



*Институт прикладной математики
им. М.В. Келдыша РАН*

Якобовский Михаил Владимирович
Заместитель директора по научной работе
Института прикладной математики
имени М.В. Келдыша Российской академии наук
mail: lira@imamod.ru

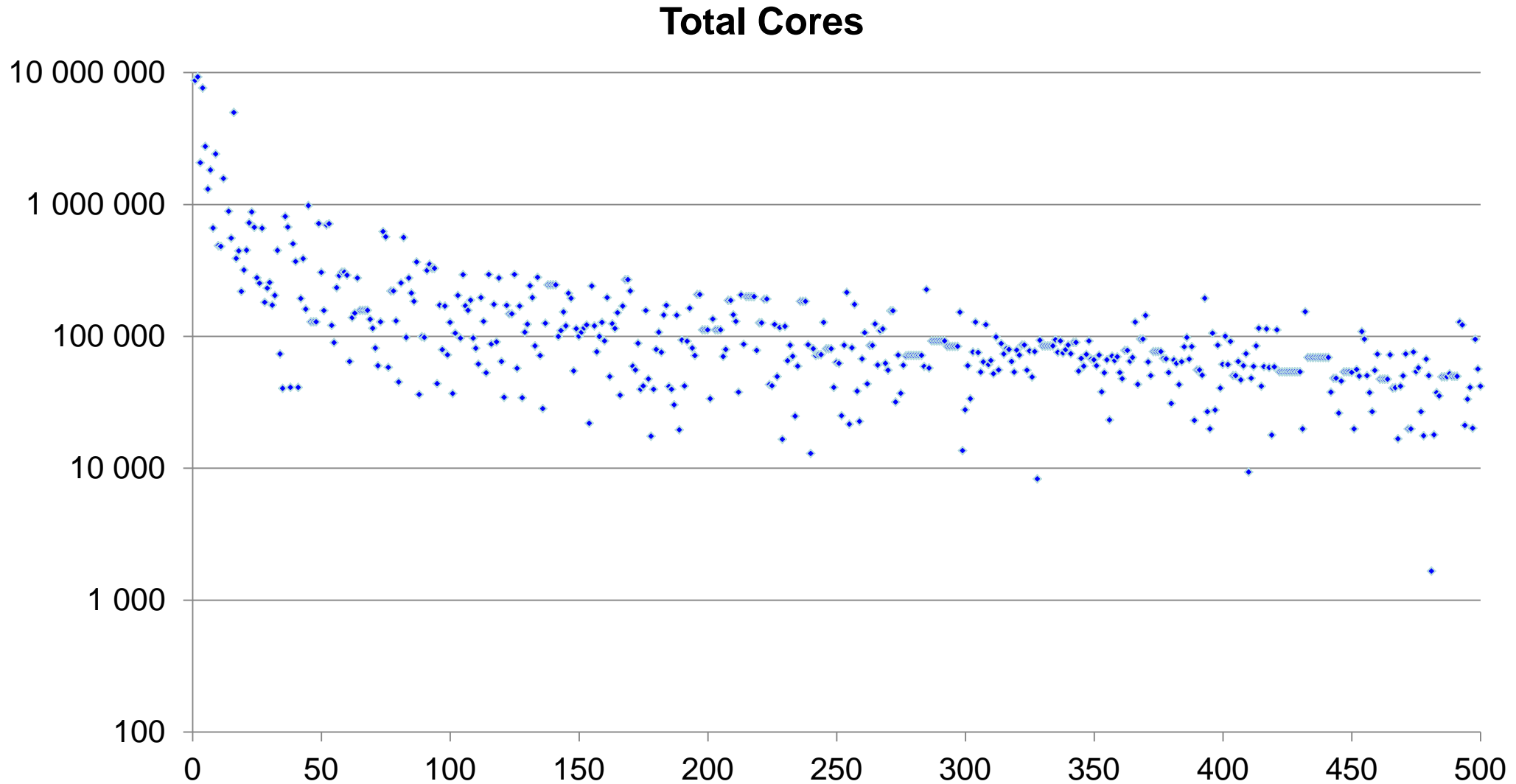
Параллельные алгоритмы

20250204

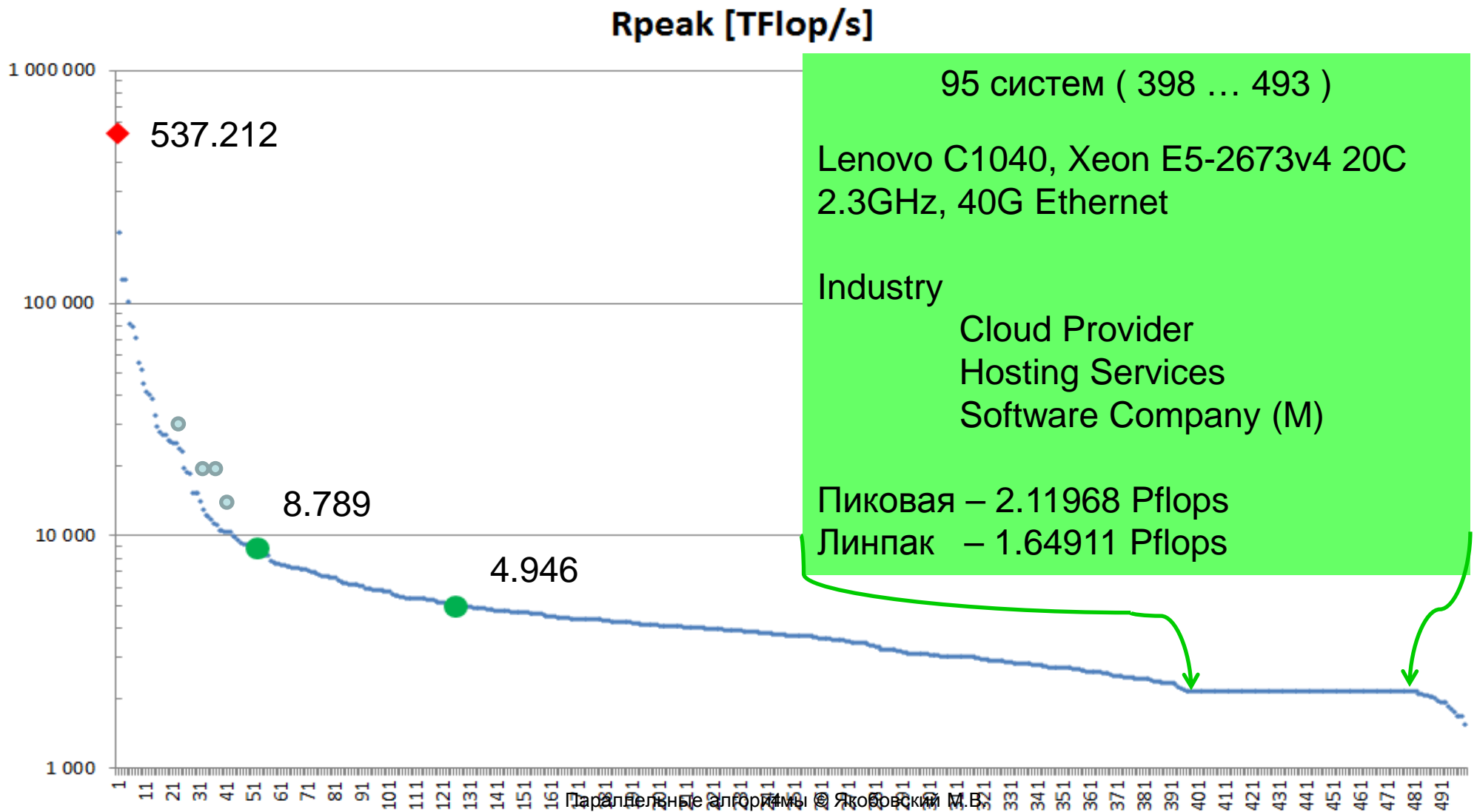
Введение

Якобовский Михаил Владимирович

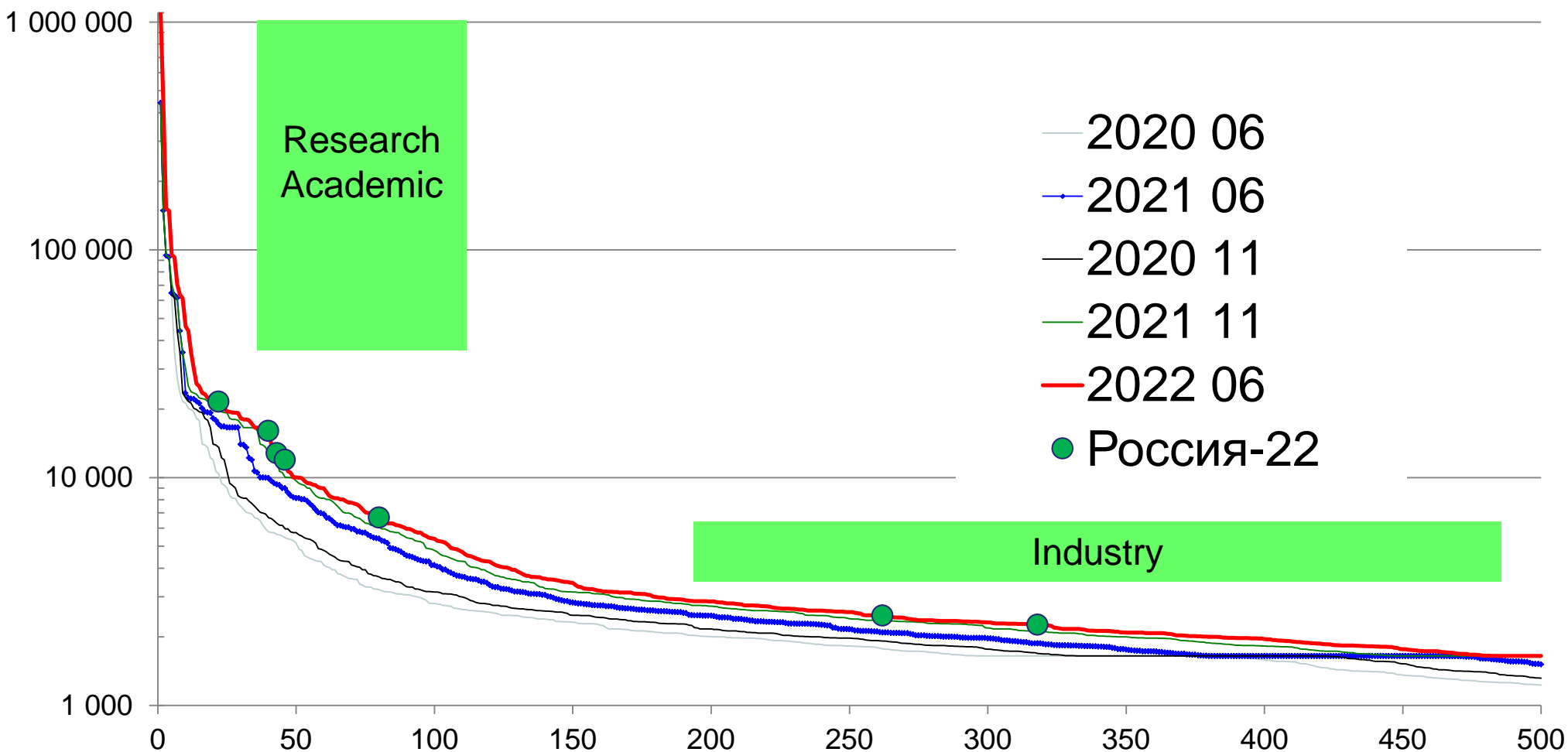
Число вычислительных ядер суперкомпьютеров top-500 2023.11



