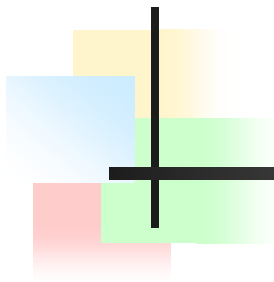


# **Развития компонентой базы для цифровых вычислительных систем нового поколения**



**СПб Политехнический университет**

Москва, 2008 г.

# Содержание

## ■ Введение

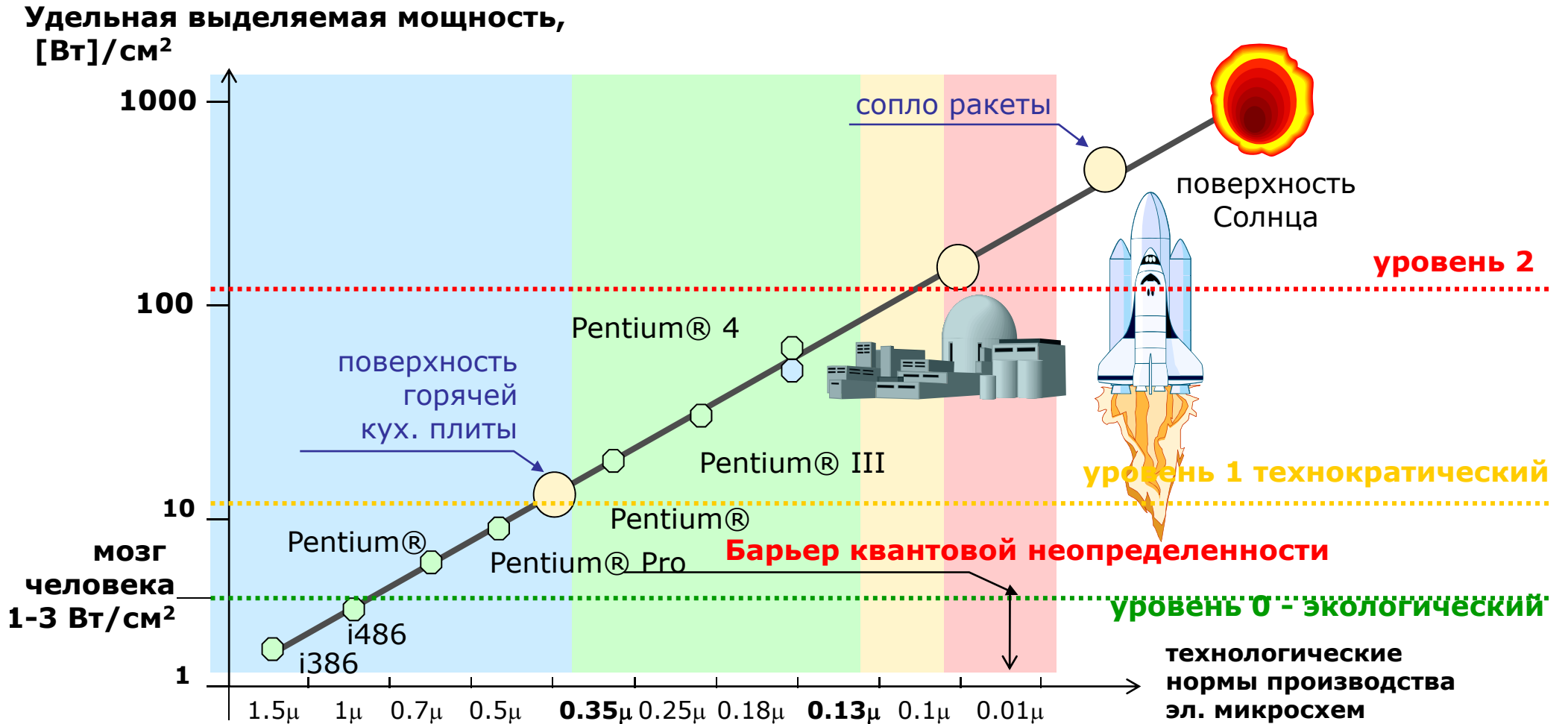
### Часть 1

- Организация вычислений: точнее, быстрее, с меньшими потерями
- Проектная концепция

### Часть 2

- Проектное предложение
- «Дорожная карта» к интегральной наноэлектронной схеме
- ИТ среда для разработки компонентной базы
- Заключение

# Введение: "Перспективы" цифровых технологий



## Актуальная задача:

Цифровые вычисления должны учитывать свойства квантовых процессов

# Актуальный вопрос

Существуют ли пути резкого ( $>10^3$ ) повышения  
производительности (MIPS|FLOP) и удельной  
энерго-информационной (MIPS|FLOP/wt)  
эффективности цифровых  
вычислительных  
устройств

## Что требуется и что это «стоит»

### Что требуется

### «цена» вопроса

1. Точность вычислений

большая разрядность представления чисел  $n$  и сложность структуры вычислителя  $n*s$ ,  
 $s$ - основание системы кодирования чисел

2. Быстродействие

параллельность процессов, высокая частота  $1/T$  обработки, сокращение линейных размеров  $L$  проводников

3. Низкое потребление

высокий информационный **к.п.д.** арифметико-логических устройств

Принцип Ландауэра:

При стирании 1 бит информации: (пусть  $1+0=1$ , т.е. на входе 2 бита, на выходе 1 бит информации, куда «пропал» бит и к чему это приводит?)

