

---

## Тема 4.1. КОГНИТИВНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОБЛЕМНЫХ СИТУАЦИЙ

- 1. Понятие и содержание когнитивного подхода.
  - 2. Когнитивная карта и устойчивость систем.
  - 3. Когнитивное моделирование.
-

# КОГНИТИВНЫЙ ПОДХОД

- Под когнитивным подходом понимается решение традиционных для данной науки проблем методами, учитывающими когнитивные аспекты, в которые включаются процессы восприятия, мышления, познания, объяснения и понимания (от лат «cognitio» – знание, познание). Когнитивный подход в любой предметной области акцентирует внимание на "знаниях", вернее, на процессах их представления, хранения, обработки, интерпретации и производстве новых знаний.
- В 50-60-е годы XX века в науке произошла когнитивная революция - смена научной парадигмы.
- Когнитивный подход ориентирован на то, чтобы активизировать интеллектуальные процессы субъекта и помочь ему зафиксировать свое представление сложной проблемной ситуации в виде формальной модели (это может быть предвыборная ситуация, структура финансово-промышленной группы или план управления компанией).

- **когнитивные технологии способствуют решению широкого круга задач и проблем**, таких как:
- Модели и методы интеллектуальных информационных технологий и систем для создания геополитических, национальных и региональных стратегий социально-экономического развития.
- Ситуационный анализ и управление развитием событий в кризисных средах и ситуациях.
- Информационный мониторинг социально-политических, социально-экономических и военно-политических ситуаций.
- Разработка принципов и методологии проведения компьютерного анализа проблемных ситуаций.
- Выработка аналитических сценариев развития проблемных ситуаций и управления ими.
- Мониторинг проблем в социально-экономическом развитии корпорации, региона, города, государства.
- Анализ и управление развитием ситуации на потребительском рынке и другие

# КОГНИТИВНЫЙ ПОДХОД

- На Западе когнитивные модели используют достаточно давно в разных направлениях исследований, начиная с такого направления, как когнитивная психология.
- Впервые центр когнитивных исследований был создан в Гарварде в 1960 г. К этой дате относят зарождение когнитивной науки (когнитологии) - междисциплинарного научного направления, объединяющего философию (теория познания), когнитивную психологию, нейрофизиологию, антропологию, лингвистику и теорию искусственного интеллекта.
- В России основы когнитивной методологии для изучения социально-экономических систем были разработаны и активно развиваются в Институте проблем управления.
- Практические успехи когнитологии - в промышленности, медицине, экономике реально действуют несколько тысяч экспертных систем, а элементы искусственного интеллекта используются практически во всех современных программных комплексах и в обучающих системах.

# КОГНИТИВНЫЙ ПОДХОД

- Истоки когнитивизма лежат в идеях гештальтпсихологов (М. Вертгеймер). Анализ проблем, ситуаций требует не просто частичных, фрагментарных фактических истин, необходима «структурная истина».
- Вертгеймер считал необходимым структурное понимание проблем, ситуаций. "При этом трансформация структуры часто взрывает и совершенно меняет прежнее видение проблемной ситуации. Короче говоря, дело в том, что в продуктивных процессах структурные основания становятся действующими причинами" Переход на новую точку зрения осуществляется внезапно, в результате озарения - инсайта.
- М. Вертгеймер отмечал роль теории графов в анализе структур (структура является также графом), подчеркивал важность процесса переструктурирования графов, т.е. проблему визуализации информации.

---

# Представление знаний

- Знание - это основные закономерности предметной области, позволяющие человеку решать конкретные производственные, научные и другие задачи, т.е. факты, понятия, взаимосвязи, оценки, правила, эвристики, а также стратегии принятия решений в этой области. Деление знаний на декларативные (теоретические, знание - что) и процедурные (практические, знание - как).
  - Когнитологи делят системы представления знаний на три основных типа: системы правил, семантические сети и структуры отношений.
-

# Представление знаний

- Системы правил включают понятия и процедуры, закодированные в виде правил типа «условие – действие». Правила могут использоваться для определения категориальной принадлежности объектов и для предсказания того, как члены категории будут меняться в ответ на какие-либо воздействия. Модели этого типа чаще всего применяются в промышленных экспертных системах.
- Семантические сети: понятия существуют в памяти как независимые единицы, связанные сложной сетью связей (род - вид, часть - целое, логические и функциональные связи).
- Структура отношений: человек, пытаясь познать новую для себя ситуацию или по-новому взглянуть на уже привычные вещи, выбирает из своей памяти некоторую структуру данных (образ, прототип), называемую *фреймом*, с таким расчетом, чтобы путем изменения в ней отдельных деталей сделать ее пригодной для понимания более широкого класса явлений или процессов

# Когнитивные карты

- Когнитивные карты относятся к тому же классу систем представления знаний, что и фреймы. Амер. психолог Э.Толмен "Когнитивные карты у крыс и человека" (1948).
- Когнитивную карту можно понимать как схематичное, упрощенное описание картины мира индивида, точнее, - ее фрагмента, относящегося к данной проблемной ситуации.
- Как показывают результаты исследований, выполненных в рамках когнитологии, человеческий ум для понимания проблем использует универсальные объяснительные схемы, или «когнитивные клише» - знание, являющееся коллективным социальным продуктом мышления.

# Визуализация картины мира

Когнитивная карта может быть визуализирована в виде множества вершин, каждая из которых соответствует одному фактору или элементу картины мира индивида.

Вершины – фактор(элемент мира)

Дуги – причинно-следственные связи

A → B

A – причина

B – следствие

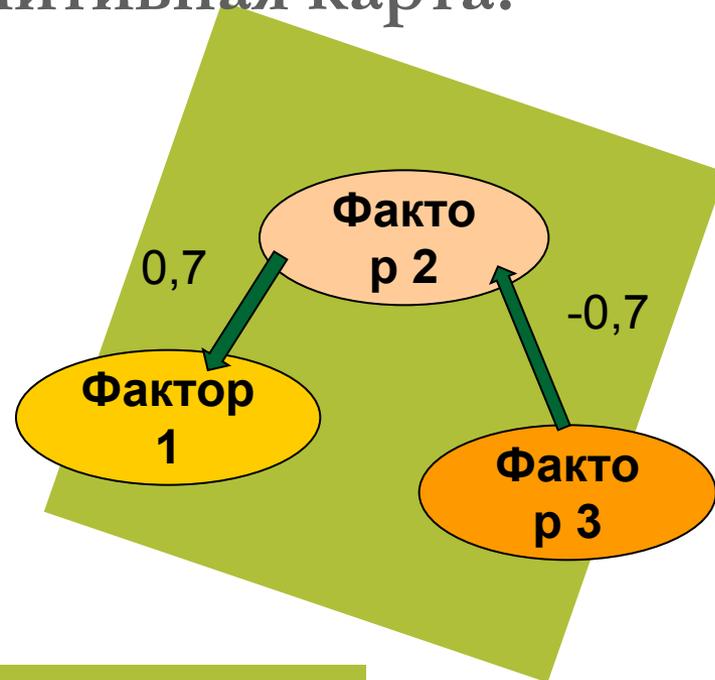
Связь положительна – если увеличение A ведет к увеличению B

