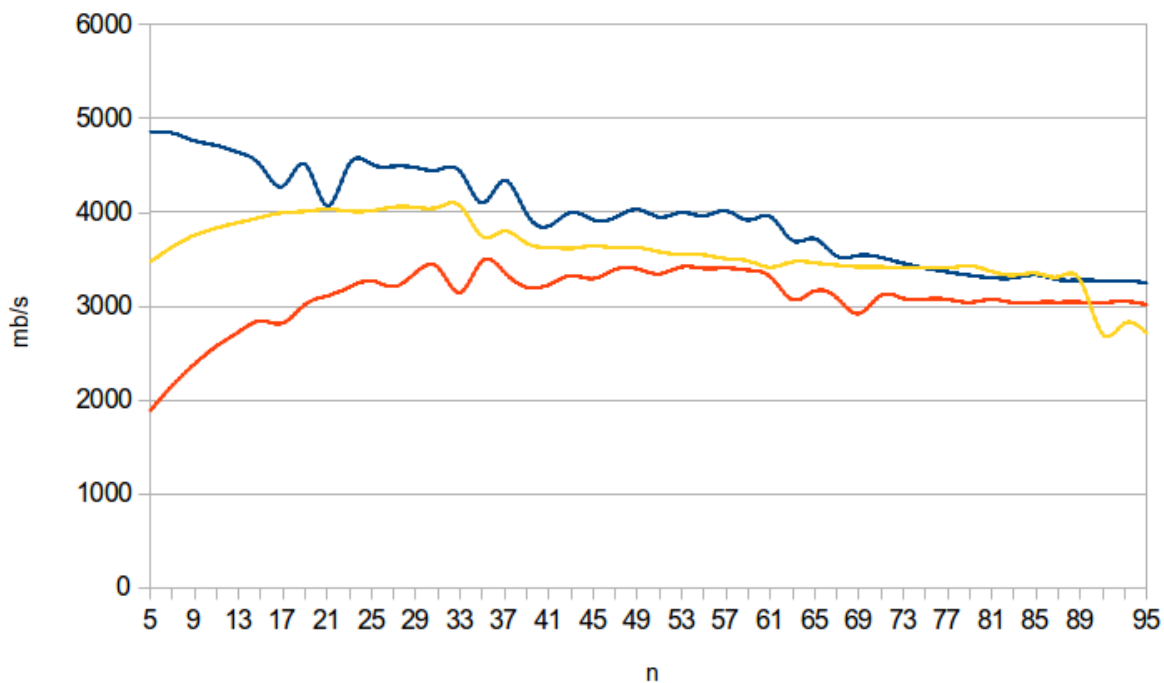
96 дисков с данными



— Преобразование матрицы Вандермонда — Алгоритм Форни — Стандартный алгоритм

# Замеры

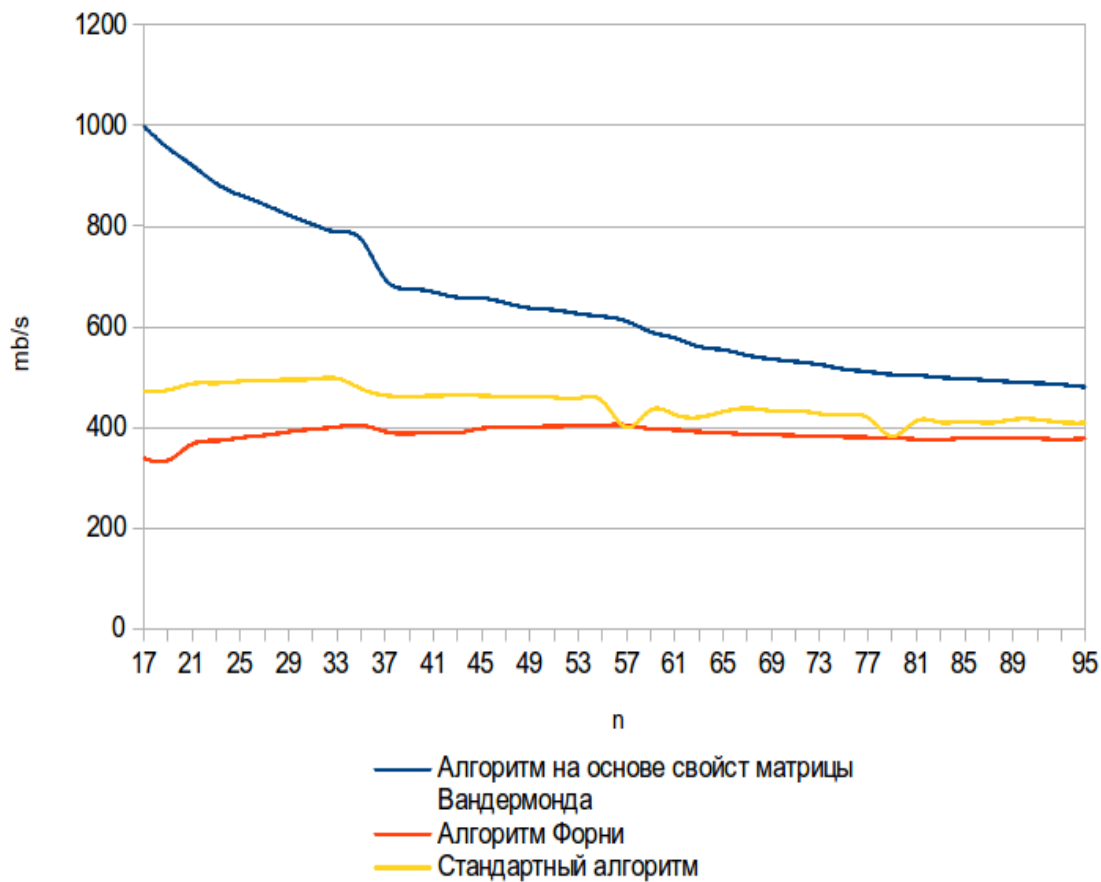
График зависимости скорости восстановления от числа информационных блоков при  $m = 2$



- Алгоритм на основе свойств матрицы Вандермонда
- Алгоритм Форни
- Стандартный алгоритм

# Замеры

График зависимости скорости восстановления от числа информационных блоков при  $m = 16$



# Результаты

- ▶ Алгоритм основанный на свойствах матрицы Вандермонда заметно лучше стандартного
- ▶ Асимптотически алгоритмы имеют одинаковую производительность
- ▶ При большом числе дисков и небольшом числе контрольных сумм алгоритм Форни выигрывает у стандартного до 10% в производительности.
- ▶ Но! Алгоритм Форни требует больше дополнительной памяти

# Использование RAID n+m

- ▶ N+3 используется в СХД от Oracle
- ▶ N+4 есть в EMC Isilon
- ▶ N+8 используются в архивных решениях от NetScout
- ▶ N+M используются в объектных решениях с IDA.
  - ▶ Cleversafe (16,10)
- ▶ Также N+M используется в гео-распределенных системах