

***Теория систем  
и системный анализ  
в экономике***

***МОДЕЛИ  
СТРУКТУРНОЙ ДИНАМИКИ  
СИСТЕМЫ***

# Метод моделирования

## динамики системы (Дж.Форрестер)

### ОТРАЖЕНИЕ:

- 1) логики замкнутого цикла управления и роли каждого решения в ее функционировании,
- 2) взаимосвязи и взаимообусловленности решений, процессов и результатов деятельности (цикл «текущие решения – последующие события»;
- 3) динамики осуществляемых процессов и параметров, характеризующих деятельность системы во внешней среде.

=> Понимание динамики системы  
и ее эмерджентных свойств.

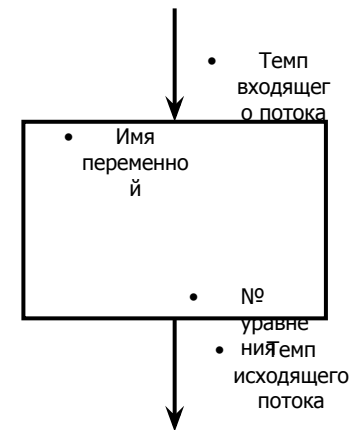
# Элементы модели (Дж.Форрестер)

- называемые резервуарами накопления внутри системы, которые возникают из-за отсутствия точного соответствия в каждый данный момент времени между поступлением и уменьшением чего-либо;
- управляемые потоки, отражающие движение чего-либо и переносящие содержимое одного резервуара (уровня) к другому;
- называемые функциями решений установленные правила принятия решений, которые обуславливают соответствующие потоки;
- информация, используемая при принятии управленческих решений.

# Изображение резервуаров.

Для увязывания структурной схемы с системой уравнений в левом верхнем углу прямоугольника указывается имя переменной, характеризующей данный уровень, около стрелок указываются символы, обозначающие, соответственно, темп входящего и исходящего потока, а в нижнем правом углу указывается номер уравнения, в результате решения которого определяется величина уровня.

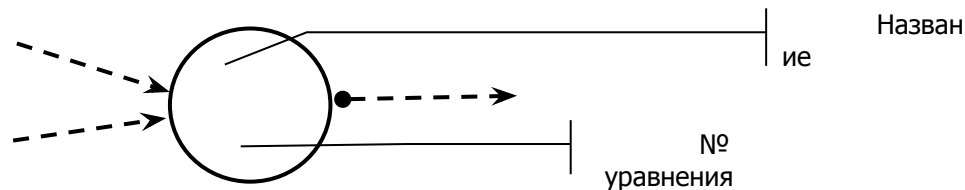
**Запаздывания**, в зависимости от вида, описываются последовательным изображением резервуаров.



## Изображение отбора информации



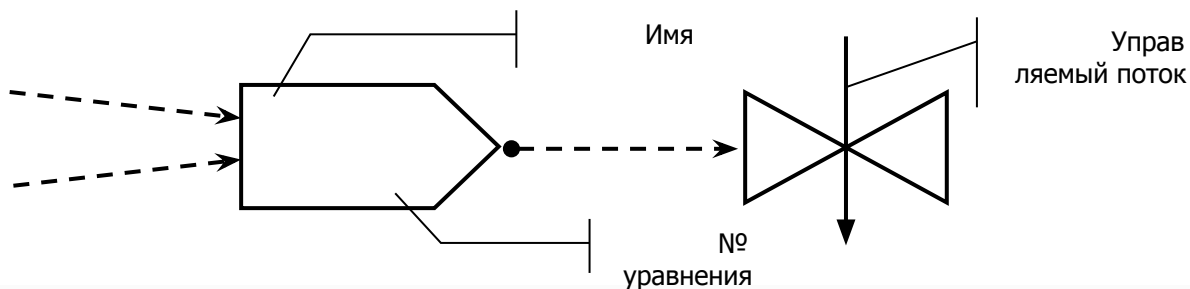
## Изображение вспомогательных переменных



## Изображение констант



## Изображение функций решений



# Изображение потоков для построения структурной схемы

(например):

-----\$-----\$-----\$-----> поток денежных средств;  
-----И-----И-----И-----> поток информации;  
-----М-----М-----М-----> поток материалов;  
-----З-----З-----З-----> поток заказов.

Потоки структурной модели увязываются в контуры  
=> имитация динамики системы.