# Что такое когнитивная карта?

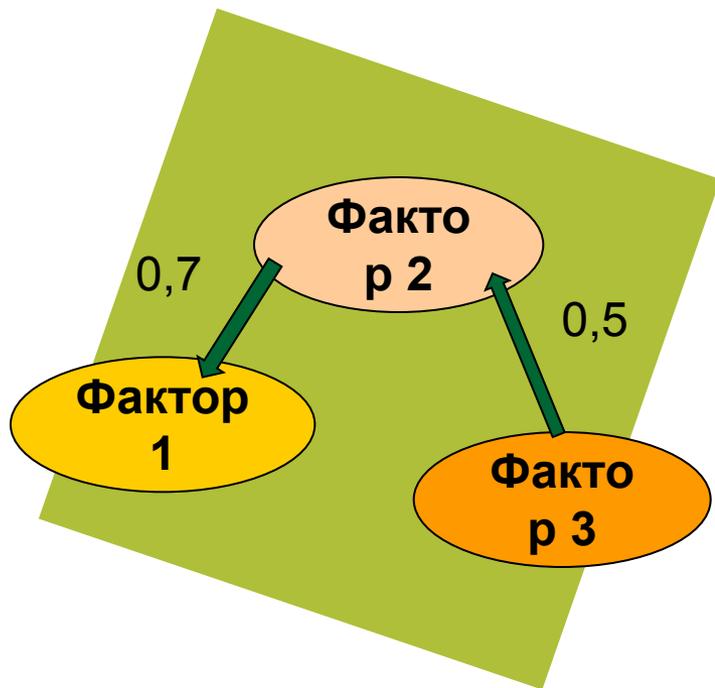
## Когнитивная карта

это модель представленная знаковым взвешенным графом  $G(V,A)$ , в котором:

- 1 вершины  $V$  – совокупность факторов
- 2 дуги  $A$  – взаимодействия факторов,
- 3 вес дуги – сила влияния фактора



