



СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

Збрищак Светлана Георгиевна
SGZbrischak@fa.ru
sam.fa.ru@yandex.ru

Тема 1

Основные понятия системного анализа

Системный подход



Системный подход — принцип познавательной и практической деятельности, который основывается на системном отражении действительности

Системный анализ — совокупность методов, приемов и алгоритмов применения системного подхода в аналитической деятельности

Прикладной системный анализ



Прикладной системный анализ

Особенности

1. Нацелен не на отыскание общих закономерностей, а на решение конкретной проблемы с ее уникальной спецификой
2. Для решения проблемы могут понадобиться знания из любой профессии, поэтому прикладной системный анализ имеет универсальный, наддисциплинарный и междисциплинарный характер
3. Для решения проблем реальной жизни необходим некий сплав науки, искусства и ремесла. Пропорции между ними для каждой проблемы специфичны
4. Системный анализ выполняется не системным аналитиком, а самими участниками проблемной ситуации. Аналитик знает технологию, т.е. какие вопросы и в каком порядке задавать, а ответы на них знают только сами вовлеченные в ситуацию субъекты

Продукт системного анализа производится не профессионалом–специалистом, а коллективом участников ситуации под ненавязчивым руководством аналитика

Система

О:1 Система – это совокупность элементов, находящихся в отношениях и связях между собой, образующих определенное единство

О:2 Система есть особая организация специализированных элементов, объединенных в единое целое для решения конкретной задачи

О:3 Система есть сущность, которая в результате взаимодействия ее частей может поддерживать свое существование и функционировать как единое целое

О:4 Система – это философская категория, характеризующая организацию материи и духовного мира



Статические свойства системы

**Особенности конкретного состояния системы.
Это как бы то, что можно разглядеть на
мгновенной фотографии системы, то, чем
обладает система в любой, но фиксированный
момент времени.**

Целостность

ОТКРЫТОСТЬ

Структурированность

Динамические свойства систем

**Особенности изменений со временем внутри
системы и вне ее**

ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ

Стимулируемость

Изменчивость системы со временем

Существование в изменяющейся среде

Синтетические свойства систем

Обобщающие, собирательные, интегральные свойства, делающие упор на взаимодействия системы со средой, на целостность в самом общем понимании

Эмерджентность

Неразделимость на части

ИНГЕРЕНТНОСТЬ

ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ

Экономическая система

предназначена для переработки вещества, энергии информации и знаний в потребительские стоимости или обеспечивает их распределение, обмен и потребление

Социально–экономическая система

целостное «объединение» (добровольное, добровольно-принудительное или вынужденное, обусловленное сосуществование) индивидов, вступающих в условиях ограниченности материального мира и ресурсов в разнообразные отношения при создании, перераспределении и потреблении благ (материальных и нематериальных)

Специфические свойства экономических систем

иерархичность

многомерность

множественность

эквивифинальность

мультифинальность

контринуитивность

Проблема исследования социальных систем

В социальных системах роль активных элементов играют *люди*, чье индивидуальное и коллективное поведение *определяет* существенные аспекты *поведения системы в целом.*

Характер *проблемной ситуации* тесно связан с поведением людей и *зависит от субъективного восприятия* проблемной ситуации ее участниками в соответствии с их картиной мира (цели, представления, вкусы, системы ценностей).

Базовые тезисы нового подхода к изучению социальных систем (Уэст Чёрчмен)