# Расчеты по модели (Дж.Форрестер)

Для отражения изменений во времени переменных уровней и темпов (вследствие их взаимного влияния) периодически проводятся последовательные, равномерно распределенные во времени вычисления уравнений и находятся новые состояния системы. С этой целью уравнения системы относятся каждый раз к условным моментам времени  $J, K, L$ , для которых  $K$  принимается как настоящий момент и допускается, что в процессе решения уже достигнут момент времени  $K$ , но пока еще не решены ни уравнения уровней в момент  $K$ , ни уравнения темпов в интервале  $KL$ . Поэтому в каждый момент времени  $K$ , в первую очередь, решаются уравнения уровней и рассчитываются новые значения переменных уровней на конец предшествующего интервала, а затем полученные результаты используются в уравнениях темпов, по которым определяются новые значения темпов потоков для следующего интервала. После завершения расчетов, определяющих значение уровней в настоящее время и темпов потоков в последующий временной интервал, время «индексируется»: положения точек  $J, K, L$  сдвигаются на интервал времени вправо и соответственно уровни, рассчитанные для  $K$ , переходят в  $J$ , потоки  $KL$  в  $JK$ .

# СИСТЕМНЫЕ ДИАГРАММЫ

## НАЗНАЧЕНИЕ:

визуализация причинно-следственных связей и контуров обратных связей.

## СИНТАКСИС

три типа элементов:

- уровень
- поток
- события

два вида отношений между элементами:

- усиливающая связь
- уравнивающая связь



# Уровень

- используется для фиксации количества накапливающего вещества, энергии, информации, знаний или др. субстанции в определенных местах контуров обратной связи
- ассоциируется с открытым сосудом, уровень содержимого которого может изменяться как в сторону увеличения так в сторону уменьшения
- примеры: качество денег на счет, численность населения в стране, запасы рыбных ресурсов в водоеме, степень информационной вооруженности менеджера и др.

# Поток

- призван отображать изменение чего-либо во времени
- используется для отображения мест преобразования ресурсов, энергии, информации и знаний в товары, услуги или др. ресурсы
- примеры: коэффициент рождаемости, денежные расходы, скорость исчерпания ресурсов, интенсивность потребления и др.

Замечание. Когда в системной диаграмме один поток

*связан с другим, то они изменяются пропорционально и*

*в одном направлении (аналогичном уровне). Но когда*

# Событие

- используется для отображения характерных состояний исследуемой системы
- примеры: купля-продажа актива, открытие кредитной линии, прекращение выпуска товара и др.

# Связи между элементами (переменными)

Усиливающая (обозначается «+»).

Считается, что один элемент оказывает усиливающее влияние на другой, если увеличение (уменьшение) первого ведет к большему увеличению (уменьшению) второго, чем в случае, когда первый элемент оставался бы неизменным.

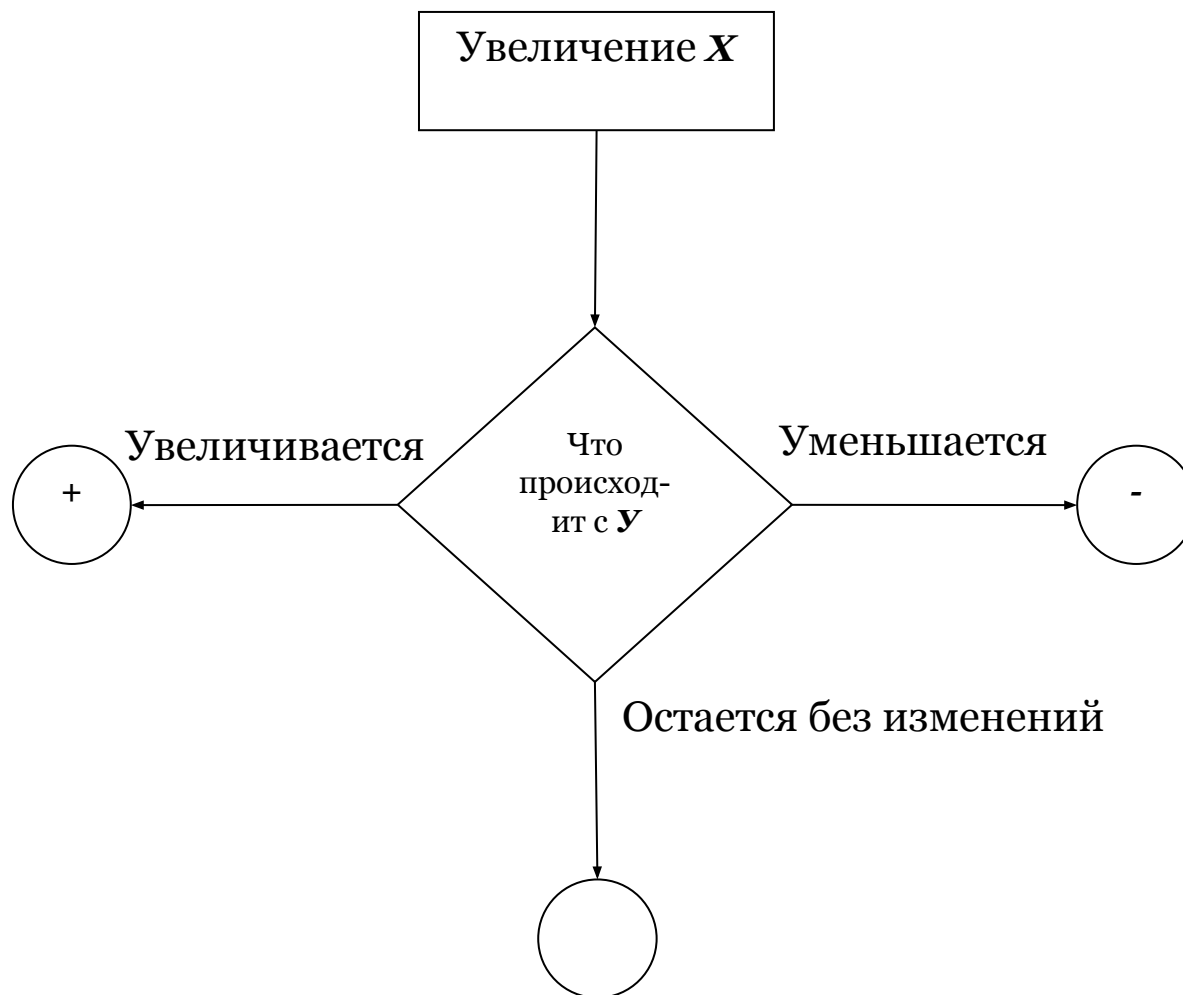
Уравновешивающая (обозначается «-»).