## Сила взаимодействия факторов



“очень слабое” - 0.1

“умеренное” - 0.3

“существенное” - 0.5

“сильное” - 0.7

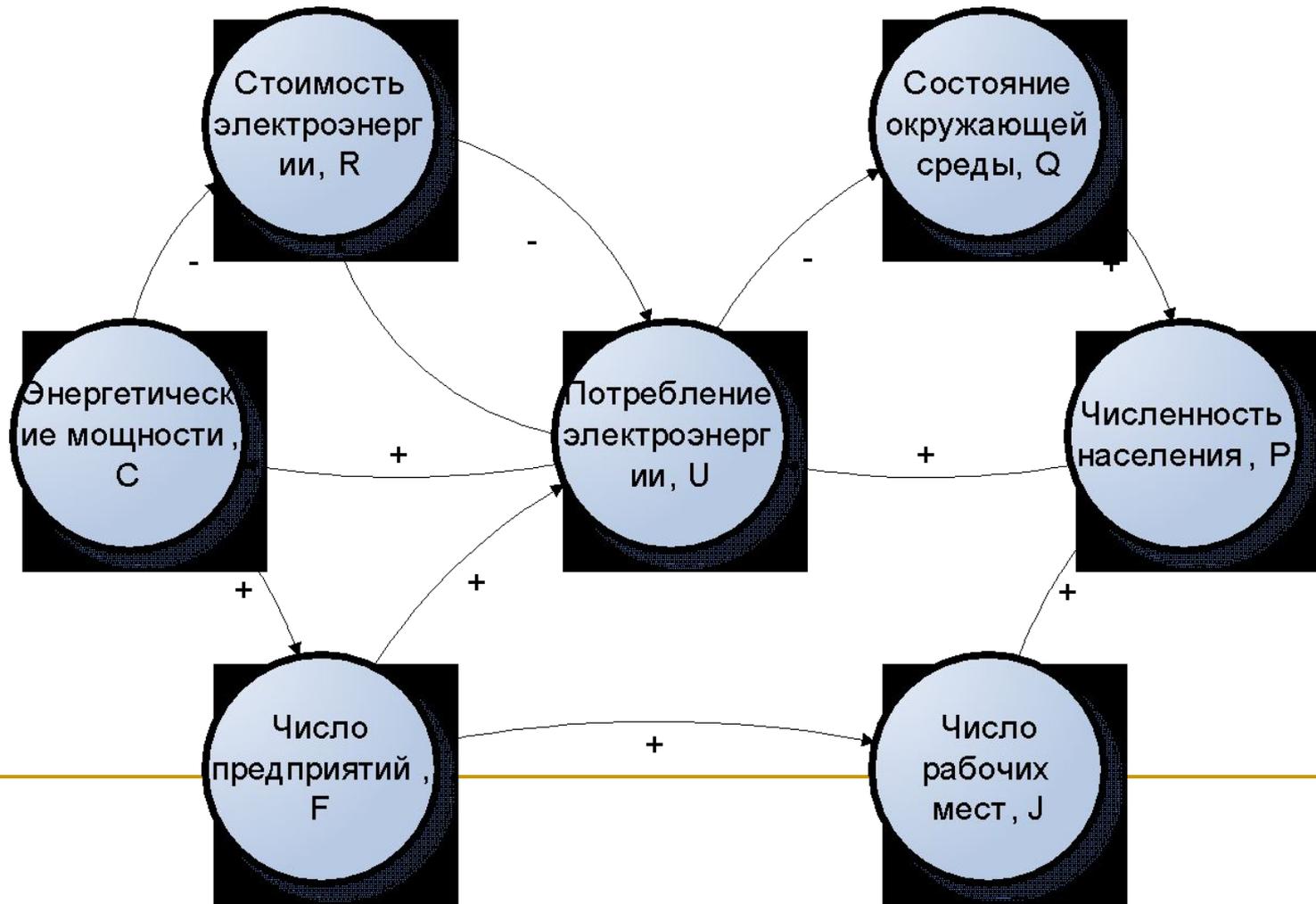
“очень сильное” - 0.9

Фактор 2 **СИЛЬНО** влияет Фактор 1

Фактор 3 **СУЩЕСТВЕННО** влияет Фактор 2

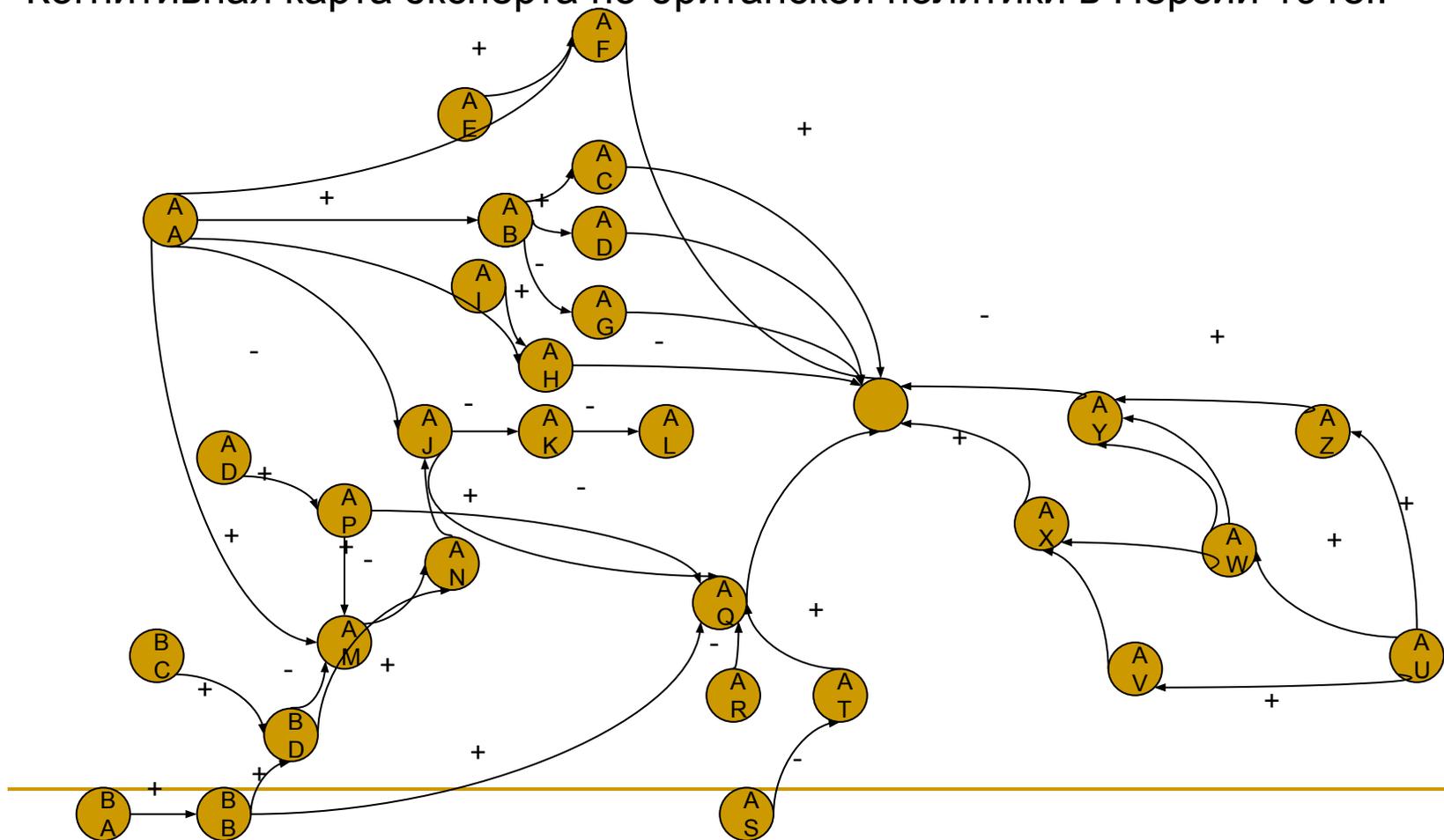
# Примеры когнитивных карт

Анализ потребления электроэнергии в регионе

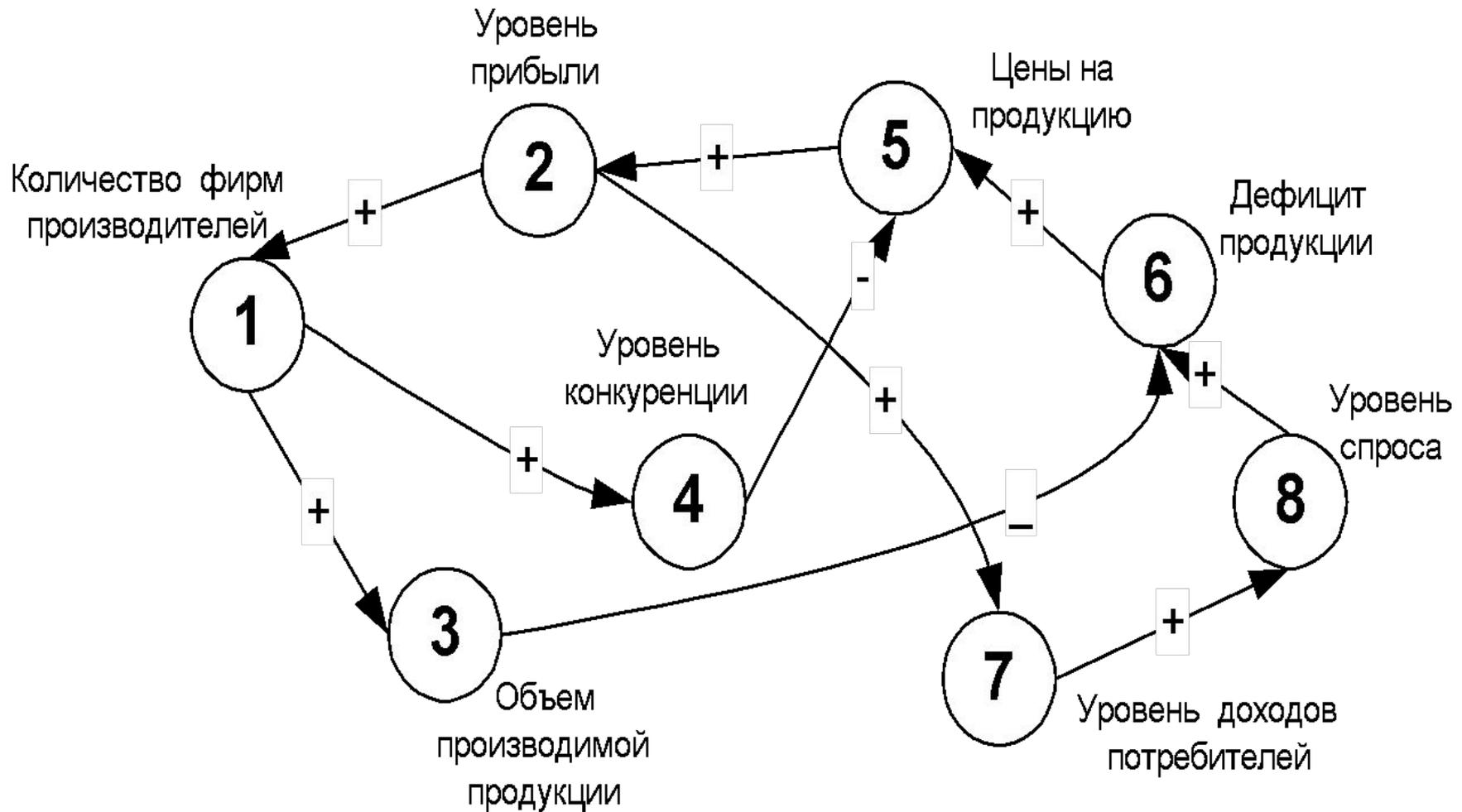


# Примеры когнитивных карт

Когнитивная карта эксперта по британской политике в Персии 1918г.



# Пример когнитивной карты ПС



# Когнитивные карты

- В когнитивной модели выделяют два типа причинно-следственных связей: положительные и отрицательные. При положительной связи увеличение значения фактора-причины приводит к увеличению значения фактора-следствия, а при отрицательной связи увеличение значения фактора-причины приводит к уменьшению значения фактора-следствия. В когнитивных картах представляет интерес, прежде всего, анализ контуров.
- Контур в когнитивной карте соответствует контурам обратной связи. Контур, усиливающий отклонение, является контуром положительной обратной связи, а контур, противодействующий отклонению, - контуром отрицательной обратной связи. Знак контура определяется произведением знаков входящих в него дуг. Контур усиливает отклонение (положителен) тогда и только тогда, когда он содержит четное число отрицательных дуг или не содержит их совсем, в противном случае это контур, противодействующий отклонению (отрицательный).
- Отрицательные контуры способствуют сохранению устойчивости, положительные - наоборот. Если в когнитивной карте большинство контуров усиливает отклонения, то незначительные возмущения могут быть постепенно усилены и система станет неустойчивой.

