

Приемы разрешения технических  
противоречий

в применении к задачам ИТ

**Сысоев Сергей**

*заместитель генерального директора ООО «Пет роМС»*

*к.ф.-м.н., пользователь ТРИЗ 3-й уровень*

## Приемы разрешения технических противоречий:

1. 50 сильных способов разрешения технических противоречий.
2. Сформулированы Г.С.Альтшуллером в результате анализа патентного фонда.
3. Являются одним из камней фундамента ТРИЗ.
4. Перебор приемов для решения конкретной задачи неэффективен – часто требуются комбинации 2 и более приемов.

Иллюстрации приемов затрагивают как область программного (software), так и область аппаратного обеспечения (hardware)

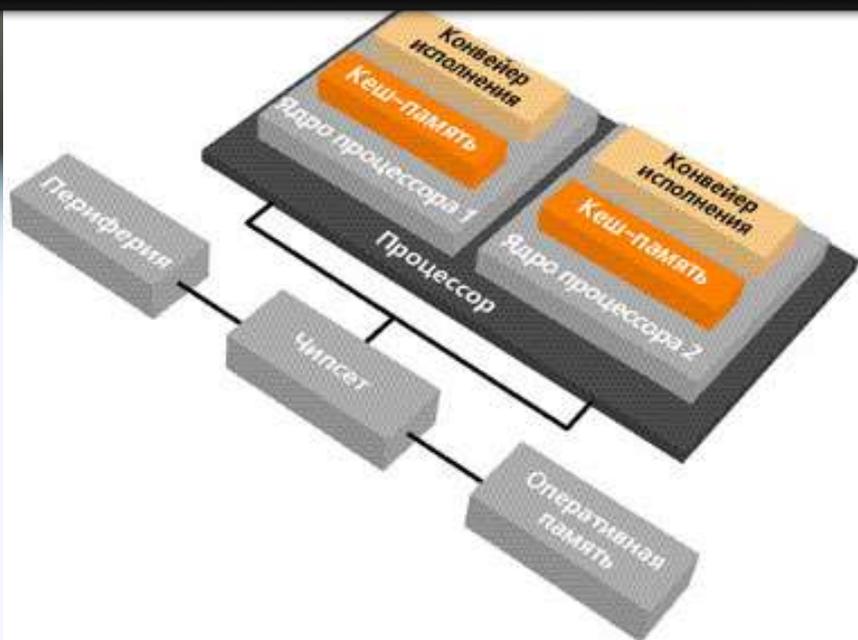
Так будут описываться  
примеры из software

Так будут описываться  
примеры из hardware

# 1. Дробления

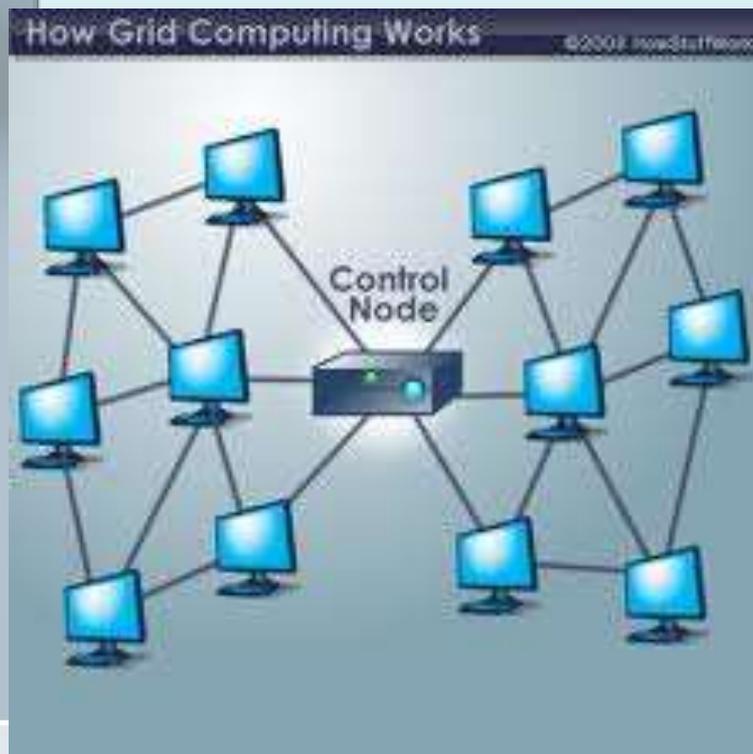
- а) разделить объект на независимые части
- б) выполнить объект разборным
- в) увеличить степень дробления (измельчения) объекта

Многоядерные процессоры увеличивают производительность компьютера за счет дробления потока исполнения



## Грид-технологии

позволяют решать задачи на перебор большого числа вариантов путем сильного дробления множества вариантов и распределения подмножеств между разными вычислителями



# 2. Вынесения

Отделить от объекта мешающую часть (мешающее свойство) или, наоборот, выделить единственно нужную

## Процедуры и функции

в программировании позволяют повысить читабельность и сопровождаемость программы за счет вынесения длинных или повторяющихся участков кода

```
77
78 function exportHeader(sh) {
79     exportCell(sh, excel_index, 7, "Предыдущий период", 1, 5);
80     exportCell(sh, excel_index, 17, "Предыдущий период", 1, 5);
81
82     exportCell(sh, excel_index, 1, "", 2, 1);
83
84     exportCell(sh, excel_index, 2, "Количество", 2, 1);
85     exportCell(sh, excel_index, 3, "Сумма", 2, 1);
86     exportCell(sh, excel_index, 4, "Госпошлина", 2, 1);
87     exportCell(sh, excel_index, 5, "ГПКЖ", 2, 1);
88     exportCell(sh, excel_index, 6, "Сумма присужденного", 2, 1);
89
90     exportCell(sh, excel_index + 1, 7, "Количество", 1, 1);
91     exportCell(sh, excel_index + 1, 8, "Сумма", 1, 1);
92     exportCell(sh, excel_index + 1, 9, "Госпошлина", 1, 1);
93     exportCell(sh, excel_index + 1, 10, "ГПКЖ", 1, 1);
94     exportCell(sh, excel_index + 1, 11, "Сумма присужденного", 1, 1);
95
96     exportCell(sh, excel_index, 12, "Количество (доллары)", 2, 1);
97     exportCell(sh, excel_index, 13, "Сумма (доллары)", 2, 1);
98     exportCell(sh, excel_index, 14, "Госпошлина (доллары)", 2, 1);
99     exportCell(sh, excel_index, 15, "ГПКЖ (доллары)", 2, 1);
100    exportCell(sh, excel_index, 16, "Сумма присужденного (доллары)", 2, 1);
101
102    exportCell(sh, excel_index + 1, 17, "Количество (доллары)", 1, 1);
103    exportCell(sh, excel_index + 1, 18, "Сумма (доллары)", 1, 1);
104    exportCell(sh, excel_index + 1, 19, "Госпошлина (доллары)", 1, 1);
105    exportCell(sh, excel_index + 1, 20, "ГПКЖ (доллары)", 1, 1);
106    exportCell(sh, excel_index + 1, 21, "Сумма присужденного (доллары)", 1, 1);
107 }
```

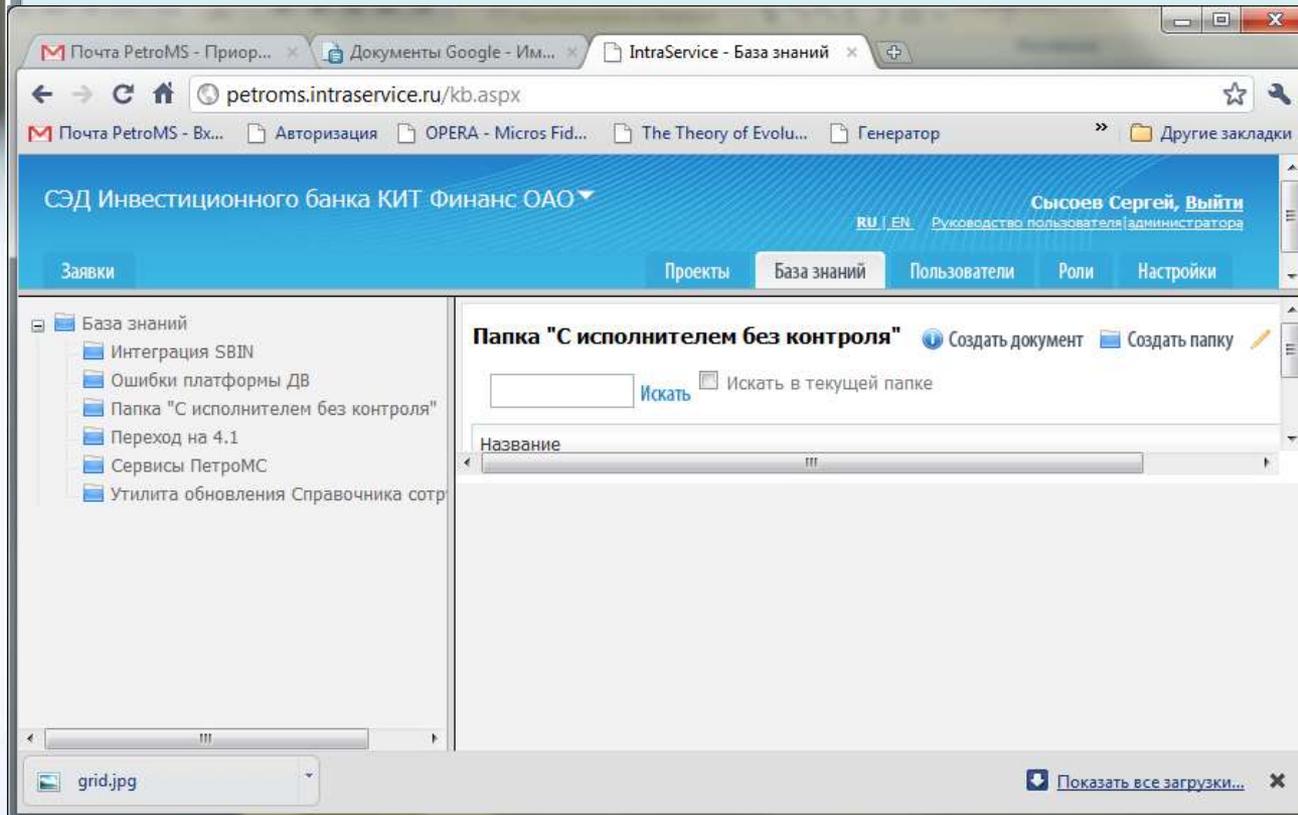
```
59 function exportCell(sh, i, j, value, height, length) {
60     var k;
61     sh.cells(i + height - 1, j).Value = value;
62     sh.cells(i + height - 1, j).Font.Bold = true;
63     sh.cells(i + height - 1, j).Font.Size = sh.cells(i + height - 1, j).Font.Size;
64     for (k = 0; k < height; k++) {
65         sh.cells(i + k, j).Borders(7).LineStyle = 1;
66         sh.cells(i + k, j).Borders(7).Weight = -4138;
67         sh.cells(i + k, j + length).Borders(7).LineStyle = 1;
68         sh.cells(i + k, j + length).Borders(7).Weight = -4138;
69     }
70     for (k = 0; k < length; k++) {
71         sh.cells(i, j + k).Borders(8).LineStyle = 1;
72         sh.cells(i, j + k).Borders(8).Weight = -4138;
73         sh.cells(i + height, j + k).Borders(8).LineStyle = 1;
74         sh.cells(i + height, j + k).Borders(8).Weight = -4138;
75     }
76 }
```

## 2. Вынесения

Отделить от объекта мешающую часть (мешающее свойство) или, наоборот, выделить единственно нужную

### SaaS (Software as a Service), PaaS, IaaS

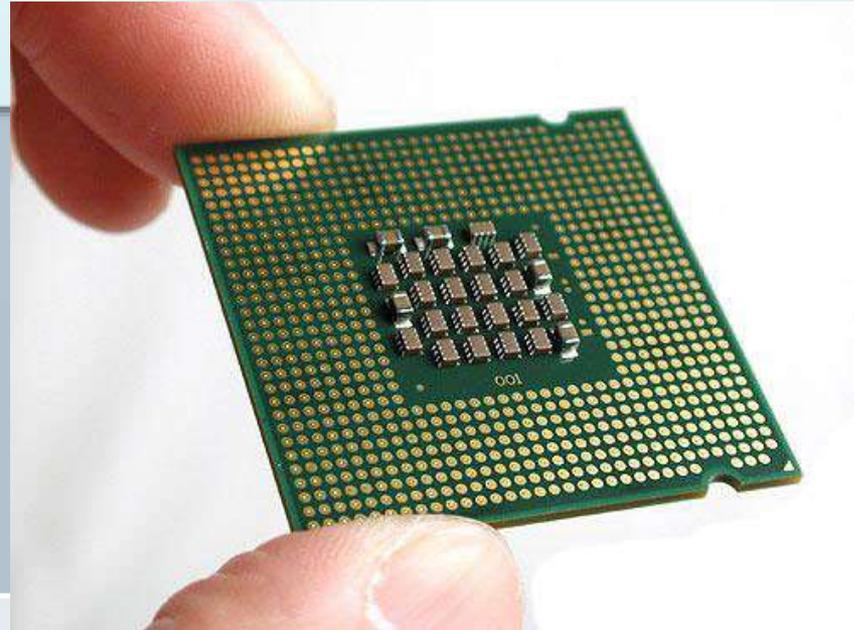
Подходы позволяют избавить предприятие от организации не свойственных ему процессов сопровождения информационных систем. Программное обеспечение выносится за пределы предприятия и предоставляется ему в виде услуги