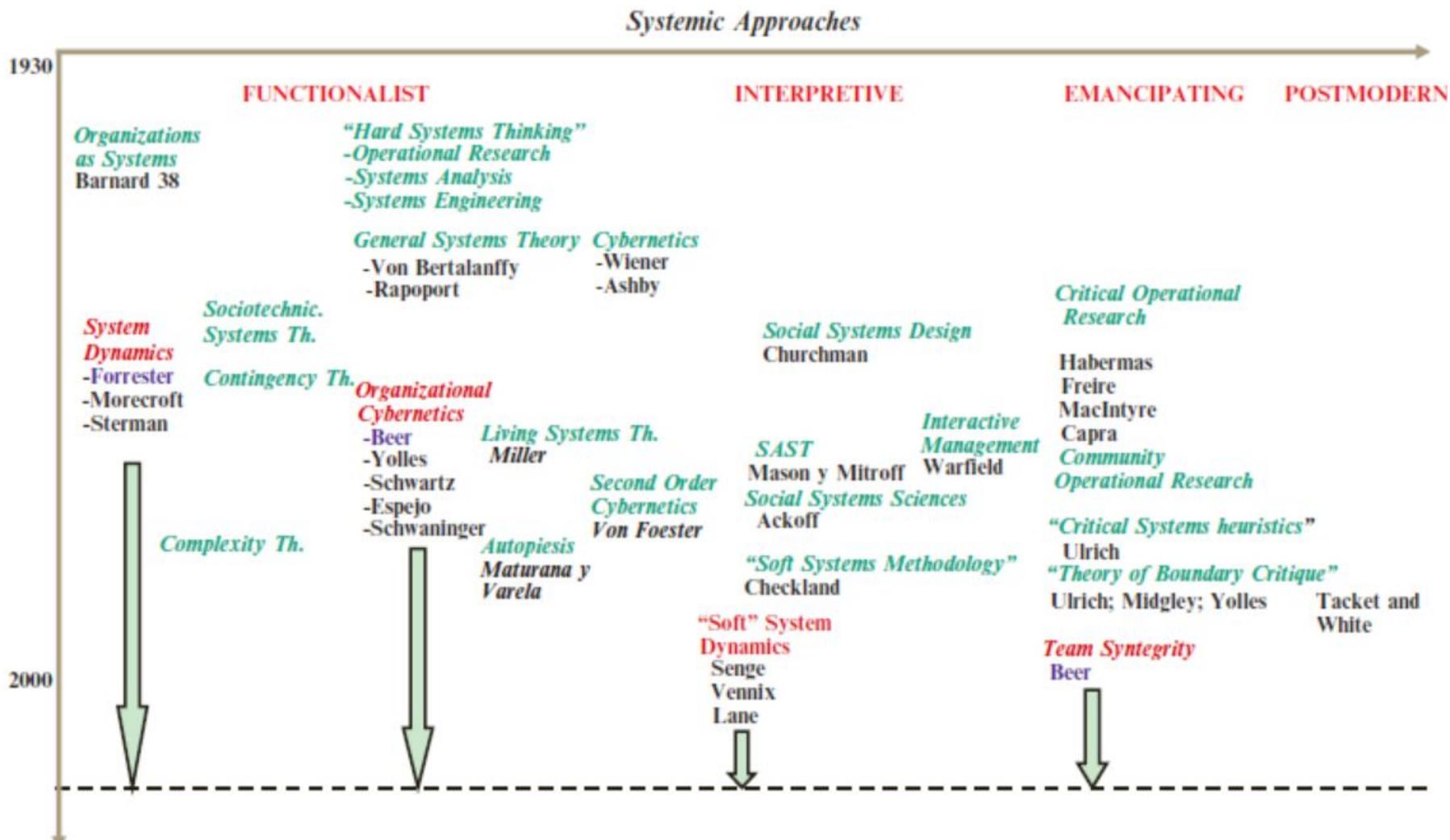
системный подход начинается, когда вы первый раз смотрите на мир глазами другого человека

системный подход показывает, что картина мира каждого индивида ужасно ограничена

в системном подходе нет экспертов (имеется в виду, что у включенных в данную проблемную ситуацию людей могут быть разные взгляды. Могут затрагиваться вопросы морали, в которых трудно быть экспертом)

системный подход — неплохая идея

Системные подходы



Источник: Rios J. P. (2012). *Design and Diagnosis for Sustainable Organizations. The Viable System Method.* Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Сравнение мягких и жестких системных методологий (П. Чекланд)

