

# Системы

элемент курса “Школа волшебников”

Ник Литвинов | [nicklitvinov@gmail.com](mailto:nicklitvinov@gmail.com) | <https://litvinov.spb.ru/>

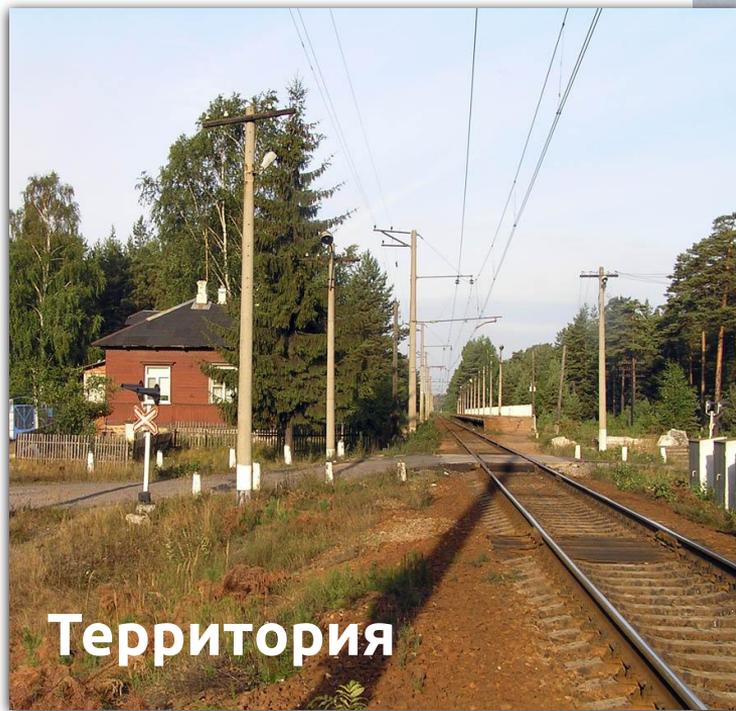
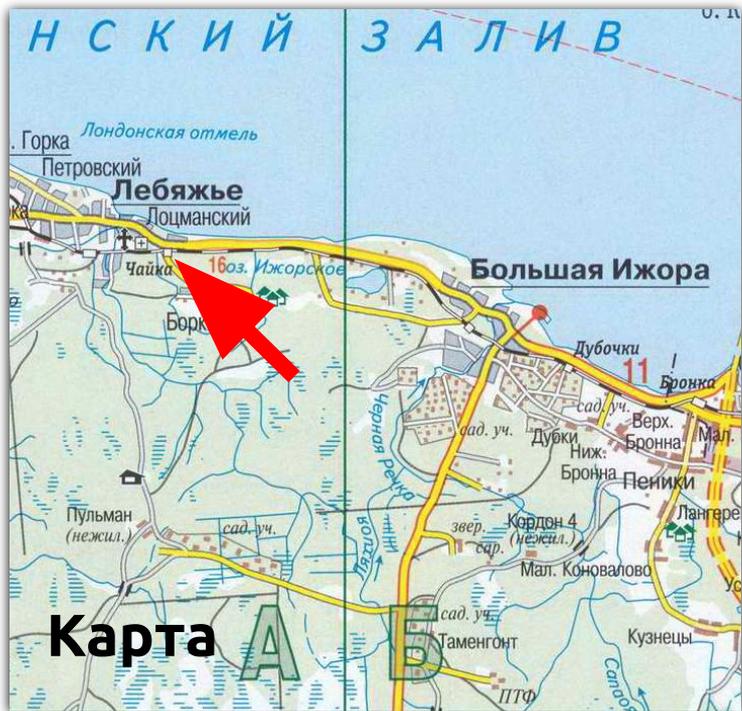
## Цели курса:

- **Знать и понимать, что такое системы, уметь:**
  - **Выявлять произвольные системы** - технические, организационные, информационные.
  - **Оценивать, прогнозировать, влиять на поведение систем**, независимо от их природы.
  - **Отличать** естественное поведение систем от внешнего воздействия на них.

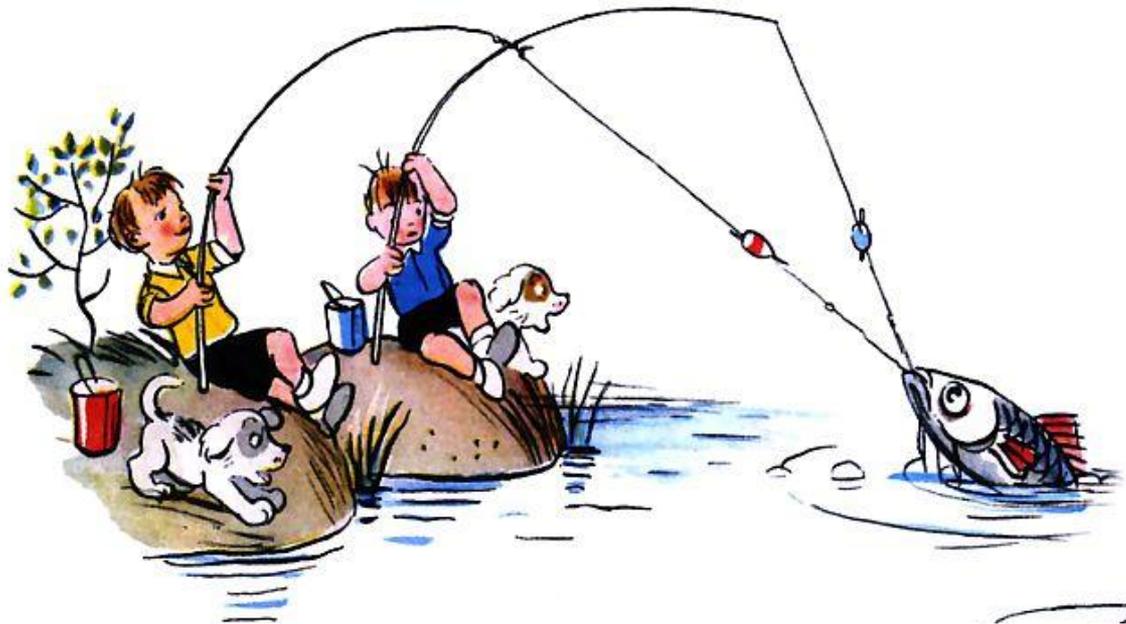
# Состав курса



# Всегда помним: карта - не территория!



Дай человеку рыбу...



...и он будет сыт один день.

Но **научи его ловить** рыбу - и он будет сыт **всегда**.



# СИСТЕМЫ

определения, устройство, динамика

**СИСТЕМНАЯ ИНДУКЦИЯ**  
закон структурной динамики

**УСТОЙЧИВОСТЬ СИСТЕМ**  
принцип Ла-Шателье/Брауна

**СТРАННОСТИ**  
выявление воздействий

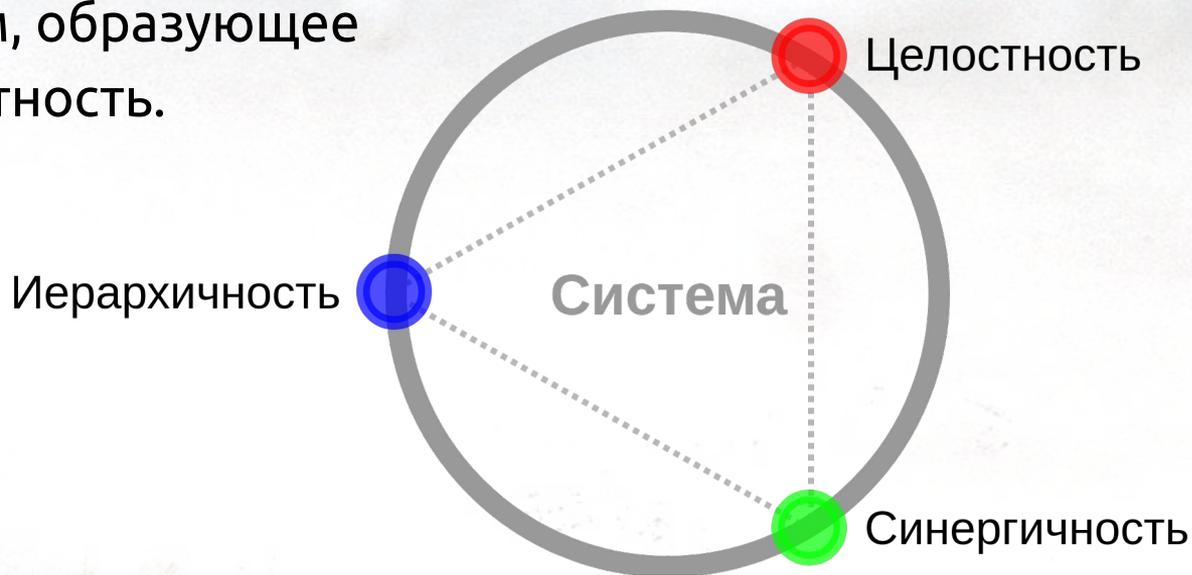
**ПРОТИВОРЕЧИЯ**  
законы диамата  
фазовые переходы

**ХАОТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ**  
можно ли управлять хаосом

**РАЗВИТИЕ СИСТЕМ**  
S-образная кривая  
иерархия развития систем

# Что такое система

Множество элементов в отношениях и связях друг с другом, образующее определенную целостность.



# Целостность системы

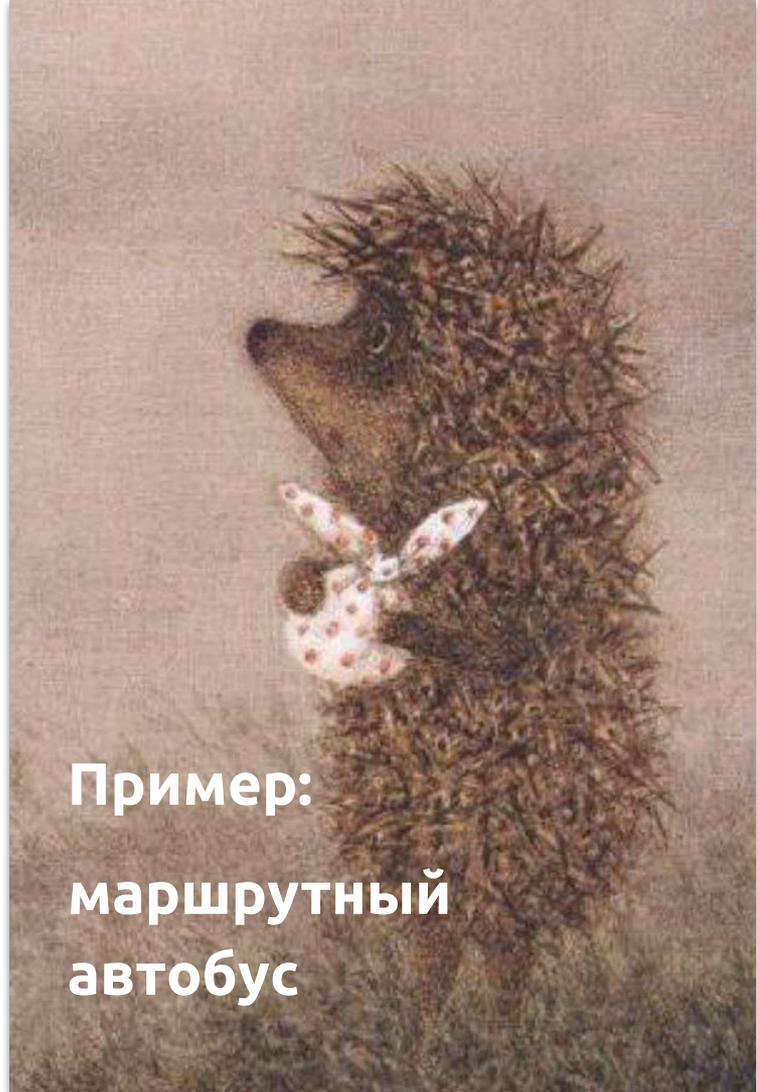
Система есть абстрактная сущность, определенная в своих границах и обладающая целостностью.

Целостность системы подразумевает, что **связность** элементов **внутри** системы **выше**, чем их связность с любыми **внешними** объектами.



- Связность объектов внутри автобуса очевидно выше, чем с внешним миром.
- Границы автобуса также очевидны.

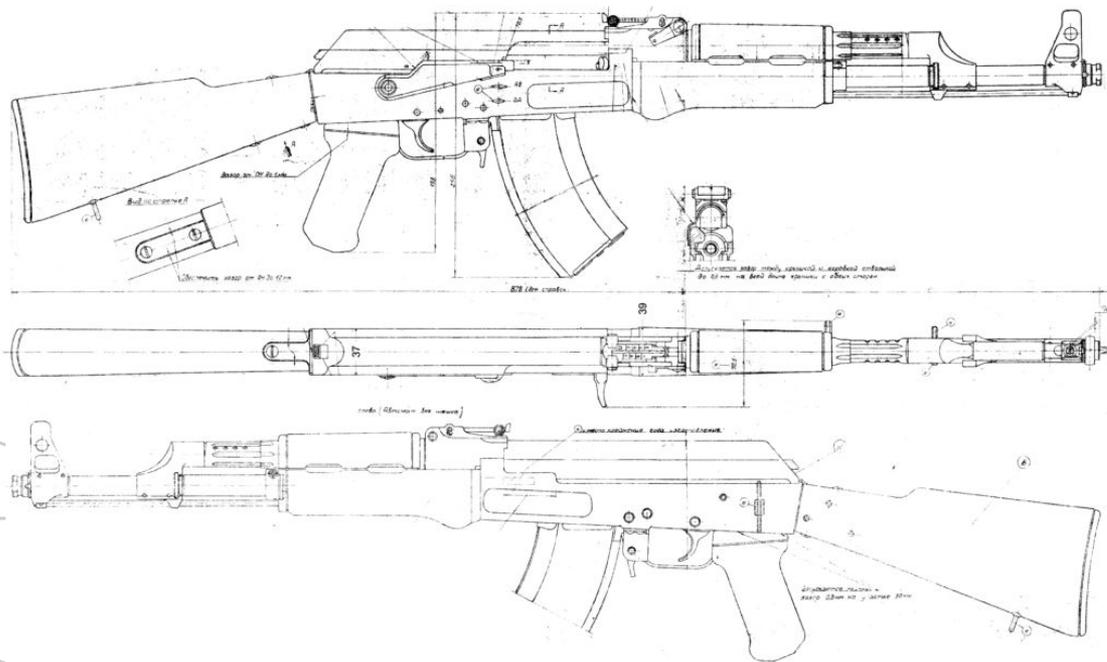
Пример:  
маршрутный  
автобус



# Синергичность (неаддитивность) системы

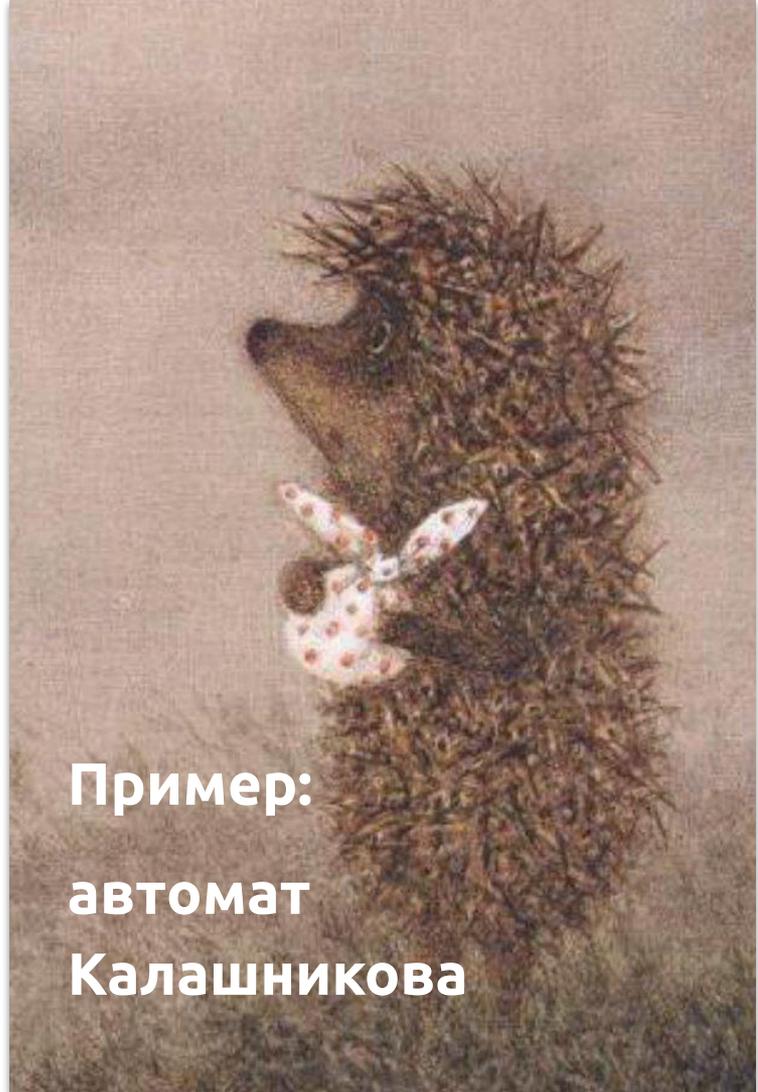
Синергичность - проявление системой в целом свойств, не присущих её элементам по отдельности.

- Принципиальная **несводимость свойств** системы к свойствам её **элементов**.
- Качественное **превосходство возможностей** системы над простой суммой её составляющих.



Возможности прицельной автоматической стрельбы, выбрасывания стреляных гильз и смены режима огня возникают только у автомата целиком, но не у кучи его деталей.

Пример:  
автомат  
Калашникова



# Иерархичность системы

Каждый **компонент** системы **также** может быть рассмотрен как **система**.

Сама система может при этом быть **элементом** некоторой **надсистемы** (одной или нескольких).



- АЗС как система очевидно состоит из множества подсистем - колонки, здания и строения, резервуары, сотрудники и т.д.
- Каждая АЗС - также элемент систем "Газпром нефть" и "дорожная сеть РФ".

**Пример:  
АЗС сети  
Газпром нефть**



# Упражнение

Подумайте и объясните, как системные свойства целостности, синергичности и иерархичности проявляются:

- в Вашем смартфоне;
- в Вашей организации;
- в Вас самих.



# Граничные условия существования систем

- Все части системы должны иметься в наличии и быть **минимально работоспособны**.
- Должен иметься **сквозной проход энергии** по всем частям системы.
- **Ритмика** (периодичность, частота колебаний) всей системы должна быть **согласована**.