Выделяется тепло  $W=k*T*\ln 2$ , ЭТО ЗНАЧИТ, что для «технологии»

$L=22$  нм на процессоре площадью  $1 \text{ см}^2$  будет выделяться  $10^5$  ватт

## Выбор пути (1): модели вычислительных процессов

1. Модель процессора, использующая режим **квантового параллелизма**, основанного на унитарных (**обратимых**) преобразованиях квантовых регистров, находящихся в сцепленных **ненаблюдаемых** состояниях (суперпозиции)

2. Модель процессора, основанная на **необратимых** преобразованиях **наблюдаемых** параметров волновых (частота, фаза) состояний **одиночных** квантовых объектов, **которые** реализуются с использованием :

- «кулоновской блокады» с энергией  $>$  эн.тепл. движения электрона ( $T=4$  К)
- интерференции волновой функции электрона ( $T=<300$  К)
- баллистического транспорта носителей тока ( $T=<300$  К)
- магнитного момента (спина) электрона ( $T=<100$  К)

# Теоретическая база функционирования цифровых процессоров

- Регистровая модель арифметики - кольцо вычетов  $Z(M)$  мощности  $M$
- Кодирование чисел (алфавит) - использование ПСС с основанием  $s=2$
- Точность = разрядность регистров: -  $n = \log_s (M)$

Характеристики цифрового процессора как функции  $n$

- экспоненциальный рост сложности  $C = s^n$
- полиномиальный рост производительности  $P = n^a$

**Вывод: Экстремальный характер зависимости  $C$  при  $n \cdot s = \text{const}$**

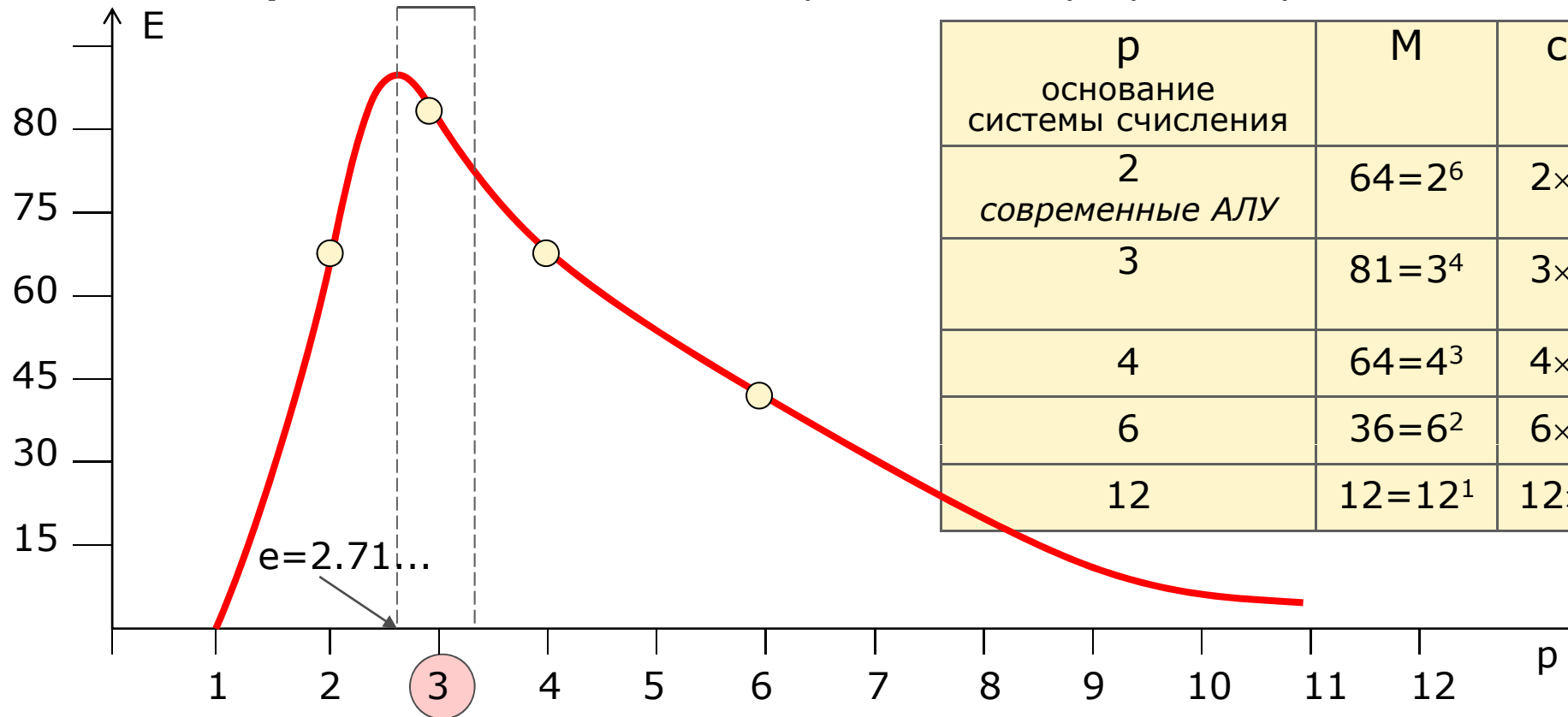
# Возможности совершенствования цифровых процессоров с учетом фундаментальных ограничений

**Алгоритмическая база:** масштабирование, кластеризация, распараллеливание

**Новые макро архитектуры :** векторные, суперскалярные, реконфигурируемые

**Новая физическая база:** SET, оптические устройства,

**Новые принципы вычислений:** обратимые, модулярные, мультилогика





## Часть 2: Проектное предложение

**концепция** разработки «изделие 2012»:

лучшие инновации – сокращение рисков;

лучшие инвестиции – сокращение расходов

**стратегия:** Использование существующих электронных технологий (планарная) изготовления SET и обеспечение конкурентных преимуществ создаваемых изделий за счет ПО и структурных решений

**Цель проекта:** Опытное производство цифровых процессоров для **выстраиваемых цифровых** систем, телематических приложений и информационно-измерительных комплексов