Жесткое системное мышление	Мягкое системное мышление
Ориентировано на поиск цели, оптимизацию и прогнозирование	Ориентировано на обучение, исследование и приверженность
Предполагает, что мир содержит системы, которые могут быть «разработаны»	Предполагает, что мир является проблематичным, но может быть исследован с помощью системных моделей для определения «действий по улучшению»
Предполагает, что системные модели являются моделями (частью) мира (онтология)	Предполагает, что системные модели являются инструментами: интеллектуальные конструкции для достижения согласия (эпистемологии)
Говорит о «проблемах» и «решениях»	Говорит о «вопросах» и «согласовании»
Используют количественные методы	Ставит человека в центр изучения, учет человеческого фактора
Может потерять связь с реальной проблемной ситуацией	Не дает окончательного решения
Системность: находится в мире	Системность: находится в процессе исследования мира

Системное мышление



Сенге Питер

«Пятая дисциплина. Искусство и практика самообучающейся организации»



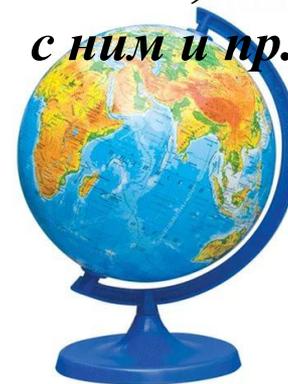
Обучающиеся организации возникают тогда, когда стратегия предприятия требует, чтобы вы совместно использовали коллективный интеллект и коллективное чувство приверженности работников

Тема 2

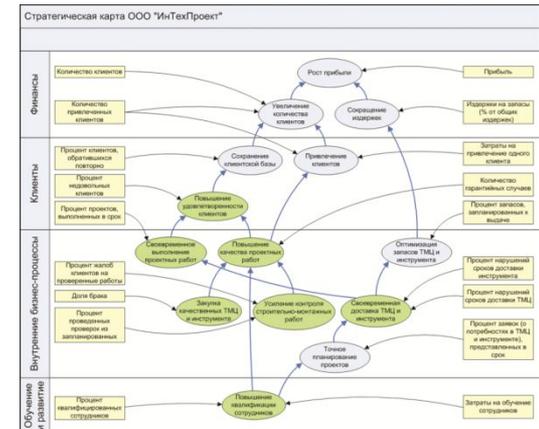
Моделирование социально-экономических систем

Модель

некий объект-заменитель, который в определенных условиях может заменять объект-оригинал, воспроизводя интересующие нас свойства и характеристики оригинала, причем имеет существенные преимущества (наглядность, обзорность, доступность испытаний, легкость оперирования с ним и пр.)



$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n A_{ij} x_{ij}$$



Иерархия моделей

Уровни познания системы

по Р. Акоффу

- ❖ Математические
- ❖ Эконометрические
- ❖ Концептуальные
- ❖ Имитационные

Данные (что?) – описание результатов измерений, наблюдений; протоколы экспериментов; исходные, «сырые» данные

Информация (состав?) – результат первичной обработки данных, их упорядочение, классификация, структуризация

Знание (структура?) – результат вторичной обработки данных; выявление связей и закономерностей между группами, классами данных

Понимание (почему?) – объяснение выявленных закономерностей, построение теорий, дающих такое объяснение