# Статика и динамика систем

Говоря о любой системе, важно **предельно чётко** понимать контекст - это **“мгновенный снимок”**, или же **развитие системы во времени.**



# Статика и динамика систем

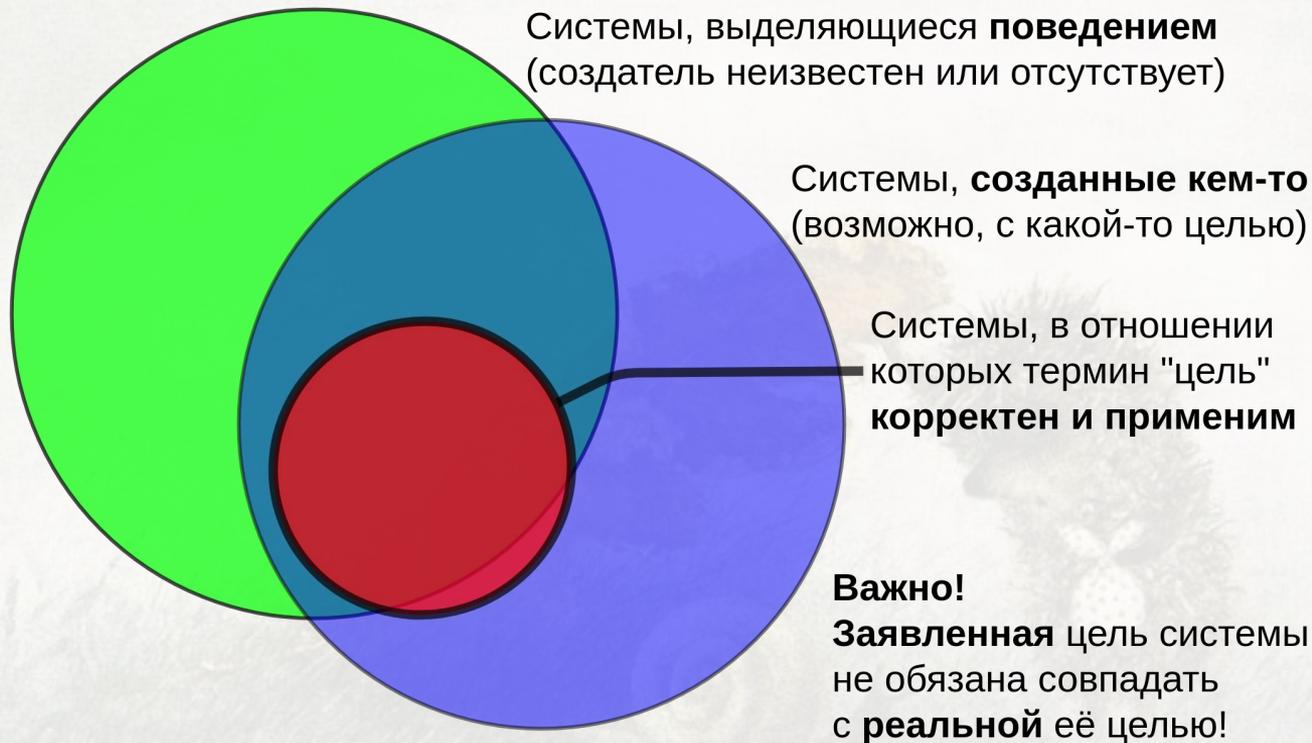
- В статике энергия, импульс и энтропия системы **остаются неизменными.**

Работает закон сохранения, внешнего времени “нет”.

- В динамике энергия, импульс и энтропия системы **заметно изменяются.**

Закон сохранения не работает, есть внешнее время.

# Корректно ли говорить о “цели” системы?



# Корректно ли говорить о “цели” системы?

- Понятие “цель” корректно по отношению к системе только тогда, когда эта цель **достоверно известна**.
- Во всех остальных случаях, говоря о “цели” той или иной системы, мы только запутываем и сбиваем себя и других, заменяя неизвестный нам факт **гипотезой**.
- Иллюзия “цели” **мешает понять логику** системы и спрогнозировать её поведение в будущем.

# Типовые компоненты любых систем



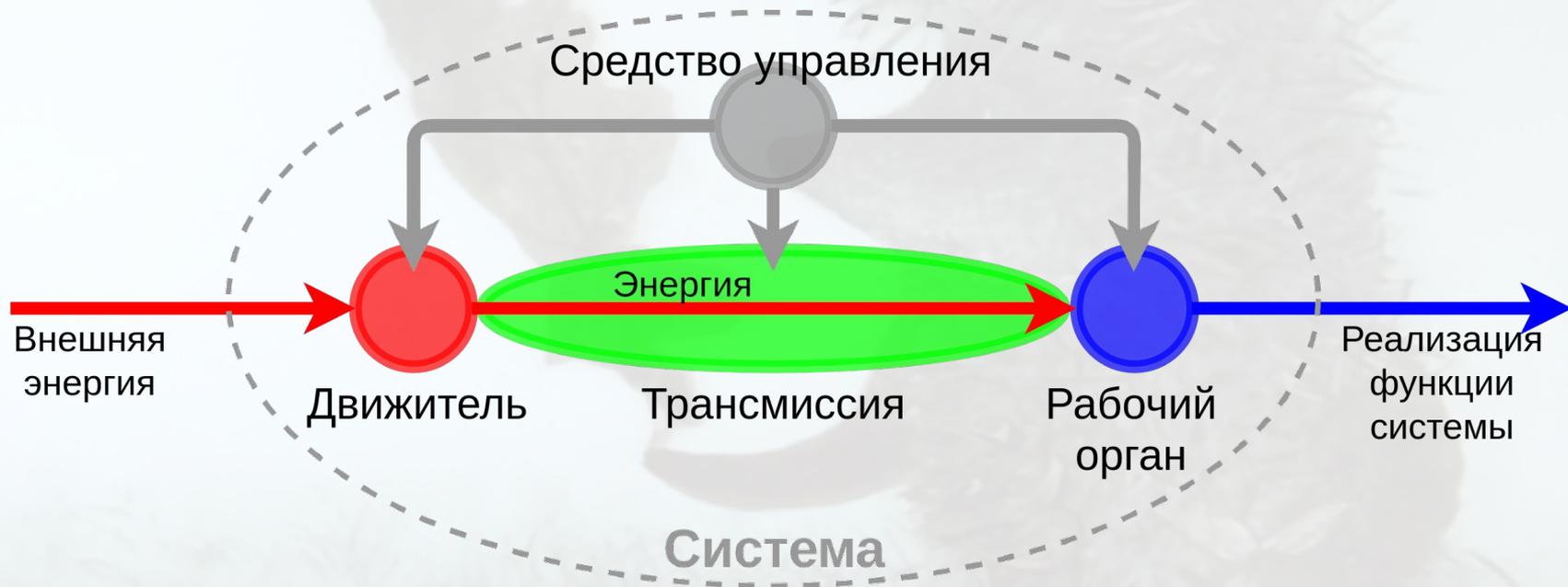
# Типовые компоненты любых систем

- **Двигатель** - преобразует энергию, нужную для выполнения требуемой функции системы (её “полезной работы”).

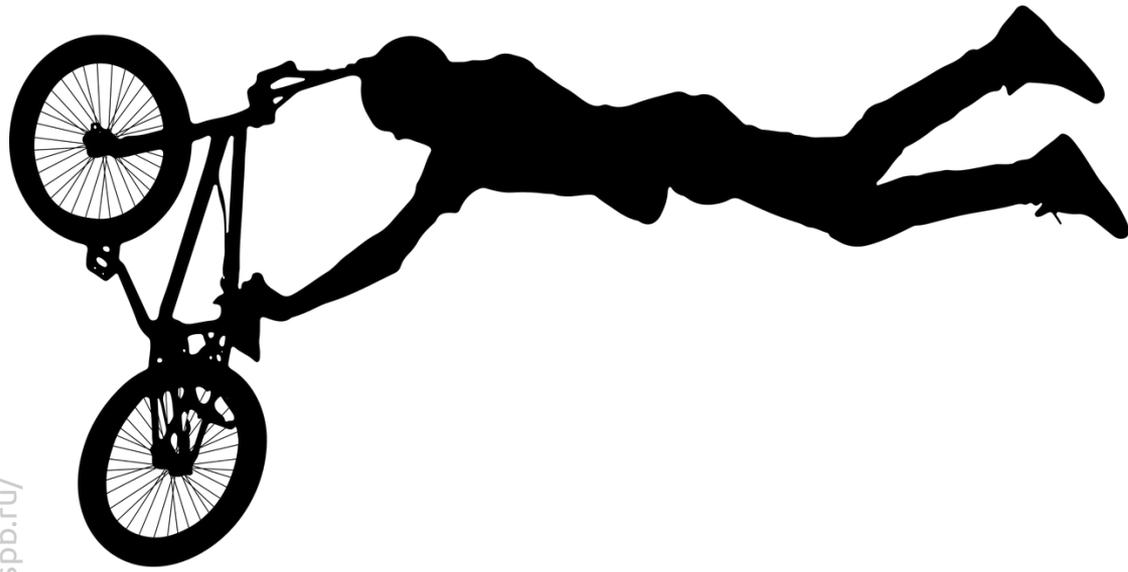
Источник энергии может быть в самой системе или надсистеме.

- **Трансмиссия** - передаёт энергию от **двигателя** к **рабочему органу** с возможным её качественным преобразованием.
- **Рабочий орган** - потребляет энергию для непосредственного выполнения полезной работы.
- **Средство управления** - регулирует поток энергии к частям системы, согласует их работу во времени и пространстве.

# Типовые компоненты любых систем



Если какая-то из частей системы **отсутствует**, её функцию выполняет **внешний агент** или **окружающая среда**.



- **Двигатель** - человек.  
Он же - источник энергии.
- **Трансмиссия** - педали, звездочки и цепь.
- **Рабочий орган** - колёса.
- **Средство управления** - руль, тормоза.

Пример:  
велосипед



# Упражнение

Подумайте и объясните, каковы типовые элементы системы:

- в Вашем смартфоне;
- в Вашей организации;
- в Вас самих.



# Сбалансированность систем

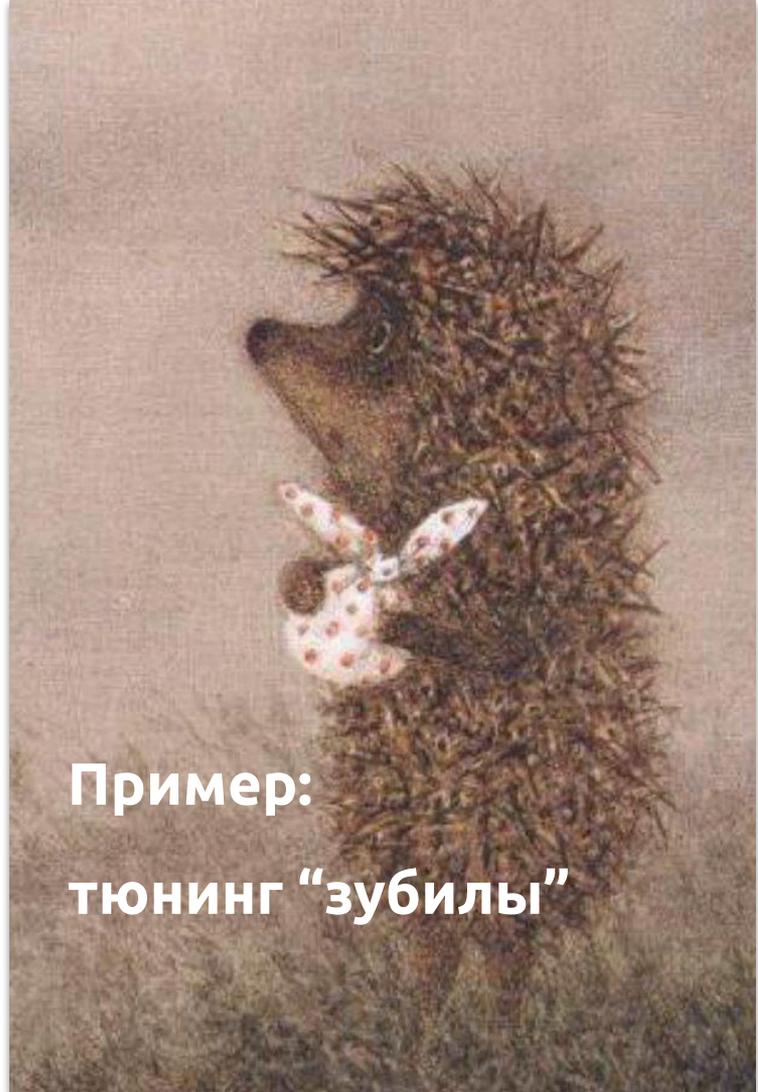
- Энергия должна передаваться в системе **без потерь**.
- Для этого все части системы должны иметь сопоставимую **пропускную способность** (мощность).
- Нет смысла наращивать один из компонентов системы, если остальные заметно слабее.





Сколько “зубило” не тюнингуй, оно остаётся “зубилом”. Подвеска, рулевое управление, тормоза, силовая клетка кузова **резко конфликтуют** с ростом мощности двигателя.

Пример:  
тюнинг “зубилы”

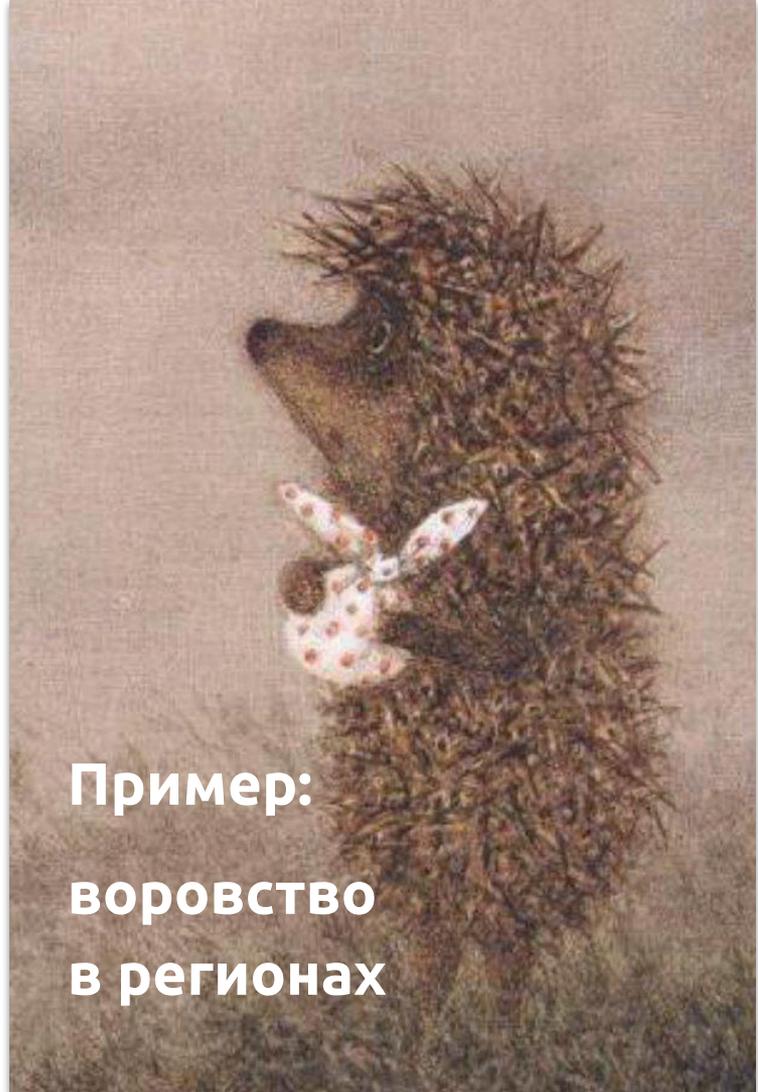




Сколько денег в регионы России ни закачивай, чиновники на местах всё равно их разворуют.

Особенно ярко это видно на фоне относительно строгого контроля за исполнением федерального бюджета.

**Пример:  
воровство  
в регионах**



## Хозяйке на заметку

- Плечи прошли - и остальное пройдёт.
- Скорость эскадры определяется самым медленным кораблём.
- Где тонко - там и рвётся.

Дополните набор фраз о пропускной способности систем, если сможете.

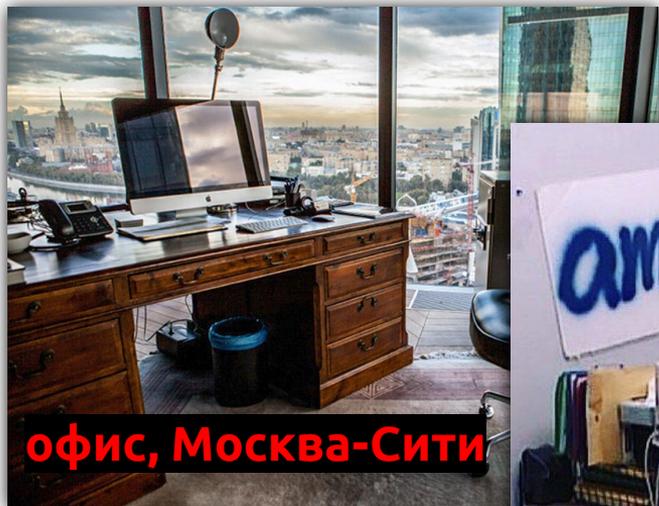


# Возникновение противоречий в системе

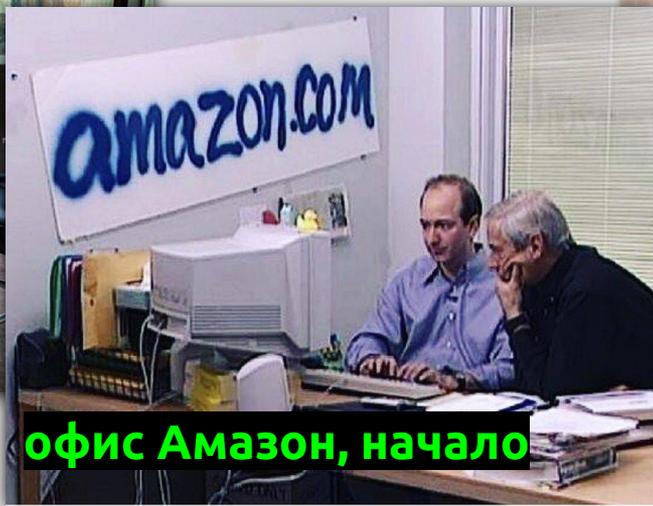
- Рабочий орган системы должен **немного “обгонять”** остальную систему в развитии.
- Потери энергии или “отставание” рабочего органа в развитии **порождают противоречия** внутри системы.
- Такие противоречия служат **источником развития** системы (рассмотрим далее).



Ошибка: развитие управления или трансмиссии системы вместо её рабочего органа.



**офис, Москва-Сити**



**офис Амазон, начало**

Например, обставление дорогого офиса вместо создания конкурентного продукта.