### 3. Местного качества

- а) перейти от однородной структуры объекта (или внешней среды, внешнего воздействия) к неоднородной
- б) разные части объекта должны выполнять различные функции
- в) каждая часть объекта должна находиться в условиях, наиболее благоприятных для ее работы

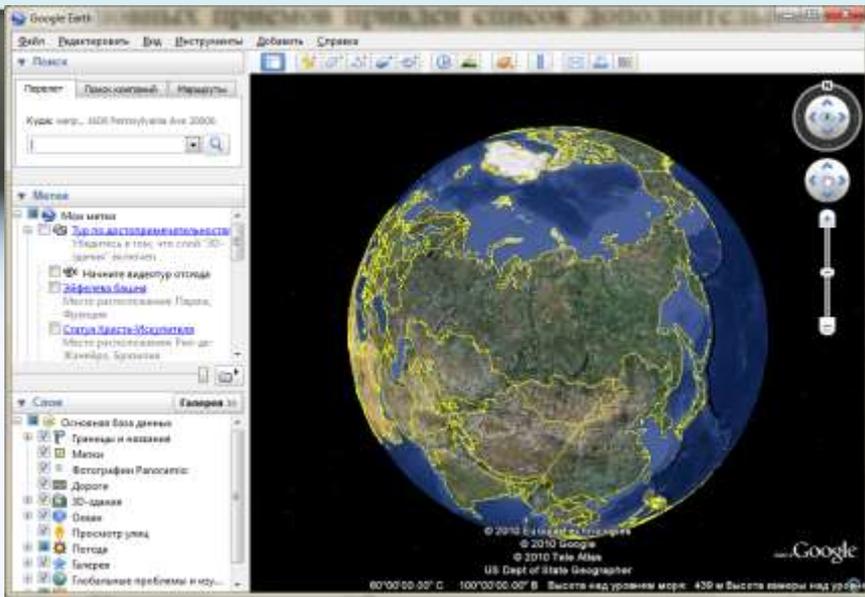
Реализация небольшой части кода на аппаратном уровне позволяет существенно ускорить работу программно-аппаратного комплекса (если этот код часто вызывается)



# 4. Асимметрии

- а) перейти от симметричной формы объекта к асимметричной
- б) если объект асимметричный, увеличить степень асимметрии

Асимметричные окна интерфейса позволяют эффективно расходовать пространство экрана



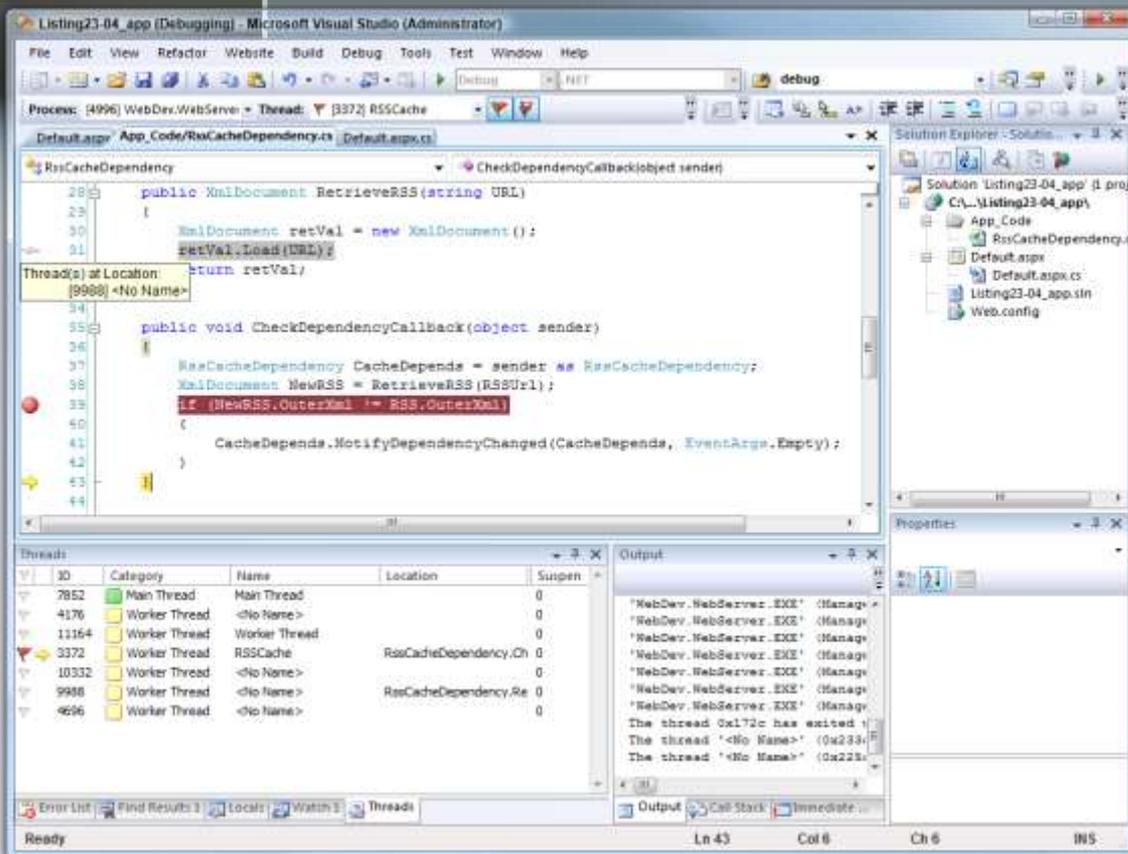
Асимметричный подход процессора к исполнению процессов позволяет более важным (критичным по времени) процессам исполняться быстрее



# 5. Объединения

- а) объединить однородные или предназначенные для смежных операций объекты
- б) объединить во времени однородные или смежные операции

IDE разработчика представляет собой объединение смежных инструментов – текстового редактора, менеджера проекта, системы контроля версий, отладчика, компилятора и т.д., что повышает эффективность работы



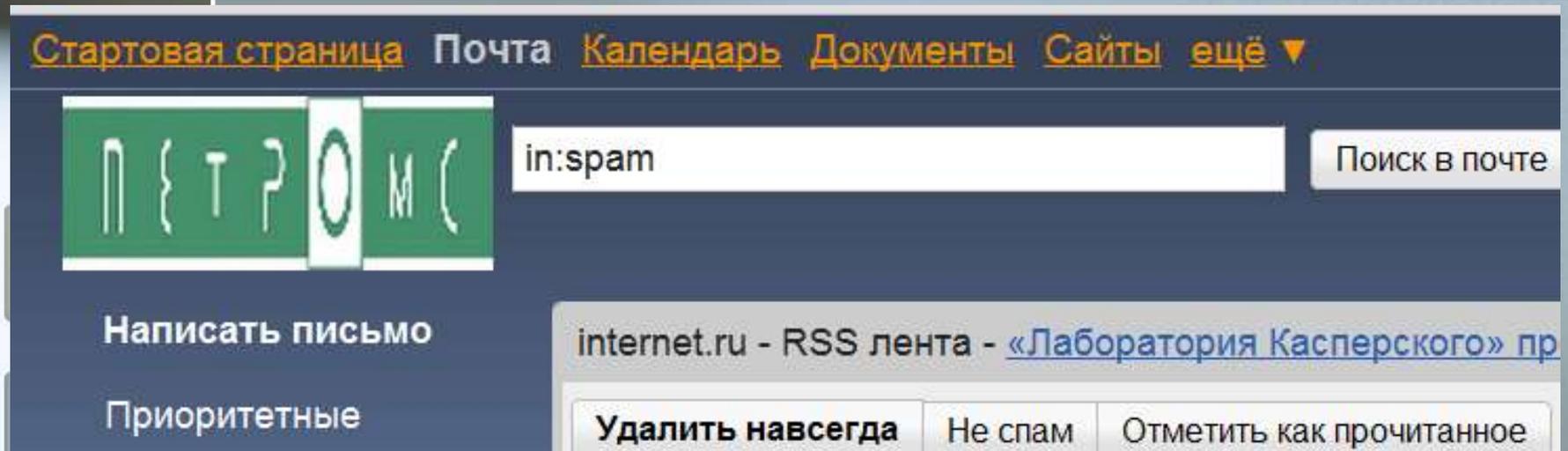
Мобильность мобильных устройств обеспечивается за счет объединения экрана, системного блока и устройств ввода



# 5. Объединения

- а) объединить однородные или предназначенные для смежных операций объекты
- б) объединить во времени однородные или смежные операции

Google объединил электронную почту с системой документооборота, календарем, сайтами и т.д. – и получил новый продукт Google Apps, который в отличие от составляющих можно **продавать** (составляющие предоставлялись даром)



# 6. Универсальности

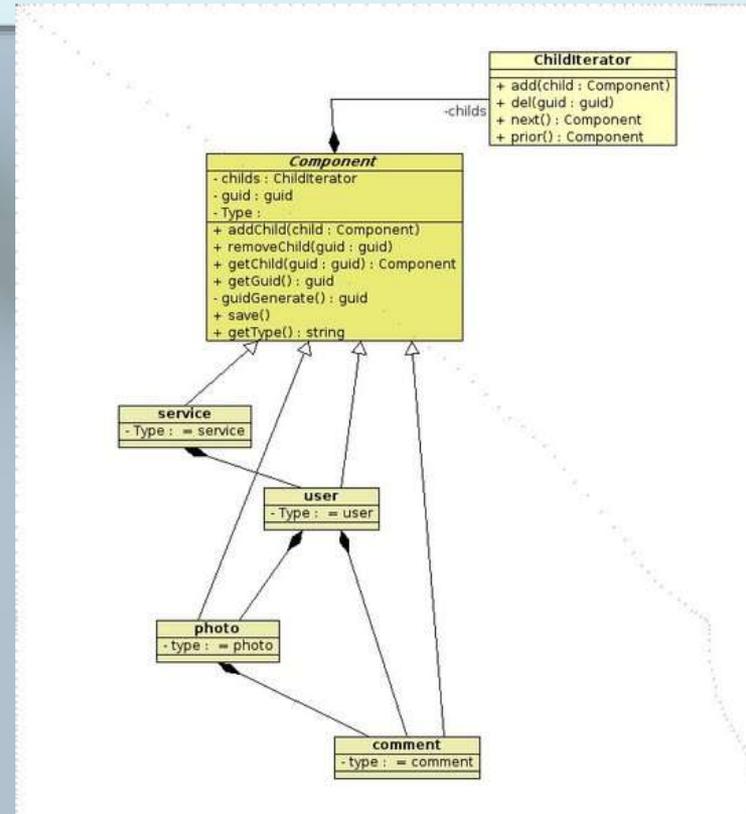
Объект выполняет несколько разных функций, благодаря чему отпадает необходимость в других объектах



# 7. Матрешки

- а) один объект расположен внутри другого, который в свою очередь, расположен внутри третьего и так далее
- б) один объект проходит через полости другого объекта

Инкапсулирование объектов в объектно-ориентированном программировании позволяет программисту при создании и уничтожении объектов не заботиться обо всех их дочерних объектах



# 8. Антивеса

- а) компенсировать вес объекта соединением с другими объектами, обладающими подъемной силой
- б) компенсировать вес объекта взаимодействием со средой

Прямого аналога «весу объекта» в ИТ нет. Если в качестве компенсируемого параметра предложить стоимость, то положительная стоимость разработки интернет ресурсов компенсируется отрицательной стоимостью отображаемой на них рекламы, что позволяет предоставить пользователю бесплатные сервисы

Поиск в Интернете [Картинки](#) [Видео](#) [Товары](#) [Люди](#) [Карты](#) [Ответы](#) [Работа](#) [Словари](#) [Hi-tech](#)

Сейчас ищут: [Relax](#) [? Что ищут люди в Интернете?](#)

 **Nissan Qashqai. Ярче стиль. Круче нрав.**  
Специальный кредит «4,9»  
[Подробнее у официальных дилеров Nissan](#)

Новости [Авто](#) [Афиша](#) [Hi-Tech](#) [Леди](#) [Игры](#)

 [В США скончался российский актер Виктор Ильичев](#)

- [Винovníк ДТП на Украине мог состоять в секте](#)
- [Чиновник Росрезерва втихую продал 4 истребителя](#)
- [Погода согласно народным приметам](#)
- [Потенциально обитаемая планета пропала с небосвода](#)
- [Собчак вывелa Волочкову на чистую воду](#)
- [Тонировке пришел конец](#)
- [В Афинах полиция штурмует Акрополь \(ВИДЕО\)](#)