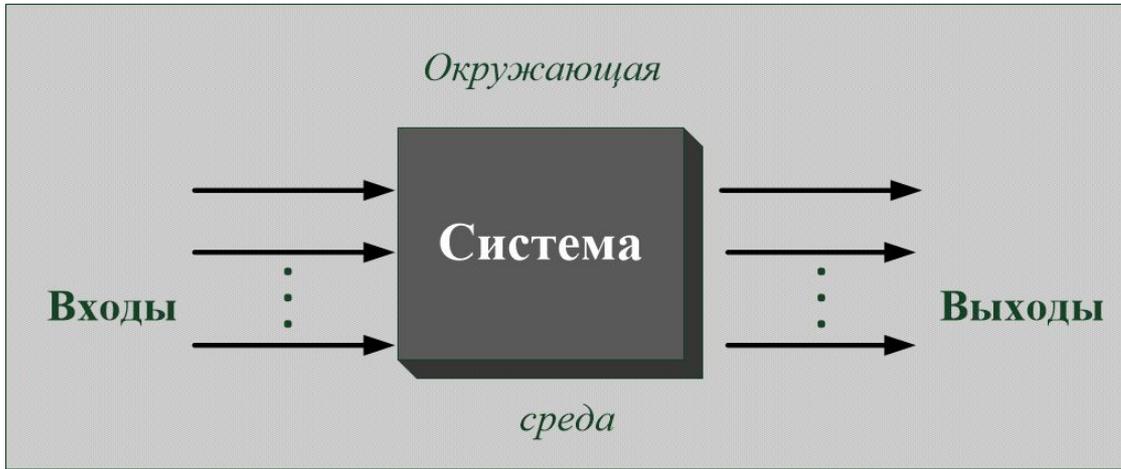
Мудрость (зачем?) – сведения о том, зачем все это надо, хорошо ли это, надо ли это продолжать или прекращать — т.е. подход с точки зрения эстетики и этики

Классификации методов моделирования систем



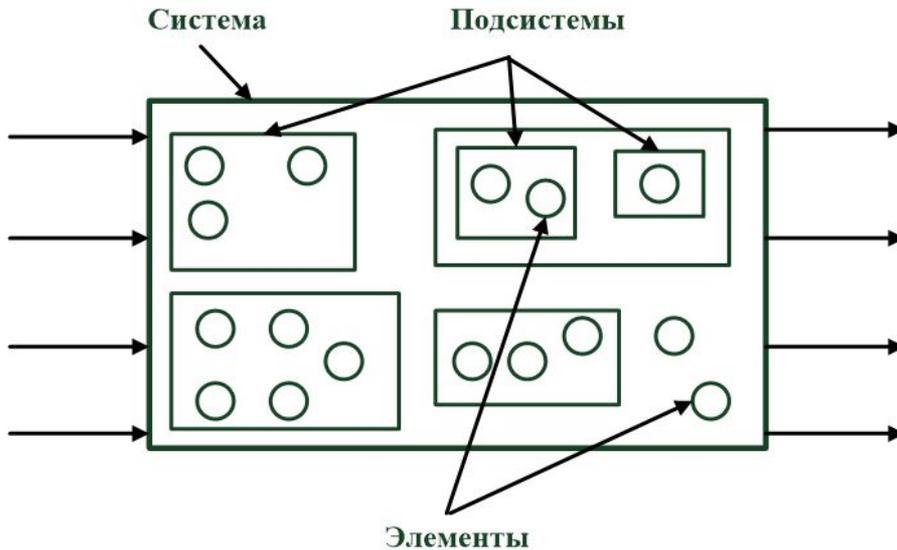
Источник: Баринов, В.А. Теория систем и системный анализ в управлении организациями: справочник : учеб. пособие. – М.: «Финансы и статистика», 2006.

Основные типы статических моделей

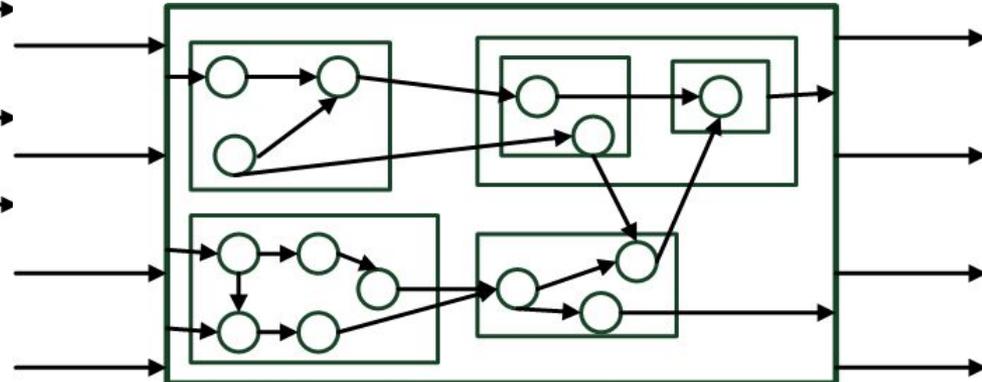


Модель «черного ящика»