Считается, что один элемент оказывает уравновешивающее влияние на другой, когда увеличение (уменьшение) первого ведет к большему уменьшению (увеличению) второго, чем в случае, когда первый элемент остался бы неизменным.

Упреждающие связи желательно выделить и обозначить особо.

Связи с временными задержками - 

# Алгоритм определения характера связей



## Связи между элементами (переменными)

*Когда в системной диаграмме один поток связан с другим, то они изменяются пропорционально и в одном направлении.*

*Когда поток связан с уровнем, то пропорциональности изменения не наблюдается. Даже уменьшаясь поток будет повышать уровень.*

Усиливающий контур - 

Уравновешивающий контур - 

Значки проставляются в центре контура.

## Методические рекомендации к построению системных диаграмм

- необходимо ясное представление о цели системного моделирования, чтобы установить разумные границы исследуемой системы;
- определяется состав системы (элементы модели);
- очерчивается проблема и определяется набор факторов, значимых для ее решения;
- определяется временной горизонт, на котором будет исследоваться поведение системы;
- находятся закономерности поведения среди выделенных элементов и факторов;
- осуществляется пунктуация обнаруженных контуров.

# Методические рекомендации к построению системных диаграмм

*Не важно с какого места  
начинается построение системной диаграммы –  
все равно придется пройти весь контур  
обратной связи не зависимо от точки начала.*



# Правила пунктуации контуров

*Если общее число уравнивающих (отрицательных) связей четное – контур усиливающий (включая и тот случай, когда отрицательных связей нет совсем).*