Пример:  
типовая ошибка  
предпринимателя

# Упражнение

Подумайте и объясните, что конкретно нужно изменить для развития и улучшения:

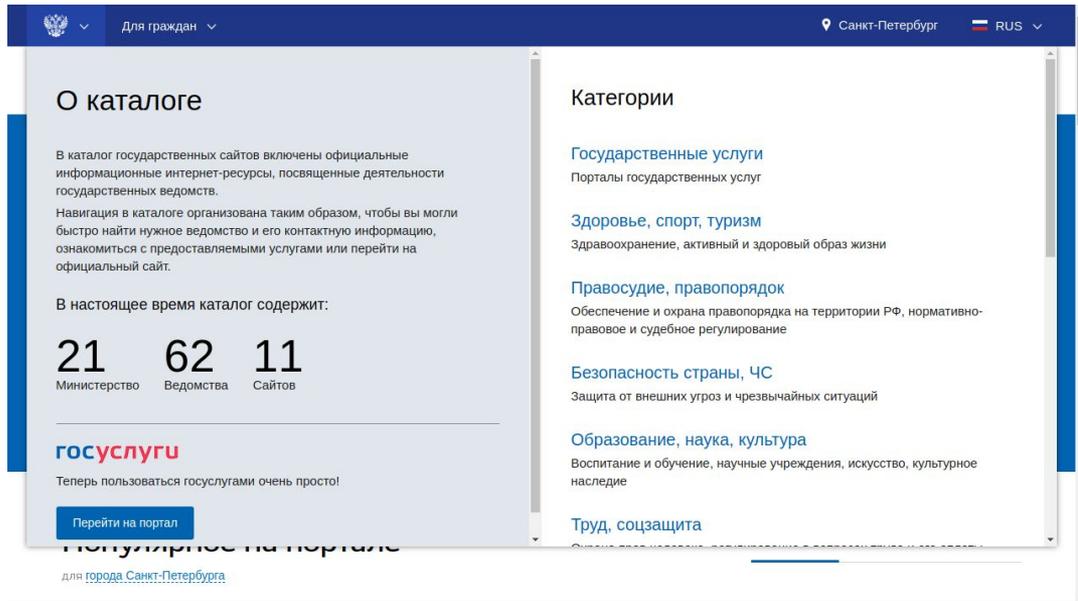
- Вашего смартфона;
- Вашей организации;
- Вас самих.

Какие противоречия это вызовет?



# Стремление системы к идеалу

- Любая система в своём развитии **стремится к идеалу**, “идеальному конечному результату” в терминах ТРИЗа.
- Достигнув идеала, система должна **исчезнуть**, а её функция - **остаться**, за счёт:
  - роста количества функций;
  - свёртывания в рабочий орган (подсистему);
  - перехода в надсистему (“вверх”).



- **Содержание**, функция системы государственной власти улучшается.
- **Форма** системы минимизируется и стремится к полному исчезновению.

Пример:  
портал "Госуслуги"

# Система и окружающий мир

Любая система по отношению к окружающему миру проходит в своем развитии следующие стадии:

- сначала **борется** с ним;
- затем **приспосабливается** к нему;
- и затем **использует** его к своей выгоде.

## Упражнение

Укажите, если можете, примеры цикла “борьба, приспособление, использование” из собственных наблюдений.

Какие системы прошли весь этот путь на Ваших глазах?

Какие не смогли? Почему?



# Упражнение

Подумайте и укажите примеры стремления к идеалу:

- в Вашем смартфоне;
- в Вашей организации;
- в Вас самих.

Как выглядят эти идеалы?  
Достижимы ли они?



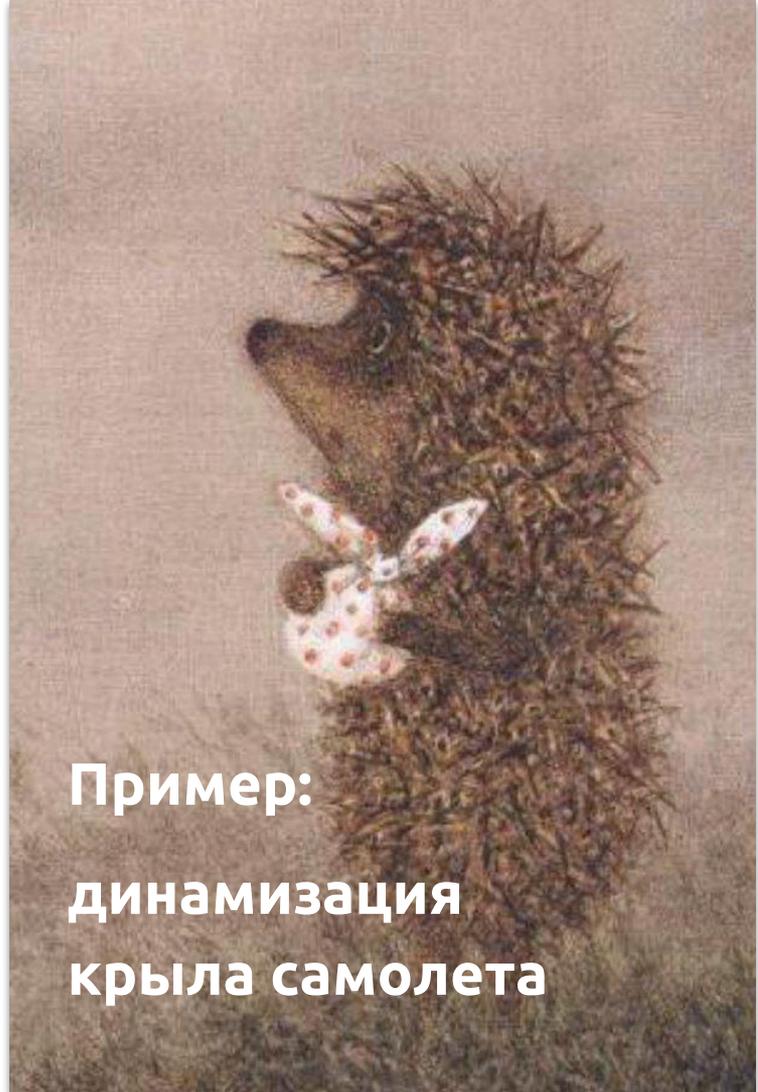
# Динамизация системы

- Надежность и устойчивость системы в динамичном окружении зависят от её **способности изменяться**.
- Диапазон условий, в которых система сохраняет свою функцию, определён **степенью динамизации**, т.е. способностью системы быть подвижной, гибкой, адаптивной к внешней среде, менять форму свою и своих компонентов (прежде всего **рабочего органа**).



1. **Неподвижное** крыло без механизации.
2. **Закрылки, предкрылки.**
3. Крыло **изменяемой стреловидности.**
4. **Неподвижное “неустойчивое”** электронно-управляемое крыло.

**Пример:  
динамизация  
крыла самолета**



## Руководитель организации

Координатор проектов	Руководитель производства	Руководитель маркетинговой службы	Руководитель службы снабжения
Руководитель проекта А	А	А	А
Руководитель проекта В	В	В	В
Руководитель проекта С	С	С	С

1. От жёсткой древовидной структуры...
2. ...через "матричную" структуру...
3. ...к структуре проектных рабочих групп.

Пример:  
структура  
организаций



Хозяйке на заметку

Закон **необходимого  
разнообразия** (кибернетика):

В любой системе, человеческой  
или машинной, **контролирующим**  
является **наиболее**  
**вариабельный** её элемент.



# Динамизация - штука комплексная

- Иногда выгоднее **уменьшить** динамизацию подсистемы, упростив её, а ухудшение свойств скомпенсировать стабильной искусственной средой вокруг неё, защищённой от внешних факторов. При этом общая динамизация системы **возрастает**.
- Например, вместо приспособления механической трансмиссии к загрязнению путем её динамизации (перебалансировка, самоочистка) можно поместить её в герметичный кожух.
- При этом трансмиссия упрощается, а система в целом получает новую возможность (стабильно работает в грязи).

# Переходы моно-би-поли-моно

- Переход от **моно-** к **би-**системе повышает надёжность и даёт новые качества, которых **не было** в моно-системе.
- Переход от **би-** к **поли-**системе даёт эволюционный этап развития, при котором новые качества появляются **только** за счёт количественных показателей.
- Переход от **поли-** снова к **моно-**системе происходит тогда, когда поли-система **исчерпала себя** и не может развиваться дальше.

Переход поли->моно возможен **только** при повышении динамизации частей системы и прежде всего рабочего органа.

**МОНО-система**



**би-система**



динамизированная  
**МОНО-система**



**ПОЛИ-система**

Пример:  
**гаечный ключ**



# Минимизация системы

- По мере технологических возможностей любая система стремится **уменьшить** свой размер, насколько возможно.

Это - одно из проявлений стремления систем исчезать по мере приближения к идеалу.

- Так, по мере быстрого роста объёма знаний учебные программы стремятся от больших курсов к множеству малых и переходу из очной формы обучения к формату вебинаров.

Это, в свою очередь, провоцирует **клиповое мышление** и **разрушает целостность** системы знаний как таковой.

Выводы в терминах систем - сделать самостоятельно.



Пример:  
минимизация  
мобильной связи



# Упражнение

Подумайте и объясните, каковы примеры динамизации, минимизации, переходов моно-би-поли-моно:

- в Вашем смартфоне;
- в Вашей организации;
- в Вас самих.



## СИСТЕМЫ

определения, устройство, динамика

**СИСТЕМНАЯ ИНДУКЦИЯ**  
закон структурной динамики

**УСТОЙЧИВОСТЬ СИСТЕМ**  
принцип Ла-Шателье/Брауна

**СТРАННОСТИ**  
выявление воздействий

**ПРОТИВОРЕЧИЯ**  
законы диамата  
фазовые переходы

**ХАОТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ**  
можно ли управлять хаосом

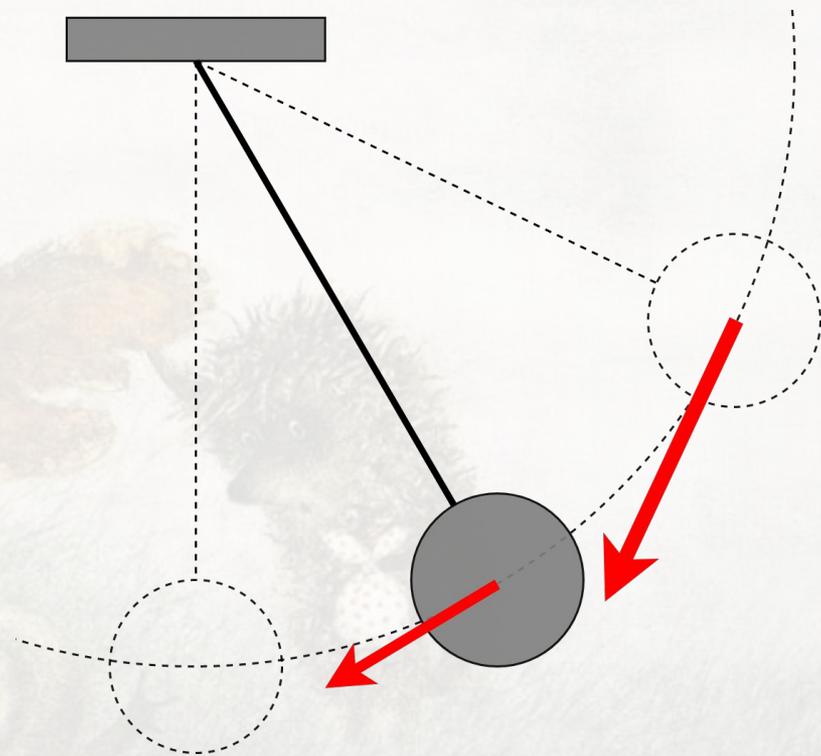
**РАЗВИТИЕ СИСТЕМ**  
S-образная кривая  
иерархия развития систем

# Принцип Ла-Шателье\Брауна

- Если на систему, находящуюся в устойчивом равновесии, воздействовать извне, **изменяя** какое-то из условий равновесия, то в системе усиливаются процессы, направленные на **компенсацию** внешнего воздействия.
- Т.е. при **выведении** системы из равновесия она до какого-то предела стремится в равновесие **вернуться**.
- Это значит, что, изменяя состояние **устойчивой** системы, Вы **всегда** встретитесь с её **противодействием**.

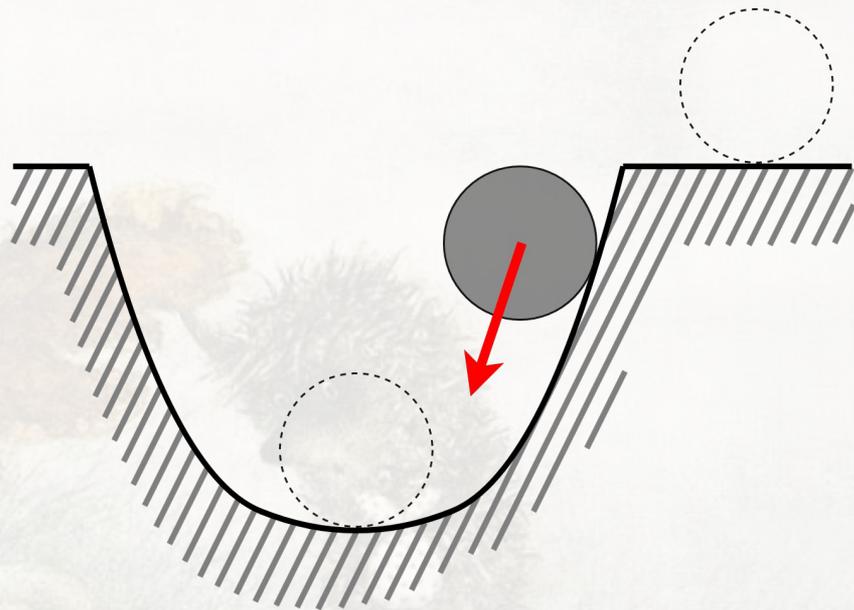
# Модель маятника

- При попытке **отклонить** маятник от равновесия он стремится вернуться **обратно**.
- Чем **сильнее** отклонение, тем **сильнее** маятник рвётся назад.
- Для вывода маятника из его “зоны комфорта” нужно приложить к нему значительное усилие (**оборвать нить**).
- И, да. Маятник вряд ли разумен.



# Модель шарика в яме

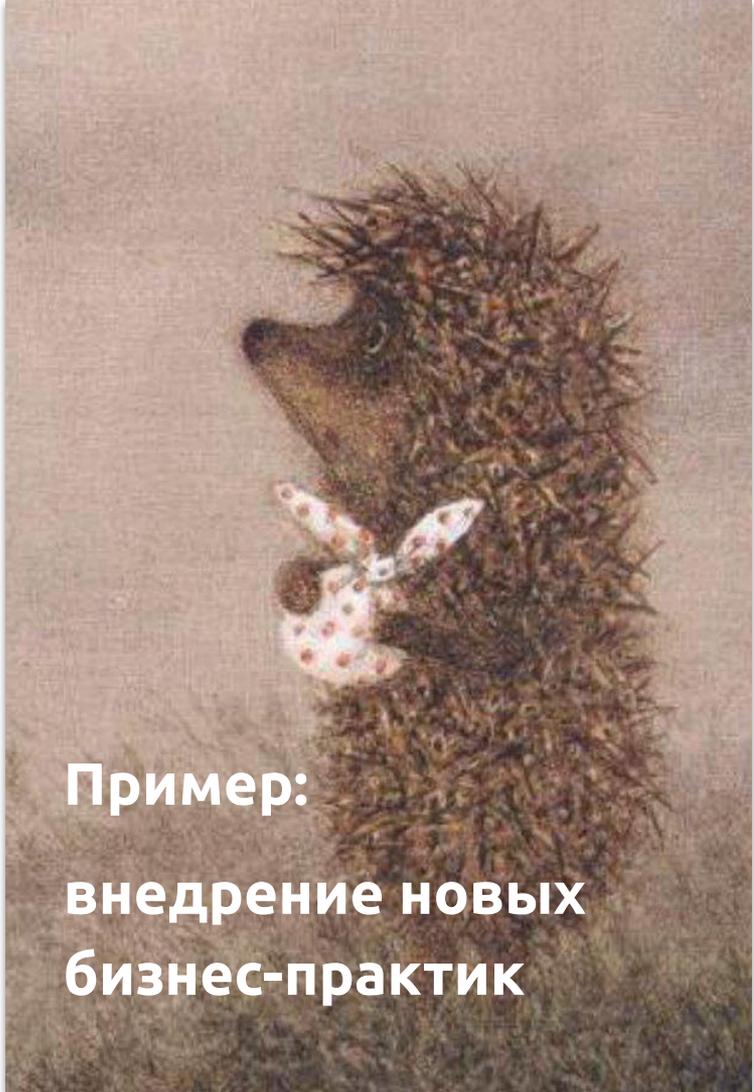
- При попытке выкатить шар из ямы он будет рваться обратно, **на дно**. Как наркоман к дозе.
- Шар упорен в своём стремлении к комфорту. И при этом - вряд ли разумен.
- Чтобы свободно катать шар, надо сначала вытащить его из ямы, лишить его устойчивости.



При внедрении в организации значимых изменений всегда приходится делать ряд шагов, **снижающих устойчивость** этой организации в краткосрочной перспективе. Например, переаттестовывать персонал.

Дилемма таких шагов проста:

- или **временно раскачать** организацию и **реализовать** целевые изменения;
- или проводить изменения крайне **медленно и долго** с риском провала;
- или **не преодолеть** сопротивление и **провалить** внедрение изменений.

A painting of a hedgehog with a small child sitting on its back. The hedgehog is brown and spiky, and the child is wearing a white dress with red polka dots. The background is a soft, textured brown.

**Пример:**  
**внедрение новых  
бизнес-практик**

# Модель наполнения стакана водой

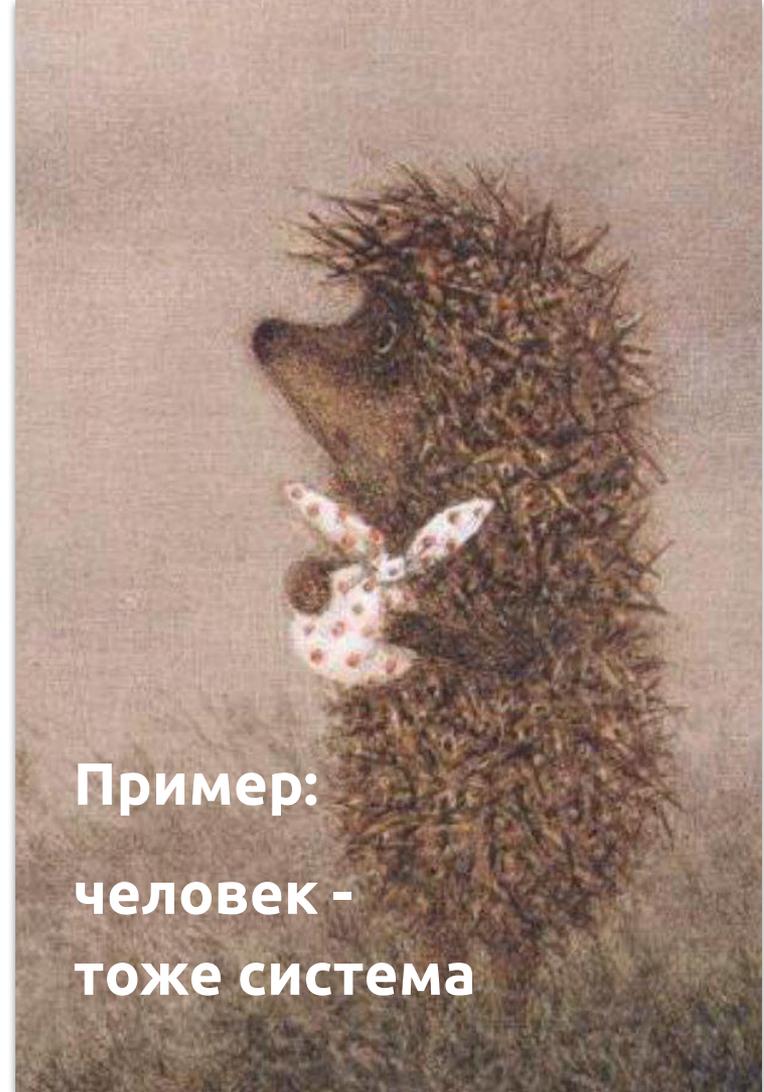
- Вносить изменения - это пытаться **налить** в стакан **как можно больше** воды.
- Сопротивление системы - вода, которая **уже не вмещается** в стакан и **выливается наружу**.
- Высота стенок - грань максимально возможных перемен данной системы.