Производительность систем top500 (2020)



Производительность систем top500 (2020-2022)



Некоторые рассматриваемые вопросы

- ❑ Введение, области применения многопроцессорных систем
- ❑ Виды систем, топологии интерконнекта
- ❑ Модель Фон-Неймана, архитектура процессора
- ❑ Базовые параллельные алгоритмы
- ❑ Режимы обмена сообщениями, семафоры
- ❑ Оценка времени выполнения алгоритмов
- ❑ Декомпозиция расчётных сеток
- ❑ Динамическая балансировка загрузки
- ❑ Адаптивные расчётные сетки
- ❑ Параллельные алгоритмы сортировки
- ❑ Псевдослучайные числа для параллельных приложений
- ❑ Вычислительный эксперимент, визуализация результатов
- ❑ Отказоустойчивые параллельные алгоритмы

Что в центре внимания курса

- ❑ Изучение общих принципов построения параллельных алгоритмов
- ❑ Оценка основных свойств параллельных алгоритмов:
 - Число выполняемых операций
 - Время выполнения
 - Объём обрабатываемых данных
 - Ускорение
 - Эффективность
 - Масштабируемость
 - ...

Цена производительности – сложность использования

- ❑ Вычислительная производительность суперкомпьютеров:
 - *Сумма производительностей множества исполнительных устройств*
- ❑ Увеличение производительности компьютера архитектуры фон-Неймана автоматически приводило к снижению времени работы программ. Для параллельных архитектур это не так:
 - *Последовательные программы не могут работать на суперкомпьютерах быстрее, чем на однопроцессорных (одноядерных) компьютерах*

Области применения многопроцессорных систем

- 1) сокращение времени решения вычислительно сложных задач
- 2) сокращение времени обработки больших объемов данных
- 3) решение задач реального времени
- 4) создание систем высокой надежности

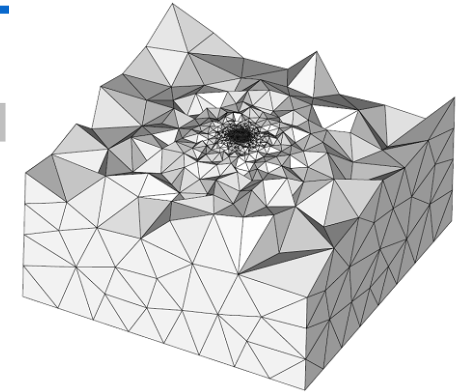
Задачи большого вызова

(Kenneth G. Wilson, Cornell University, 1987)

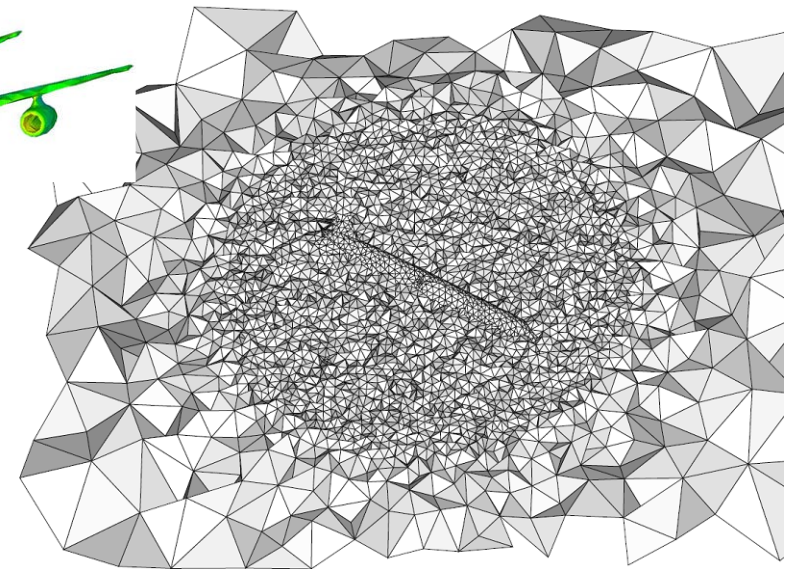
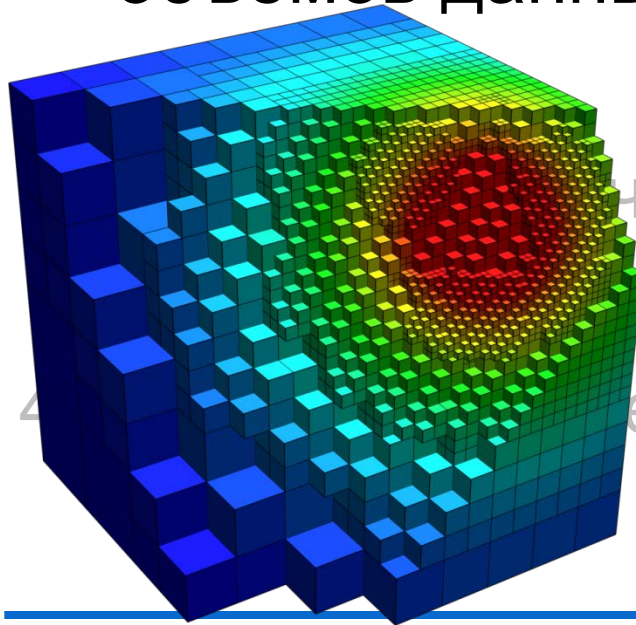
- ❑ Вычислительная газовая динамика:
 - the design of hypersonic aircraft, efficient automobile bodies, and extremely quiet submarines
 - Предсказания погоды, и глобальных климатических изменений
 - Оптимизация нефтедобычи и множество других приложений
- ❑ Молекулярная динамика:
 - Создание материалов с заданными свойствами
 - Разработка новых лекарственных соединений
 - Сверхпроводимость, Свойства веществ в экстремальных состояниях, ...
- ❑ Символьные вычисления
 - Распознавание речи
 - Компьютерное зрение
 - Изучение сложных систем
 - Автономные системы управления
- ❑ Квантовая хромодинамика и теория конденсированных сред
- ❑ Управляемый термоядерный синтез, Геном человека, ...