*Если общее число отрицательных связей нечетное – контур уравнивающий.*

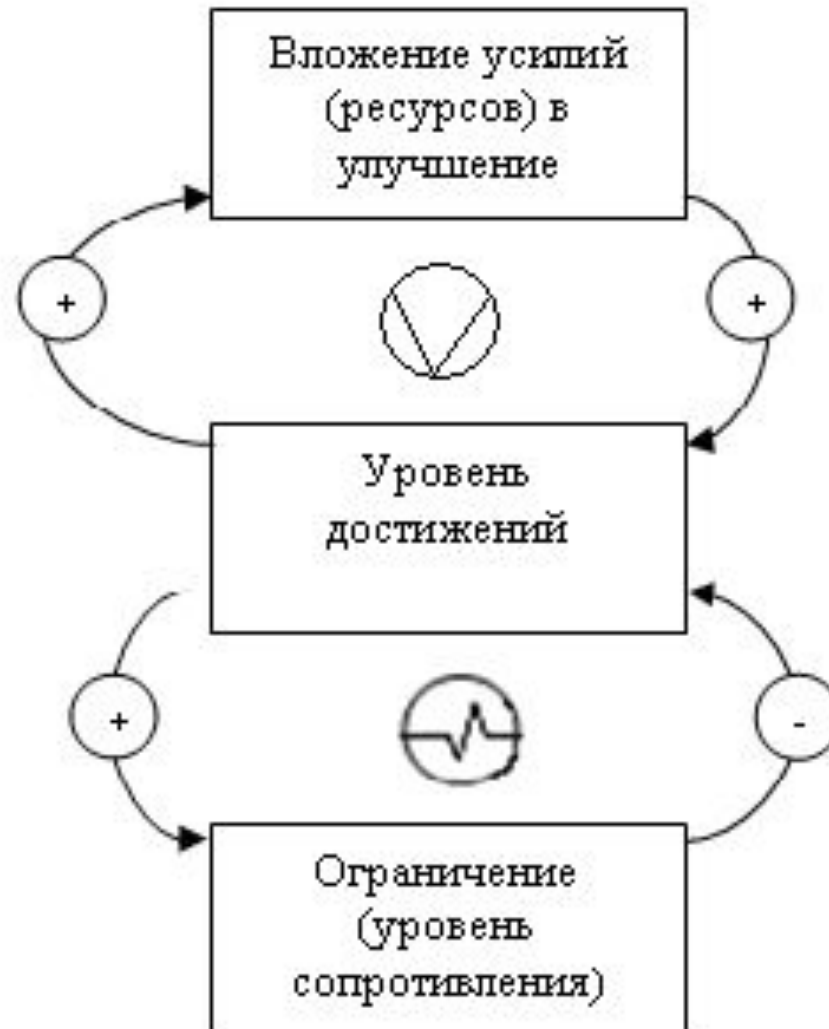
# К чему стремимся?

*Надо выявить и описать:*

*системные архетипы –  
похожие сюжеты, возникающие при  
исследовании различных систем.*

*паттерны –  
закономерности, описывающие основные  
сочетания элементов в исследуемой системе.  
Повторяющиеся события - явный признак того,  
что они появились в результате действия  
некоторого системного механизма.*

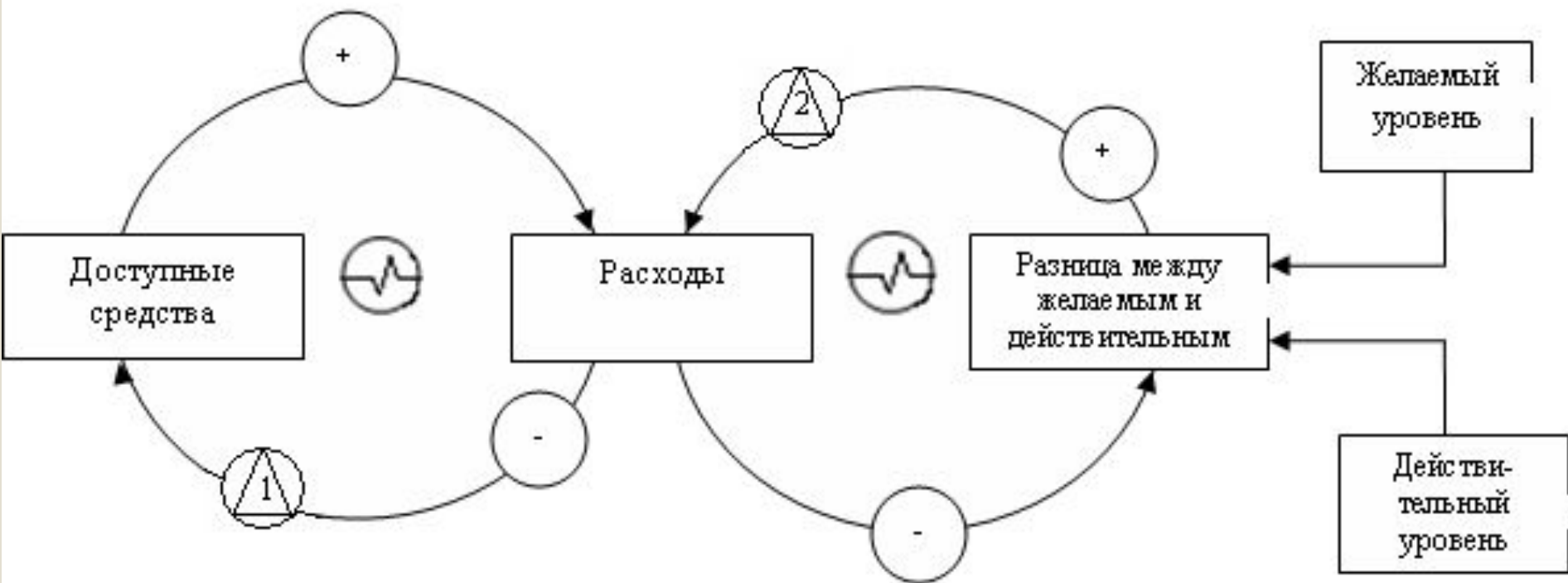
# Базовый паттерн «пределы роста»