# Что такое когнитивное моделирование?

## Когнитивное моделирование

это моделирование, которое использует когнитивные модели

## Когнитивная модель

это модель построенная по следующим правилам:

- всякое событие вызывается причинами
- всякое событие вызывает следствие в ходе других
- все причины и следствия описываются в виде причинно-следственных связей
- всякое событие описывается множеством факторов, которые взаимодействуют друг с другом

**Взаимовлияние факторов отображается с помощью когнитивных карт (моделей), которые представляются в виде знакового взвешенного графа.**

---

# Основные понятия

Решение проблемы – обеспечение требуемой динамики факторов, составляющих суть данной проблемы.

Управляющие факторы(рычаги) – это те факторы, с помощью которых аналитик может управлять процессами в модели, подовая на них воздействия

Внешние факторы(индикаторы) – факторы внешней среды, динамика которых не зависит от состояния системы

---

---

# Графовая модель

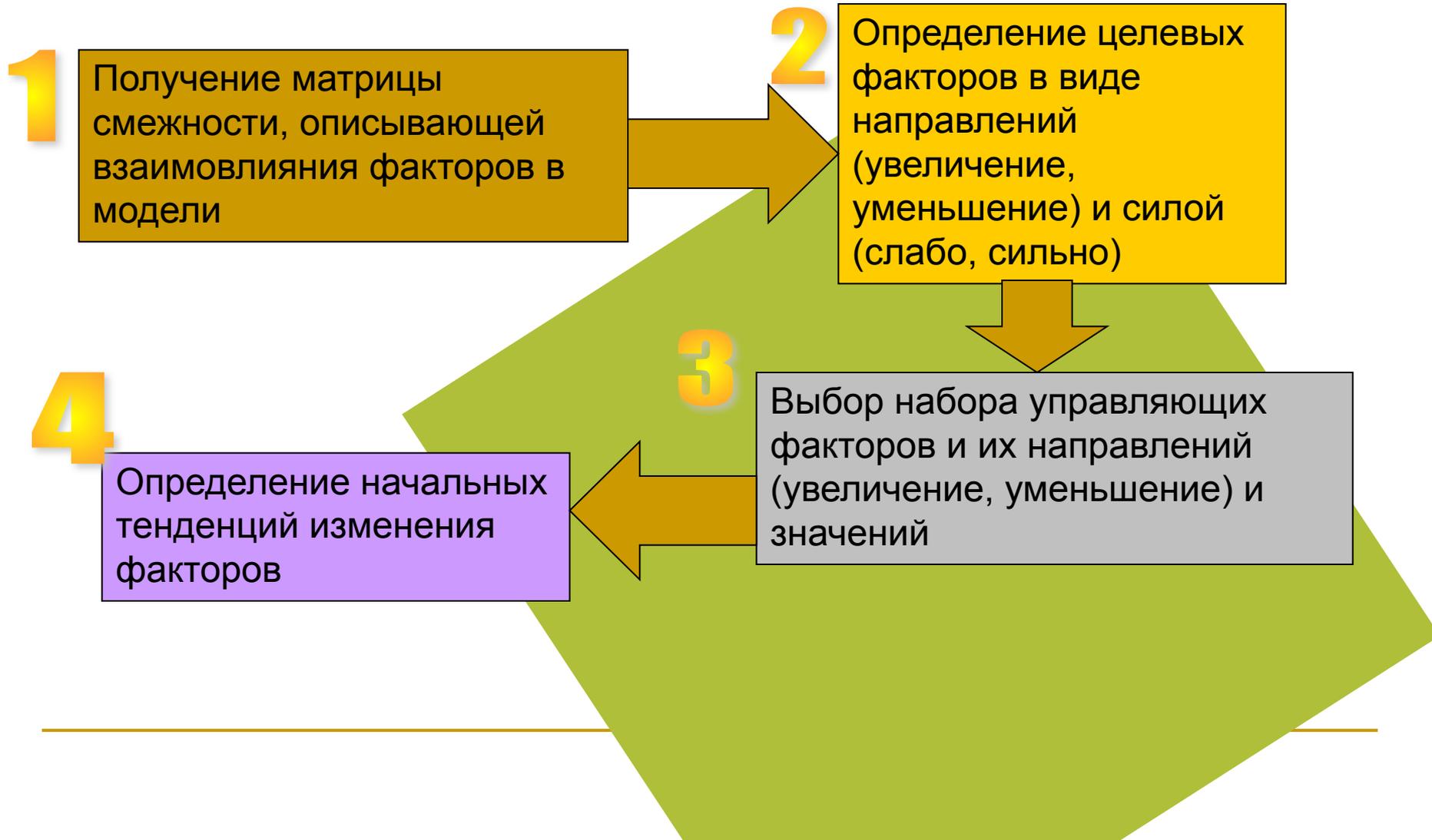
Графовая модель слабоструктурированной системы строится для:

- Провести некоторую (по возможности, более детальную) структуризацию
  - С использованием такой структуризации решить исходные проблемы в рассматриваемой системе
-

# Процесс когнитивного моделирования



## Этапы анализа



# Этап 1

## Построение матрицы взаимовлияний

A – матрица смежности размера  $n \times n$   
 $n$  – количество факторов в модели

A=

	1	2	3	4	5	6	7	...	n
1	0	0.2	0	0	0	0	0	...	-0.2
2	0	0	0	-0.3	0	0	0	...	0
3	0	0	0	0	0	0	0	...	0
4	0.1	0	0	0	0	0	0	...	0.4
5	0	0	0.2	0	0	0.3	0	...	0
6	0	0	0	0	0	0	0	...	0
7	0	0.8	0	0	0	0	0	...	0
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
n	0	0	0	0.3	0	-0.1	0	...	0

# Этапы моделирования

1

Моделирование саморазвития ситуации (развитие ситуации в отсутствии управляющих воздействий)

2

Управляемое развитие (ситуации под воздействием управляющих факторов)

3

Получение значений управляющих факторов для решения проблемы (обратная задача)