Области применения многопроцессорных систем

1) сокращение времени решения вычислительных задач

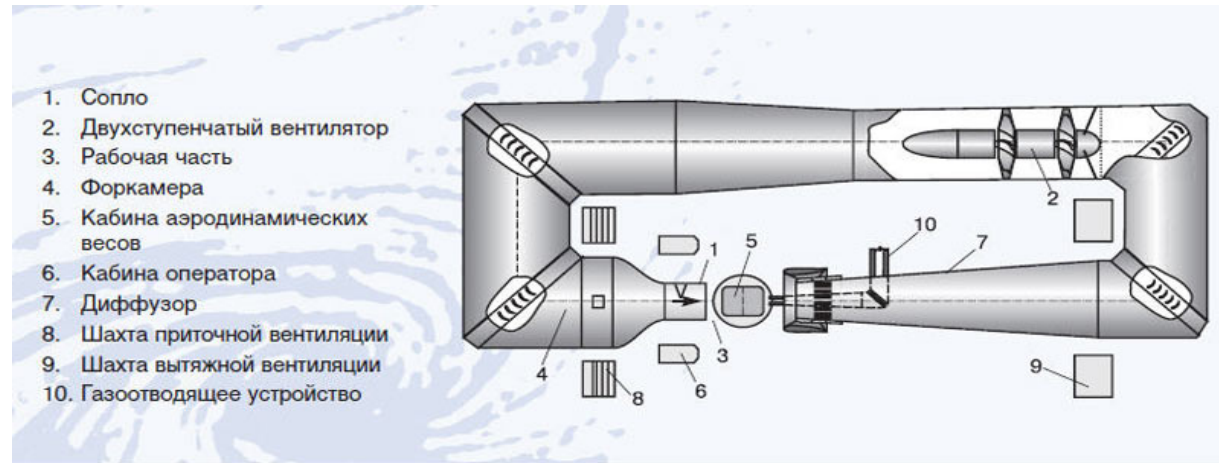


2) сокращение времени обработки больших объемов данных



Дозвуковая аэродинамическая труба Т-104, ЦАГИ

- ❑ Скорость потока **10–120 м/с**
- ❑ Диаметр сопла 7 м
- ❑ Длина рабочей части 13 м
- ❑ Мощность вентилятора **28.4 МВт**
<http://www.tsagi.ru/rus/base/t104>



Суперкомпьютер СКИФ МГУ «ЧЕБЫШЁВ»

- Пиковая производительность 60 TFlop/s
 - Мощность комплекса **0.72 МВт**
- http://parallel.ru/cluster/skif_msu.html