Санкт-Петербург

**БОЛЬШАЯ  
КОСМИЧЕСКАЯ  
ДИСКOTEKA  
ДЕТСКОГО РАДИО  
В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ**

**DISCO  
ДЕТСКОЕ  
РАДИО**

**5 – 6 Н О Я Б Р Я  
ЛЕДОВЫЙ ДВОРЕЦ**

# 9. Предварительного антидействия

а) заранее придать объекту напряжения, противоположные недопустимым или нежелательным рабочим напряжениям  
б) если по условиям задачи необходимо совершить какие-либо действия, надо заранее совершить антидействие

Недопустимо для разработчика бесплатное использование программы после истечения срока действия оплаченной (или бесплатной) лицензии. Для предотвращения этого в коде закладывается антидействие – проверка актуальности ключа и автоматическое отключение программы, если ключ просрочен

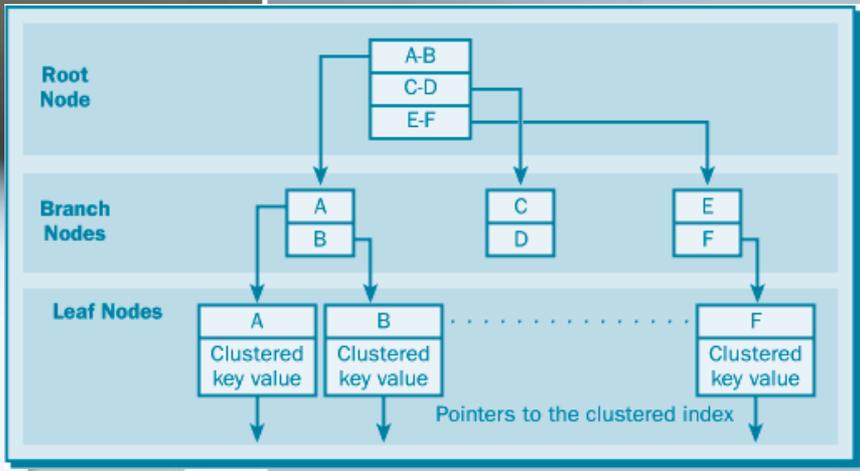


# 10. Предварительного действия

- а) заранее выполнить требуемое действие (полностью или частично)
- б) заранее расставить объекты так, чтобы они могли войти в действие без затрат времени на доставку или с наиболее удобного места

Для ускорения поиска в таблицах СУБД регулярно перестраивает индексы

Перед выходом на рынок ПО проходит различные этапы предварительного тестирования



Wanna be a Mozilla test pilot?

# 11. Заранее подложенной подушки

Компенсировать относительно невысокую надежность объекта заранее подготовленными аварийными средствами

Для исключения ситуаций отказа в обслуживании, в программировании введен механизм обработки исключений – exceptions. Программист пишет обработчик ситуаций (блок catch), которые могут возникнуть в блоке try.

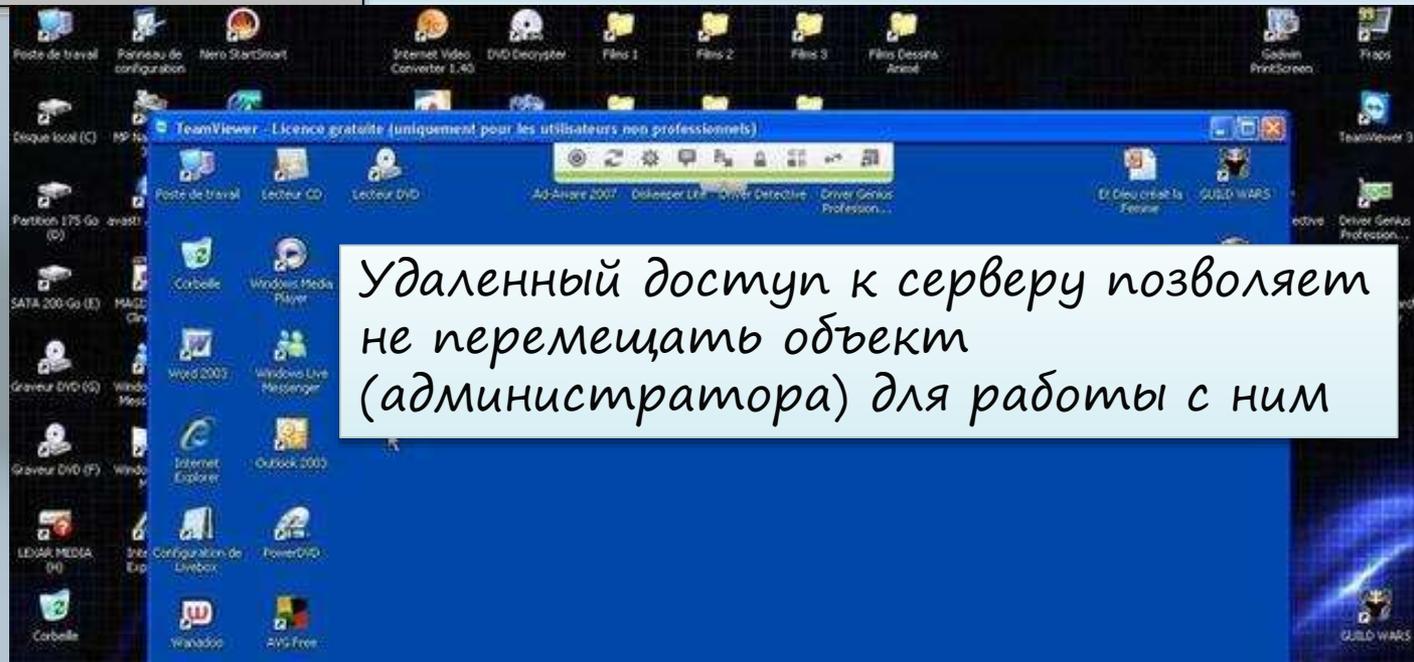
```
{  
  try  
  {  
    SetColumnFiltersA  
  }  
  catch { }  
}
```



```
Enter Run...  
Enter func1...  
Entering Try block...  
Enter Func2...  
Exception caught and handled  
Exit func1...  
Exit Run...
```

# 12. Эквивалентность

Изменить условия работы так, чтобы не приходилось поднимать или опускать объект



# 13. Наоборот

- а) вместо действия, диктуемого условиями задачи, совершить обратное действие
- б) сделать движущуюся часть объекта или внешней среды неподвижной, а подвижную - движущейся

Задача формирования большого экрана решается с помощью маленьких экранов в видео-очках



# 14. Сферо-идальности

- а) перейти от прямолинейных частей к криволинейным, от плоских объектов к сферическим, от частей, выполненных в форме куба и параллелепипеда, к шаровым конструкциям
- б) использовать ролики, шарниры, спирали
- в) перейти от прямолинейного движения к вращательному, использовать центробежную силу



Шарик в манипуляторах используется для точного определения направления движения



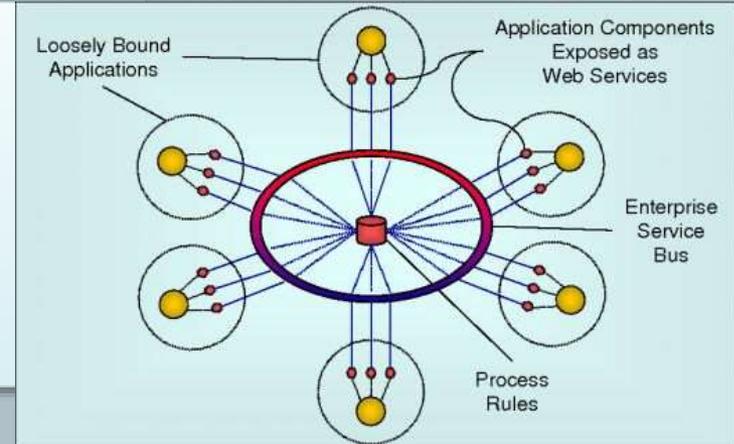
# 15. Динамичности

- а) характеристики объекта (или внешней среды) должны меняться так, чтобы быть оптимальными на каждом этапе работы
- б) разделить объект на части, способные перемещаться относительно друг друга
- в) если объект в целом неподвижен, сделать его подвижным, перемещающимся



**DLL** – библиотеки, подгружаемые динамически, во время работы программы, при возникновении потребности. Это дает возможность поддерживать минимальный размер программы в памяти компьютера

**SOA** – архитектура информационных систем, позволяющая разбить общий функционал на части, и позволить этим частям взаимодействовать



# 15. Дина- мичности

- а) характеристики объекта (или внешней среды) должны меняться так, чтобы быть оптимальными на каждом этапе работы
- б) разделить объект на части, способные перемещаться относительно друг друга
- в) если объект в целом неподвижен, сделать его подвижным, перемещающимся

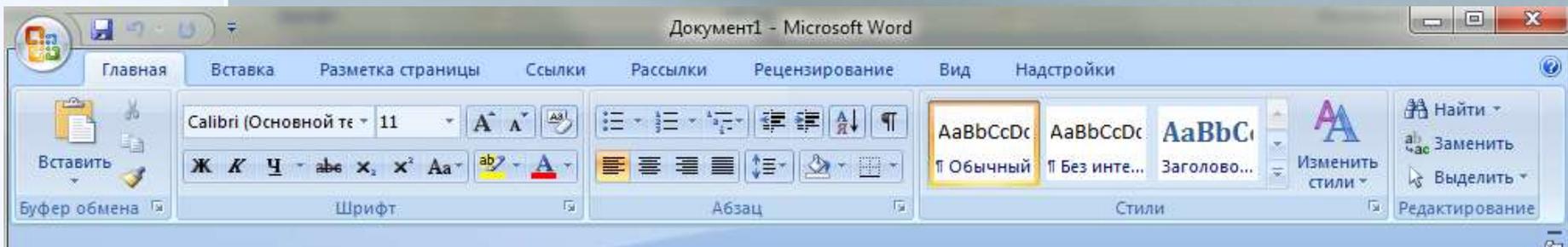


# 16. Частичного или избыточного действия

Если трудно получить 100% требуемого эффекта, надо получить чуть меньше или чуть больше – задача при этом существенно упростится

Интерфейс MS Office избыточен, поскольку очень трудно дать пользователям именно тот набор функций, который им нужен

Нагрузочное тестирование, давая нагрузку на ПО, существенно выше штатной, позволяет выявлять скрытые дефекты, редко проявляющиеся при нормальной работе



# 17. Перехода в другое измерение

Серверная стойка позволяет удобно размещать, подключать и обслуживать серверы, имеющие плоскую конфигурацию



- а) трудности, связанные с движением, (или размещением) объекта на линии, устраняются, если объект приобретает возможность перемещаться в двух измерениях (т.е. в плоскости). Соответственно, задачи, связанные с движением (или размещением) объекта в одной плоскости, устраняются при переходе к пространству трех измерений
- б) использовать многоэтажную компоновку объектов вместо одноэтажной
- в) наклонить объект или положить его «на бок»
- г) использовать обратную сторону данной площади
- д) использовать оптические потоки, падающие на соседнюю площадь, или на обратную сторону имеющейся площади

# 18. Использование механических колебаний

Аналогов в ИТ не найдено

- а) привести объект в колебательное движение
- б) если такое движение уже совершается, увеличить его частоту (вплоть до ультразвуковой)
- в) использовать резонансную частоту
- г) применить вместо механических вибраторов пьезовибраторы
- д) использовать ультразвуковые колебания совместно с электромагнитными полями

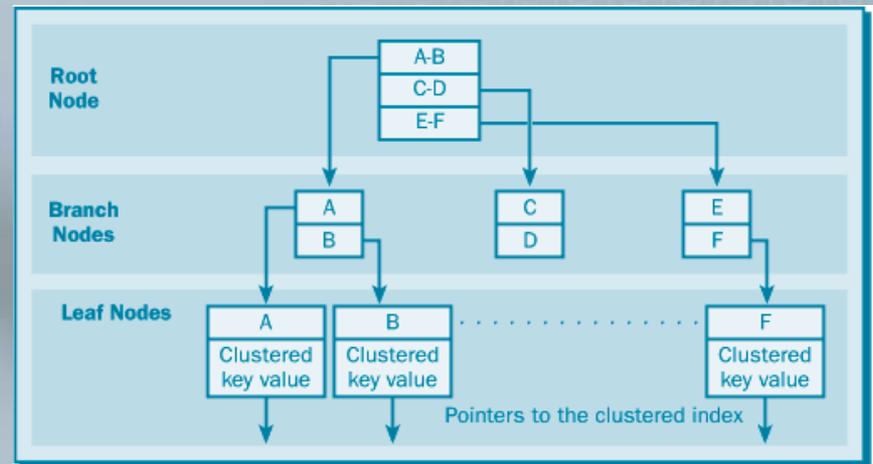


# 19. Периодического действия

## Перестроение индексов в БД

выполняется периодически, так как постоянное перестроение вызывает существенную нагрузку на сервер СУБД