# Как противостоять архетипу «пределы роста»

- необходимо заблаговременно предвидеть предел и когда еще успех дается легко, готовиться к встрече с ним
- надо уточнить, что именно ограничивает систему и вырабатывает решения для устранения (ослабления) его проявления
- когда развитие замедляется не нужно упорствовать – это знак того, что надо менять стратегию. Стремление выжать все возможное из того, что еще недавно хорошо работало, не только бесперспективно, но и разрушительно (уравновешивающая петля использует новые вложения для противодействия развитию системы)
- искать решения в ментальных моделях активных элементов системы

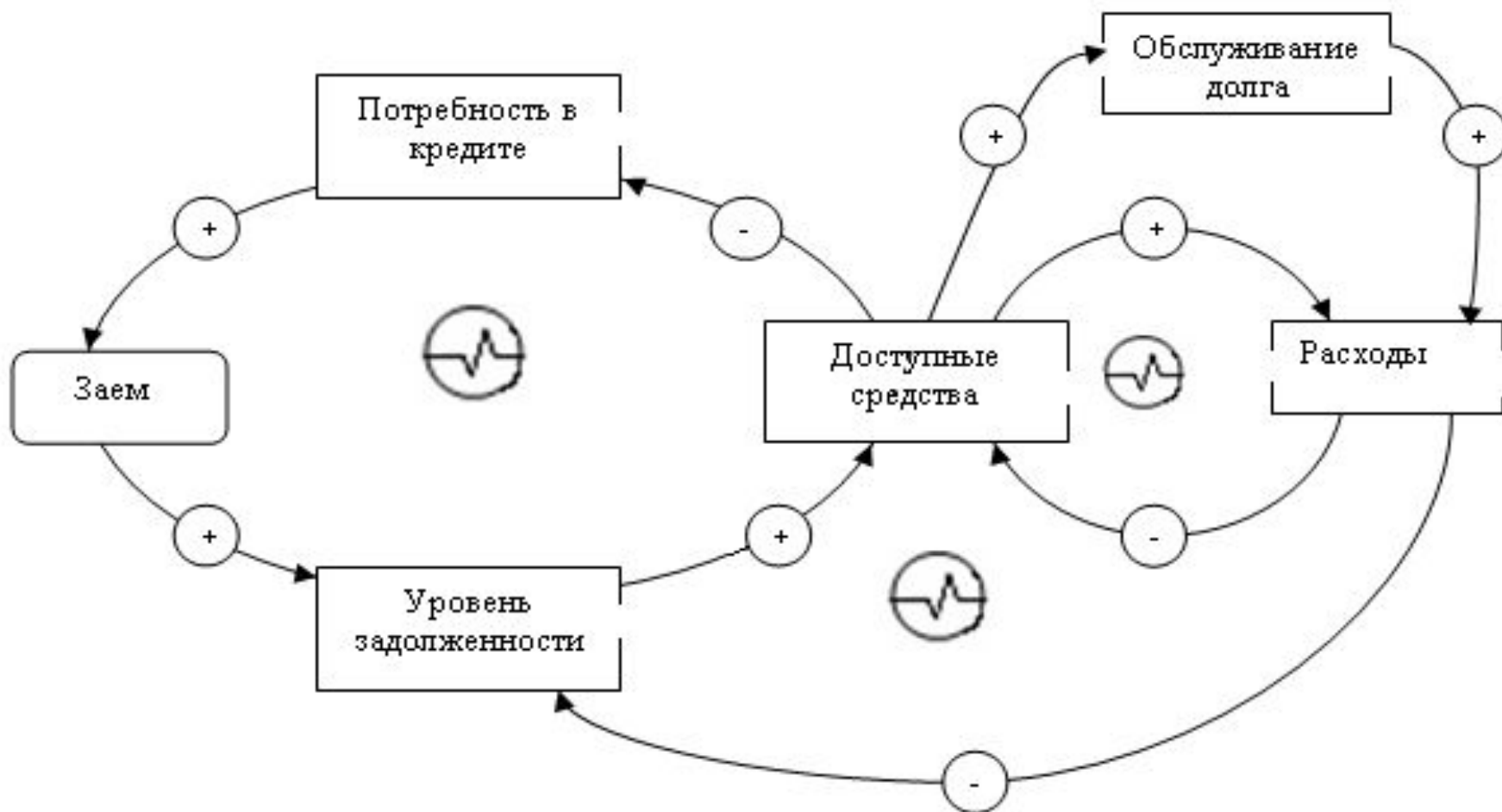
Постулат: у всякой системы есть точка оптимизма, в которой она работает с наибольшей эффективностью. Дальнейший рост будет оплачиваться ее снижением.