Старая, но вечная мудрость...

Пример:  
человек -  
тоже система

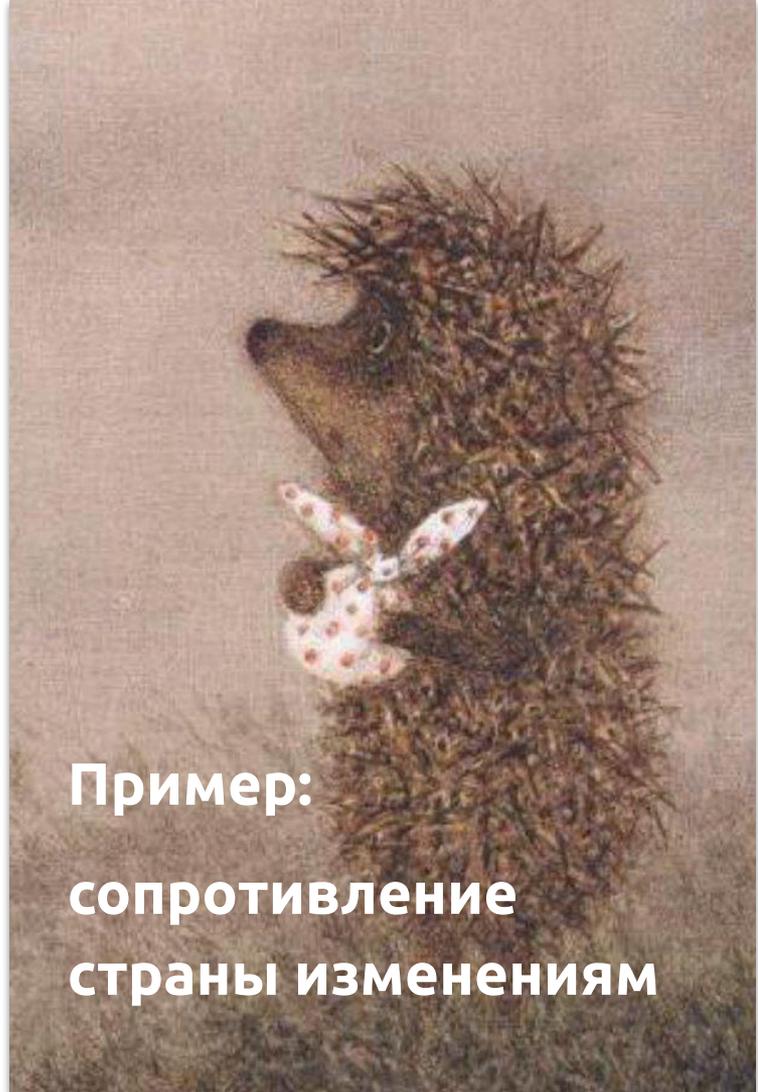




# КОНКУРС

УГАДАЙ СТРАНУ ПО ФОТОГРАФИИ!

Пример:  
сопротивление  
страны изменениям



# Упражнение

Подумайте и объясните, как сопротивление системы изменениям проявляется:

- в Вашем смартфоне;
- в Вашей организации;
- в Вас самих.



# Хозяйке на заметку

Меня свою организацию и неизбежно сталкиваясь при этом с саботажем, **не спешите** увольнять саботажников.

Возможно, они - лучший из вариантов.

И если их уволить, то **ещё неизвестно**, какие другие способы система найдет для противодействия Вам.

А она **найдёт**. Даже не сомневайтесь.



# Что такое энтропия

- Мера **беспорядка** многоэлементной системы.
- Степень неопределённости, **неполноты знаний**.
- Мера **неопределённости состояния** или поведения системы.

Можно считать, что рост энтропии - это **нагрев**, а снижение энтропии - **охлаждение**.

# Закон неубывания энтропии

- В **изолированной** системе запас энтропии всегда остается **постоянным**.

Это - аналог закона сохранения из физики.

- Поэтому любые существенные изменения стабильной системы возможны **только при внешнем вмешательстве** в неё.



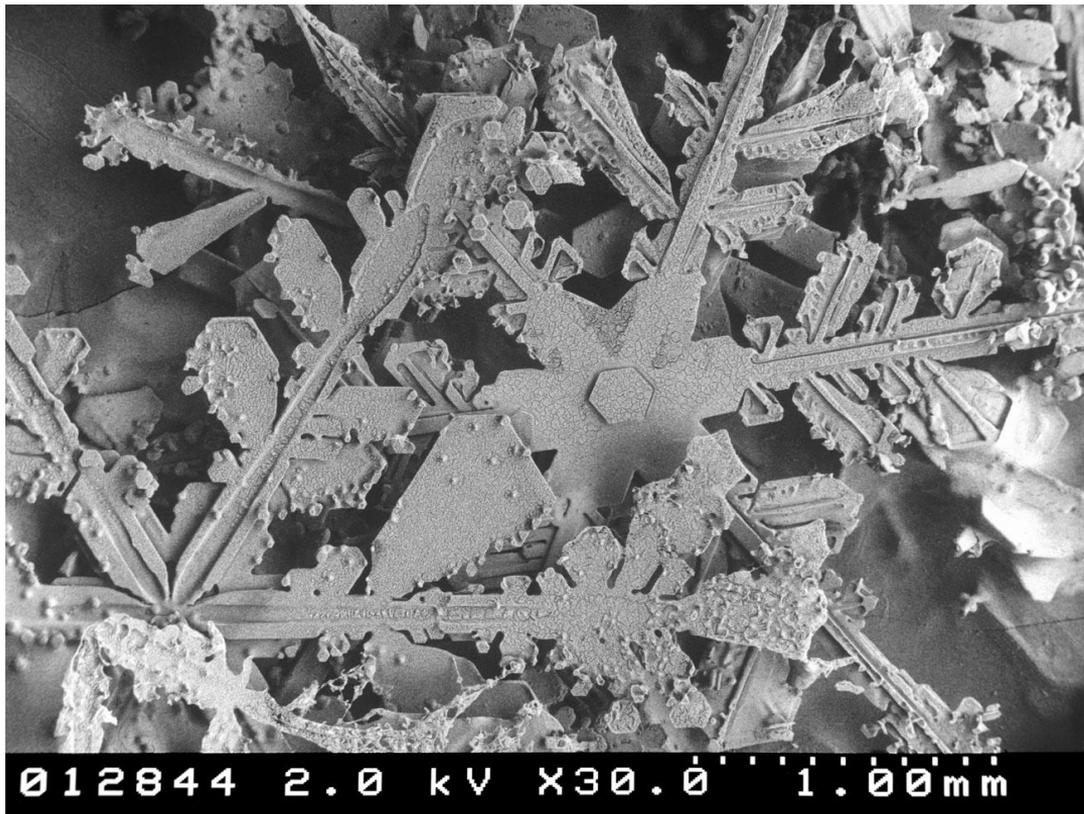
# Отрицательная энтропия систем

Принцип Ла-Шателье/Брауна в терминах энтропии:

- Самим фактом своего существования системы демонстрируют **отрицательный энтропийный потенциал** - имеют достаточно “сил” на удержание более высокой внутренней связности во внешнем мире или восстановление работы после искажений.

# Влияние энтропии систем друг на друга

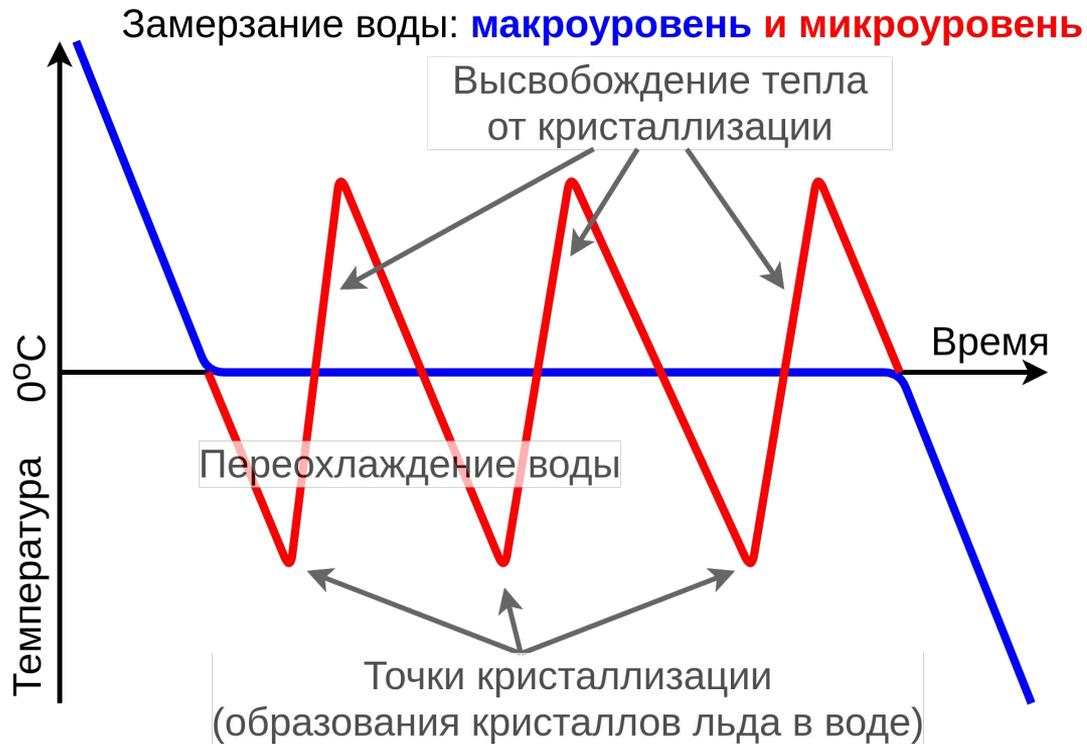
- В рамках системы возможен **обмен** энтропией между подсистемами, в том числе - “сознательный”.
- Так, по этому принципу работает домашний холодильник, отводя тепло из морозильной камеры в комнату. Мороз внутри - благодаря теплу снаружи.
- Одно из проявлений энтропии - **везение, удача** (также и невезение). Ими тоже можно обмениваться.



При образовании в воде ледяного кристалла температура вокруг него резко подскакивает.

Пример:

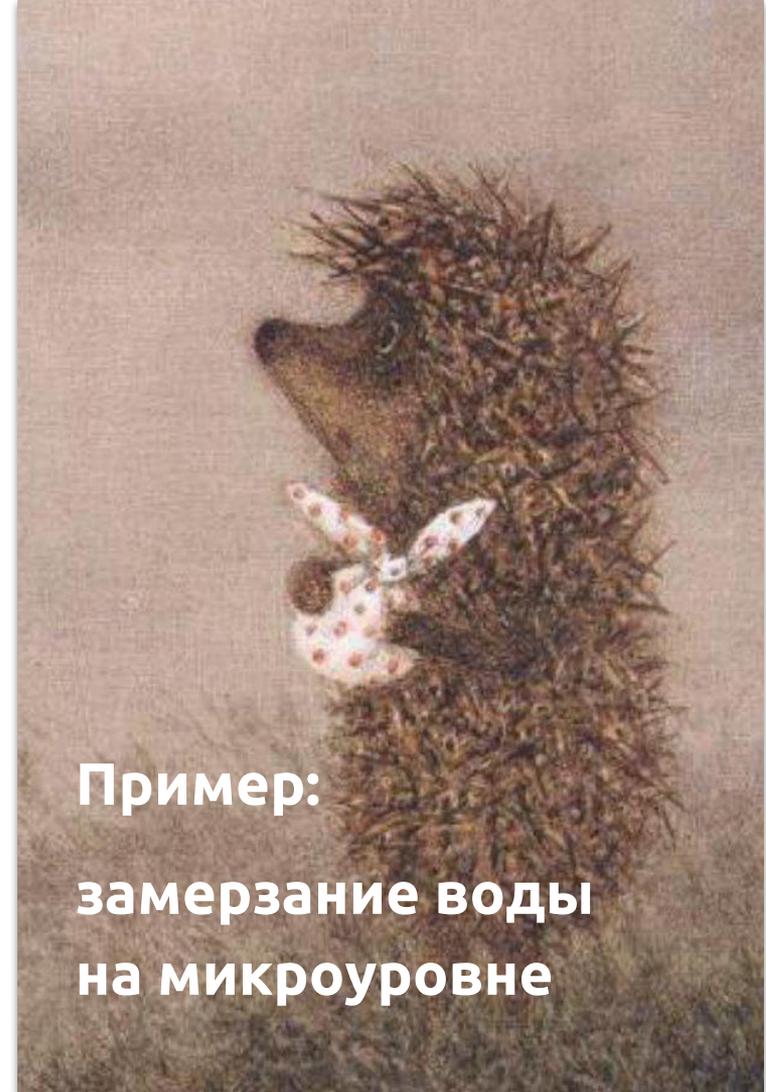
замерзание воды  
на микроуровне



В момент кристаллизации энтропия от “замерших” в кристалле молекул переходит к “свободным” молекулам, нагревая воду.

Пример:

замерзание воды  
на микроуровне



# Влияние энтропии систем друг на друга

- Тупо “закручивая гайки”, т.е. пытаюсь снизить в своей организации энтропию, Вы просто переместите энтропию в другое место, где уже не сможете её контролировать, и сверх того “подогреете” её своими упорными усилиями по контролю.
- Действительно эффективные мероприятия по наведению порядка должны “**охлаждать**” систему, но не “**подогревать**” её.

## Упражнение

Подумайте и объясните, какие способы “охлаждения энтропии” применимы в Вашей организации и как конкретно их можно реализовать.

Подсказка: “физика теплообмена”.



## Упражнение

Подумайте и объясните, зачем США агрессивно разжигают войны и конфликты по всему миру.

Какую свою **внутреннюю** проблему США пытаются выбросить во **внешний** мир?



## СИСТЕМЫ

определения, устройство, динамика

**СИСТЕМНАЯ ИНДУКЦИЯ**  
закон структурной динамики

**УСТОЙЧИВОСТЬ СИСТЕМ**  
принцип Ла-Шателье/Брауна

**СТРАННОСТИ**  
выявление воздействий

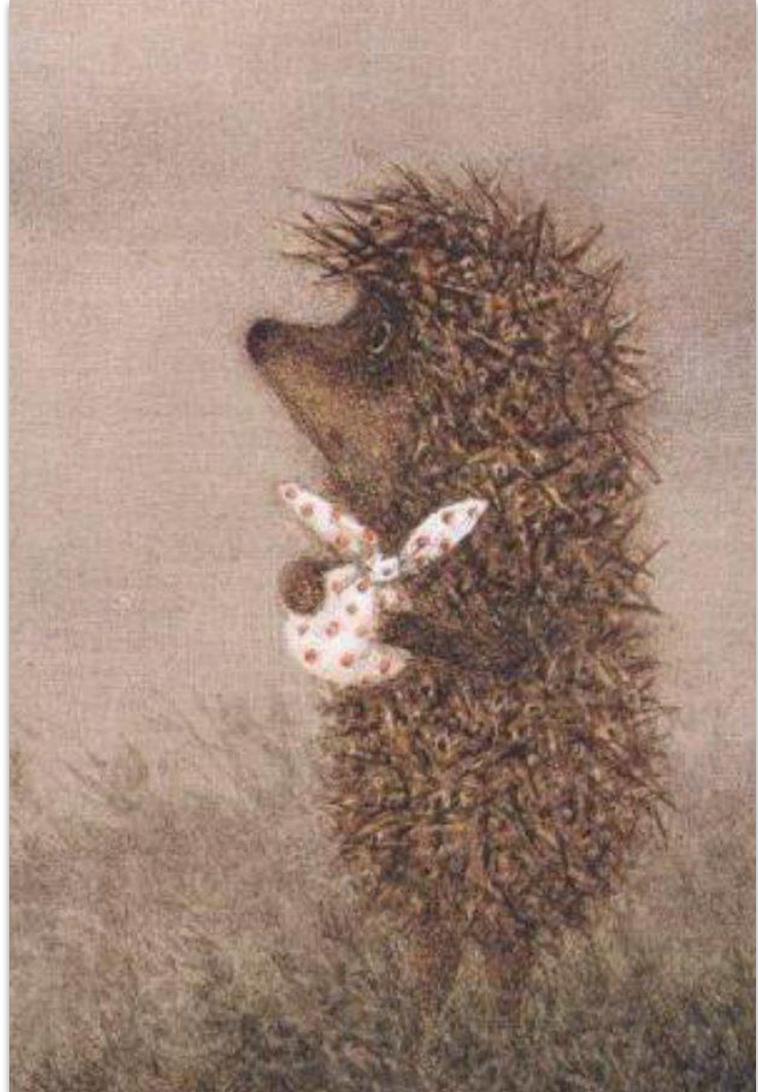
**ПРОТИВОРЕЧИЯ**  
законы диамата  
фазовые переходы

**ХАОТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ**  
можно ли управлять хаосом

**РАЗВИТИЕ СИСТЕМ**  
S-образная кривая  
иерархия развития систем

# Законы диалектики

- Диалектика - метод аргументации, форма и способ теоретического мышления, имеющего своим предметом **противоречия** своего мыслимого содержания.
- Диалектический материализм (диамат) - направление философии, основанное на первичности материи относительно сознания и **постоянном развитии** материи во времени.
- Согласно диамату, **движение и развитие** мира - результат **преодоления его внутренних противоречий**.

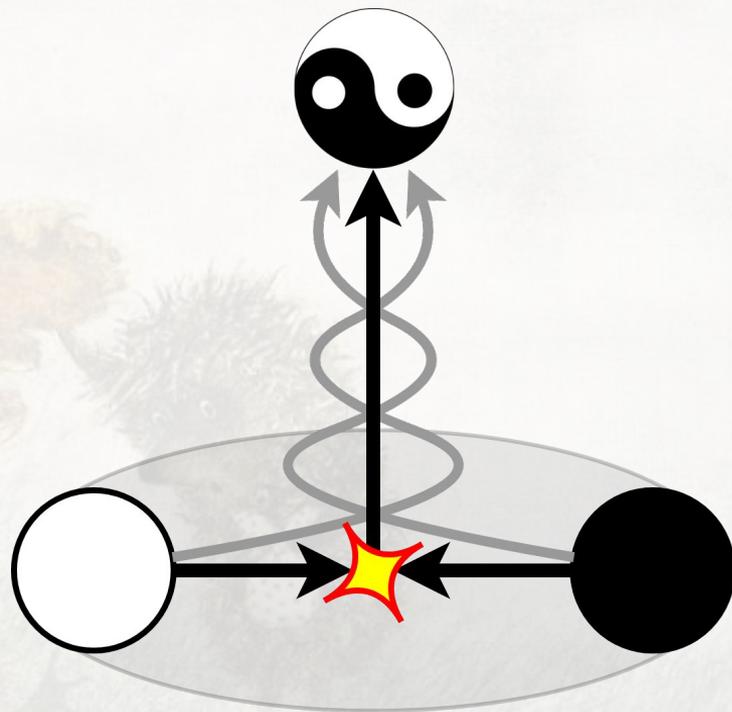


# Принципы взаимосвязи и развития

- **Принцип всеобщей взаимосвязи:** всё связано со всем, и лишь ограниченность человеческого знания не позволяет видеть все такие связи.
- **Принцип развития:** необратимое, направленное, закономерное изменение материальных и идеальных объектов есть универсальное их свойство.