- а) перейти от непрерывного действия к периодическому (импульсному)
- б) если действие уже осуществляется периодически, изменить периодичность
- в) использовать паузы между импульсами для другого действия



# 20. Непрерывности полезного действия

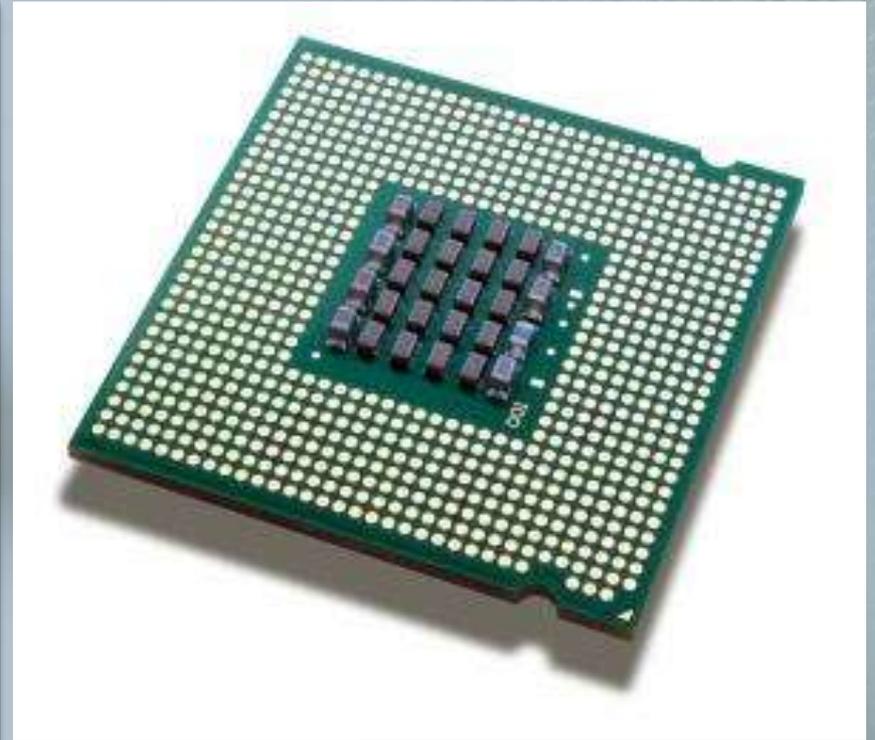
- а) вести работу непрерывно (все части объекта должны все время работать с полной нагрузкой)
- б) устранить холостые и промежуточные ходы

Процессор выполняет элементарную операцию в результате такта – импульсного сигнала на своих входах

Время между тактами не используется в полезных операциях

Повышение тактовой частоты приводит к повышению процента полезного использования времени процессора

ИКР – исчезновение тактовой частоты, непрерывный процессор

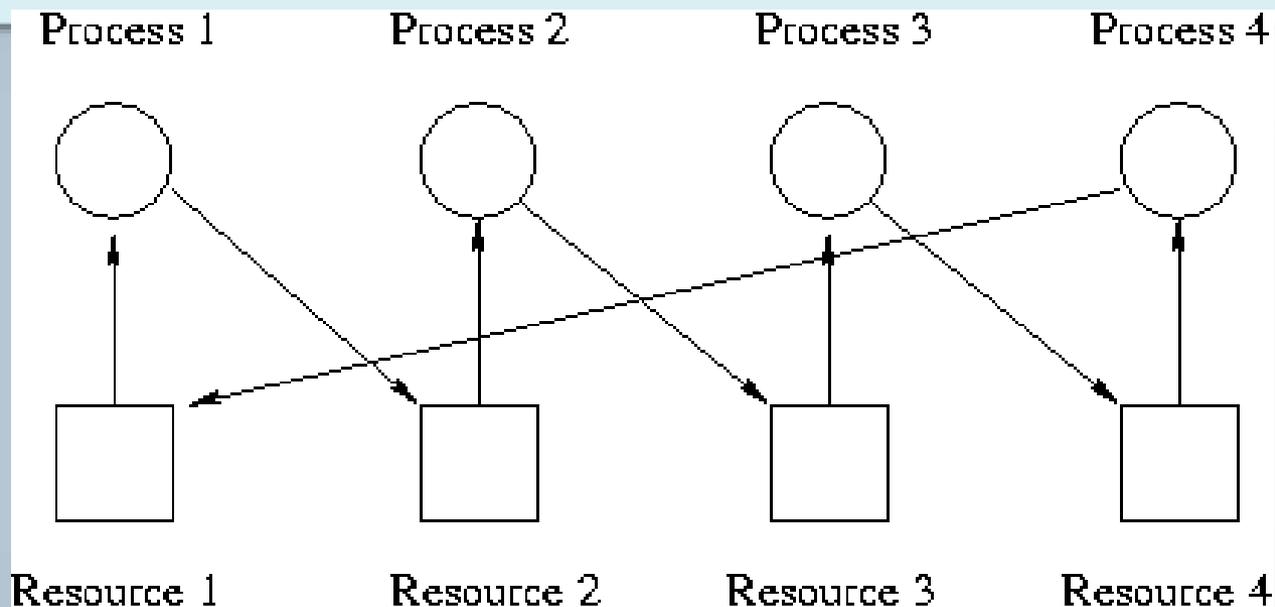


# 21. Проскока

Вести процесс или отдельные его этапы (например, вредные или опасные) на большой скорости

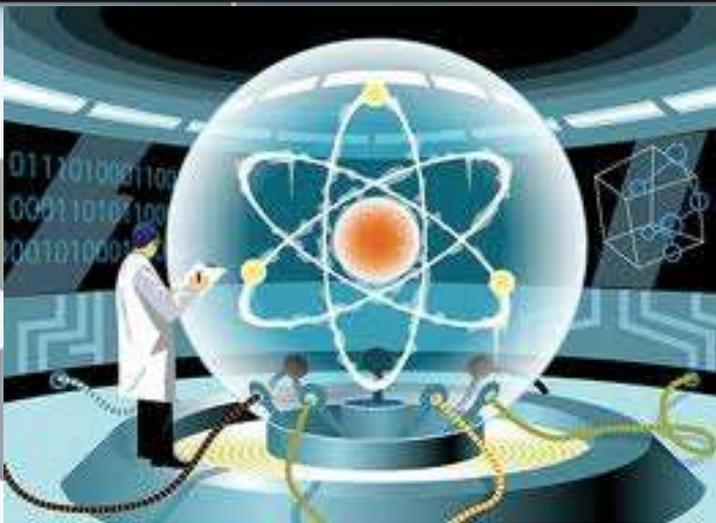
В программах есть участки кода, при исполнении которых нельзя ни в коем случае прерывать программу (обращения к ресурсам, транзакции). Защита от прерываний (или блокировка ресурса) на подобном участке вынуждает остальные процессы ждать, пока исполнится защищенный участок кода (освободится ресурс), что негативно сказывается на планировании процессорного времени.

Для уменьшения вероятности негативных последствий защищенные участки кода принято делать очень короткими и оптимальными – чтобы они быстро проскакивали на процессоре и не срывали процесс диспетчеризации



# 22. Обратить вред в пользу

Наличие квантовых эффектов при уменьшении размеров транзистора не позволяет создавать классический компьютер, однако именно это позволит перейти к более перспективным квантовым вычислениям



- а) использовать вредные факторы (в частности вредное воздействие среды) для получения положительного эффекта
- б) устранить вредный фактор за счет сложения с другими вредными факторами
- в) усилить вредный фактор до такой степени, чтобы он перестал быть вредным

Снижение производительности программного обеспечения привело к повышению интенсивности роста производительности аппаратного обеспечения, породив спрос на более мощные вычислители

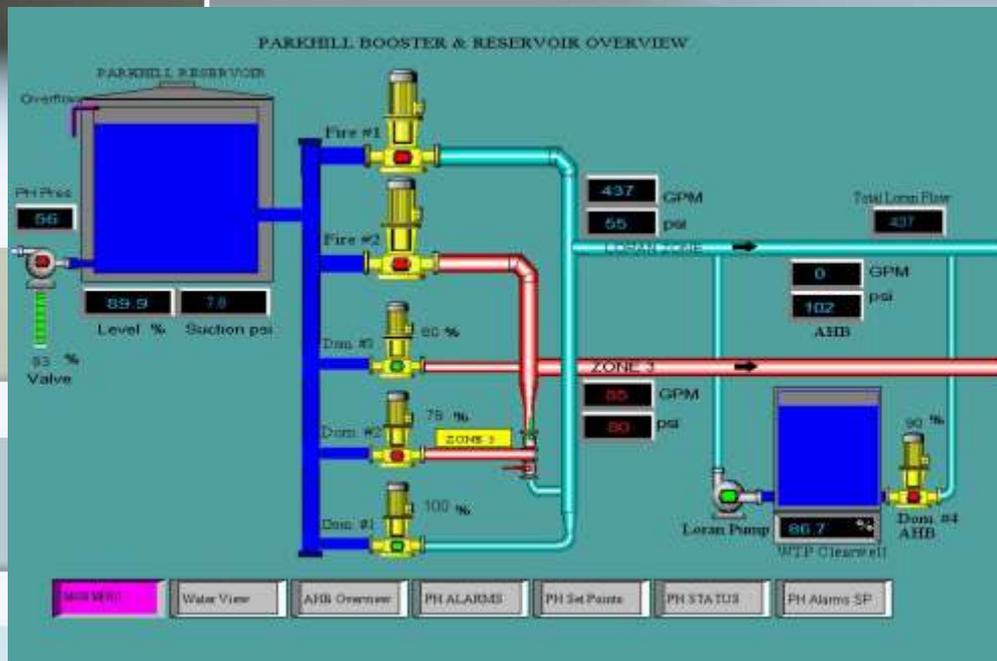


# 23. Обратной связи

- а) ввести обратную связь
- б) если обратная связь есть, изменить ее

Системы управления технологическими процессами обеспечивают отображение в реальном времени результатов выполнения управляющих воздействий

В операционных системах реального времени (ОСРВ) существуют механизмы, постоянно измеряющие нагрузку на ресурсы, и выдающие предупреждения в случаях потенциального отказа в обслуживании



# 24. Посредника

а) использовать промежуточный объект, переносящий, или передающий действие  
б) на время присоединить к объекту другой (легкоудаляемый) объект

Процесс генерации кода прямо из текста программы на языке высокого уровня (ЯВУ) невероятно сложен. Поэтому программа на ЯВУ сначала преобразовывается в синтаксическое дерево – объект посредник. С синтаксическим деревом может работать оптимизатор и генератор кода

Для работы приложений на разных платформах (ОС, оборудование) разработаны языки типа Java – использующие виртуальную машину или интерпретатор (посредник между программой и платформой)

Процесс генерации кода прямо из текста программы на языке высокого уровня (ЯВУ) невероятно сложен. Поэтому программа на ЯВУ сначала преобразовывается в синтаксическое дерево – объект посредник. С синтаксическим деревом может работать оптимизатор и генератор кода

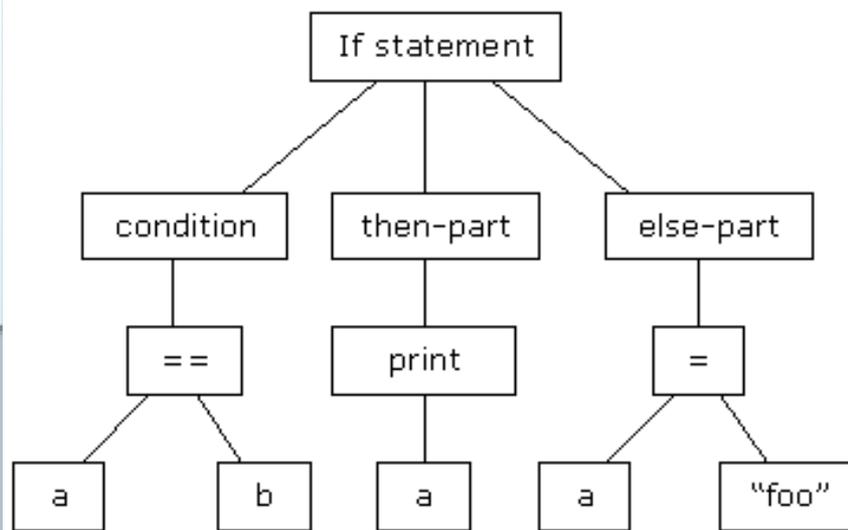


Fig. 1. Example syntax tree for the statement:  
`if (a == b) print a; else a = "foo";`

# 25. Само-обслуживания

- а) объект должен сам себя обслуживать, выполняя вспомогательные и ремонтные операции
- б) использовать отходы (энергии, вещества)

Некоторые языки и платформы (Java, .NET) сами следят за управлением и освобождением памяти, не полагаясь в этой задаче на программиста. Освобождением памяти в них занимаются **сборщики мусора**

В объектно-ориентированном программировании на каждый объект при его удалении возлагается операция по освобождению своих ресурсов и удалению дочерних объектов. При таком подходе программисту не надо помнить о том, что у объекта внутри, чтобы правильно удалить его



# 26. Копирования

а) вместо недоступного, сложного, дорогостоящего, неудобного или хрупкого объекта использовать его упрощенные или дешевые копии

б) заменить объект или систему объектов их оптическими копиями (изображениями).