# Точки приложения корректирующих усилий в архетипе «личные финансы»

- правая петля - точка сравнения действительного и желаемого уровня жизни (смирив желания можно ослабить напряжение в системе)
- левая петля - можно попытаться увеличить объем доступных средств (для этого, по крайней мере, существует три варианта: сбережения, дополнительная работа, получение кредита)

# Архетип «кредитный заем»



# Выводы по архетипу «кредитный заем»

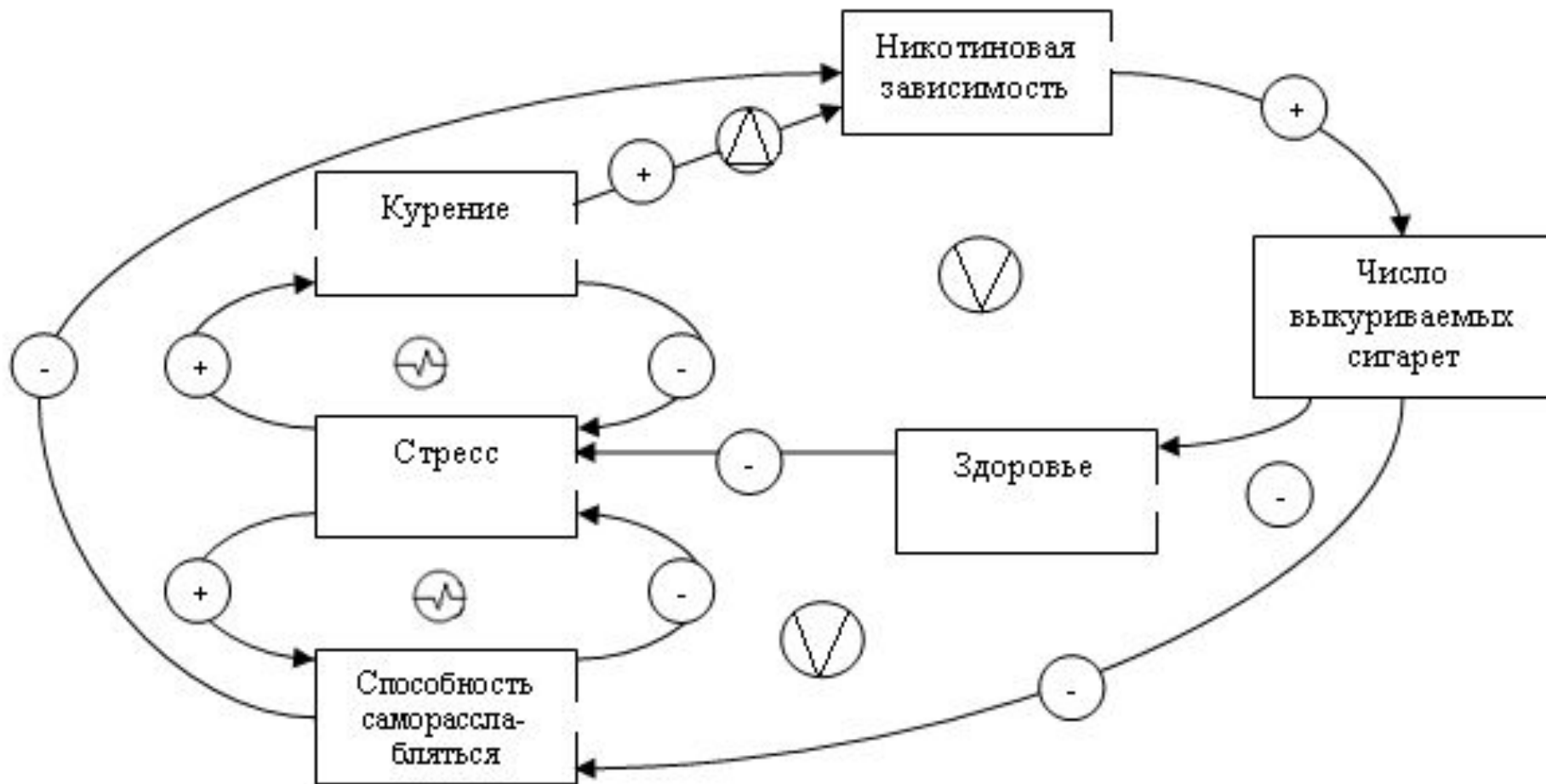
- кредит – это возможность сегодня потратить будущие деньги и еще оплатить эту привилегию
- кредит это долг у собственного будущего
- использование редких природных ресурсов для непрерывного повышения уровня жизни равносильно жизни в кредит с тем лишь отличием, что занимаем не у себя, а наших детей и внуков, оставляя им сам долг и процент по нему