Области применения многопроцессорных систем

Сортировочная станция Вертикаль
г. Машен, Германия

<https://yandex.ru/maps>



https://pikabu.ru/story/sortirovochnaya_yasinovataya_6617139

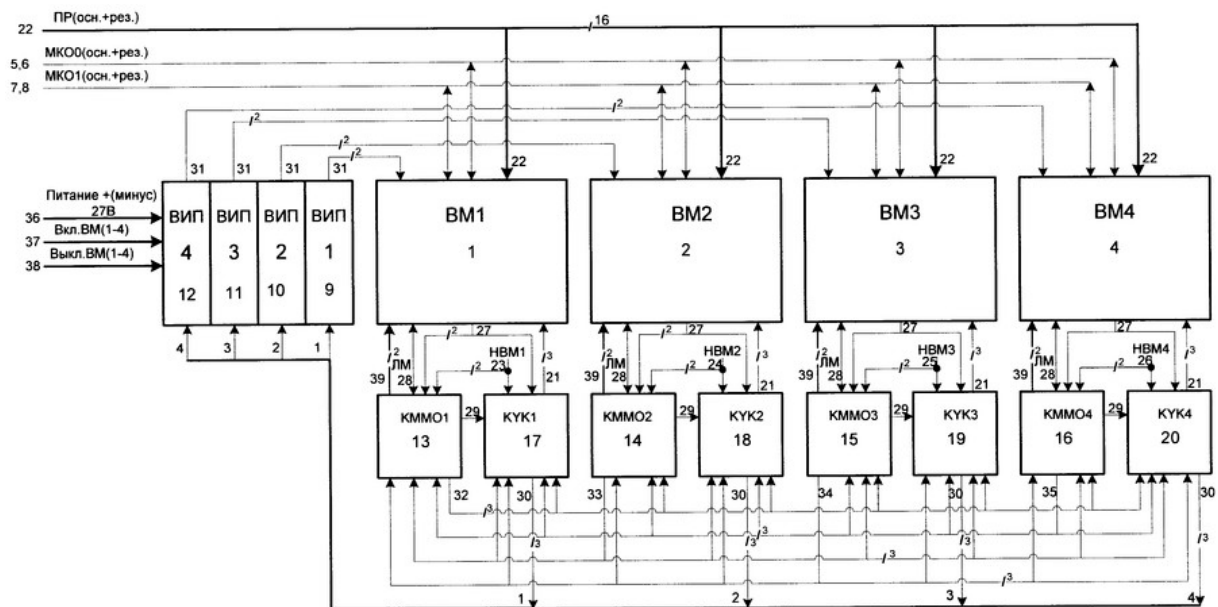
3) решение задач реального времени

4) создание систем высокой надежности



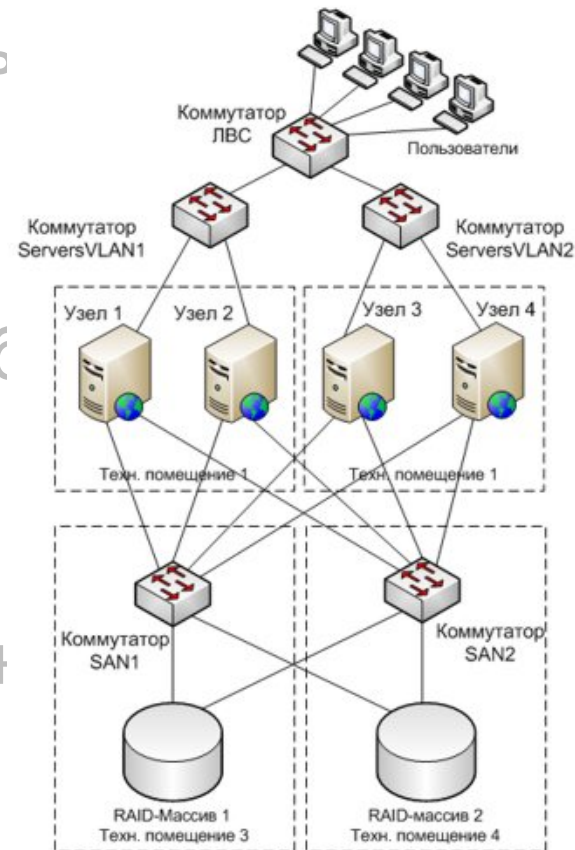
Области применения многопроцессорных систем

<http://www.freepatent.ru/patents/2455681>



Структурная схема отказоустойчивой вычислительной системы с аппаратно-программной реализацией функций отказоустойчивости и динамической реконфигурации.