Использовать при этом изменение масштаба (увеличение или уменьшение копии)

в) если используются видимые оптические копии, перейти к копиям инфракрасным и ультрафиолетовым

Использование виртуальных машин

Работа с электронными документами вместо бумажных – позволяет ускорить доставку документа, обеспечить его сохранность, распараллелить работу с ним



Использование симуляторов



# 27. Дешевая недолговечность взамен дорогой долговечности

Заменить дорогой объект набором дешевых объектов, поступившись при этом некоторыми качествами (например, долговечностью)

Вместо аппаратной реализации алгоритма выполняют его программную реализацию – при этом снижаются скорость работы и стоимость



# 28. Замена механической схемы

Шариковые мыши сменились оптическими – они более надежны



а) заменить механическую схему оптической, акустической или «запаховой»

б) использовать электрические, магнитные или

электромагнитные поля для взаимодействия с объектом

в) перейти от неподвижных полей к движущимся, от фиксированных к меняющимся во времени, от неструктурных к имеющим определенную структуру

г) использовать поля в сочетании с ферромагнитными частицами

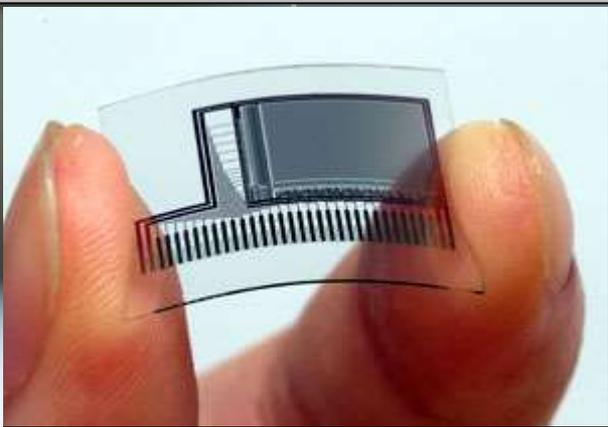
# 29. Использование пневмо- и гидроконструкций

Вместо твердых частей объекта использовать газообразные и жидкие; надувные и гидронаполненные, воздушную подушку, гидростатические и гидрореактивные



# 30. Использование гибких оболочек и тонких пленок

- а) вместо обычных конструкций использовать гибкие оболочки и тонкие пленки
- б) изолировать объект от внешней среды с помощью гибких оболочек и тонких пленок



# 31. Применение пористых материалов

- а) выполнить объект пористым или использовать дополнительные пористые элементы (вставки, покрытия и так далее)
- б) если объект уже выполнен пористым, заполнить поры каким-то веществом



Для шумоизоляции на внутренние стенки корпуса системного блока наклеивают пористый материал

# 32. Изменение окраски

- а) заменить окраску объекта или внешней среды
- б) изменить степень прозрачности объекта или внешней среды

Подсветка синтаксиса облегчает восприятие текста программы

```
package modules::parser;

use strict;
use modules::common;

use Digest::MD5 qw(md5_hex);
use Compress::Zlib;

sub new {
    my $self = {};
    my (%vars)=@_;
    $self->{URL} = $vars{URL};
    $self->{HOST} = $vars{HOST};
    $self->{COOKIES} = $vars{COOKIES}||"tmp/lwpcookies.txt";
    $self->{VAR} = {};
    $self->{VAL} = {};
    $self->{TAG} = {};
    $self->{CONTENT} = $vars{CONTENT};
    $self->{ERROR} = undef;
    $self->{TRY} = 5;
    bless ($self);
    return $self;
}

sub exist { return 0 if not -f $_[0]; my @stat=stat $_[0]; retu
sub mkdir {
```

# 33. Однородности

Объекты, взаимодействующие с данным объектом должны быть сделаны из того же материала (или близкого к нему по свойствам)

XML обеспечивает обмен данными между приложениями разных вендоров и с разной структурой



<xml>  
</xml>  
<xml></xml>  
<xml>



# 34. Отброса и регенерации частей

Освобождение и захват оперативной памяти

- а) выполнившая свое назначение или ставшая ненужной часть объекта, должна быть отброшена (растворена, испарена и так далее) или видоизменена непосредственно в ходе работы
- б) расходуемая часть объекта должна быть восстановлена непосредственно в ходе работы



# 35. Изменение физико-химических параметров объекта

- а) изменить агрегатное состояние объекта
- б) изменить концентрацию или консистенцию
- в) изменить степень гибкости
- г) изменить температуру

Аналогов в ИТ не найдено



# 36. Применение фазовых переходов

Использовать явления, возникающие при фазовых переходах, например, изменение объема, выделение или поглощение тепла и так далее

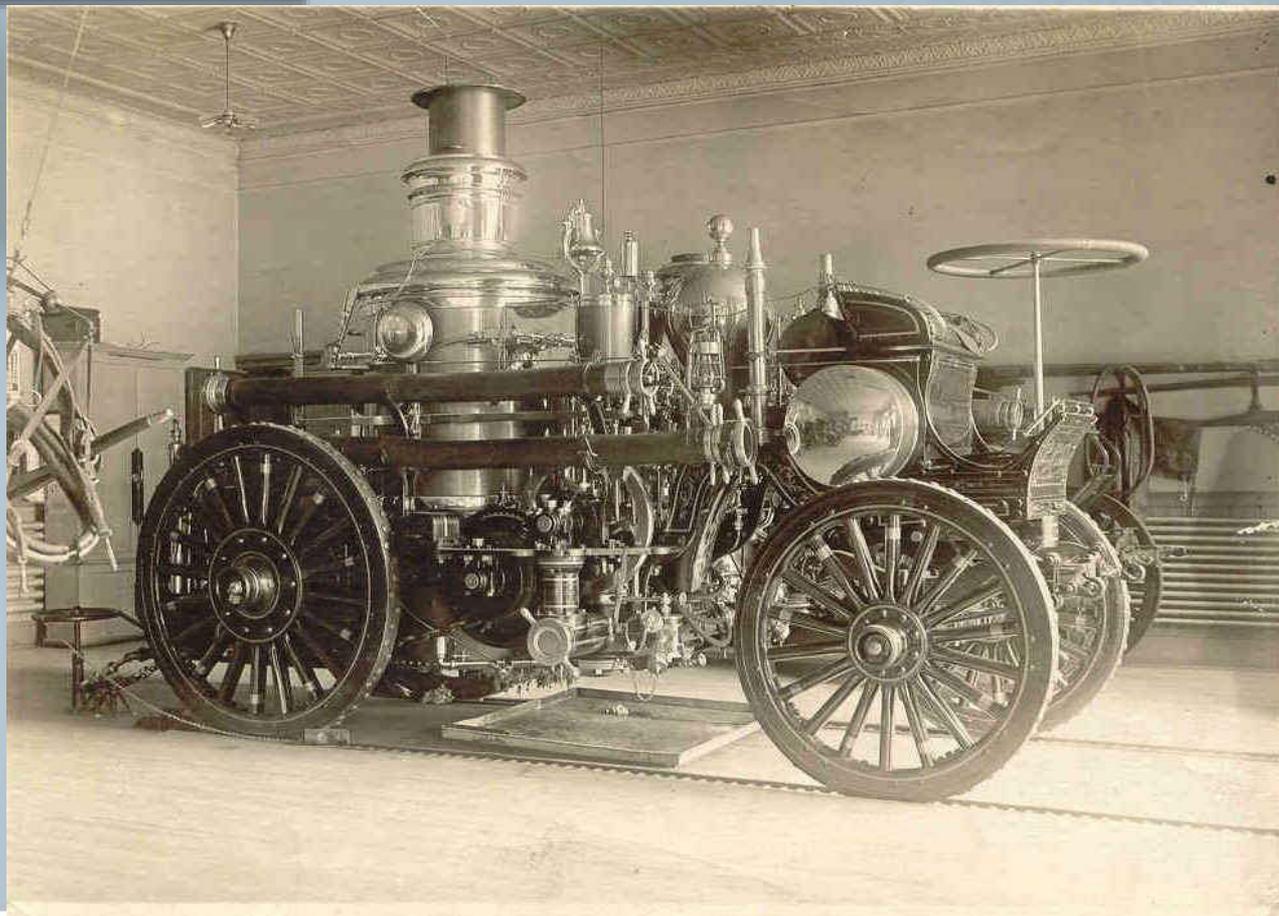
Аналогов в ИТ не найдено



# 37. Применение теплового расширения

Аналогов в ИТ не найдено

- а) использовать тепловое расширение (или сжатие) материала
- б) использовать несколько материалов с различными коэффициентами теплового расширения



# 38. Применение сильных окислителей

Аналогов в ИТ не найдено

- а) заменить обычный воздух обогащенным
- б) заменить обогащенный воздух кислородом
- в) воздействовать на воздух или кислород ионизирующим излучением
- г) заменить озонированный (или ионизированный) кислород озоном



# 39. Применение инертной среды

- а) заменить обычную среду инертной
- б) вести процесс в вакууме

Аналогов в ИТ не найдено



# 40. Применение композитных материалов

Перейти от однородных материалов к композиционным

Аналогов в ИТ не найдено



Корабль из льда с опилками



# 41. Использование пауз

Одно действие "вставлено" в паузы другого действия

Самообслуживание ТПО по ночам



# 42. Принципы многоступенчатого действия

Эффективность действия наращивают путем последовательного применения группы однородных объектов

1. Тестирование ПО
2. Вероятностный тест на простоту числа
3. Другие операции, дающие результат с некоторой вероятностью ( $< 100\%$ )



# 43. Применение пены

Аналогов в ИТ не найдено



Для тушения серверной

# 44. Применение вставных частей

Пользовательский компьютер имеет несколько интерфейсов для подключения дополнительных устройств

Программа может динамически подгружать библиотеки в процессе работы (DLL)

- а) Трудности, связанные с изготовлением объекта, преодолевают, изготавливая часть объекта отдельно и присоединяя эту часть к основной части изготавливаемого объекта
- б) Вставку используют только на время изготовления объекта, а затем удаляют (этот подход близок к приёму № 34)



# 45. БИ-принцип

Технология экстремального программирования (XP) предполагает одновременную работу двоих программистов над одним и тем же кодом на одном рабочем месте



Используя одновременно два однотипных объекта с разными количественными характеристиками, можно получить качественно новый эффект (напр., биметаллические пластинки; биения, возникающие при сложении двух колебаний, и т.д.)

# 46. Применение взрывчатых веществ и порохов

Заменить отдельные части объекта взрывчатыми веществами или порохами, воспламеняемыми после введения объекта в труднодоступное место

Аналогов в ИТ не найдено



# 47. Сборка на (В) воде

(Точнее было бы говорить не только о сборке, но и о других действиях на воде)

Аналогов в ИТ не найдено



# 48. Мешок с вакуумом

Аналогов в ИТ не найдено



# 49. Диссоциация – ассоциация

Аналогов в ИТ не найдено



Этот прием можно рассматривать как "разделение-объединение" на молекулярном уровне. "Диссоциация-ассоциация" сильнее "разделения-объединения". Она позволяет веществу, когда надо, раздваиваться, а когда надо снова превращаться в одно вещество



# 50. Принципи самоорганізації

Інтернет, FIDO, web 2.0



# Пример решения задачи

## Задача балансировки загрузки

Сервис в интернет (такой как google.com или mail.ru) ежесекундно принимает сотни, и даже тысячи соединений от пользователей. Сервер, принимающий соединения, сам их не обрабатывает, а передает их по сети в пул серверов - обработчиков, которые и выполняют запрошенные операции.

Для каждой поступившей заявки сервер-диспетчер должен решить, какому из серверов обработчиков ее послать. Заявка, отправленная на обработку серверу  $k$  встает в очередь заявок сервера  $k$ .