Модель состава



Модель структуры



Концептуальное моделирование

Интеллект-карты (mind map) (Т. Бьюзен) – иерархические диаграммы, используемые для представления идей, проектов, заданий, которые связаны с центральным ключевым понятием и организованы радиально вокруг него

Применение

Идеи

генерирование

визуализация

структурирование

классификация

документов

Облегчение (ускорение)

процесса обучения

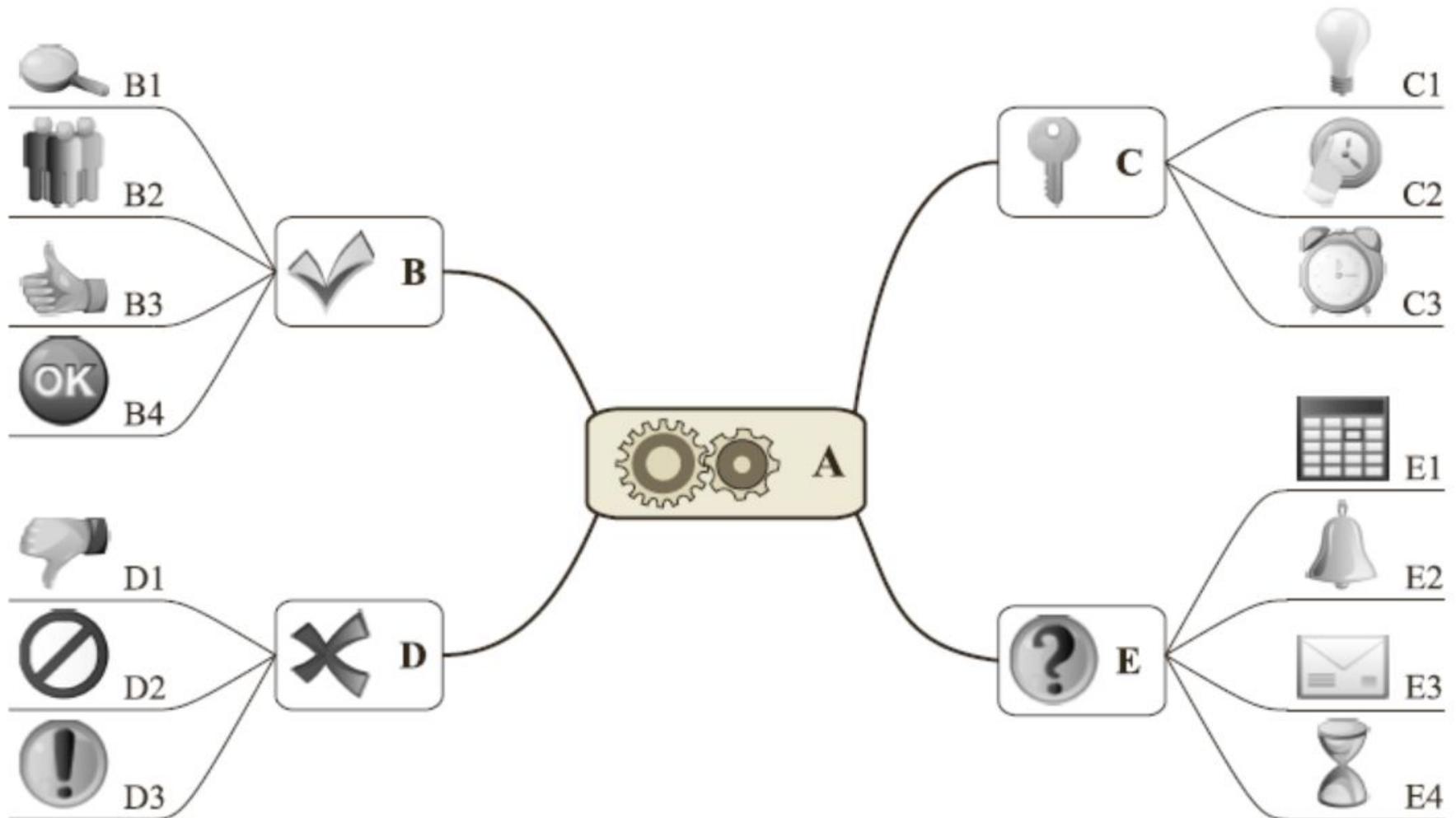
разрешения проблемы

принятия решений

написания различных

Концептуальное моделирование

Пример интеллект-карты в общем виде



Правила построения

- ❖ формирование карты начинается с изображения и обозначения в центре главной темы максимально крупным шрифтом
- ❖ последовательно представляются понятия, уточняющие главную тему или составляющие ее части (первый уровень детализации). По возможности следует избегать большого количества понятий первого уровня (не более четырех-пяти). Эти понятия должны быть примерно одного уровня абстракции
- ❖ шрифт и-карты должен последовательно уменьшаться от центра к первому, второму и последующим уровням детализации, при этом понятия одного уровня должны изображаться одинаковым размером шрифта
- ❖ каждое новое понятие должно быть выражено именем существительным в именительном падеже (например, «бюджет», «администрация» и т. п.)
- ❖ линии соединяются, начиная от центра изображения. Центральные линии более «толстые», а по мере их отдаления от центра они должны становиться более «тонкими»