Фиг.2

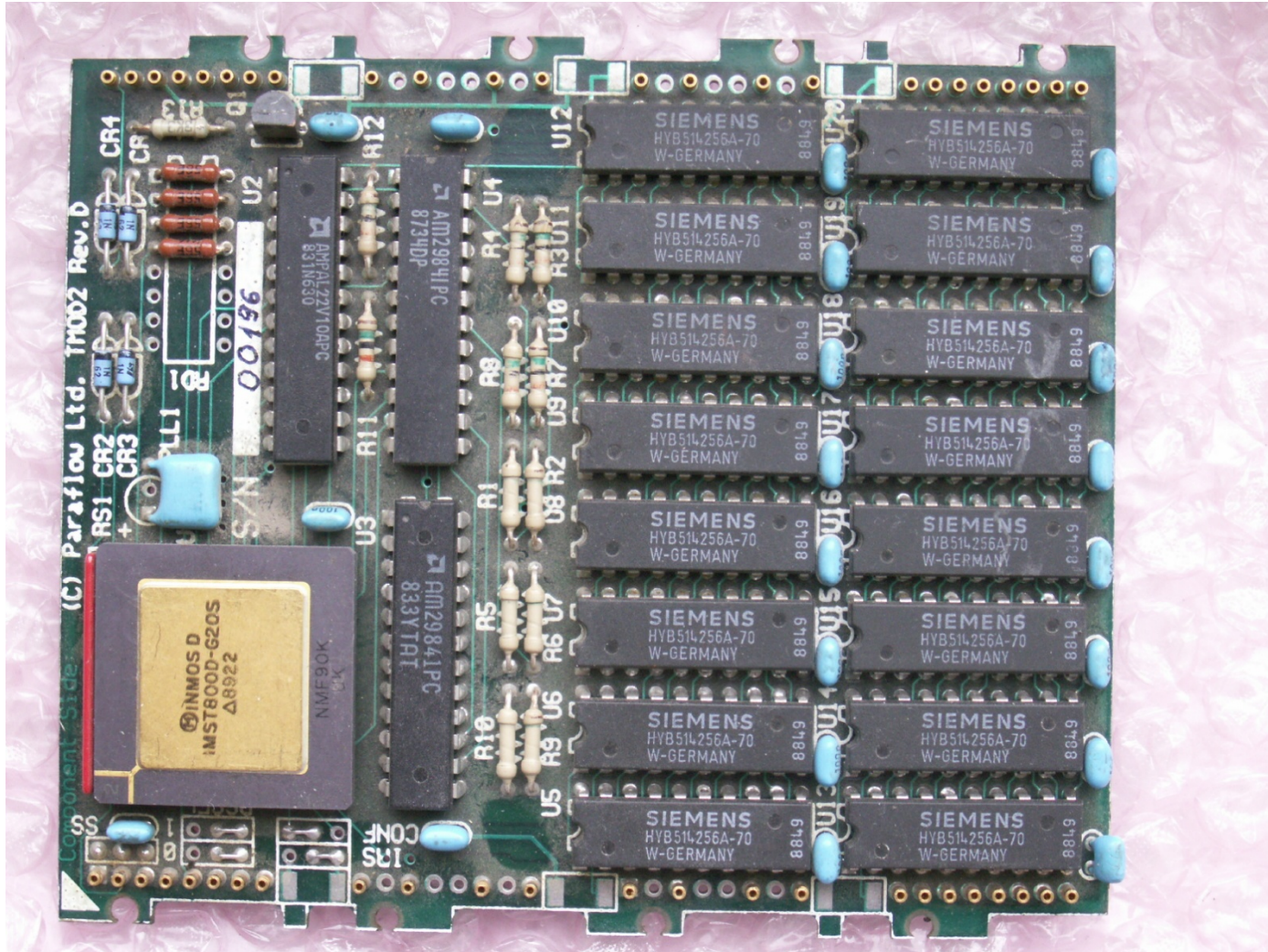


4) создание систем высокой надежности

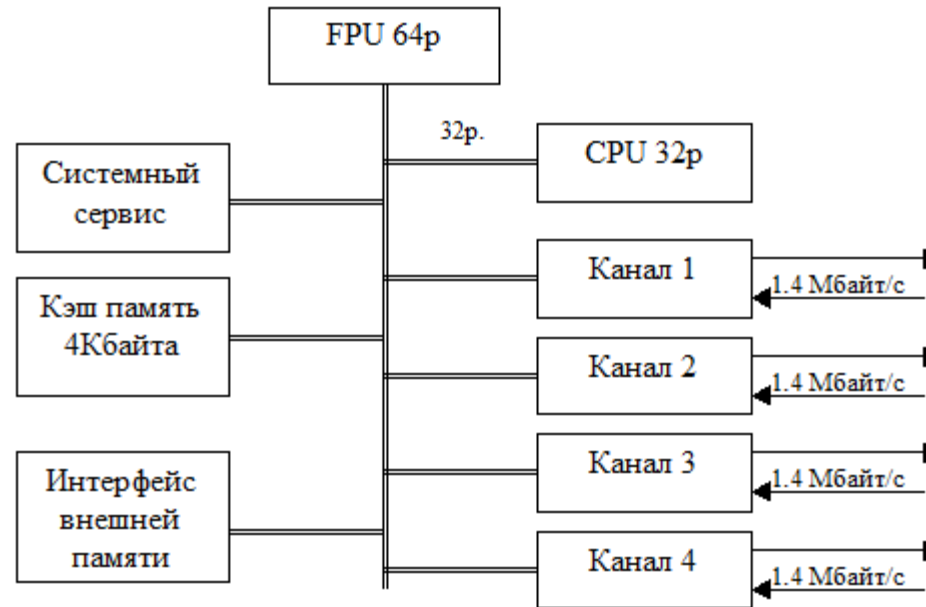
<http://www.aspectspb.ru/solutions/it/highavailability/failover.html>