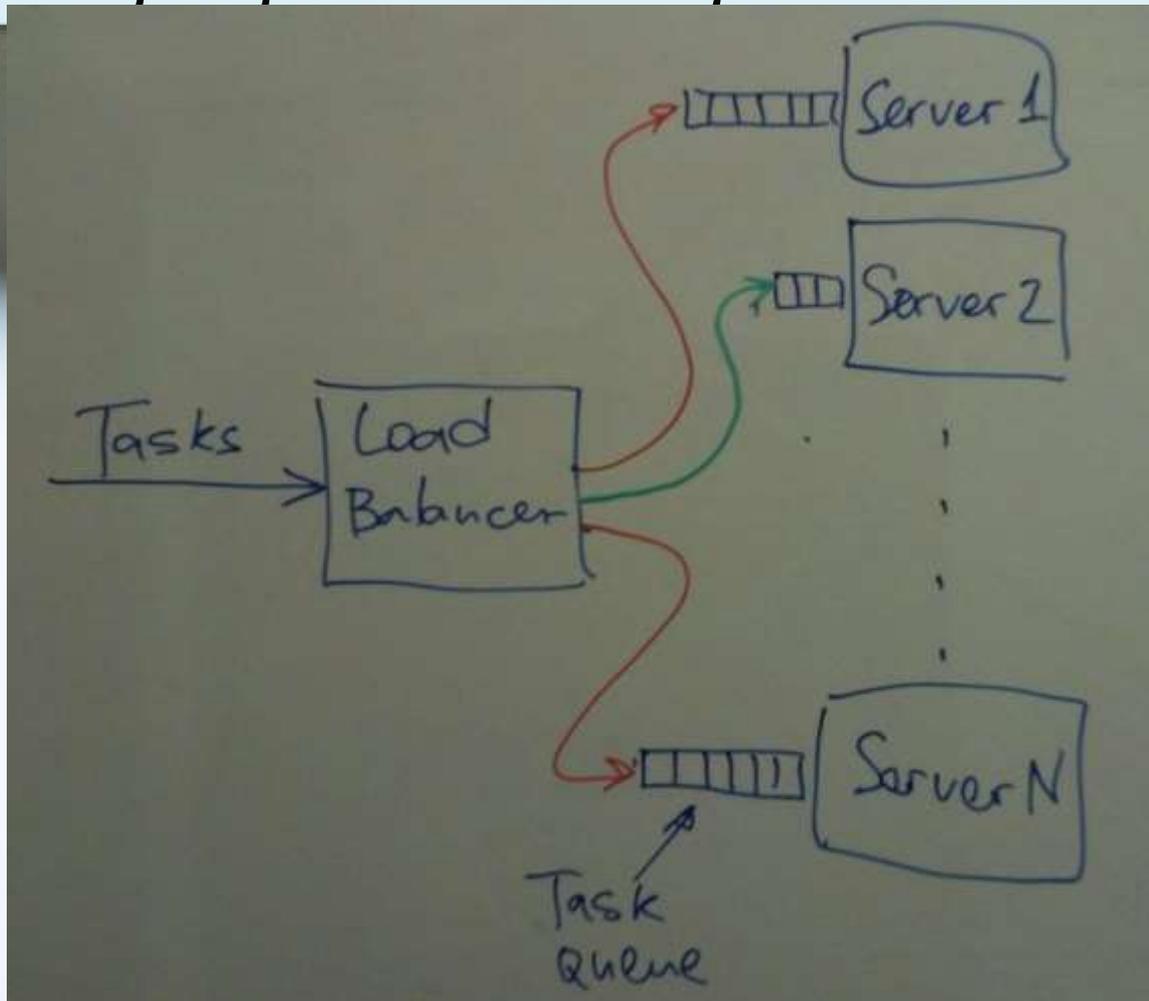
Качество работы диспетчера загрузки будем считать высоким, если математическое ожидание времени обработки одинаково для всех заявок в очередях кластера. То есть, диспетчер должен стремиться обеспечить равенство длин очередей всех серверов обработчиков.

Сведения о длине очередей серверов обработчиков диспетчеру в реальном времени недоступны.

Как диспетчеру загрузки обеспечить равную загрузку всех серверов кластера?

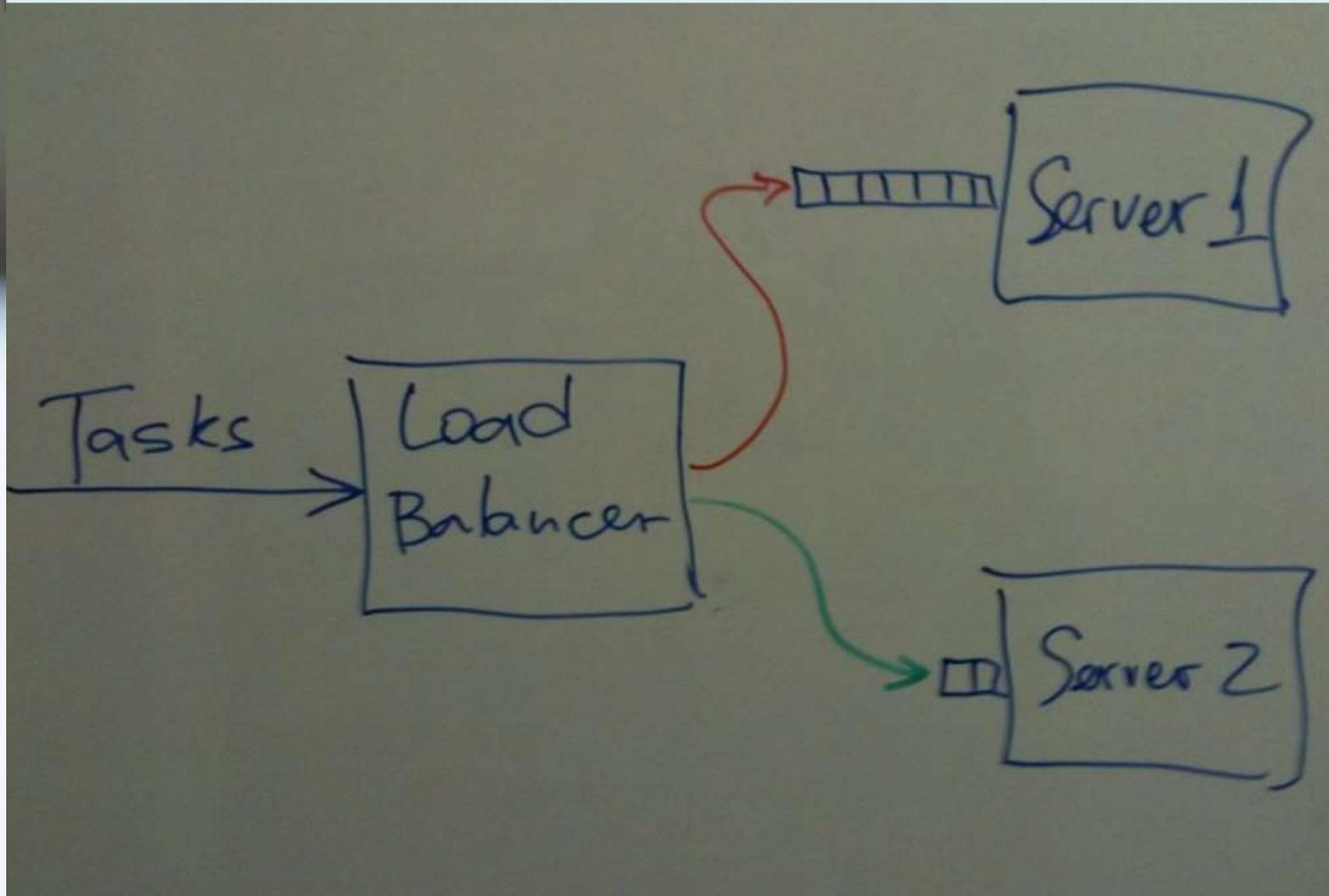
# Задача балансировки загрузки

Стандартная ситуация при отправке заявок серверам по-очередности



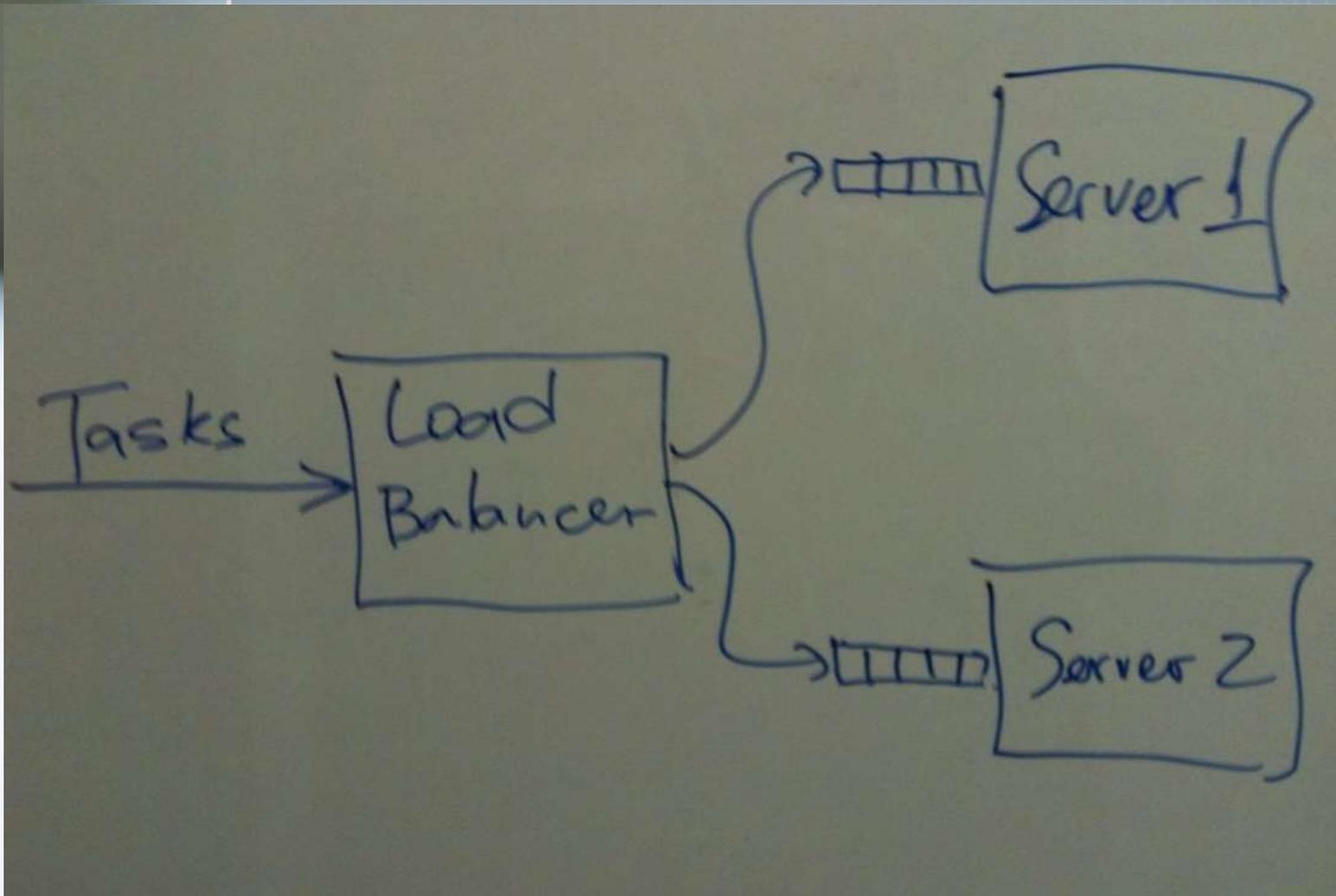
# Задача балансировки загрузки

Упрощенная модель с двумя серверами



# Задача балансировки загрузки

Упрощенная модель, идеальная ситуация



# Задача балансировки загрузки

ТП1. ЕСЛИ диспетчер перед отправкой заявки будет собирать информацию о длине очередей, ТО очереди будут равны, НО общее время обработки заявок сильно возрастет

ТП2. ЕСЛИ диспетчер перед отправкой заявки не будет собирать информацию о длине очередей, ТО задержки на диспетчеризацию не будет, НО ресурсы кластера будут использоваться неравномерно

# Задача балансировки загрузки

ТП1. ЕСЛИ диспетчер перед отправкой заявки будет собирать информацию о длине очередей, ТО очереди будут равны, НО общее время обработки заявок сильно возрастет

ТП2. ЕСЛИ диспетчер перед отправкой заявки не будет собирать информацию о длине очередей, ТО задержки на диспетчеризацию не будет, НО ресурсы кластера будут использоваться неравномерно