# Латание дыр

- «латать дыры» это значит брать в долг, чтобы погасить более ранние долги
- проценты увеличивают сумму долга, а при отсутствии надежного источника его покрытия возникает порочный круг
- если казалась бы решенная проблема возвращается, то это явный признак того, что человек стал жертвой системного архетипа, который возник вследствие чрезмерной концентрации внимания на текущих проблемах
- не редко краткосрочные решения перерождаются в привычку от которой очень трудно избавиться

# Архетип «никотиновая зависимость»



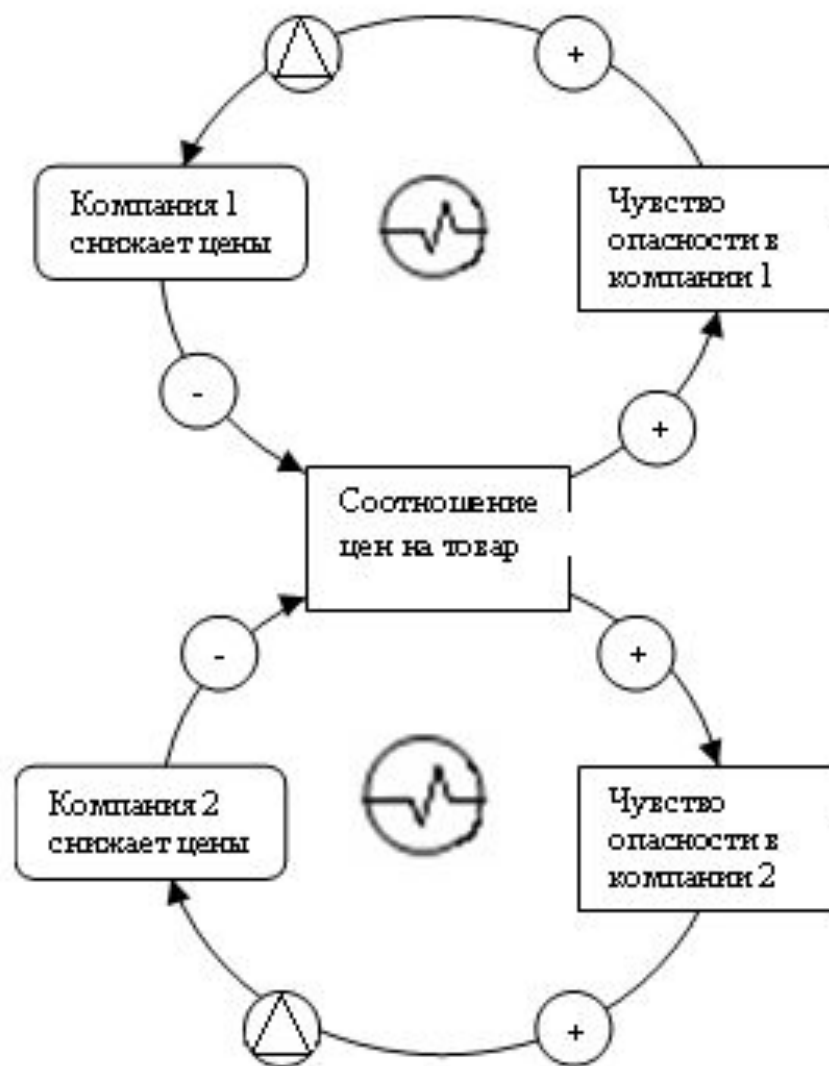
# Пути выхода из никотиновой

- **зависимости** полезным будет любой способ, который помогает ослабить исходный уравнивающий контур
- полезны любые методы и средства, способные усилить второй (нижний) уравнивающий контур
- надо всякими доступными методами бороться с никотиновой зависимостью и уменьшать число выкуриваемых сигарет третий (правый внутренний контур)
- надо укреплять здоровье и повышать способность к самореализации (правый внешний контур)

# Эскалация

- иногда приходится попадать в ситуацию, когда вы чувствуете угрозу, пытаетесь вести себя по ситуации, но вас «загоняют в угол» из которого без ущерба для репутации не выбраться
- в тоже время вы не можете не продолжать игру, потому что ставки слишком высоки
- примерно по такому сюжету развивается гонка вооружений, война цен, развитие событий в «любовном треугольнике» и т.п.