АСПЕКТ СПб, 2020

Транспьютер и оперативная память

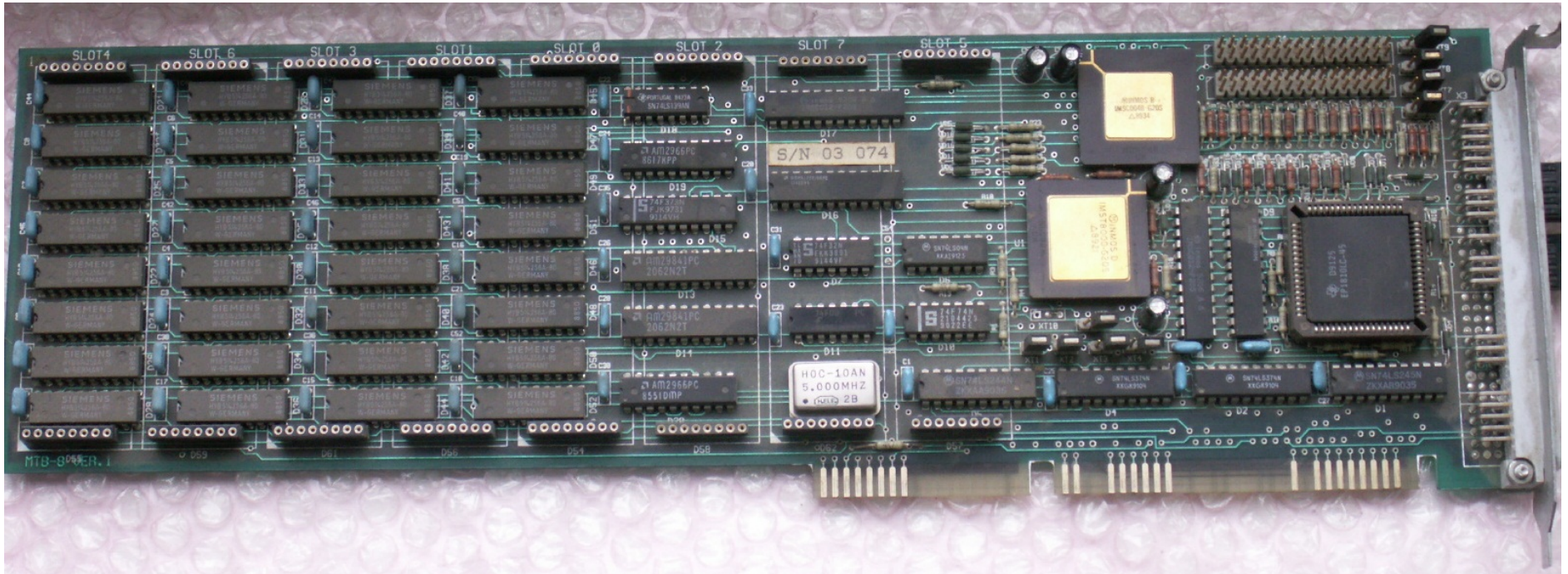


Структура транспьютера T-800

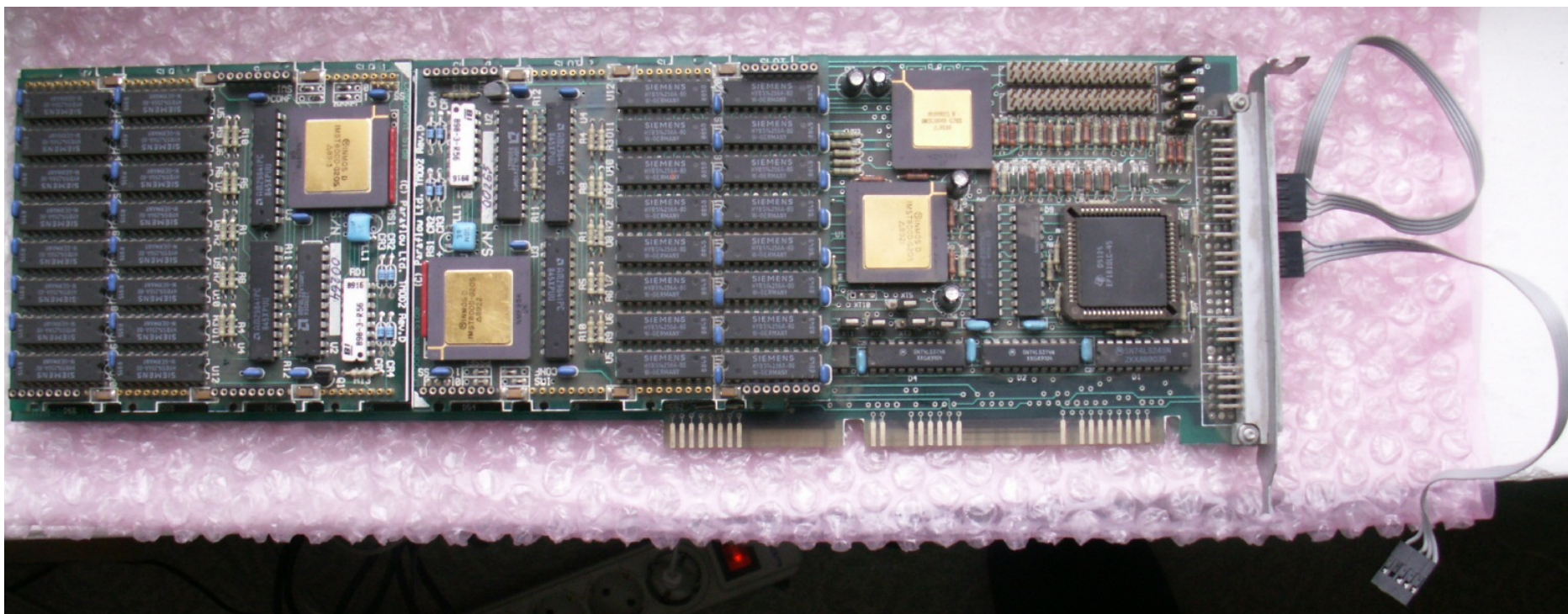


Структура транспьютера T-800

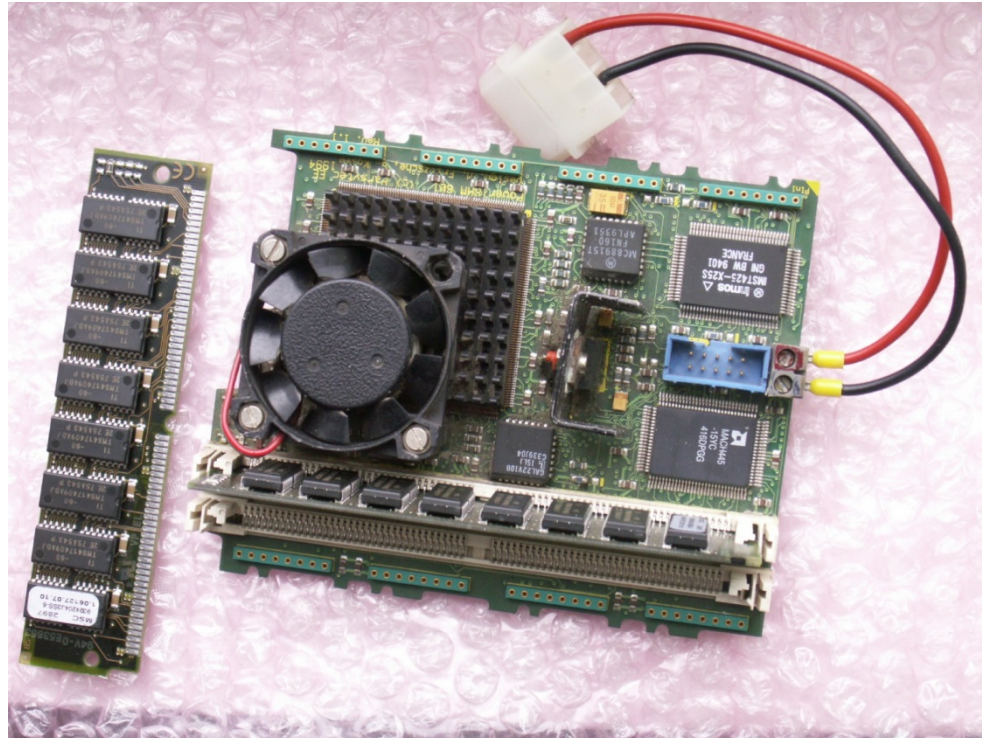
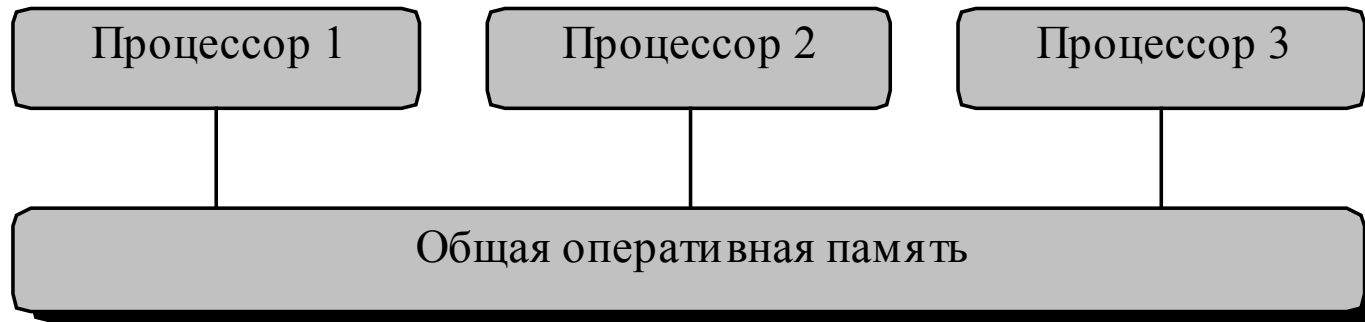
Транспьютерная материнская плата МТБ-8