# Принцип единства/борьбы противоположностей

- Любой объект имеет в себе **противоположные** стороны, свойства, тенденции.
- Они, взаимно дополняя и взаимно отрицая друг друга, составляют **противоречие**, которое и служит причиной **развития** объекта.
- Такое развитие всегда происходит через **скачок, качественное** изменение (не количественное).



# Фазы развития противоречий

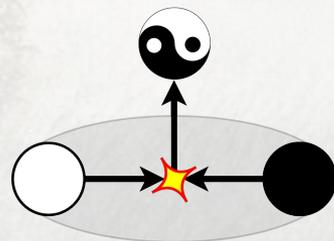
1. **Гармония:** противоположности **не мешают** единству системы, раскрывая многообразие её свойств.
2. **Дисгармония:** одна из противоположностей пытается усилиться за счёт другой.
3. **Конфликт:** борьба противоположностей достигает предела, под вопросом целостность всей системы.
4. **Разрешение противоречия.**



# Варианты разрешения противоречий

1. **Уничтожение** одной из противоположностей с её последующим **восстановлением**.
2. **Взаимоуничтожение** противоречия либо **раскол** системы (**гибель** системы как целого).
3. Временный **возврат** к гармонии (“шаг назад”).
4. **Эволюционный скачок** - противоречие разрешается (теряет своё значение).

Развитие через борьбу противоположностей происходит **только** в последнем случае.



# Хозяйке на заметку

Вспомним стандартный приём ТРИЗа -  
“прежде чем решать задачу, мысленно  
**обострите её противоречие** до предела,  
до абсурда”. Важнейший приём.

Тем самым система мысленно  
“подводится” к зоне действия принципа  
единства и борьбы противоположностей.

Так возможно разрешать заложенные в  
систему противоречия ещё до того, как  
они вступят в “клинч” друг с другом.



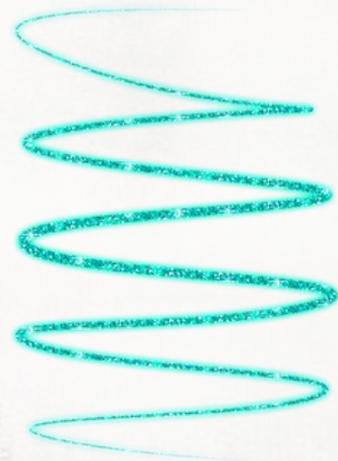
# Закон отрицания отрицания

- Процесс развития носит поступательно-повторяемый, **спиралевидный** характер.

Всё в мире развивается по спирали, проходя одни и те же этапы на всё новых уровнях развития.

- Переход из одного качества в другое происходит после **уничтожения** старого качества, его **переосмысления** и (в какой-то степени) **принятия**.

“Новое - это хорошо забытое старое”.



# Закон перехода количества в качество

- Всё в мире состоит из количественных и качественных определенностей.
- **“Количество”** - **общее**, свойственное разным вещам, их **сходность**, совокупность множеств и величин, характеризующих вещь.

Найти количественную определенность вещи значит сравнить её с другой, обладающей тем же свойством.

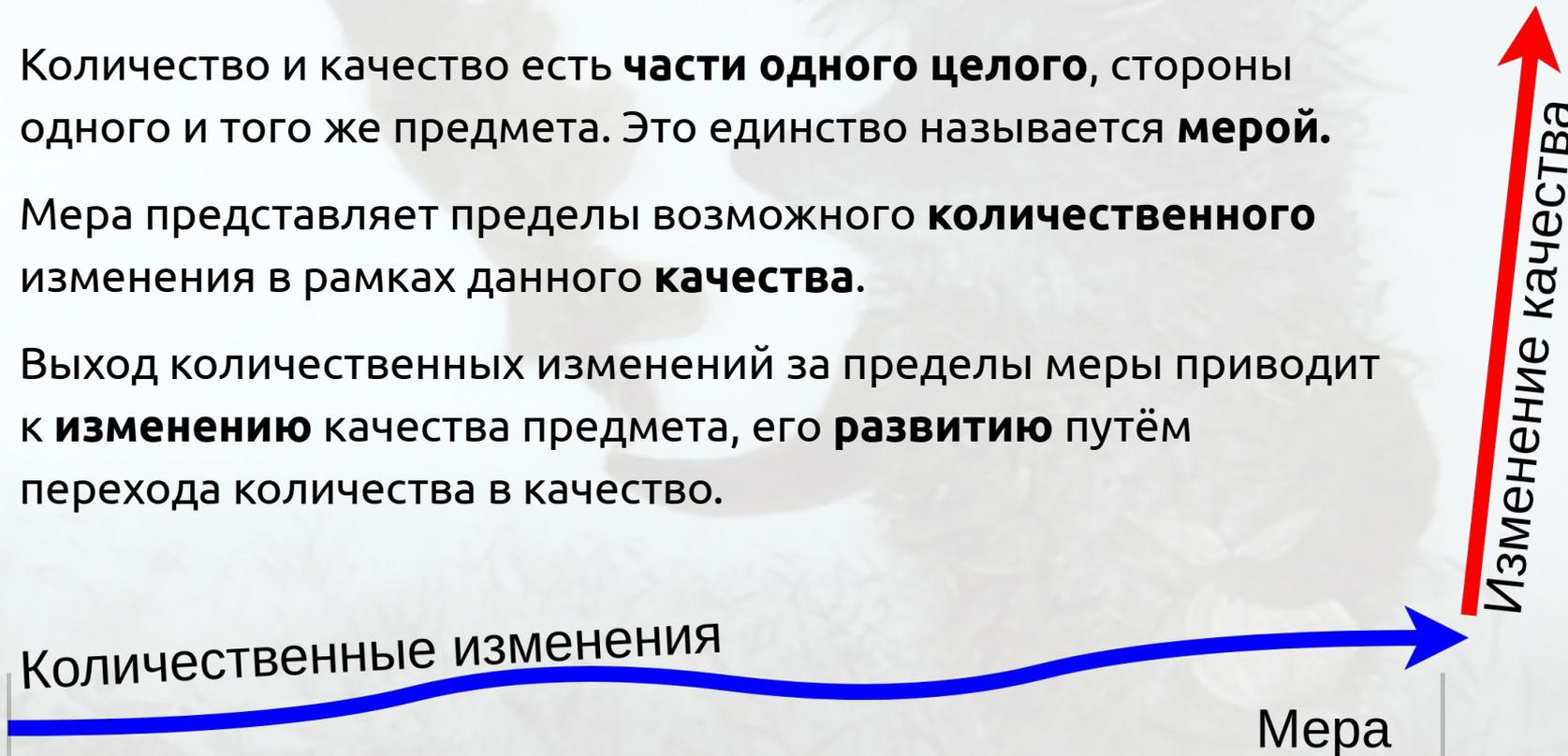
- **“Качество”** - определённость, которая отличает предмет среди других, делает его **уникальным**.



# Закон перехода количества в качество

- Количество и качество есть **части одного целого**, стороны одного и того же предмета. Это единство называется **мерой**.
- Мера представляет пределы возможного **количественного** изменения в рамках данного **качества**.
- Выход количественных изменений за пределы меры приводит к **изменению** качества предмета, его **развитию** путём перехода количества в качество.

Количественные изменения



Мера

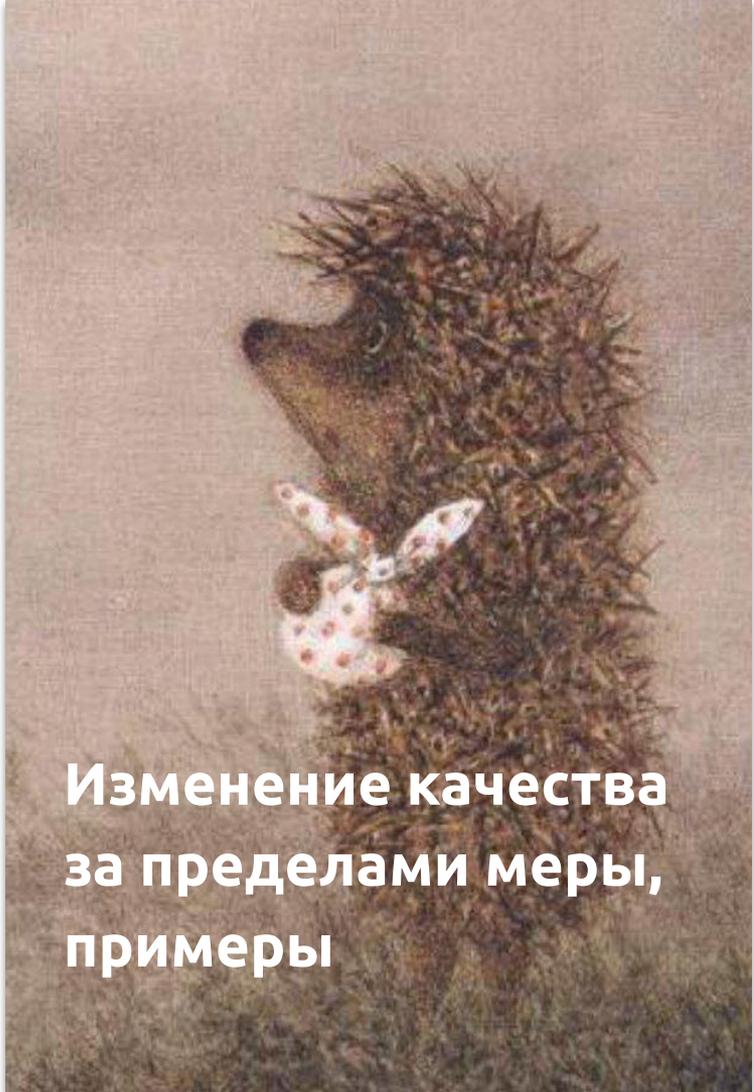
Изменение качества

- Температура (мера) нахождения воды в жидком состоянии - интервал от 0°C до 100°C.
- Доза (мера) алкоголя, при которой конкретный человек не становится из трезвого пьяным.
- Рост (мера) конкретного ребенка, позволяющий ему носить данные предметы одежды и обуви.

**Мера (примеры)**



- Температура упала ниже  $0^{\circ}\text{C}$ , и жидкая вода **замёрзла**.
- Трезвый человек стал **пьяным** и более не может двигаться самостоятельно.
- Одежда и обувь вдруг стали ребенку **малы**, и он не может более их носить.

A painting of a hedgehog with a small child on its back. The hedgehog is brown and covered in sharp spines. The child is wearing a white dress with red polka dots and a white hat with red polka dots. The background is a plain, light brown color.

**Изменение качества  
за пределами меры,  
примеры**

# Закон перехода количества в качество

Развитие есть **единство непрерывности и скачка**:

- **Непрерывность** - стадия “медленных” количественных изменений в пределах меры, **не меняющих качества**; процесс увеличения или уменьшения существующего.
- **Скачок** - стадия коренных “быстрых” **качественных изменений** предмета вне пределов меры; момент или период **превращения** старого качества в новое.

Количественные изменения

Мера

Изменение качества

# Качественные скачки подразделяются

- по **масштабу** качественных изменений - **внутрисистемные** (частные) или **межсистемные** (коренные);
- по **направленности** изменений - **прогрессивные** (повышение уровня структурности) или **регрессивные** (снижение уровня структурной организации);
- по **характеру** обуславливающих противоречий - **спонтанные** (разрешение внутренних противоречий) и **индуцированные** (от воздействия внешних факторов).

# Хозяйке на заметку

Переход количества в качество всегда предполагает возвращение событий в количественное русло после исчерпания потенциала качественных изменений.

В народе это отражено в поговорках:

- “дорого яичко ко Христову дню”,
- “после драки кулаками не машут”.

Как Вы думаете, в каких ещё?



# Квази-устойчивость систем

- Всегда есть интервал, в пределах которого качества системы сохраняются **безотносительно** изменения её количественных характеристик.
- За гранью таких интервалов система претерпевает **качественный скачок** - изменение качеств.
- Поэтому любая система **квази-устойчива** (устойчива только в определенных интервалах).

# Хозяйке на заметку

Количественные изменения происходят **всегда**, так, в терминах СМИ это “события”.

На их основе можно **предугадывать**, где, когда и какие качественные переходы будут происходить. На этом основана работа любых аналитических служб.

Искажая поток событий, можно **влиять** на качественные переходы. Это - пропаганда и манипуляция, хлеб всех спецслужб мира.



## СИСТЕМЫ

определения, устройство, динамика

**СИСТЕМНАЯ ИНДУКЦИЯ**  
закон структурной динамики

**УСТОЙЧИВОСТЬ СИСТЕМ**  
принцип Ла-Шателье/Брауна

**СТРАННОСТИ**  
выявление воздействий

**ПРОТИВОРЕЧИЯ**  
законы диамата  
фазовые переходы

**ХАОТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ**  
можно ли управлять хаосом

**РАЗВИТИЕ СИСТЕМ**  
S-образная кривая  
иерархия развития систем



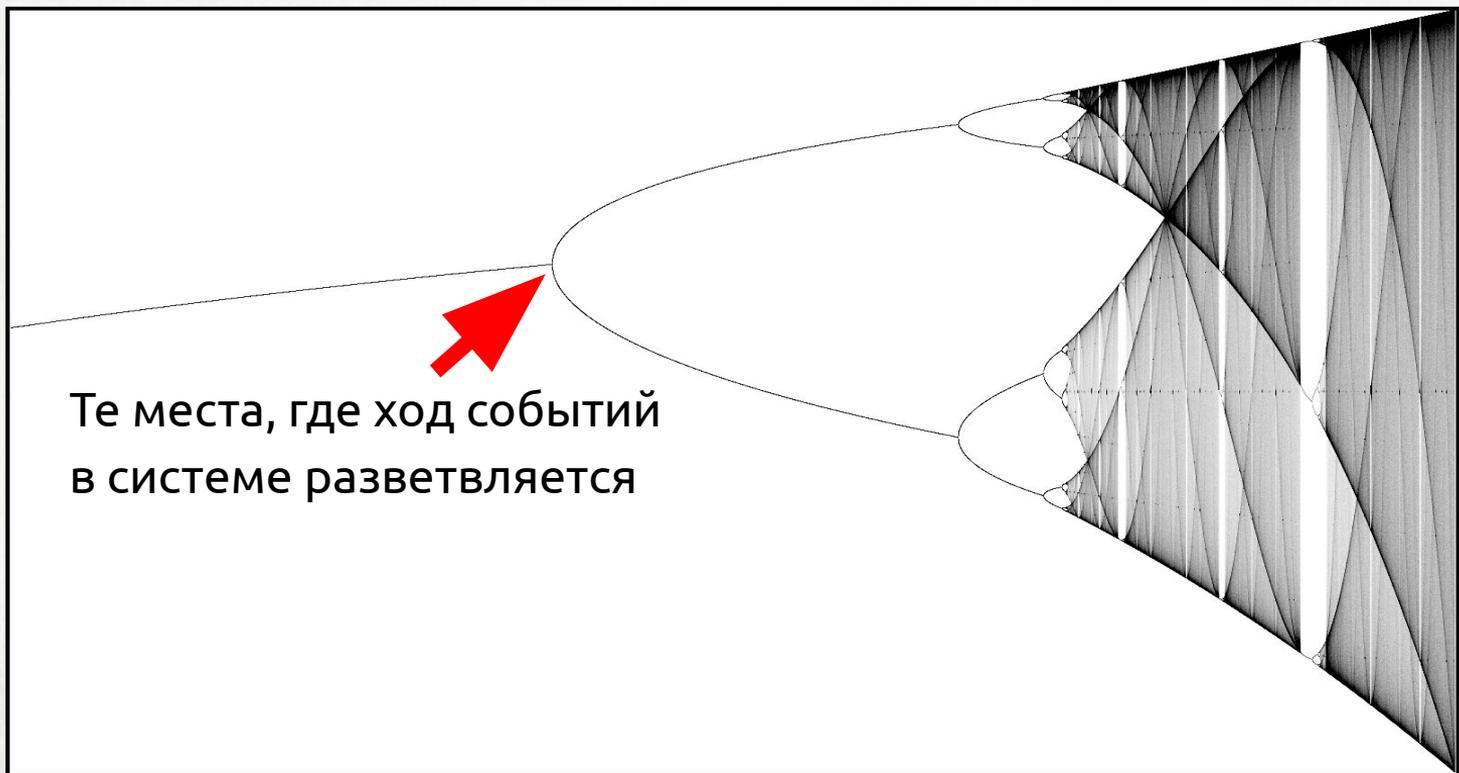
# Точка бифуркации

Точка бифуркации - **кратковременное** критическое состояние системы, при котором она становится неустойчивой и возникает неопределенность:

- станет ли состояние системы **хаотическим** (и каким именно),
- или же система перейдёт на другой **уровень упорядоченности**.



# Графический смысл точек бифуркации



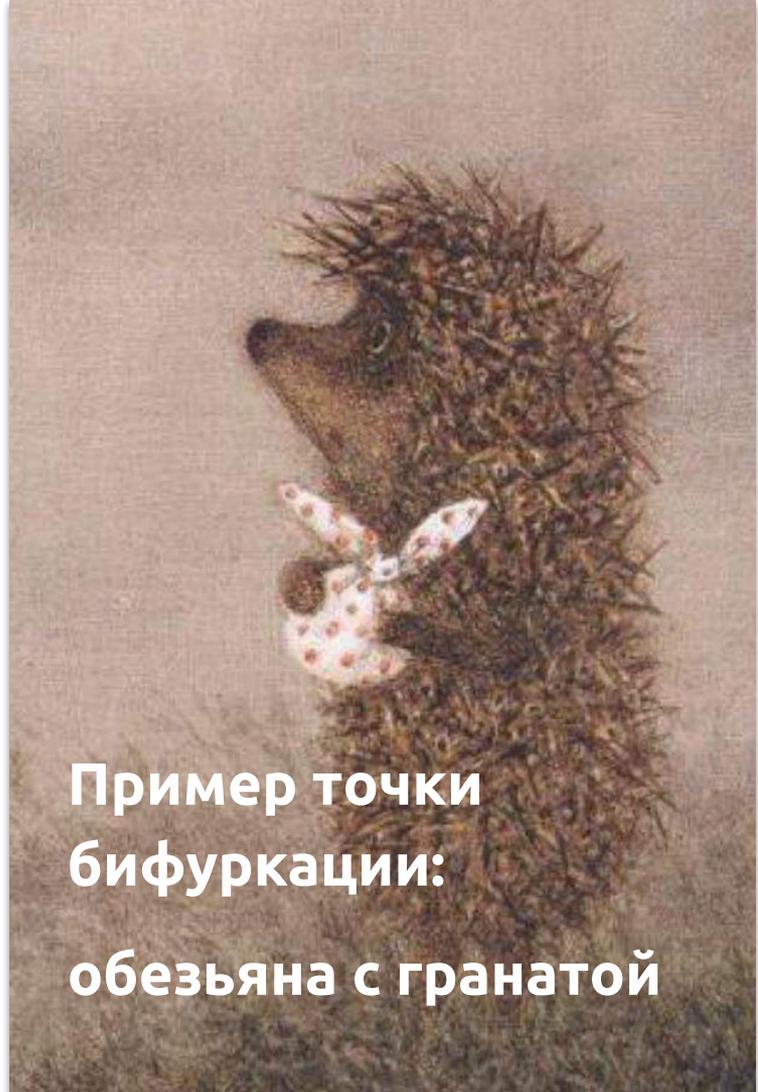
# Фазовый переход и точка бифуркации

- Фазовый переход, переход количества в качество, качественные изменения - разные названия одного и того же явления.
- Точка бифуркации - ключевой момент фазового перехода.