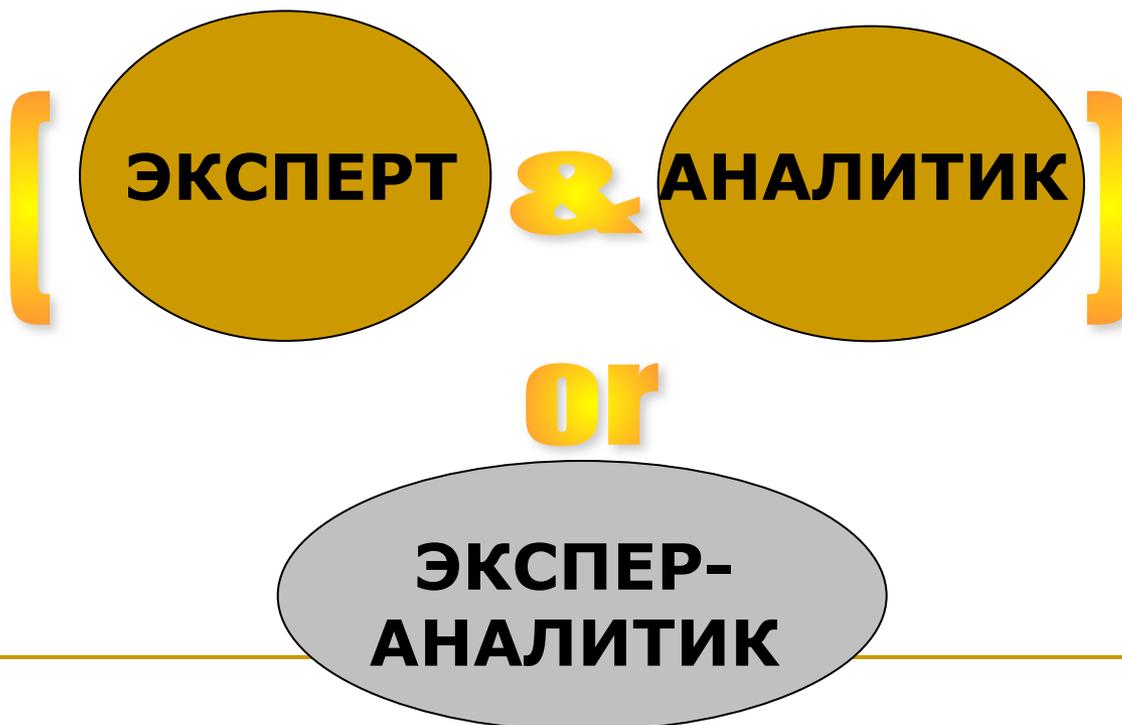
---

## Методы построения когнитивных карт

- - когнитивную карту строит сам ЛПР на основе своих знаний и представлений без привлечения экспертов и справочных материалов;
  - - построение когнитивных карт экспертами на основе изучения документов;
  - - построение когнитивной карты на основе опроса группы экспертов, имеющих возможность оценивать причинно-следственные связи;
  - - построение когнитивных карт, основанных на открытых выборочных опросах;
  - - сочетание названных методов.
-

# Кто строит когнитивные карты?

Когнитивные модели строятся **аналитиком и экспертом** в области исследуемой проблемы или **экспертом-аналитиком** в одном лице.



## Пример. Моделирование инновационного механизма развития организации

№ п/п	Факторы
<b>Персонал</b>	
1.	Квалификация персонала
2.	Уровень корпоративной и инновационной культуры
3.	Мотивация персонала
4.	Творческая активность персонала
5.	Сопротивление изменениям
6.	Производительность труда
<b>Маркетинг</b>	
7.	Качество маркетинговых исследований (поиск новых рыночных предложений)
8.	Качество маркетинга инноваций
9.	Объем продаж новой продукции
10.	Скорость выхода на рынок новой продукции
11.	Качество новой продукции

# Моделирование инновационного механизма развития организации

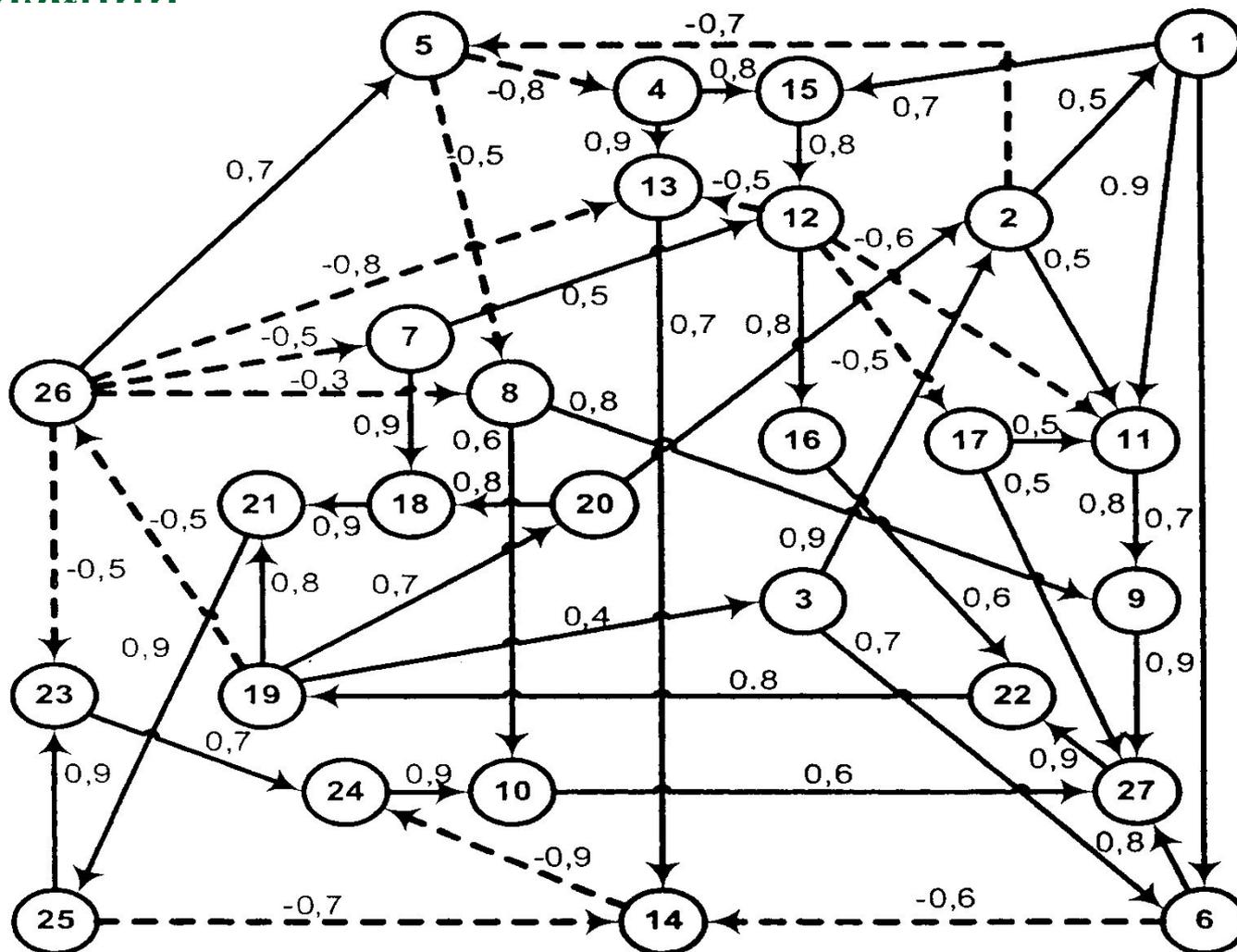
## НИОКР

- |     |  |
|-----|--|
| 12. | Уровень новизны разработок                               |
| 13. | Количество новых разработок                              |
| 14. | Сроки разработки новой продукции                         |
| 15. | Способность к инновациям в производственных процессах    |
| 16. | Вероятность патентной защиты интеллектуальных разработок |

## Предприятие

- |     |  |
|-----|--|
| 17. | Синергия подразделений                                       |
| 18. | Обеспеченность научно-технической и коммерческой информацией |
| 19. | Наличие долгосрочной стратегии                               |
| 20. | Соответствие организационной структуры целям предприятия     |
| 21. | Инвестиции и инновации                                       |
| 22. | Конкурентоспособность предприятия                            |
| 23. | Гибкость перехода на новую продукцию                         |
| 24. | Выполнение плана по выпуску новой продукции                  |
| 25. | Наличие резервных мощностей, ресурсов, технологий            |
| 26. | Доминирование интересов текущего производства                |
| 27. | Прибыльность новой продукции                                 |