# Задача балансировки загрузки

Точнее ее сокращенным вариантом, для нетехнических систем

Что ухудшается при изменении	9 Скорость	15 Время действия подвижного объекта	16 Время действия неподвижного объекта	19 Затраты энергии и подвижным объектом	20 Затраты энергии и неподвижным объектом	24 Потери информации	25 Потери времени	27 Надежность	28 Точность измерения	29 Точность изготовления	30 Вредные факторы, действующие на объект	31 Вредные факторы самого объекта	32 Удобство изготовления	33 Удобство эксплуатации	34 Удобство ремонта	35 Адаптация, универсальность	36 Сложность устройства	37 Сложность контроля и измерения	39 Производительность
Что нужно изменить по условиям задачи																			
09. Скорость		3, 19, 5		15,		13, 26		11, 27,	1, 24	10,	1, 23	2, 24,	13, 1	13,	34, 2, 27	15, 10, 26	10, 4, 34	3, 34, 27, 16	-
15. Время действия подвижного объекта	3, 5			6,		10	20, 10,	11, 2, 13	3	3, 27, 16,	22, 15, 33,	16, 22	27, 1, 4	27	10, 27	1, 13	10, 4, 15	19,	19,
16. Время действия неподвижного объекта	-	-				10	20, 10, 16	34, 27, 6,	10, 26, 24	-	1, 33	22	10	1	1	2	-	25, 34, 6,	20, 10, 16,
19. Затраты энергии подвижным объектом	15	6,					19,	19, 11, 27	3, 1,	-	1, 6, 27	2, 6	26,	19,	1, 15,	15, 13, 16	2, 27,		
20. Затраты энергии неподвижным объектом	-	-						10, 23	-	-	10, 2, 22,	19, 22,	1, 4	-	-	-	-	19, 16, 25	1, 6
24. Потери информации	26,	10	10				24, 26,	10, 23	-	-	22, 10, 1	10, 22		27, 22	-	-	-	33	13, 23, 15
25. Потери времени	-	20, 10,	20, 10, 16	19,	1	24, 26,		10, 4	24, 34,	24, 26,	34	22,	34, 4	4, 10, 34	1, 10		6,	10	-
27. Надежность	11,	2, 3, 25	34, 27, 6,	11, 27, 19,	23	10,	10, 4		3, 11, 23	11, 1	27, 2,	2, 26	-	27,	1, 11	13, 24	13, 1	27,	1,
28. Точность измерения	13, 24	6,	10, 26, 24	3, 6,			24, 34,	5, 11, 1, 23		-	24, 22, 26	3, 3, 10	6, 25,	1, 13, 34	1, 13, 11	13, 2	27, 10, 34	26, 24,	10, 34,
29. Точность изготовления	10,	3, 27,		2			26,	11, 1	-		26, 10,	4, 34, 26	-	1, 23	25, 10	-	26, 2,	-	10,
30. Вредные факторы, действующие на объект	22,	22, 15, 33,	1, 33	1, 24, 6, 27	10, 2, 22,	22, 10, 2	34	27, 24, 2,	33, 23, 26	26, 10,		-	24, 2	2, 25,	10, 2	11, 22,	22, 19,	22, 19,	22, 13, 24
31. Вредные факторы самого объекта	3, 23	15, 22, 33,	16, 22	2, 6	19, 22,	10,	1, 22	24, 2,	3, 33, 26	4, 34, 26	-		-	-	-	-	19, 1,	2, 27, 1	22,
32. Удобство изготовления	13, 1	27, 1, 4	16	26, 27, 1	1, 4	24, 16	34, 4	-	1,	-	24, 2	-		2, 5, 13, 16	1, 11, 9	2, 13, 15	27, 26, 1	6, 11, 1	1, 10,
33. Удобство эксплуатации	13, 34	3, 25	1, 16, 25	1, 13, 24		4, 10, 27, 22	4, 10, 34	27,	25, 13, 2, 34	1, , 23	2, 25,	-	2, 5,		26, 1,	15, 34, 1, 16	26,	-	15, 1,
34. Удобство ремонта	34, 9	11, 27	1	15, 1, 16		-	1, 10, 25	11, 10, 1, 16	10, 2, 13	25, 10	10, 2, 16	-	1, 11, 10	1, 26, 15		7, 1, 4, 16	1, 13, 11	-	1, 10
35. Адаптация, универсальность	10,	13, 1,	2, 16	19, 13		-		13, 24	5, 1, 10	-	11, ,	-	1, 13,	15, 34, 1, 16	1, 16, 7, 4		15,	-	26, 6,
36. Сложность устройства	34, 10,	10, 4, 15		27, 2,		-	6,	13, 1	2, 26, 10, 34	26, 24,	22, 19,	19, 1	27, 26, 1, 13	27, 9, 26, 24	1, 13	15,		15, 10,	
37. Сложность контроля и измерения	3, 4, 16,	19, 25,	25, 34, 6		19, 16	33, 27, 22	9	27,	26, 24,	-	22, 19,	2,	5, 11,	2, 5	26	1, 15	15, 10,		
39. Производительность	-	10, 2,	20, 10, 16,	10, 19,	1	13, 15, 23		1, 10,	1, 10, 34,	1, 10	22, 13,	22,	2, 24	1, 7, 19,	1, 10, 25	1,	24	27, 2	-

# Задача балансировки загрузки

Точнее ее сокращенным вариантом, для нетехнических систем

Что ухудшается при изменении	9	15	16	19	20	24	25	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	39
Что нужно изменить по условиям задачи	Скорость	Время действия подвижного объекта	Время действия неподвижного объекта	Затраты энергии и подвижным объектом	Затраты энергии и неподвижным объектом	Потери информации	Потери времени	Надежность	Точность измерения	Точность изготовления	Вредные факторы, действующие на объект	Вредные факторы самого объекта	Удобство изготовления	Удобство эксплуатации	Удобство ремонта	Адаптация, универсальность	Сложность устройства	Сложность контроля и измерения	Производительность
09. Скорость		3, 19, 5		15,		13, 26		11, 27,	1, 24	10,	1, 23	2, 24,	13, 1	13,	34, 2, 27	15, 10, 26	10, 4, 34	3, 34, 27, 16	-
15. Время действия подвижного объекта	3, 5			6,		10	20, 10,	11, 2, 13	3	3, 27, 16,	22, 15, 33,	16, 22	27, 1, 4	27	10, 27	1, 13	10, 4, 15	19,	19,
16. Время действия неподвижного объекта	-	-				10	20, 10, 16	34, 27, 6,	10, 26, 24	-	1, 33	22	10	1	1	2	-	25, 34, 6,	20, 10, 16,
19. Затраты энергии подвижным объектом	15	6,					19,	19, 11, 27	3, 1,	-	1, 6, 27	2, 6	26,	19,	1, 15,	15, 13, 16	2, 27,		
20. Затраты энергии неподвижным объектом	-	-						10, 23	-	-	10, 2, 22,	19, 22,	1, 4	-	-	-	-	19, 16, 25	1, 6
24. Потери информации	26,	10	10				24, 26,	10, 23	-	-	22, 10, 1	10, 22		27, 22	-	-	-	33	13, 23, 15
25. Потери времени	-	20, 10,	20, 10, 16	19,	1	24, 26,		10, 4	24, 34,	24, 26,	34	22,	34, 4	4, 10, 34	1, 10		6,	10	-
27. Надежность	11,	2, 3, 25	34, 27, 6,	11, 27, 19,	23	10,	10, 4		3, 11, 23	11, 1	27, 2,	2, 26	-	27,	1, 11	13, 24	13, 1	27,	1,
28. Точность измерения	13, 24	6,	10, 26, 24	3, 6,			24, 34,	5, 11, 1, 23		-	24, 22, 26	3, 3, 10	6, 25,	1, 13, 34	1, 13, 11	13, 2	27, 10, 34	26, 24,	10, 34,
29. Точность изготовления	10,	3, 27,		2			26,	11, 1	-		26, 10,	4, 34, 26	-	1, 23	25, 10	-	26, 2,	-	10,
30. Вредные факторы, действующие на объект	22,	22, 15, 33,	1, 33	1, 24, 6, 27	10, 2, 22,	22, 10, 2	34	27, 24, 2,	33, 23, 26	26, 10,		-	24, 2	2, 25,	10, 2	11, 22,	22, 19,	22, 19,	22, 13, 24
31. Вредные факторы самого объекта	3, 23	15, 22, 33,	16, 22	2, 6	19, 22,	10,	1, 22	24, 2,	3, 33, 26	4, 34, 26	-	-	-	-	-	-	19, 1,	2, 27, 1	22,
32. Удобство изготовления	13, 1	27, 1, 4	16	26, 27, 1	1, 4	24, 16	34, 4	-	1,	-	24, 2	-		2, 5, 13, 16	1, 11, 9	2, 13, 15	27, 26, 1	6, 11, 1	1, 10,
33. Удобство эксплуатации	13, 34	3, 25	1, 16, 25	1, 13, 24		4, 10, 27, 22	4, 10, 34	27,	25, 13, 2, 34	1, , 23	2, 25,	-	2, 5,		26, 1,	15, 34, 1, 16	26,	-	15, 1,
34. Удобство ремонта	34, 9	11, 27	1	15, 1, 16			1, 10, 25	11, 10, 1, 16	10, 2, 13	25, 10	10, 2, 16	-	1, 11, 10	1, 26, 15		7, 1, 4, 16	1, 13, 11	-	1, 10
35. Адаптация, универсальность	10,	13, 1,	2, 16	19, 13				13, 24	5, 1, 10	-	11, ,	-	1, 13,	15, 34, 1, 16	1, 16, 7, 4		15,	-	26, 6,
36. Сложность устройства	34, 10,	10, 4, 15		27, 2,			6,	13, 1	2, 26, 10, 34	26, 24,	22, 19,	19, 1	27, 26, 1, 13	27, 9, 26, 24	1, 13	15,		15, 10,	
37. Сложность контроля и измерения	3, 4, 16,	19, 25,	25, 34, 6		19, 16	33, 27, 22	9	27,	26, 24,	-	22, 19,	2,	5, 11,	2, 5	26	1, 15	15, 10,		
39. Производительность	-	10, 2,	20, 10, 16,	10, 19,	1	13, 15, 23		1, 10,	1, 10, 34,	1, 10	22, 13,	22,	2, 24	1, 7, 19,	1, 10, 25	1,	24	27, 2	-

# Задача балансировки загрузки

Конфликтующая пара:

9 - скорость (диспетчеризации)

31 - вредные факторы самого объекта

Приемы:

2 - вынесения

3 - местного качества

23 - обратной связи

24 - посредника

# Задача балансировки загрузки

Идеи:

**2 – вынесения.** Вынести задачу оптимальной балансировки за пределы диспетчера. Оптимизацией загрузки должны заниматься оставшиеся компоненты системы – серверы кластера.

**3 – местного качества.** Каждый сервер решает локальную задачу – его очередь не должна быть длиннее очередей пары «соседей». Если его очередь длиннее, он перемаршрутизирует заявки «соседям».

**23 – обратной связи.** Серверы периодически сообщают «соседям» длины своих очередей.

**24 – посредника.** Диспетчер рассылает заявки в соответствие с простым параметрическим правилом (например, серверу 1 с вероятностью  $p$ , серверу 2 – с вероятностью  $1 - p$ ). Значение параметра меняет внешняя компонента, контролирующая показатели системы.

# Задача для самостоятельной работы

Задача:

Алиса хочет послать Бобу конфиденциальное письмо по электронной почте.

Алиса знает, что в почтовый ящик Боба имеет доступ Ева. Но Ева не должна увидеть содержимое письма Алисы.

Алиса умеет шифровать сообщения, но у нее с Бобом нет общего ключа (Боб не сможет расшифровать сообщение).

Как быть Алисе и Бобу?

# Задача для самостоятельной работы

Приемы:

1. Наоборот
2. Многоступенчатое действие

# Задача для самостоятельной работы

Ресурс: XOR

1.  $x \text{ XOR } x = 0$

2.  $x \text{ XOR } 0 = x$

3. XOR коммутативна,  
симметрична

# Задача для самостоятельной работы. Ответ

$X$  – исходное сообщение Алисы

$Y$  – ключ Алисы, длина  $X =$  длина  $Y$

$Z$  – ключ Боба

1. Алиса шлет Бобу сообщение  $X \text{ XOR } Y$

2. Боб шлет Алисе ответ  $X \text{ XOR } Y \text{ XOR } Z$

3. Алиса шлет Бобу ответ  $X \text{ XOR } Y \text{ XOR } Z \text{ XOR } Y = X \text{ XOR } Z$

4. Боб применяет:  $X \text{ XOR } Z \text{ XOR } Z = X$  и читает сообщение Алисы

# Спасибо за внимание



Сысоев Сергей Сергеевич,  
ООО «ПетроМС»  
СПб, Коломяжский пр. 33 к.2  
[sysoev@petroms.ru](mailto:sysoev@petroms.ru)

# Список использованных материалов

- 1. Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения. - М: Московский рабочий, 1973. – с. 141-177. <http://www.altshuller.ru/triz/technique1.asp>
- 2. Альтшуллер Г.С. Материалы к теме " типовые приемы устранения технических противоречий", Баку, 1973. <http://www.altshuller.ru/triz/technique1a.asp>
- 3. Таблица использования приемов устранения противоречий требований. Примеры применения приемов в области ИТ. Рубин М.С., 2009 г. <http://www.temm.ru/ru/section.php?docId=4562>