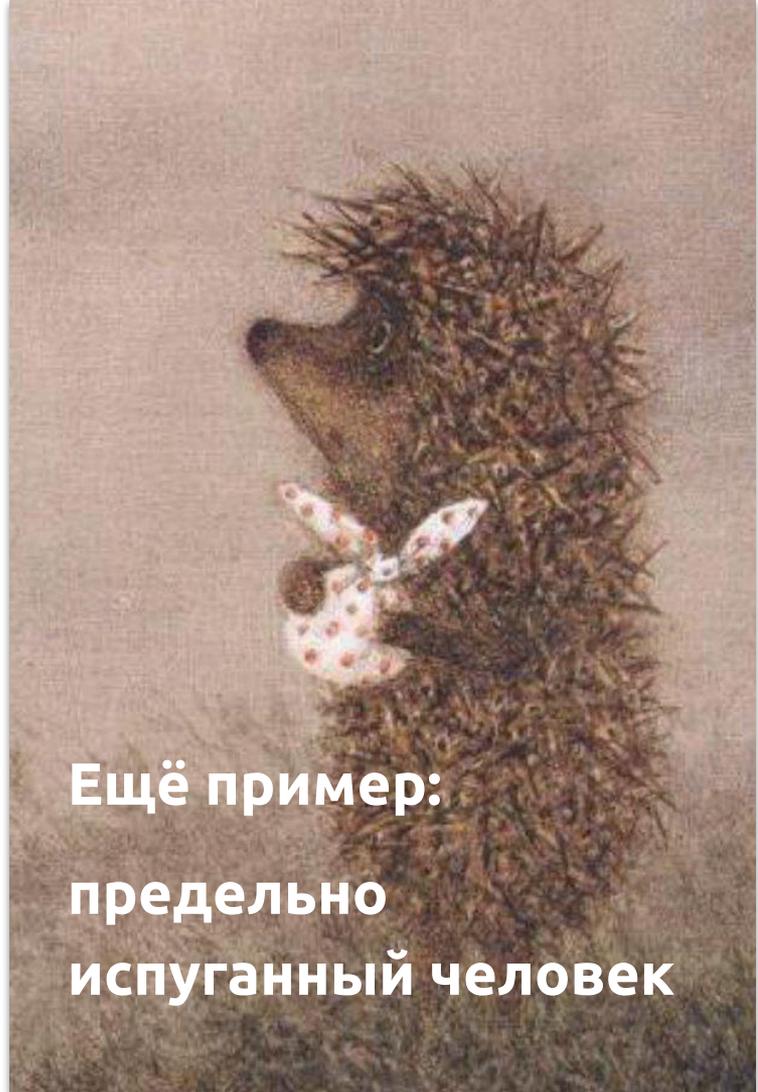


Пример точки  
бифуркации:  
обезьяна с гранатой



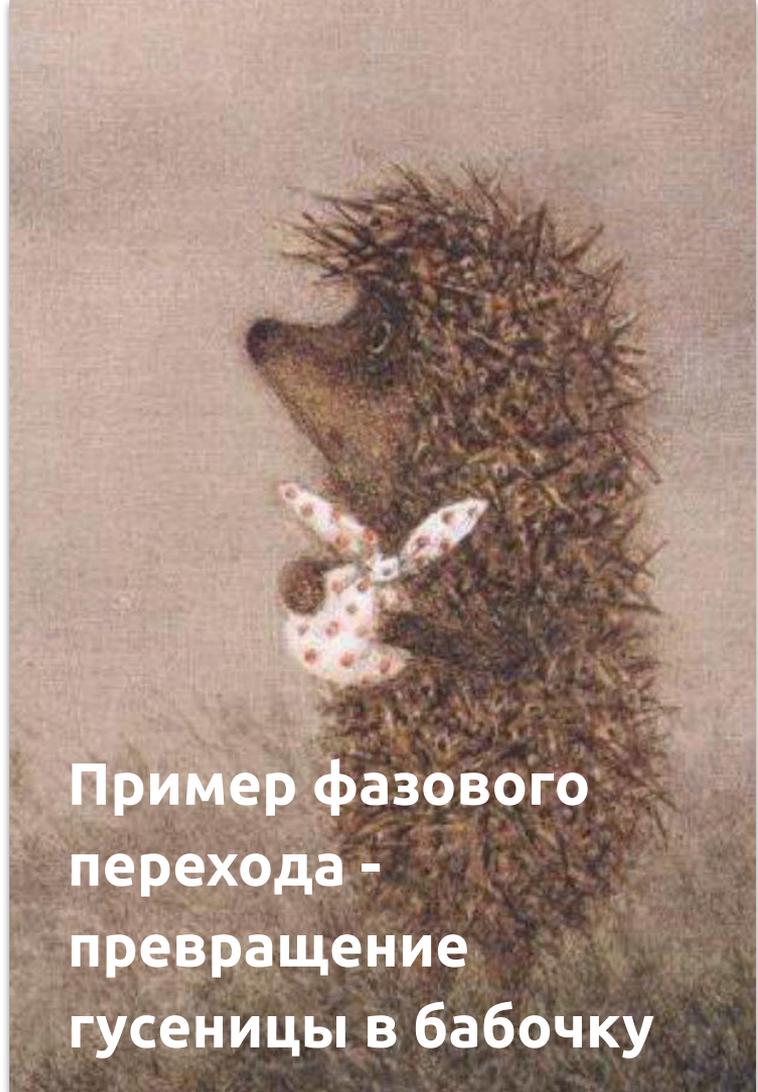


Ещё пример:  
предельно  
испуганный человек





Пример фазового  
перехода -  
превращение  
гусеницы в бабочку



# Парадокс фазового перехода

Как и популярный герой  
русского фольклора, фазовый  
переход **всегда виден  
издалека** - и всегда наступает  
**совершенно неожиданно.**

Выводы - самостоятельно.



ПОЛНЫЙ ПЕСЕЦ



Я Ярославский регион  
yarreg.ru

Вполне ожидаем, но всегда внезапно.

Пример:

сход снежной  
лавины с крыши





- Все страны **знали** о грядущей войне и старательно **готовились** к ней.
- Для **всех участников** война началась **совершенно внезапно**.

Пример:  
начало **Первой  
Мировой войны**

# Как понять будущее за фазовым переходом?

- Нет **никакого способа** понять, оценить или предсказать точное будущее за гранью фазового перехода - только общие контуры и принципы.
- Само будущее в этом момент **неустойчиво** и существует лишь как **распределение вероятностей** (вполне вычисляемое аналитически, кстати).
- Прогнозы и форсайты направлены на самом деле не на предсказание будущего, а на его **формирование**.
- Аналитика в лучшем случае даёт понимание лишь **отдельных** черт **возможного** будущего.





Можно указать принцип, но  
невозможно предугадать рисунок.



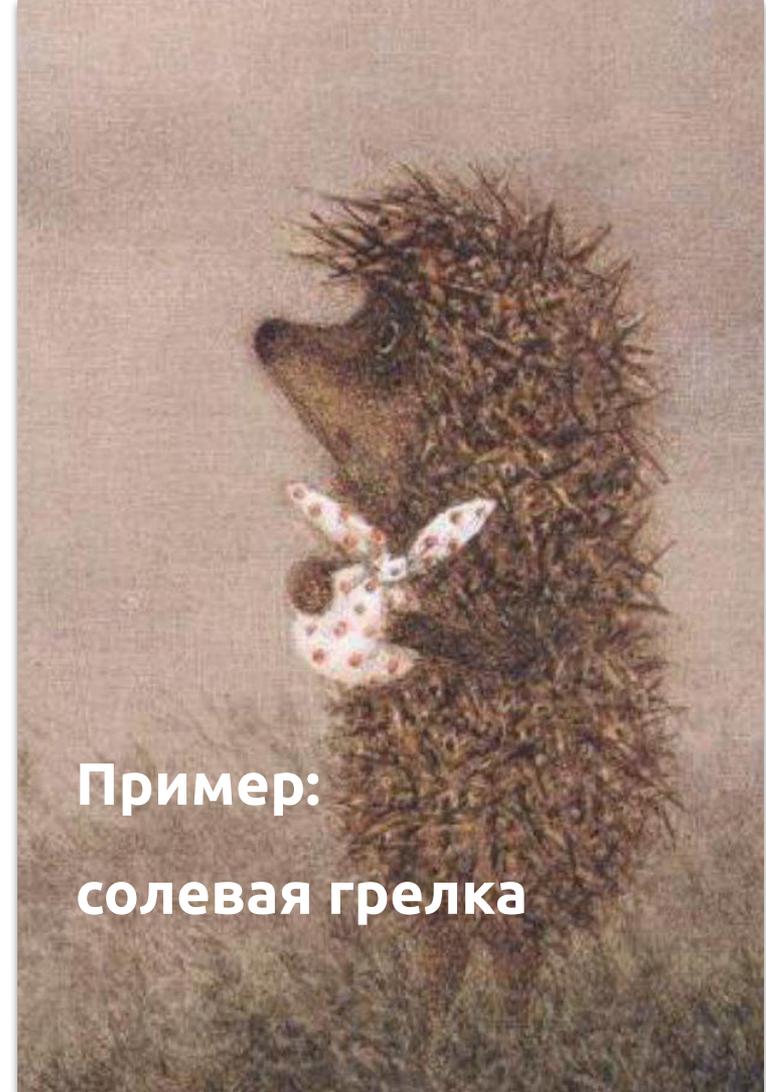
Пример:  
морозные узоры  
на стекле

# Можно ли влиять на фазовый переход?

- Фазовый переход возможно **ускорить, задержать, направить** в какую-либо сторону. Но - в крайне узком диапазоне времени и возможностей. Чем дальше от перехода, тем больше энергии требуется для этого.
- Если система **не готова** к фазовому переходу, не имеет достаточно энергии внутреннего конфликта, повлиять на её фазовый переход (вызвать его) **невозможно** никакими силами.



- “Заряженная” грелка долго сохраняет готовность к фазовому переходу.
- Щелчок - и грелка сразу кристаллизуется.



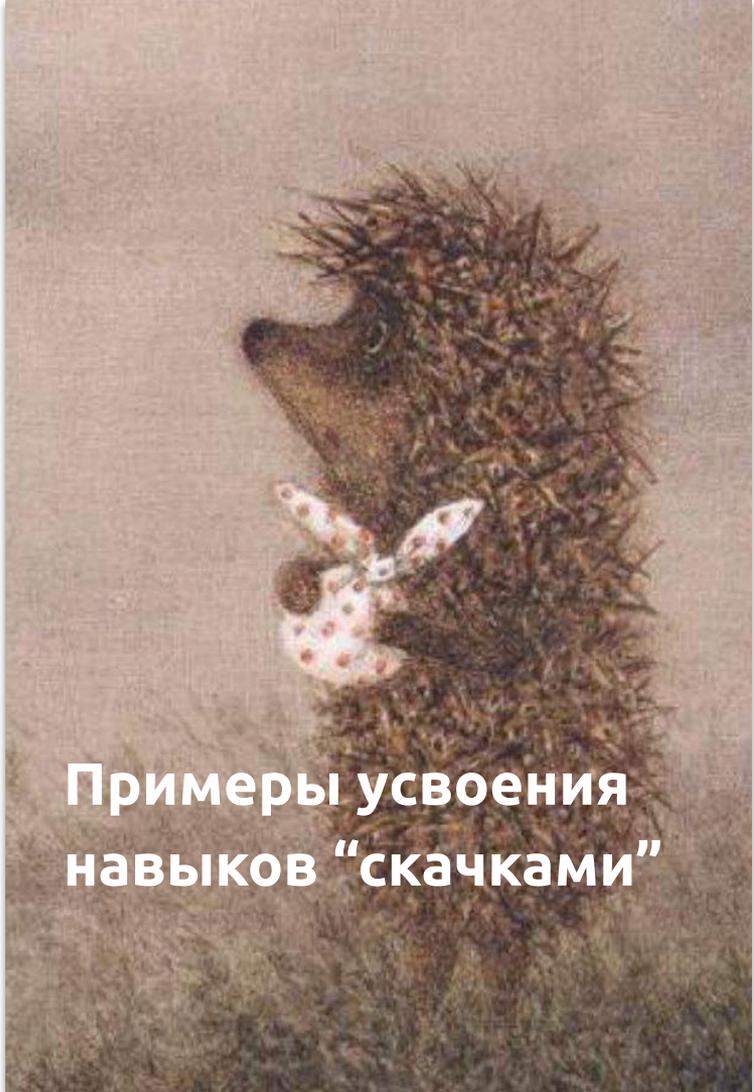
**Пример:**  
**солевая грелка**

# Фазовые переходы в человеке

- Усвоение человеком новых навыков (не знаний!) происходит всегда скачкообразно, переходом между двумя психическими состояниями: “я **никогда не пойму**, как это делать” и “это настолько **очевидно**, что непонятно, что здесь объяснять”. Это - очевидный **фазовый переход**.
- Без скачка навык **не может** выйти на уровень **неосознаваемого** профессионального применения и **использоваться** повседневно, хотя сам алгоритм действий **может быть известен**.

Так, человек знает буквы, напрягшись, может сложить из них слово или предложение. Но это требует от него напряжения всех сил и не может применяться произвольно и повседневно.

- Овладение чтением, письмом, дифференцированием, интегрированием.
- Вождение велосипеда, автомобиля, вертолѐта.
- Овладение комплексом умений, образующих **профессию**.
- Переход от **изучения** предмета к осознанному **творчеству**.



Примеры усвоения  
навыков “скачками”

# Фазовые переходы в человеке

- **Инсайты и озарения** - моменты, когда количественное накопление знаний и их осмысление вдруг переходит в новое качество - некие **принципиально новые** знания, качественное развитие старых. Это, очевидно, также **фазовый переход**.



# Как выглядит фазовый переход “изнутри”?

- Перед фазовым переходом система (мир вокруг) внезапно и быстро **теряет устойчивость**.
- Будущее системы (мира) в этот миг **отсутствует**, непонятно, кажется беспросветным тупиком.
- После фазового перехода непонятное будущее вдруг становится “ясным и **единственно возможным**” - на уровне “но это же абсолютно очевидно!!!”.



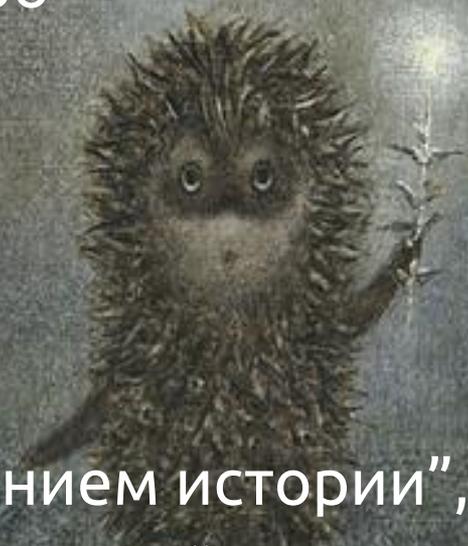
- Почти невозможно **словами** объяснить ребенку, что делать, чтобы ехать.
- Но вот ребенок поехал - и сам **не может** объяснить, как он это делает.

Пример:  
обучение езде на  
велосипеде

## Хозяйке на заметку

Основной признак фазовых переходов в истории каких-либо событий - явное желание **“переиграть историю”** с этого момента.

Сравните с тупым **“переписыванием истории”**, выполняемым США со времен Второй Мировой.



## Хозяйке на заметку

В фазовых переходах понятие  
“естественный ход событий”  
**теряет всякий смысл.**

В них проявляется и “играет”  
**свободный выбор** каждого  
человека, находящегося  
осознанно “здесь и сейчас”.



# Упражнение

Подумайте и объясните, какие фазовые переходы имели место в истории:

- Вашего города;
- Вашей организации;
- в Вашей личной истории.

Как выглядели бы основные отличия при других “ходах истории”? Почему?



## СИСТЕМЫ

определения, устройство, динамика

**СИСТЕМНАЯ ИНДУКЦИЯ**  
закон структурной динамики

**УСТОЙЧИВОСТЬ СИСТЕМ**  
принцип Ла-Шателье/Брауна

**СТРАННОСТИ**  
выявление воздействий

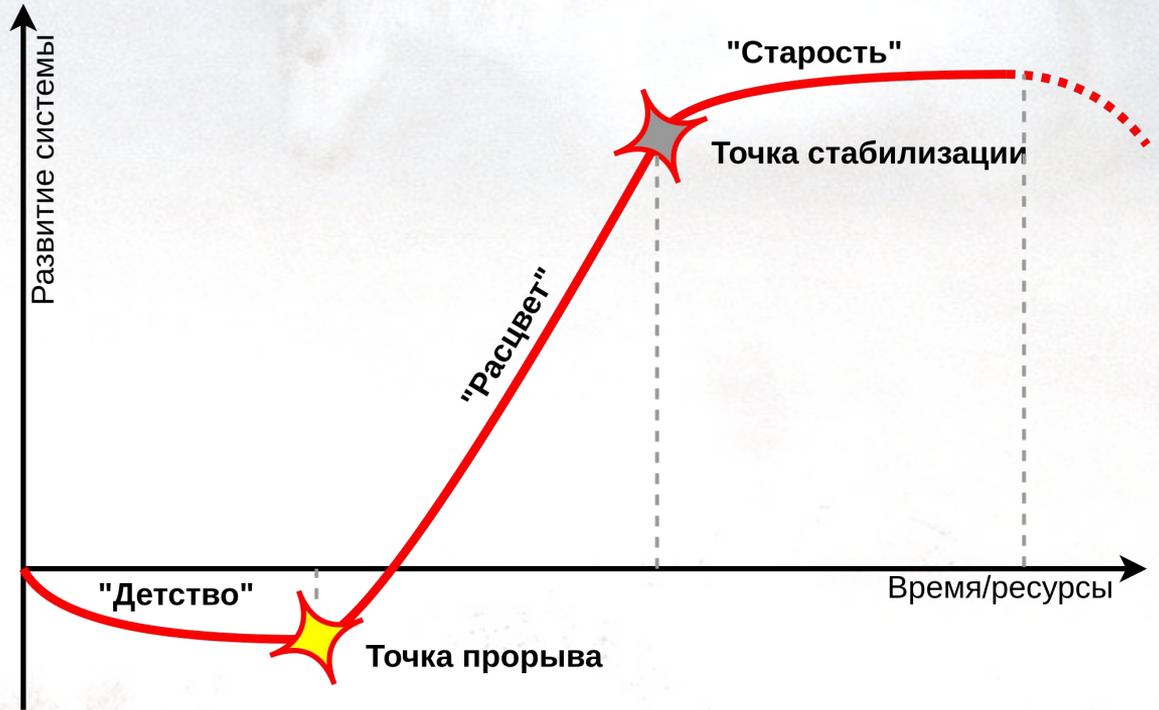
**ПРОТИВОРЕЧИЯ**  
законы диамата  
фазовые переходы

**ХАОТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ**  
можно ли управлять хаосом

**РАЗВИТИЕ СИСТЕМ**  
S-образная кривая  
иерархия развития систем

# Система во времени: S-образная кривая

1. Возникновение.
2. "Детство".
3. Точка прорыва.
4. "Расцвет".
5. Точка стабилизации.
6. "Старость".
7. Исчезновение.