# Когнитивная карта инновационного механизма развития организации



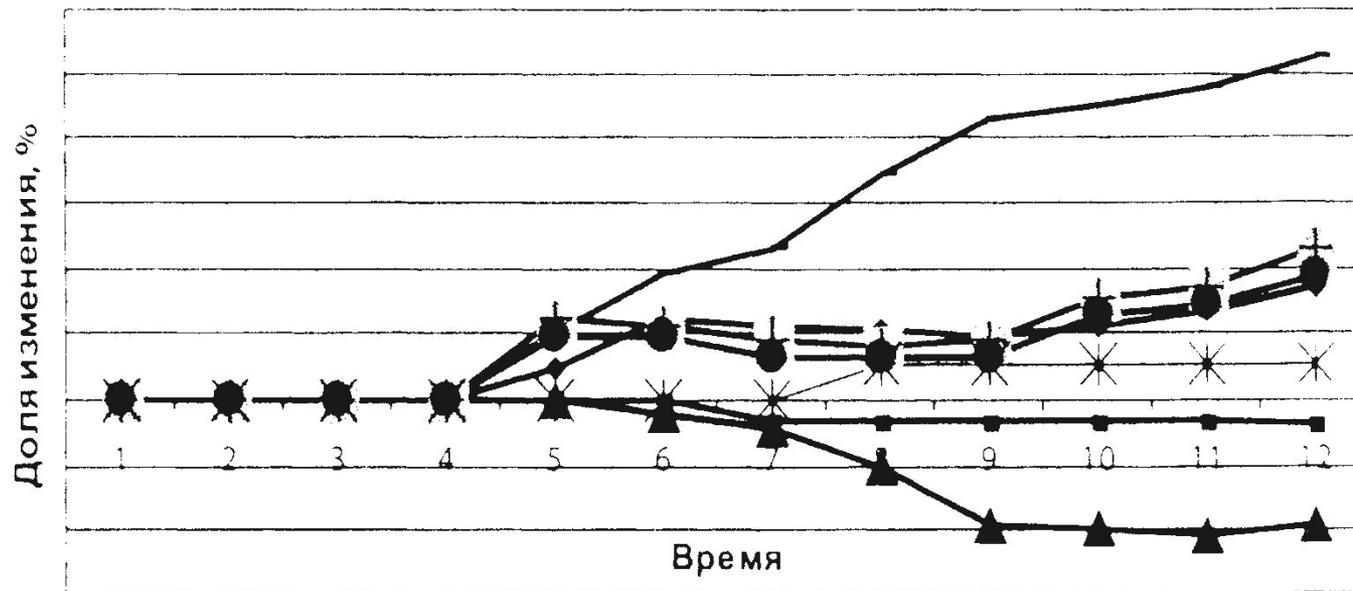
## Шкала для формализации силы влияния между факторами

Элемент шкалы	Интерпретация в терминах силы влияния
0	Влияние отсутствует
0,1	Минимально возможное (практически отсутствует)
0,3	Слабое
0,5	Среднее
0,7	Существенное
0,9	Сильное
1	Максимально возможное
0,2; 0,4; 0,6; 0,8	Промежуточные уровни

# Структурный анализ

- Исследование структуры инновационного механизма основано на вычислении ряда системных показателей соответствующей когнитивной карты. Анализ полученных значений показателей позволяет заключить, что наибольшее положительное влияние на систему оказывают факторы «Мотивация» (3), «Производительность труда» (6), «Качество маркетинга инноваций» (8), «Объём продаж новой продукции» (9), «Качество новой продукции» (11), «Вероятность патентной защиты новых разработок» (16), «Соответствие организационной структуры целям предприятия» (20). При этом сами они не испытывают сильного влияния с её стороны. Влияя на вышеперечисленные факторы, можно «сдвинуть» всю систему в положительную сторону.
- Анализ системных показателей когнитивной карты инновационного механизма предприятия позволил выявить как наиболее эффективные, так и нежелательные с точки зрения инновационной политики способы воздействия на него со стороны руководства.