# Список использованных материалов

- <http://www.intuit.ru/department/calculate/clusterexec/1/01-03.jpg>
- [http://t3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQUVa8aY0qYqxERUIDHGDKt1Kd0BR4XKmqPq7CY - dRD\\_QoOuc&t=1&usg=\\_\\_AtWkzhEs4fnrkquW8GU-bNaFyQ=](http://t3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQUVa8aY0qYqxERUIDHGDKt1Kd0BR4XKmqPq7CY - dRD_QoOuc&t=1&usg=__AtWkzhEs4fnrkquW8GU-bNaFyQ=)
- <http://labmod.kiev.ua/files/hardware/processor/processor.jpg>
- <http://www.swd.ru/files/images/literature/readyq.gif>
- [http://www.hanselman.com/blog/content/binary/WindowsLiveWriter/MultithreadedDebugginginVisualStudio2008\\_E599/Listing23-04\\_app%20\(Debugging\)%20-%20Microsoft%20Visual%20Studio%20\(Administrator\)%20\(5\).png](http://www.hanselman.com/blog/content/binary/WindowsLiveWriter/MultithreadedDebugginginVisualStudio2008_E599/Listing23-04_app%20(Debugging)%20-%20Microsoft%20Visual%20Studio%20(Administrator)%20(5).png)
- <http://www.ru-iphone.com/files/iphone-wow.jpg>
- [http://www.thg.ru/phone/ctia\\_iphone\\_killer/images/iphone\\_2.jpg](http://www.thg.ru/phone/ctia_iphone_killer/images/iphone_2.jpg)
- <http://www.textually.org/textually/archives/images/set3/iphone-dial-retro.jpg>
- [http://content.foto.mail.ru/mail/roman\\_kovrigin/guid/i-20.jpg](http://content.foto.mail.ru/mail/roman_kovrigin/guid/i-20.jpg)
- [http://haleava.net/uploads/posts/2010-04/1271711044\\_392894e3292e.jpg](http://haleava.net/uploads/posts/2010-04/1271711044_392894e3292e.jpg)
- [http://www.intuit.ru/department/database/sqlserver2000/17/17\\_08.gif](http://www.intuit.ru/department/database/sqlserver2000/17/17_08.gif)
- [http://t0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQ9HG99Oh9MnzVtR-zipok0p6s9Zdx5AFESK-xT6-CQ52JtUCc&t=1&usg=\\_\\_es9x9Bru91eErX6t7nUjAkx5d8E=](http://t0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQ9HG99Oh9MnzVtR-zipok0p6s9Zdx5AFESK-xT6-CQ52JtUCc&t=1&usg=__es9x9Bru91eErX6t7nUjAkx5d8E=)
- [http://deview.ru/userfiles/news/2010\\_01/officepod\\_02.jpg](http://deview.ru/userfiles/news/2010_01/officepod_02.jpg)
- <http://pics.rbc.ru/img/cnews/2007/02/13/cross-legged2.jpg>
- <http://img216.imageshack.us/img216/4275/olap.jpg>
- <http://images.devshed.com/af/stories/Accessing%20OLAP%20using%20ASP.NET/4.jpg>
- <http://s004.radikal.ru/i205/1002/a8/3630e5daa691.jpg>
- <http://www.computerra.ru/upload/terralab/input/alternative/logitech.jpg>
- [http://www.oversecurity.net/wp-content/uploads/2010/08/dll\\_logo.png](http://www.oversecurity.net/wp-content/uploads/2010/08/dll_logo.png)

# Список использованных материалов

- [http://www.simpleit.com.au/images/web/server\\_rack.jpg](http://www.simpleit.com.au/images/web/server_rack.jpg)
- [http://ui03.gamespot.com/1186/997953862f602966618\\_2.jpg](http://ui03.gamespot.com/1186/997953862f602966618_2.jpg)
- <http://www.metodolog.ru/00852/5.JPG>
- <http://img.artoff.ru/i/104/orig/1896.jpg>
- <http://www.securitylab.ru/upload/iblock/c54/c543958730b3e9816a2b63c98474da4a.jpg>
- <http://www.3dnews.ru/imgdata/img/2009/09/09/139374.jpg>
- [http://www.ici-electrical.com/images/SCADA\\_Controls\\_02.jpg](http://www.ici-electrical.com/images/SCADA_Controls_02.jpg)
- <http://www.antigreen.org/vadim/ProgLanguageComparison/java-coffee-wait.jpg>
- <http://ipro.ru/materials/ParLecture2/columbia.jpg>
- [http://forbag.ru/mush/iphone\\_piano.jpg](http://forbag.ru/mush/iphone_piano.jpg)
- <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/0/0c/FieldsMedalFront.jpg/220px-FieldsMedalFront.jpg>
- <http://donbass.ua/multimedia/images/news/original/2010/08/26/e-paper.jpg>
- [http://www.logycom.kz/up\\_img/1259837012.jpg](http://www.logycom.kz/up_img/1259837012.jpg)
- <http://vovchik.com.ua/images/console.gif>
- <http://www.terralab.ru/upload/mkarpov/tl/sound/razer/piranha/16.jpg>
- <http://www.1gb.ru/wiki/images/b/bf/WinLowVirtMem.png>
- [http://img-fotki.yandex.ru/get/11/bff.2/0\\_47b9\\_6062ff95\\_L.jpg](http://img-fotki.yandex.ru/get/11/bff.2/0_47b9_6062ff95_L.jpg)
- [http://robozone.su/uploads/posts/2008-05/1212262873\\_pcb-sound-sensor.gif](http://robozone.su/uploads/posts/2008-05/1212262873_pcb-sound-sensor.gif)
- <http://www.hwp.ru/Coolers/Igloo.7210/Amdcooler.jpg>
- [http://www.filebuzz.com/software\\_screenshot/full/logotron-52308.gif](http://www.filebuzz.com/software_screenshot/full/logotron-52308.gif)
- <http://visualrian.ru/storage/PreviewWM/3103/23/310323.jpg?1209890119>
- [http://img12.nnm.ru/1/8/a/e/2/18ae260b89c25b6bae6acbfcf1c4510\\_full.jpg](http://img12.nnm.ru/1/8/a/e/2/18ae260b89c25b6bae6acbfcf1c4510_full.jpg)
- [http://www.intuit.ru/department/se/compprog/2/02\\_03sm.gif](http://www.intuit.ru/department/se/compprog/2/02_03sm.gif)

# Список использованных материалов

- <http://www.inpic.ru/pic/2687-7267d0dc.jpg>
- <http://news.techlabs.by/img/news/68966/PCI.jpg>
- [http://www-glast.slac.stanford.edu/software/images/images\\_sasSplashPage/extreme-programmingS.jpg](http://www-glast.slac.stanford.edu/software/images/images_sasSplashPage/extreme-programmingS.jpg)
- [http://nokia-funclub.net/uploads/posts/2010-09/1284134710\\_reset\\_button-297x300.jpg](http://nokia-funclub.net/uploads/posts/2010-09/1284134710_reset_button-297x300.jpg)
- <http://www.archi.ru/files/img/news/large/20869.jpg>
- [http://www.thecus.ru/10/illustr/publ\\_8\\_32.jpg](http://www.thecus.ru/10/illustr/publ_8_32.jpg)
- <http://www.cs.rpi.edu/academics/courses/fall04/os/c10/deadlock2.gif>
- [http://static.liga.net/IMAGES/internet\\_22\\_12\\_9\\_8.jpg](http://static.liga.net/IMAGES/internet_22_12_9_8.jpg)
- <http://zhestokosti.net/abuse/images/bigimages/TheRabbit/rabbit-test-02.jpg>
- <http://blog.internetnews.com/skerner/smk/testpilot.png>
- [http://4.bp.blogspot.com/\\_vmq8pP42BnQ/TKPUGdEJ7jI/AAAAAAAAACxI/z5BV6Gqcujs/s1600/somethin-g-not-right-try-catch.png](http://4.bp.blogspot.com/_vmq8pP42BnQ/TKPUGdEJ7jI/AAAAAAAAACxI/z5BV6Gqcujs/s1600/somethin-g-not-right-try-catch.png)
- <http://www.java2s.com/Code/VBIImages/CatchExceptionoutsideitsFunction.PNG>
- <http://www.kibitzhomme.com/wp-content/uploads/2008/06/20071212gift6.jpg>
- [http://s2.hubimg.com/u/216829\\_f520.jpg](http://s2.hubimg.com/u/216829_f520.jpg)
- <http://www.watblog.com/wp-content/uploads/2009/11/quantumcomputer.jpg>
- <http://www.gamedev.ru/articles/engine/20030125b.gif>
- [http://t2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQDxGHNXdnwxH0t39v5BOKfj-7X870x9gKOVXRtl8XygPZigpM&t=1&usq=\\_WHu0CJK8I9\\_6IfbcxCO2v0iReoA=](http://t2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQDxGHNXdnwxH0t39v5BOKfj-7X870x9gKOVXRtl8XygPZigpM&t=1&usq=_WHu0CJK8I9_6IfbcxCO2v0iReoA=)
- [http://bo.bdc.ru/2007/6/document\\_1.jpg](http://bo.bdc.ru/2007/6/document_1.jpg)
- <http://www.idealblankets.com/wp-content/uploads/2009/07/95701b.jpg>
- [http://t2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSzYgBkS70AjITyxGuLTTm9vWq-34cCF2ZHC1rfm4rCnKBHw8w&t=1&usq=\\_C2knx\\_Ta0uDG3bP3U4VbRz30rjE=](http://t2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSzYgBkS70AjITyxGuLTTm9vWq-34cCF2ZHC1rfm4rCnKBHw8w&t=1&usq=_C2knx_Ta0uDG3bP3U4VbRz30rjE=)
- <http://www.ixbt.com/peripheral/logitech/mx310/into-mx310.jpg>

# Список использованных материалов

- <http://s010.radikal.ru/i314/1010/6f/d564e88fb107.jpg>
- [http://prophotos.ru/data/articles/0001/3877/53554/thumb\\_350.jpg](http://prophotos.ru/data/articles/0001/3877/53554/thumb_350.jpg)
- <http://i036.radikal.ru/0908/3d/f08342337fb8.jpg>
- <http://www.konveeri.ru/content.asp?pn=1182>
- <http://www.med-pravobereg.ru/userfiles/image/uzi.jpg>
- <http://www.retona.ru/images/retona-usu.jpg>
- <http://www.eletos.ru/articles/images/mj2xtz41kstnwbnosmv4.jpg>
- <http://img.vz.ru/upimg/m26/m269472.jpg>
- [http://t1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSn\\_Gc-6FqzrQK9ISsOXQDfYhzRKVQYjzytnWQuZn08qXMv2xND1g](http://t1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSn_Gc-6FqzrQK9ISsOXQDfYhzRKVQYjzytnWQuZn08qXMv2xND1g)
- <http://golden-shop.com.ua/uploads/large/image156.jpg>
- <http://www.techlabs.by/img/img/163171.jpg>
- [http://www.domostroy.com/rub/prod/original/prod\\_12716.jpg](http://www.domostroy.com/rub/prod/original/prod_12716.jpg)
- <http://s49.radikal.ru/i125/0906/5d/87fbe940da7a.jpg>
- <http://zhelezyaka.com/images/2010/11/09/Ultra-flexible-Organic-Transistor.jpg>
- <http://news.1k.by/images/site/imagespage/news/20100715/p1445d2710.jpg>
- <http://www.3dnews.ru/imgdata/img/2009/02/26/114486.jpg>
- <http://myhdplayer.ru/wp-content/uploads/2010/08/liquid-lcd-19-lg.jpg>
- <http://modnews.ru/analytics/view/606>
- <http://www.xmlparser.net/images/xml.jpg>
- <http://img.topofday.ru/2009/06/10-samyh-originalnyh-form-dlya-lda/2.jpg>
- <http://www.gelenaminsk.com/pub/Image/sklo2.jpg>
- <http://pechkaotrabotka.narod.ru/1q.jpg>
- [http://t3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcS8zD3k\\_eZPiGsbQr2J2VDz1sEINLkG57eLQetVz6EQ-59zANaPYw](http://t3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcS8zD3k_eZPiGsbQr2J2VDz1sEINLkG57eLQetVz6EQ-59zANaPYw)

# Список использованных материалов

- <http://mnogobanok.ru/images/medicbanka3.jpg>
- <http://research.fit.edu/ccbc/images/Platform.jpg>
- <http://sobiratelzvezd.ru/wallpapers/kar/kar-3.jpg>
- <http://0-1.com.ua/img/O2/ognetushitel-uglekislotnyi-02.jpg>
- <http://tuowsinc.com/news/wp-content/uploads/2007/03/qa-analyst.jpg>
- [http://img1.liveinternet.ru/images/foto/c/0/317/2931317/f\\_19979662.jpg](http://img1.liveinternet.ru/images/foto/c/0/317/2931317/f_19979662.jpg)
- [http://www.freefoto.com/images/11/12/11\\_12\\_52---Electric-Light-Bulb\\_web.jpg?&k=Electric+Light+Bulb](http://www.freefoto.com/images/11/12/11_12_52---Electric-Light-Bulb_web.jpg?&k=Electric+Light+Bulb)
- <http://img.sunhome.ru/UsersGallery/Cards/166/30205408.jpg>
- [http://www.portlandfiremuseum.com/images/steam\\_engine.jpg](http://www.portlandfiremuseum.com/images/steam_engine.jpg)
- [http://content.foto.mail.ru/mail/lelalelochka/\\_answers/i-567.jpg](http://content.foto.mail.ru/mail/lelalelochka/_answers/i-567.jpg)