## Стадия первая: возникновение

- **Возникновение** системы.

Система зарождается из небытия, впервые возникает как **сущность** в виде идеи, замысла, волеизъявления, намерения.

- На этой стадии система ещё не может оказывать никакого влияния на окружающий мир. Мир отвечает взаимностью - не замечает систему.

# Стадия вторая: “детство”

- Набор **критической массы**, затратная фаза.

Проектирование системы, создание её образа в будущем, пробная реализация, подготовка к серии, внедрение в жизнь.

- На этой стадии развитие системы **крайне затруднено** и сопровождается массой “случайных” и необъяснимых неприятностей и препятствий. Мир противится её появлению и становлению просто потому, что её появление нарушает равновесие мира как надсистемы.
- **Система может умереть**, не достигнув первой критической точки.

## Стадия третья: первая критическая точка

- **Точка прорыва.**

В этой точке количественное насыщение (“накачка”) системы вызывает наконец её фазовый переход к бурному быстрому росту.

Или - не вызывает. Тогда система **гибнет**.

- Точка прорыва консолидирует в себе **максимум сопротивления мира**. Хуже уже не будет.

# Информационный коллапс

- Если системе **не удалось** преодолеть точку прорыва и **стать собой**, то в ней происходит структурная перестройка, вызывающая резкое и постоянное сокращение функциональных возможностей системы вплоть до её полного уничтожения или сведения к иным, более примитивным (структурно более простым) целям.
- Этот эффект называют **информационным коллапсом**, т.к. при этом интенсивность передачи информации внутри системы превышает возможности элементов этой же системы по её обработке.
- Такой же эффект возможен и в “старости” системы (см. далее).

## Стадия четвёртая: “расцвет”

- **Фаза нарастания.** Система бурно развивается, её количественные характеристики стремительно растут.
- Развитие системы здесь до крайности лёгкое, идёт “само собой”, влечёт за собой большие окружающие области. Неприятности и препятствия незначительны.
- Стремительно формируются **аттракторы** системы (точки её устойчивости, см. далее).

## Стадия пятая: вторая критическая точка

- **Точка стабилизации.**

Потенциал развития системы, её инерция роста, влияние на мир **исчерпаны**.

- С этого момента сопротивление развитию **снова резко нарастает**, но уже в силу собственного сопротивления системы (“путается в собственных ногах”).

# Стадия шестая: “старость”

- **Фаза насыщения.** Независимо от инвестиций и прилагаемых усилий, развитие системы захлёбывается. Все ресурсы её развития исчерпаны. Она топчется на месте, меняет свою форму, но остаётся такой же по содержанию, со всеми своими принципиальными недостатками.
- При попытке искусственно форсировать развитие без качественных изменений начинается конфликт системы с окружающим миром (энергия развития не может реализоваться в рамках системы и направляется на внешний конфликт).
- Если на этом этапе “сильно поднажать”, “кисонька, ещё капельку!”, то система свалится в уже упомянутый информационный коллапс.

## Стадия седьмая: исчезновение

- **Исчезновение** системы.

Не менее важная стадия, чем возникновение.

Момент, когда система полностью выходит из употребления, заменяясь чем-то другим (другой системой или группой систем).

- Можно сказать, что в человеческом быте этой стадии соответствует слово **“забвение”**.



- От первых **кустарных** паровых машин...
- ...через быстрый рост мощностей...
- ...к **тупику** развития и отказу от паровозов.

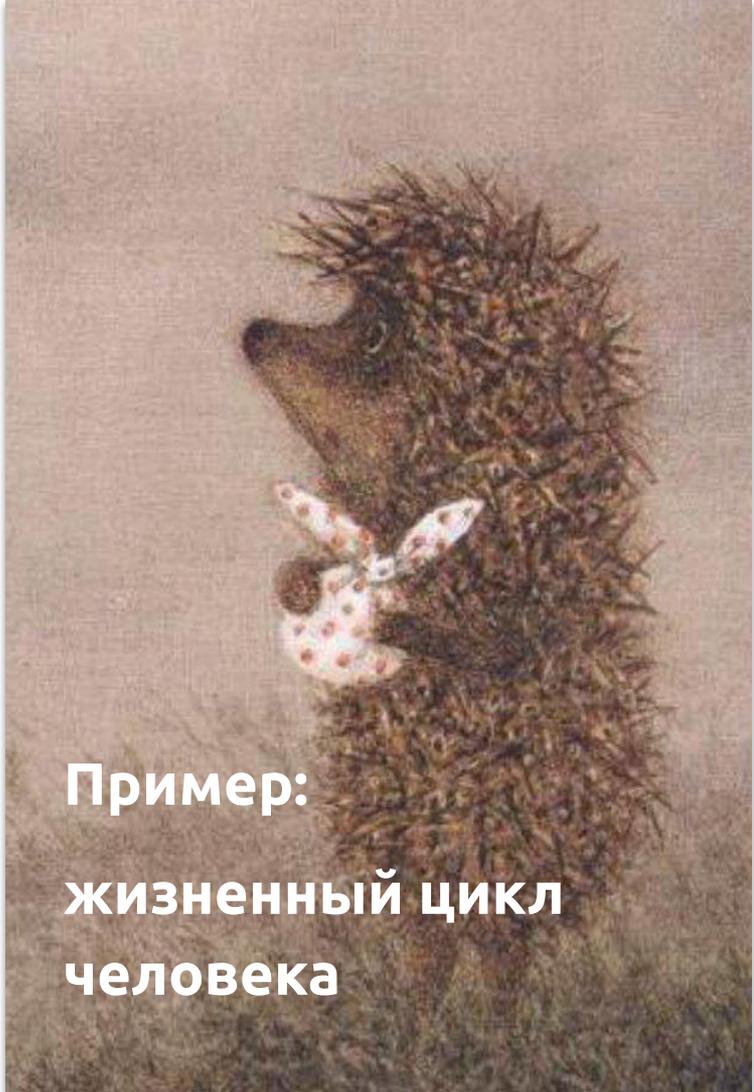
Пример:  
ЭВОЛЮЦИЯ  
ПАРОВОЗОВ





Рождение, младенчество, детство.  
Юность, расцвет, зрелость.  
Старость и смерть. Мы все умрём :)

**Пример:  
жизненный цикл  
человека**



# Упражнение

Подумайте и объясните, на каких этапах развития находятся:

- легковые автомобили;
- планшеты и смартфоны;
- обычное телерадиовещание.

Почему?



# Упражнение

Подумайте и объясните, на каких этапах развития с профессиональной и личной точек зрения находятся:

- Ваше руководство;
- руководство России;
- Вы сами.

Почему? Как улучшить ситуацию?



# Перекрытие развития систем

- Возникновение одних систем часто приходится на старость других - момент, когда уже появляется и в какой-то степени осознаётся потребность замены, но функционал старой системы ещё не подвергается сомнению.
- Оценивая систему, нужно оценивать взаимное соответствие подсистем в её составе.

# Хозяйке на заметку

Степень развития организации (социума) и её ориентации в будущее легко определить по степени перекрытия заменяющих друг друга систем в её составе.

Чем консервативнее и хуже управление, тем позже будут проявляться перспективные варианты замены старых систем.

Чем больше разнобой, тем больше конфликт.



# Хозяйке на заметку

Степень совершенства системы (организации, социума), её рисков и потенциала также легко определить по разному уровню развития её подсистем.

Чем более неравномерен уровень развития подсистем, тем выше риски системы, выше внутренний конфликт и ниже её потенциал.



Хозяйке на заметку

Идеальных систем не бывает.

Части любой системы всегда развиваются неравномерно.

Это - жизнь.





“Запасные” **дизельные** силовые установки на всех **атомных** надводных кораблях мира, при том, что отказов реакторов не было уже **несколько десятилетий**.

Ставили бы уж сразу паруса, чего уж.

A painting of a dog's head, possibly a bulldog, with a crown made of thorns. The dog's face is partially obscured by the thorns. The background is a textured, light brown color.

Пример **внутреннего конфликта системы по уровню развития подсистем**

## Хозяйке на заметку

Общие свойства любой системы **действуют** даже тогда, когда мы **не знаем** или не понимаем ни целей системы, ни её границ.

Это значит, что можно искать и **находить** системы вокруг себя по проявляемым ими **свойствам**.

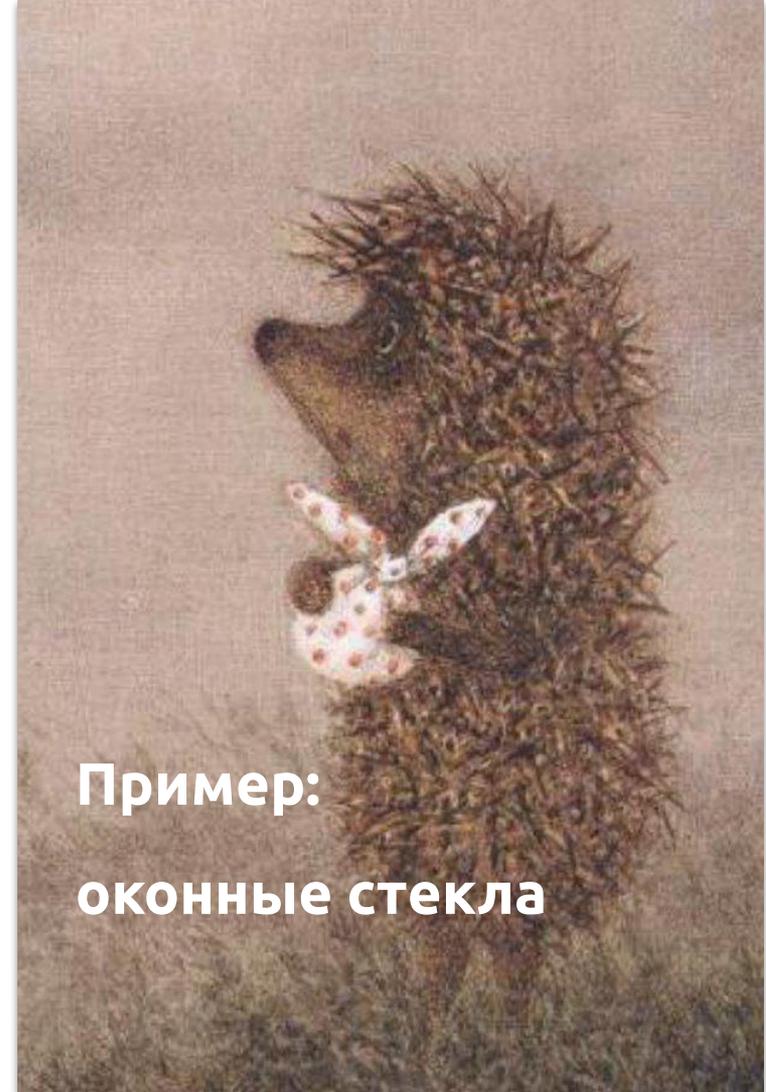


# Сверхмедленные системы

- Время развития систем **отлично** от обычного хронологического времени. Какие-то стадии могут пролетать стремительно, а какие-то, напротив, тянутся веками.
- Человек **не воспринимает** очень медленные процессы, считая их статикой. Но “изменений не видно” и “изменений нет” - разные вещи. Как правило, мы их не видим, потому что **не хотим видеть**.
- Оценивая состояние больших, сложных или древних систем, очень важно **адекватно оценивать** временные промежутки и их неравномерность. Даже когда они тянутся столетиями.

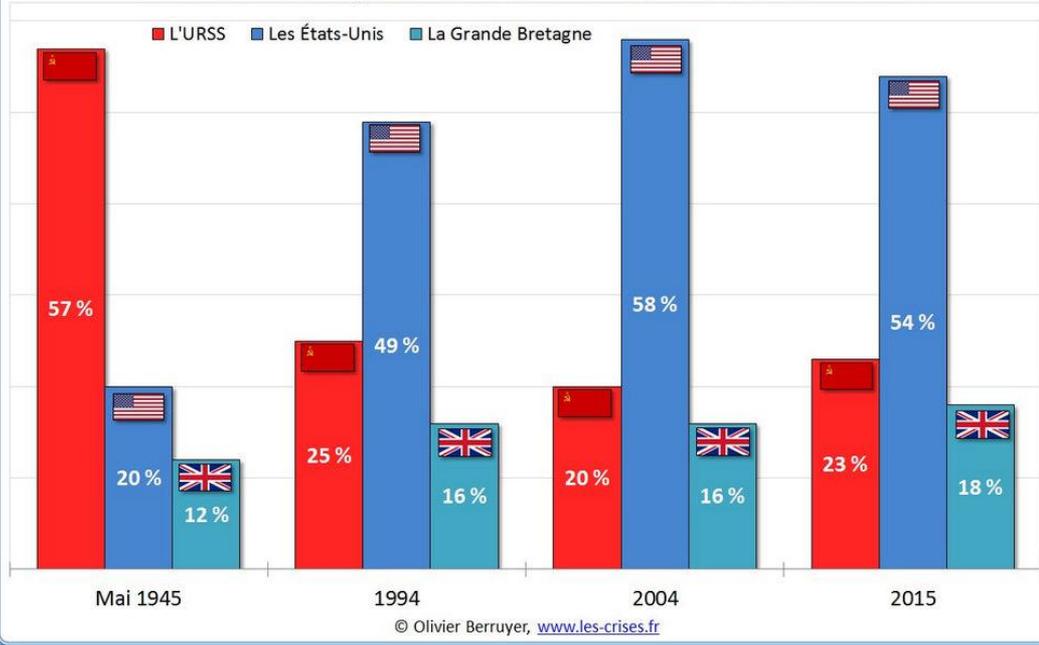


- Стекло - твердое и хрупкое, да?
- Измеренные в Лондоне старые оконные стекла (возрастом под 300 лет) оказались снизу вчетверо толще, чем сверху. На периодах сотен лет стекло - **жидкость**.



Пример:  
оконные стекла

Sondage en France : "Quelle est, selon vous, la nation qui a le plus contribué à la défaite de l'Allemagne en 1945 ?" (Source : sondages IFOP 1945, 1994, 2004, 2015)



Распределение ответов на вопрос “кто победил нацистскую Германию” за 70 лет. США - великие мастера промывки мозга, да.

Пример:  
история Второй  
Мировой войны



# Упражнение

Подумайте и объясните, на каких этапах развития находятся системы:

- России, США, Европы;
- Ирана, Турции, Израиля;
- Китая, Японии, Сингапура.

Какая из этих стран на каком этапе развития находится? Почему?



## СИСТЕМЫ

определения, устройство, динамика

**СИСТЕМНАЯ ИНДУКЦИЯ**  
закон структурной динамики

**УСТОЙЧИВОСТЬ СИСТЕМ**  
принцип Ла-Шателье/Брауна

**СТРАННОСТИ**  
выявление воздействий

**ПРОТИВОРЕЧИЯ**  
законы диамата  
фазовые переходы

**ХАОТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ**  
можно ли управлять хаосом

**РАЗВИТИЕ СИСТЕМ**  
S-образная кривая  
иерархия развития систем

# Что такое хаос

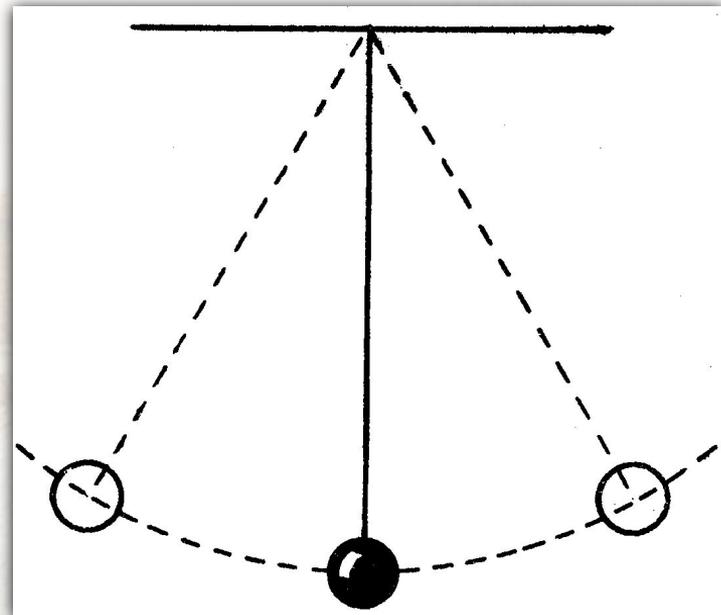
- Хаос - категория космогонии, бесформенная совокупность материи и пространства (анти-порядок).  
**Нечто, не имеющее структуры.**
- Хаос в древнегреческой мифологии - первичное состояние мира, “разверзшаяся бездна”.
- Значение “беспорядка, неразберихи” хаос получил только в раннехристианские времена.

# Хаотические системы

- В математике хаос - **апериодическое детерминированное поведение** динамической системы, очень чувствительное к начальным условиям.
- Т.е. система может быть не просто динамической, как маятник, но **непредсказуемо динамической**, всё время меняющейся. Такие системы могут выглядеть полностью беспорядочными и проявлять системные свойства лишь при длительном наблюдении, оставаясь при этом детерминированными (предопределенными).
- Примеры таких систем: океан с его течениями, смена времен года, атмосфера с осадками и ветрами, метро в час пик, биологические популяции и колебания их численности.

# Аттрактор

- Аттрактор - множество состояний динамической системы, к которым она **стремится** с течением времени (принцип Ла-Шателье в динамике).
- Самый простой случай аттрактора - притягивающая неподвижная точка (точка подвеса маятника).
- Репеллер - множество состояний, от которых система **отталкивается** (“аттрактор наоборот”).