- ❖ для наглядности в и-карте используются рисунки, пиктограммы и символы, а также по возможности различные цвета — по меньшей мере два-три цвета
- ❖ не стоит перегружать и-карту деталями и подробностями
- ❖ следует стремиться к соблюдению баланса карты, т. е. детализация различных ветвей должна быть примерно (плюс-минус 1–2 уровня) одинакова

Концептуальное моделирование

Интеллект-карта понятия «проект»



SWOT Анализ

★ Сильные стороны

- Конкурентное преимущество
- Маркетинг
 - Охват
 - Дистрибуция
 - Узнаваемость
- Процессы
 - Системные
 - IT
 - Коммуникации
- Ресурсы
 - Активы
 - Кадры
 - Место на рынке
 - Материальные
- Опыт
 - Знания
 - Данные
- Финансовые резервы
- Потенциал
- Аккредитация
- Уникальные свойства продукции

🏠 Возможности

- География
 - Импорты
 - Экспорты
- Партнерство
 - Аффилиат-программы
 - Реферрал-программы
 - Агенства
 - Дистрибуторы
- Экономические
 - Объем
 - Производство
- Эффекты
 - Глобальные
 - Локальные
- Новые рынки
 - Вертикальные
 - Горизонтальные
- Развивающиеся рынки
 - Тренды
 - Образ жизни
 - Технология
 - Ниша
- Слабые стороны конкурентов
- Развитие
 - Бизнес
 - Производство
 - Тактики

🔪 Слабые стороны

- Уязвимость
 - Фактор времени
 - Сроки
 - Интенсивность
- Данные
 - Надежность
 - Пригодность
- Финансовые
 - Денежные средства
- Репутация
- Основная деятельность
 - Работа
 - Рассеянность
- Пробелы в квалификации
- Недостаточная конкурентоспособность