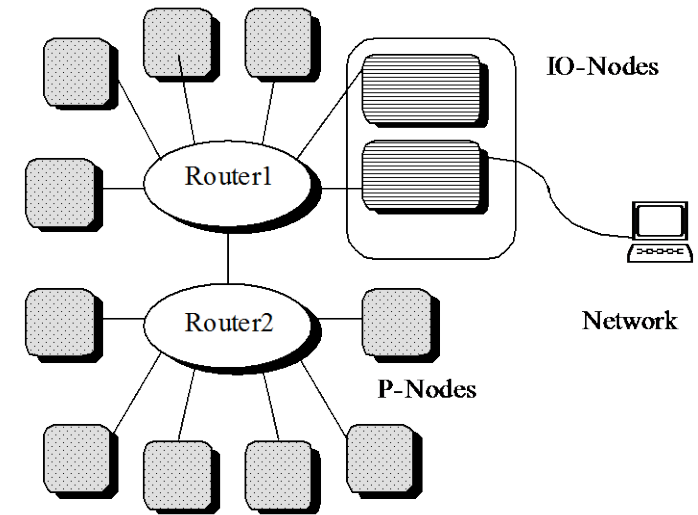
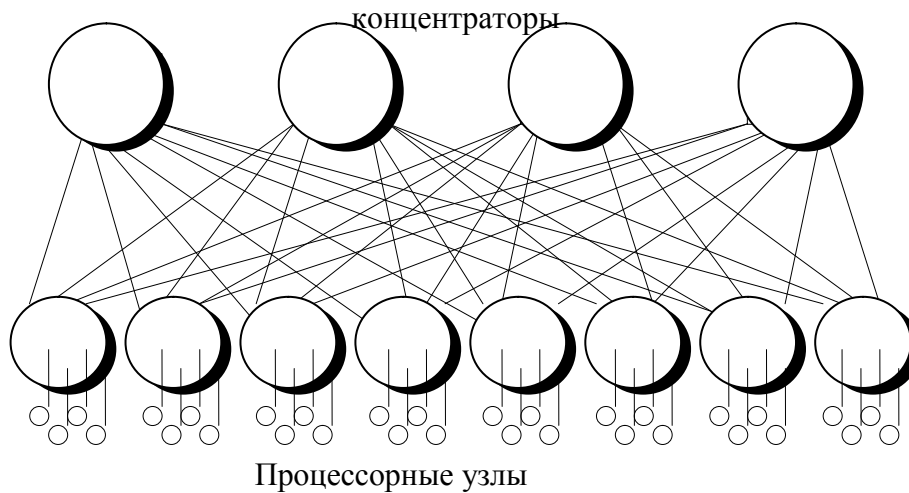
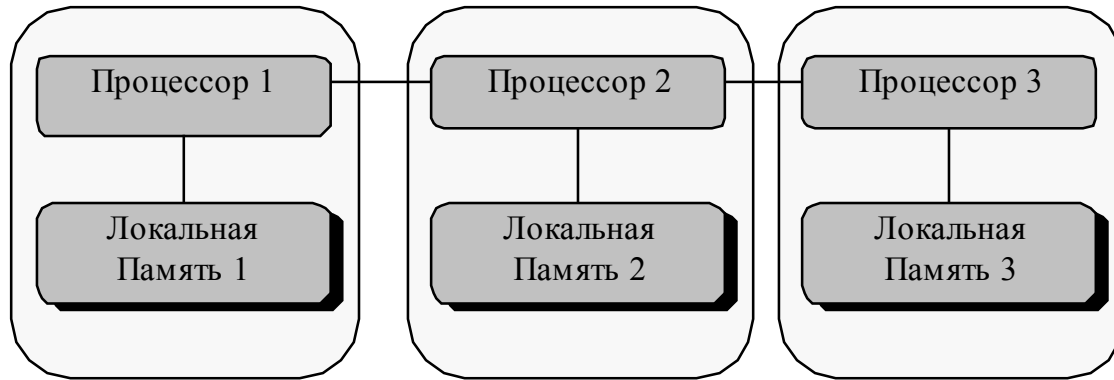
Три транспьютера на плате МТБ-8



Многопроцессорные системы с общей памятью



Многопроцессорные системы с распределенной памятью



Якобовский М.В.

*чл.-корр. РАН, проф., д.ф.-м.н.,
заместитель директора по научной работе
Института прикладной математики
им. М.В. Келдыша Российской академии наук*

[mail: lira@imamod.ru](mailto:lira@imamod.ru)

[web: http://lira.imamod.ru](http://lira.imamod.ru)