# ПРИМЕР: Архетип «война цен»



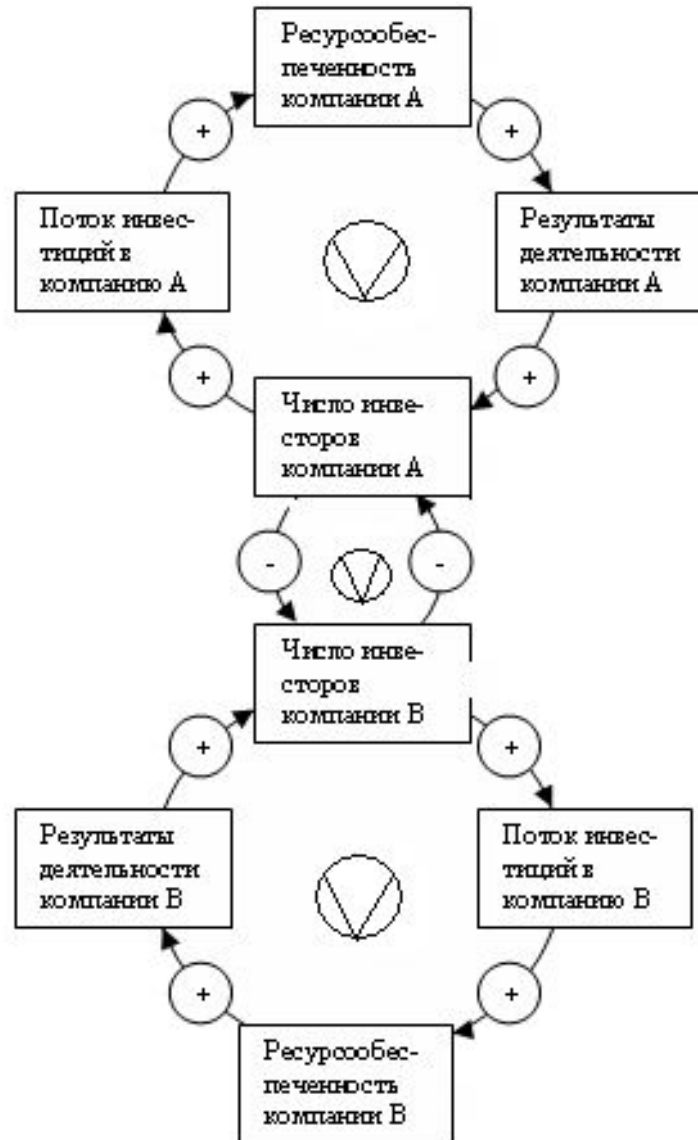
# Как противостоять эскалации

- надо попытаться повлиять на ментальные модели участников конфликта (каждый из них рассматривает себя как обороняющуюся сторону, а в сопернике видит агрессора)
- следует детальнее разобраться в природе сравнения, осуществляющемся в центральном блоке системной диаграммы (действительно ли обе стороны сравнивают одно и то же и нет ли возможности «смягчить» это сравнение)
- надо попытаться поднять на более высокий уровень и задаться вопросом – какая глобальная цель могла бы объединить стремления обеих сторон (так можно найти удовлетворение нужд обеих сторон по принципу «и волки сыты и овцы целы»)

# Монополия

- представим себе на рынке две публичные компании, привлекающие инвестиции для своего развития
- одна компания начинает с небольшим преимуществом и добивается значительного успеха
- другая, отставая совсем немного на старте, в конце концов терпит крах
- сюжет раскручивается по принципу «везучим везет», «успех к успеху», «успешному и Бог помогает» и т.п.

# Архетип «Монополия»





# Некоторые мысли

## «навеянные» архетипом

- действительно ли в современном мире нельзя обойтись без конкуренции
- какова главная цель, к которой стремятся обе стороны
- за какие именно ресурсы идет борьба
- существует ли поле сотрудничества для обеих сторон

Замечание: Монополия отчасти возникает потому, что ресурсы необходимые для достижения успеха еще используются как средство вознаграждения за достигнутый успех. Таким образом кроме поощрения победителя ее наказывают проигравшего. Когда общество распределяет блага в соответствии с такой логикой, то результатом является унижение, несправедливость и гнев.







*Продолжение следует...*



[www.cimes.professorjournal.ru](http://www.cimes.professorjournal.ru)

[cimes.prof@gmail.com](mailto:cimes.prof@gmail.com)