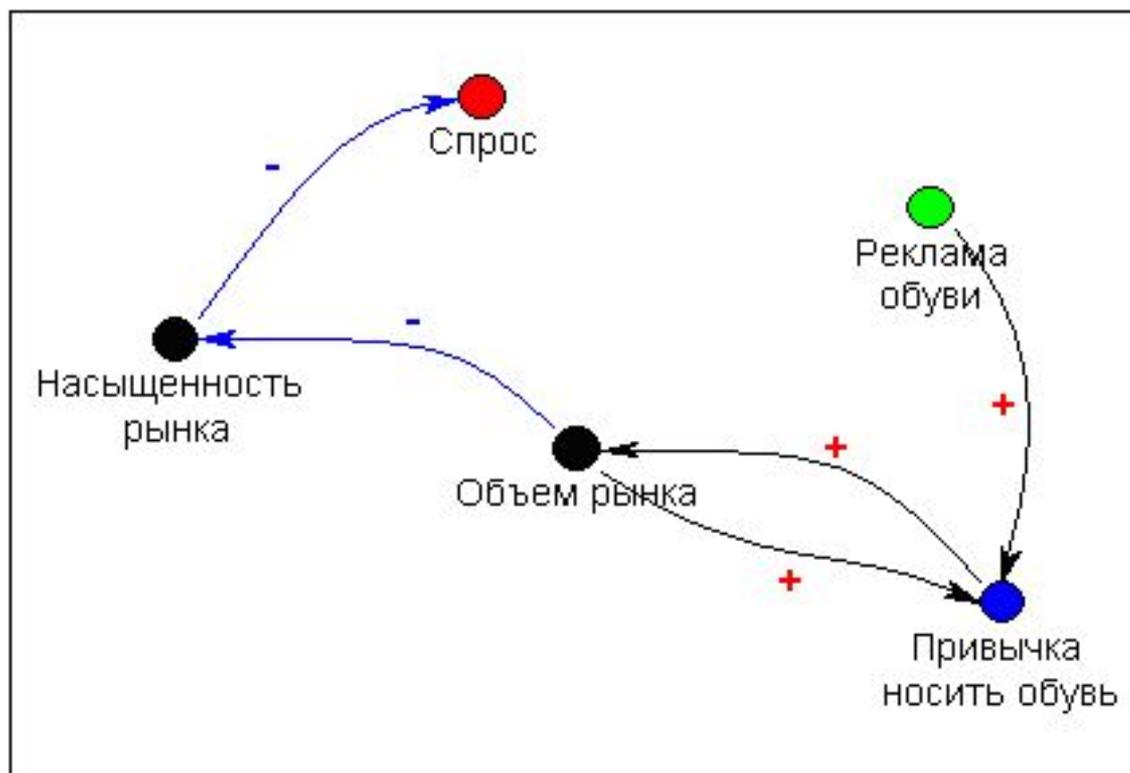
## Динамический анализ



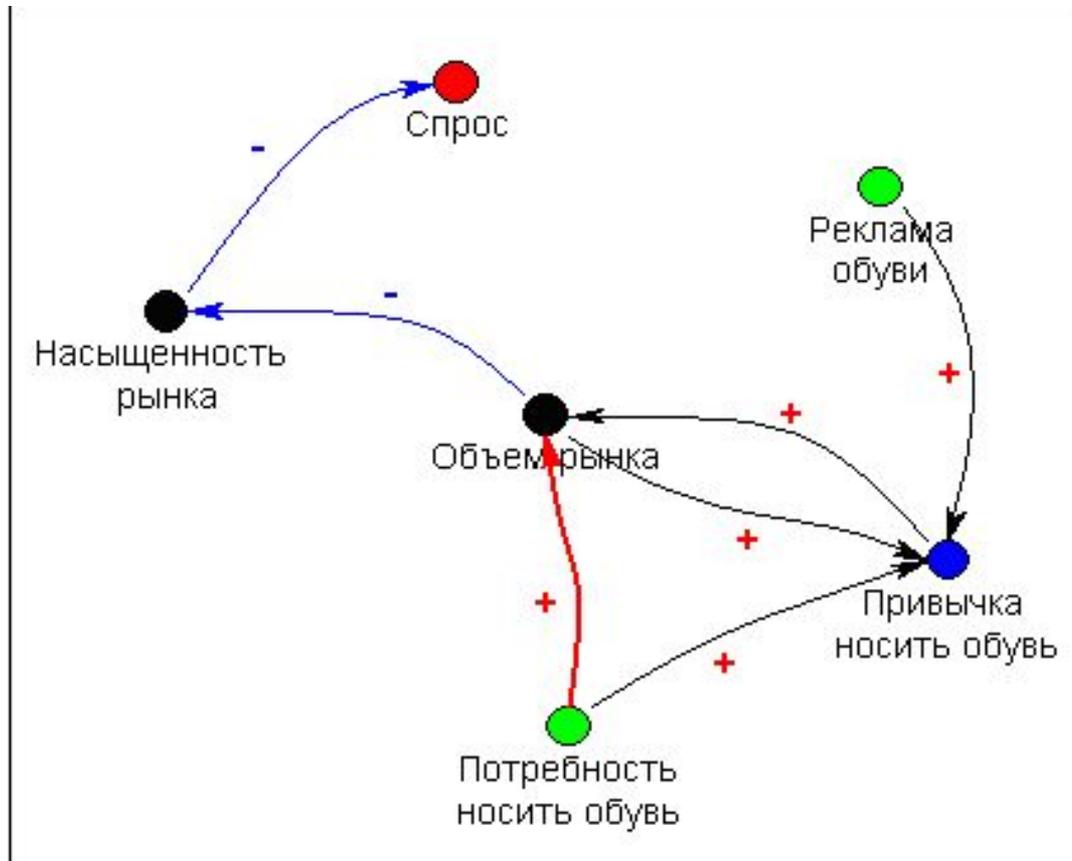
- Изменение фактора «Конкурентоспособность» под воздействием различных влияний.
- Обозначения в порядке следования на графике (сверху вниз):
- - положительное воздействие на фактор 1;
- - положительное воздействие на факторы 1,3 и 19;
- - положительное воздействие на факторы 7 и 8;
- - положительное воздействие на фактор 13 и 8;
- - положительное воздействие на фактор 21;
- - положительное воздействие на фактор 13 ;
- - отрицательное воздействие на фактор 19.

# Стратегии изменения ситуации

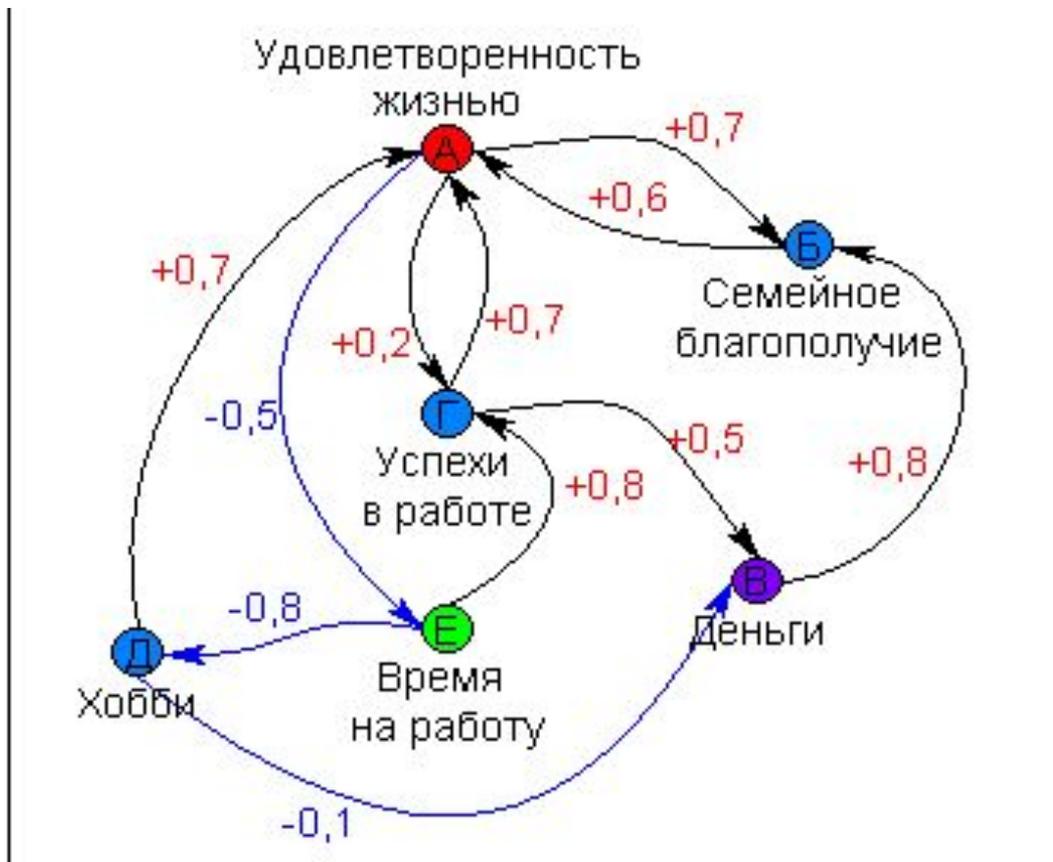
- 1. Изменить в определенное время значения некоторых вершин.
- 2. Добавить в некоторое время и новые дуги к ней и от нее.
- 3. Изменить в некоторое время знак некоторой дуги.
- 4. Изменить в некоторое время вес некоторой дуги.
- 5. Добавить новую дугу между имеющимися вершинами.
- 6. Добавить новый контур (усиливающий или уменьшающий отклонение).