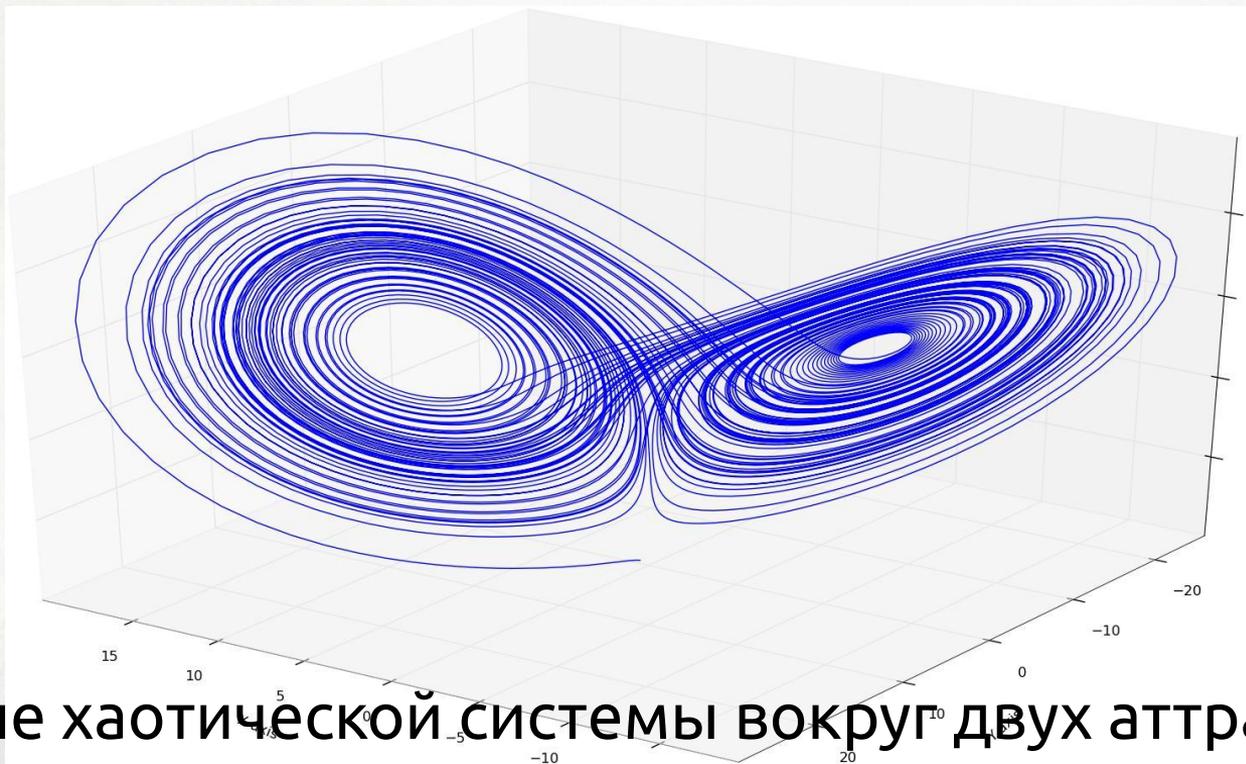




Даже законопослушные водители по возможности избегают ДПС.

Пример репеллера:  
пост ГИБДД

# Хаотические системы графически



Движение хаотической системы вокруг двух аттракторов.



Пивной ларёк - типичный  
аттрактор хаотической системы.

Пример аттрактора:  
пивной ларёк

# Связь хаотической системы и её аттракторов

- Устойчивость хаотической системы есть **устойчивость её аттракторов.**
- Хаотическую систему возможно изменять через **изменение её аттракторов.**

Конечно, речь здесь идёт о долгосрочных изменениях конфигурации системы в целом - т.к. она и так постоянно изменяется.





Перемести остановку - и хаотическая толпа переместится вслед за ней.

Пример:  
автобусная  
остановка

## Хозяйке на заметку

Устойчивая система, даже хаотическая, всегда **“выбрасывает”** случайности из своего поведения, независимо от уровня “помех”.

И именно так можно понять её истинные **“мотивы”**.

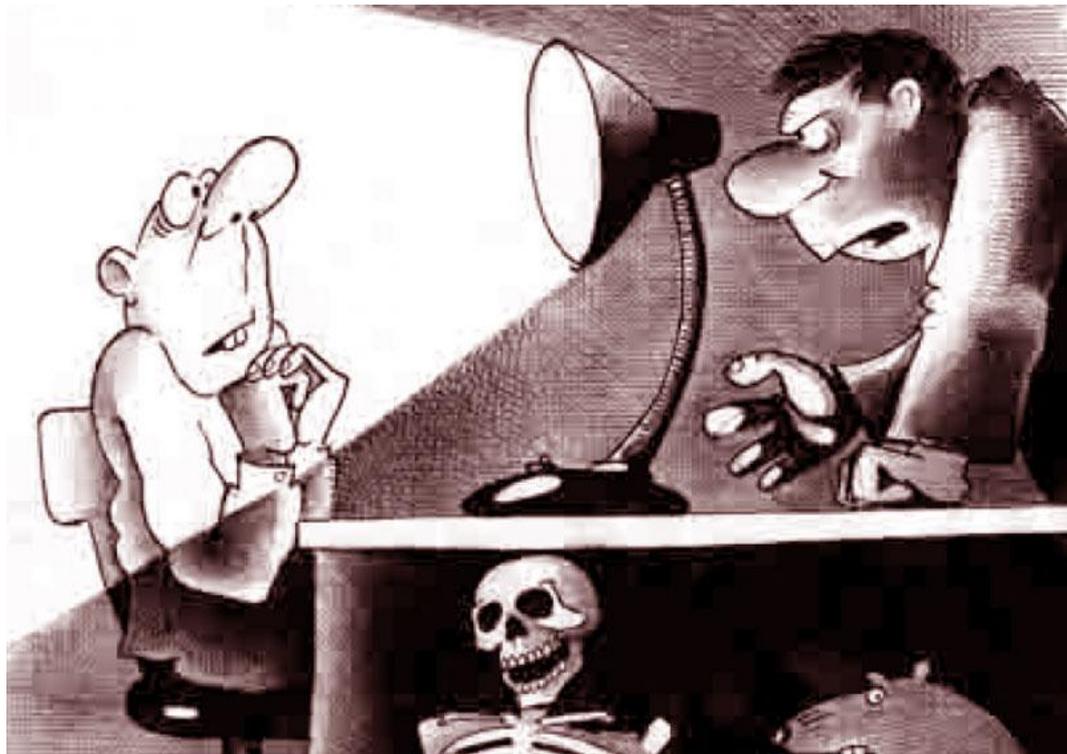




Самонаведение отбрасывает помехи и стремится поразить цель.



Пример:  
головка самонаведения



Следователь отбрасывает “ошибки” и устанавливает связную картину “истины”.

Пример:  
работа  
следователя



## СИСТЕМЫ

определения, устройство, динамика

## УСТОЙЧИВОСТЬ СИСТЕМ

принцип Ла-Шателье/Брауна

## ПРОТИВОРЕЧИЯ

законы диамата  
фазовые переходы

## РАЗВИТИЕ СИСТЕМ

S-образная кривая  
иерархия развития систем

## ХАОТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

можно ли управлять хаосом

## СТРАННОСТИ

выявление воздействий

## СИСТЕМНАЯ ИНДУКЦИЯ

закон структурной динамики



# Закон больших чисел

- При достаточно большом количестве испытаний (“бросков монеты или кубика”) среднее значение независимых одинаково распределенных **случайных** величин **стремится** к их среднему **ожидаемому значению** (с учётом вероятностей их появления).
- Иными словами, в известном нам устройстве мира события должны вести себя **предсказуемо**.

# Что такое “чудо”

- Чудо - невозможное или очень редкое в текущем контексте событие, резко снижающее энтропию и сужающее воронку возможных решений (путей, вариантов).
- В более широком смысле чудо - любое значимое отклонение поведения системы от наших прогнозов и ожиданий.



Пример чуда:  
проценты голосов  
на выборах-2012

# Случайны ли чудеса?

Маловероятные события есть проявление:

- неизвестных нам **свойств** системы (надсистемы);
- неизвестных нам **воли** или **технологии**;
- неправильной оценки нами **вероятности** событий.

В любом случае, “чудеса” - прекрасный индикатор воздействия **неучтённого фактора**, внешнего или внутрисистемного.

# Неизвестные нам свойства систем

- Мир сам по себе достаточно сложен, также как и системы в нём.
- Чем больше в системе элементов, тем больше может быть связей между ними. Учесть их все заранее на практике невозможно.

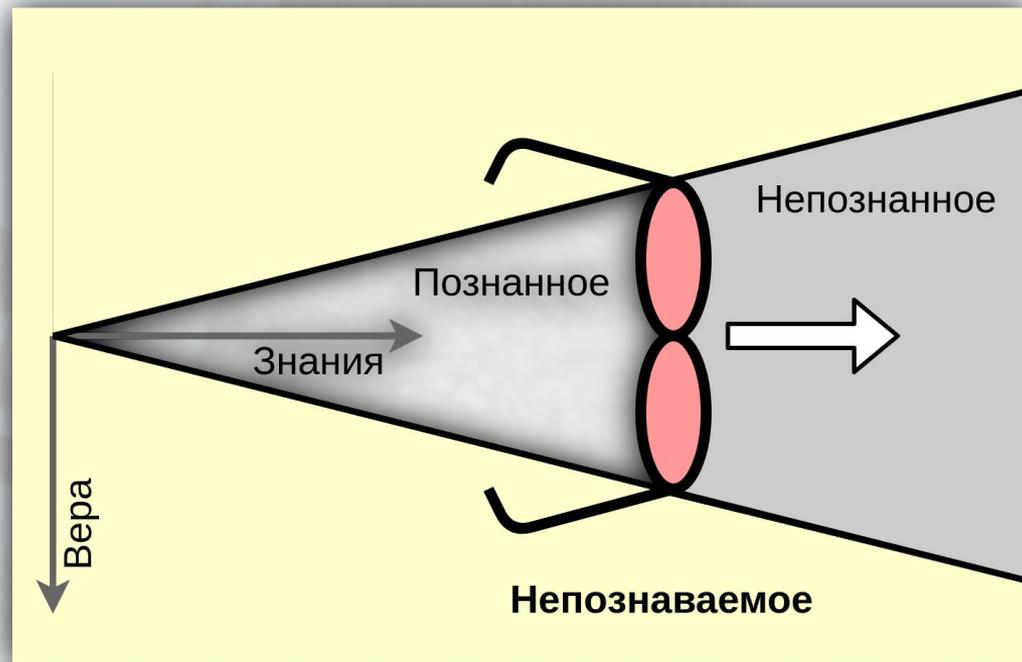


# “Черные лебеди”

- Вопреки своей “сверхуверенности”, человек **не может** достоверно прогнозировать поведение достаточно сложных систем в будущем.
- Причиной этого являются **редкие** события, порождающие **значительные последствия** - “Чёрные лебеди”.
- Заблуждения, лежащие в основе “сверхуверенности”, бывают **нарративными, игровыми и ретроспективными**.
- Читать подробнее:  
Нассим Талеб, “Черный лебедь. Под знаком непредсказуемости”.

# Розовые очки Канта

- Мир есть познаваемое (**познанное** и **непознанное**) и **непознаваемое**.
- Познаваемое суть **знания**.
- Непознаваемое суть **вера**.
- Спрогнозировать и учесть можно лишь **познанное**, непознанное же и тем более непознаваемое - **невозможно**.

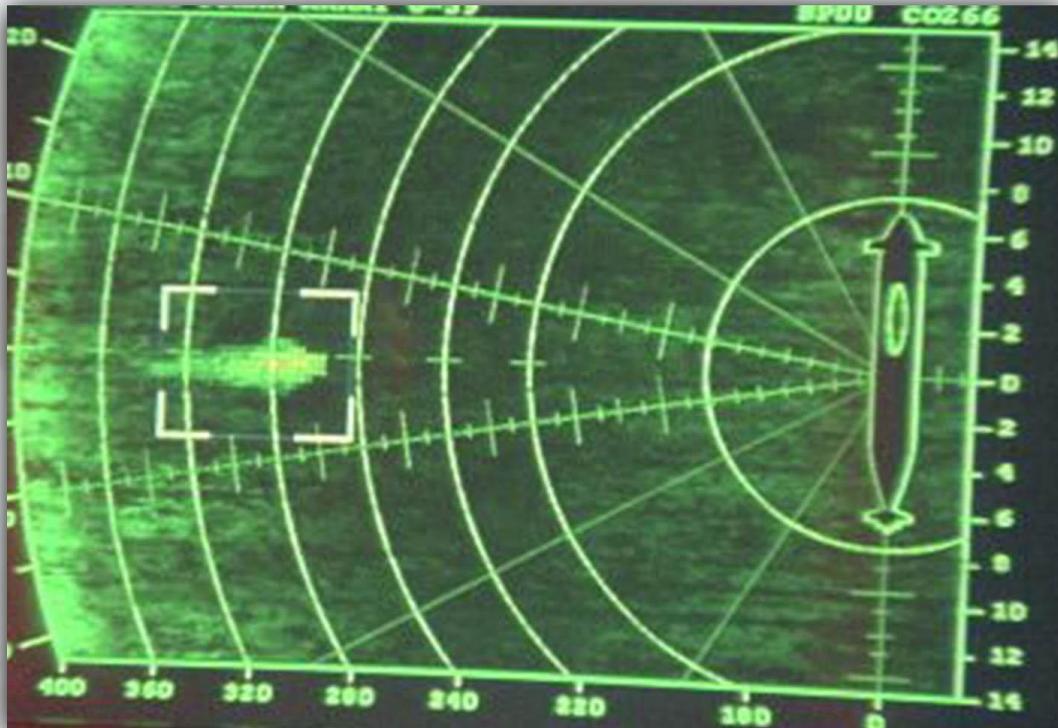


# Что же такое случайность?

- Случайность - величина с явно неопределенным значением, для которой невозможно учесть все влияющие на неё факторы.
- Вероятность - мера возможности наступления некоторого события.
- Почти все определения вероятности исходят из того, что закон больших чисел работает. Привет от “черных лебедей” Талеба.
- Субъективная вероятность - степень уверенности в истинности суждений на основе гипотезы об объективной неопределенности явлений. Её называют **информацией**, независимо от конкретного содержания, т.к. она определяет, какой именно из возможных вариантов реализован, т.е. **сводит неопределённость к нулю**.

# Выявление воздействий по их повторяемости

- Хотя в любой системе постоянно происходит множество разных случайностей (“шум”), **повторяющийся** фактор всегда можно **выделить** на их фоне.
- На этом принципе работает обработка сигналов в телевидении, радио- и гидролокации.



# Выявление воздействий по их потенциалу

- Как мы уже знаем, изменение системы требует энергии.
- Если в системе вдруг что-то изменилось - откуда дровишки?
- По произошедшим изменениям можно оценить нужную энергию и найти, как и откуда было произведено воздействие.



# Хозяйке на заметку

Важно даже не то, **какие** чудеса произошли в системе и **почему**. Важно следующее:

- **какой** системный или внешний **фактор** привёл к возникновению чуда;
- **где** и при **каких обстоятельствах** этот фактор проявится **снова**;
- **как** и в **каком направлении** этот фактор будет действовать и **почему**.



## СИСТЕМЫ

определения, устройство, динамика

**СИСТЕМНАЯ ИНДУКЦИЯ**  
закон структурной динамики

**УСТОЙЧИВОСТЬ СИСТЕМ**  
принцип Ла-Шателье/Брауна

**СТРАННОСТИ**  
выявление воздействий

**ПРОТИВОРЕЧИЯ**  
законы диамата  
фазовые переходы

**ХАОТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ**  
можно ли управлять хаосом

**РАЗВИТИЕ СИСТЕМ**  
S-образная кривая  
иерархия развития систем

# Закон структурной динамики систем

- Также известен как **закон системной индукции**.  
“Краеугольный камень” взаимодействия систем.

- Формулировка:

**Более структурная система ВСЕГДА индуцирует себя в менее структурные системы, с которыми взаимодействует.**



После ухода США с островов Тихого океана (1945) папуасы стали массово мастерить из тростника копии аэродромов и самолетов - в ожидании, "когда же прилетят грузы".

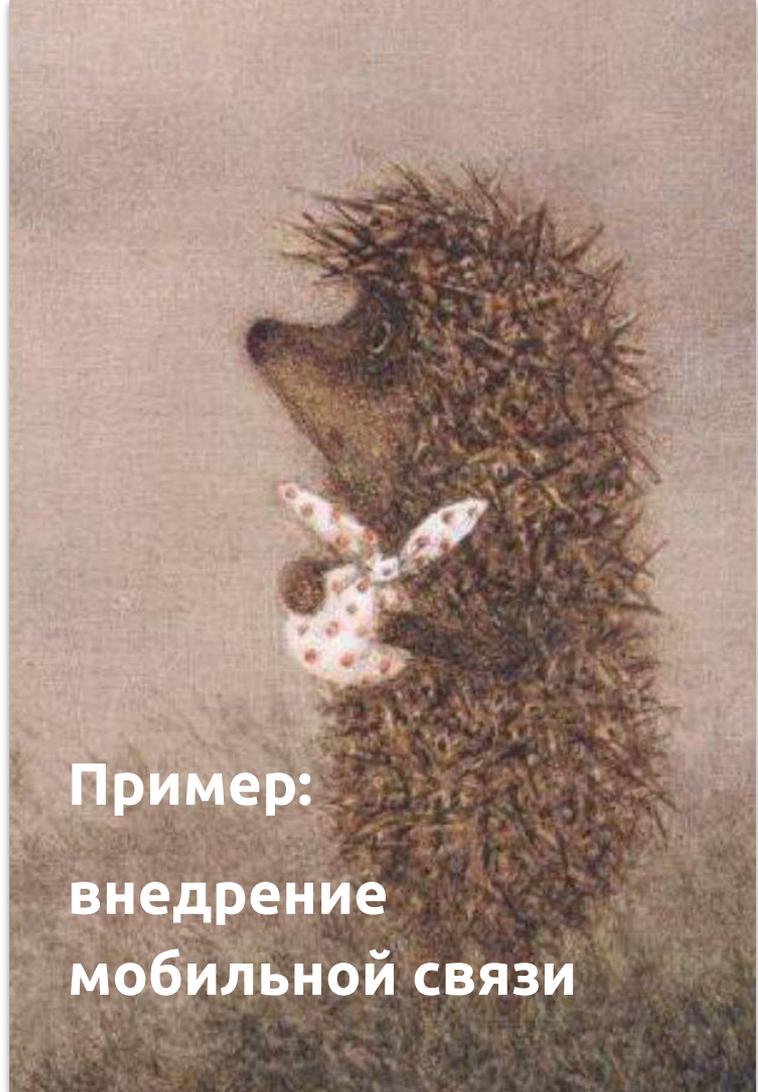
Пример:  
культ карго





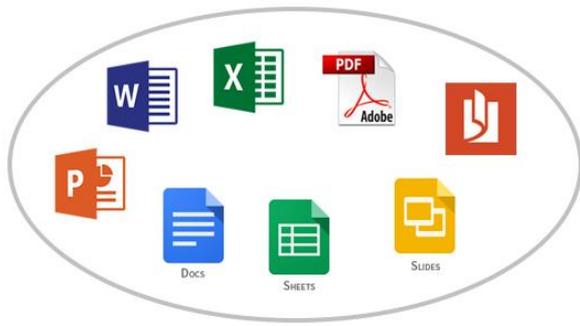
- От **бандитов** и **крошечных** зон охвата...
- ...через **средний класс**, **дороги** и **города**...
- ...к **тотальному** охвату общества и де-факто **отказу от проводной связи**.

**Пример:  
внедрение  
мобильной связи**





Can store any file format



But edit only Google Docs



- От непонимания, **недоверия**, скепсиса...
- ...через развитие инфраструктуры, рост удобства, простоты и надежности...
- ...к полной **утрате смысла** в прежних оффлайн-инструментах и **отказу** от них.

Пример:  
внедрение Google-  
документов

## Сунь-Цзы



Чтобы победить противника, стань непобедимым - и подожди, пока противник сам к тебе придёт.

Пример:  
победа по Сунь-Цзы



## Хозяйке на заметку

Системная индукция - пожалуй, **единственный** осмысленный способ изменения сколь-нибудь больших систем.

В обучении, менеджменте, лидерстве такая индукция широко известна как “личный пример” и “наставничество”.



# Вопросы



# Хозяйке на заметку

Про системы есть множество другого интересного материала:

- ТРИЗ, синергетика, диалектика;
- Нассим Талеб
- системное мышление и т.д.





**Спасибо!**

Интересно?

Зовите, ещё чего расскажу :)