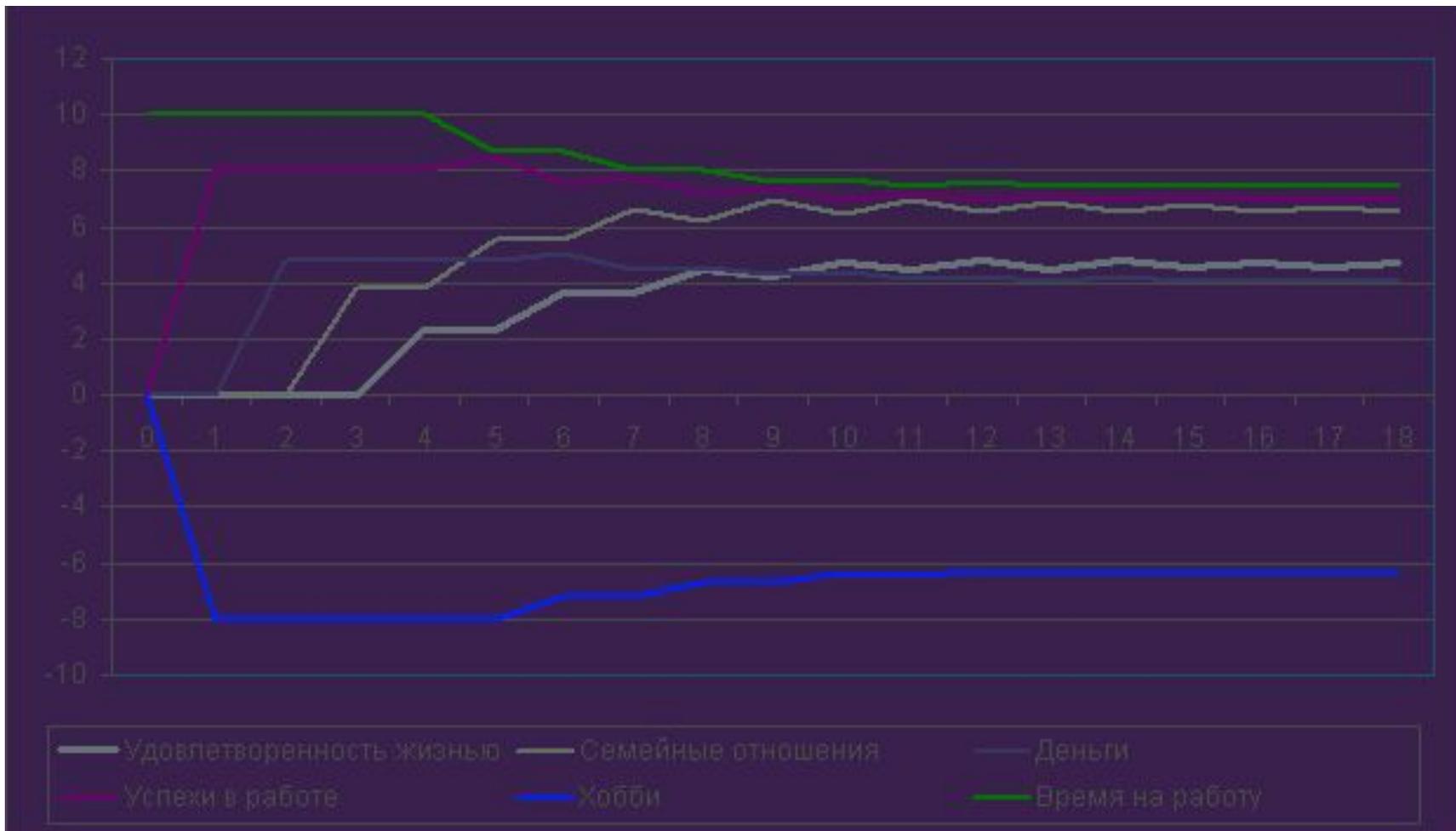
Когнитивная карта рынка обуви



**Когнитивная карта рынка обуви  
(окончательная)**



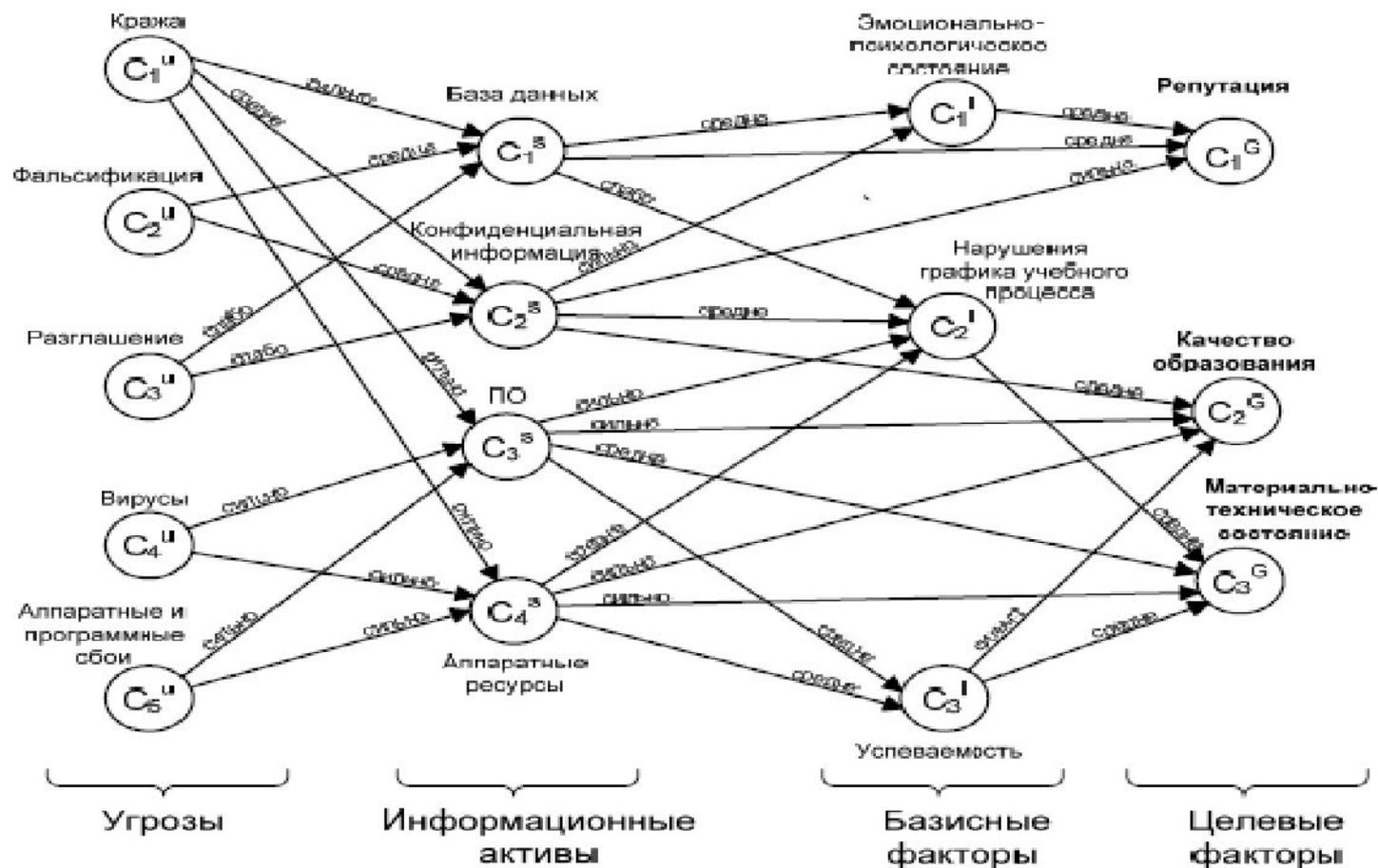
Когнитивная карта «Удовлетворенность жизнью»



## Результаты расчета модели

Тимур Василенко

О.Генри и когнитивные карты



## Нечеткая когнитивная карта для оценки информационных рисков вузов

(ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КОГНИТИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ИНФОРМАЦИОННЫХ РИСКОВ ВУЗА  
Васильев В.И, Кудрявцева Р.Т. )

## Понятие нечеткой переменной

*Нечеткая переменная* – переменная, принадлежащая *нечеткому* множеству

Лотфи Заде, 1965 в статье «Fuzzy Sets» в журнале [Information and Control](#), в котором расширил классическое понятие множества, допустив, что функция принадлежности элемента множеству может принимать любые значения в интервале  $[0, 1]$ , а не только значения 0 или 1. Нечеткое множество является базовым понятием *нечеткой* логики.

Нечеткая переменная состоит из трех элементов:  
*наименования* характеристики, *количественной шкалы*,  
с помощью которой ее можно оценить и  
*функции принадлежности* к данной характеристике.

Пример: функция принадлежности  
множества молодых людей  
( $V = \{\text{множество молодых людей}\}$ )