🌪️ Угрозы

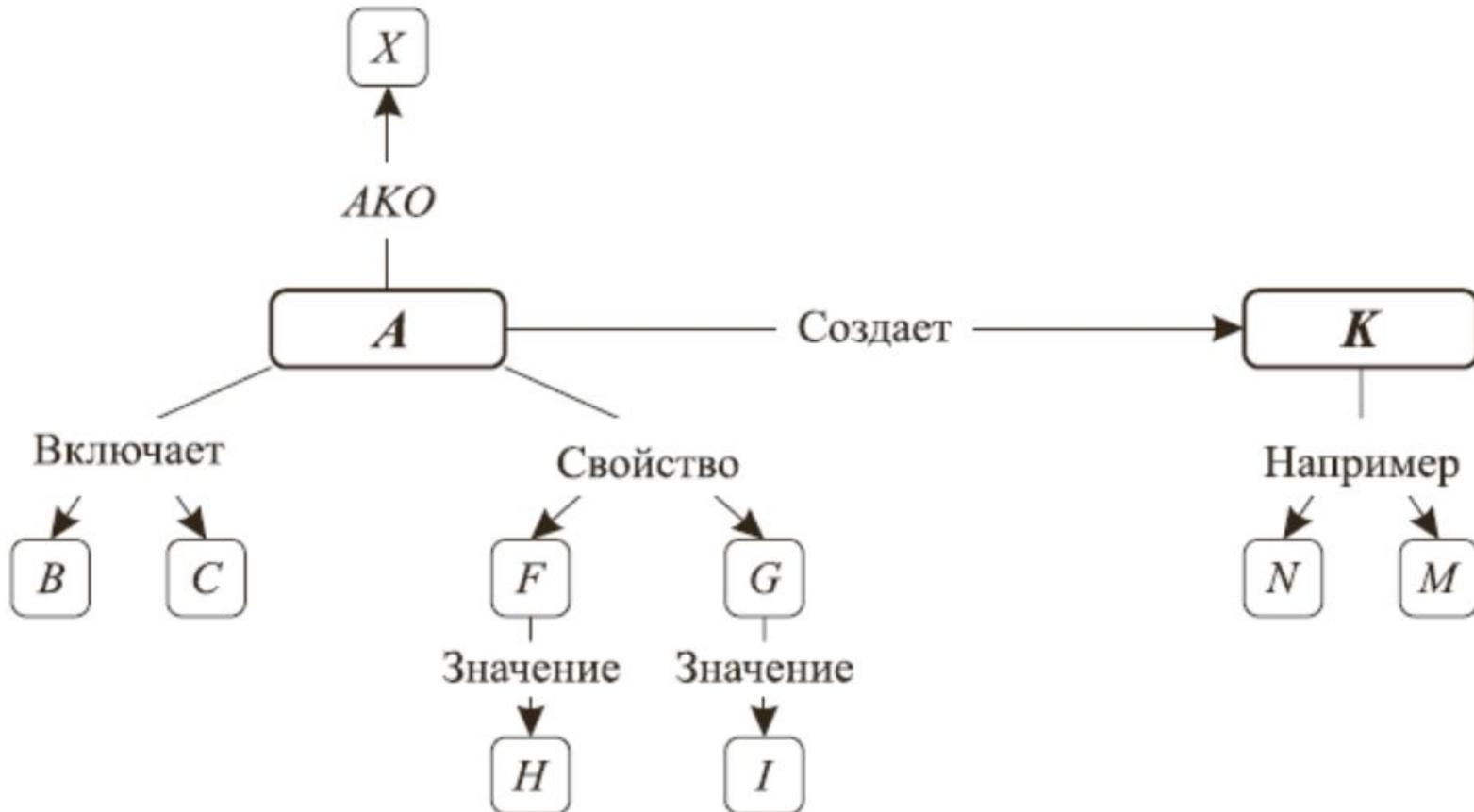
- Государственные
 - Политика
 - Законодательство
- Слабые стороны
 - Сотрудники
- Условия, среда
- Спрос на рынке
- Препятствия
 - Деньги
 - Сезонность
- Развивающиеся технологии
 - Услуги
 - Идеи

Концептуальное моделирование

Концептуальные карты (Дж. Новак) или графы позволяют глубже рассмотреть предмет исследования и включают отношения между понятиями или концептами; представляется в виде графа, узлы которого отображают понятия (объекты или концепты), а направленные поименованные дуги, соединяющие эти узлы, — отношения (связи). Могут использоваться связи различного типа, например, «является», «имеет свойство» и т. п.

Концептуальное моделирование

Пример концептуальной карты в общем виде

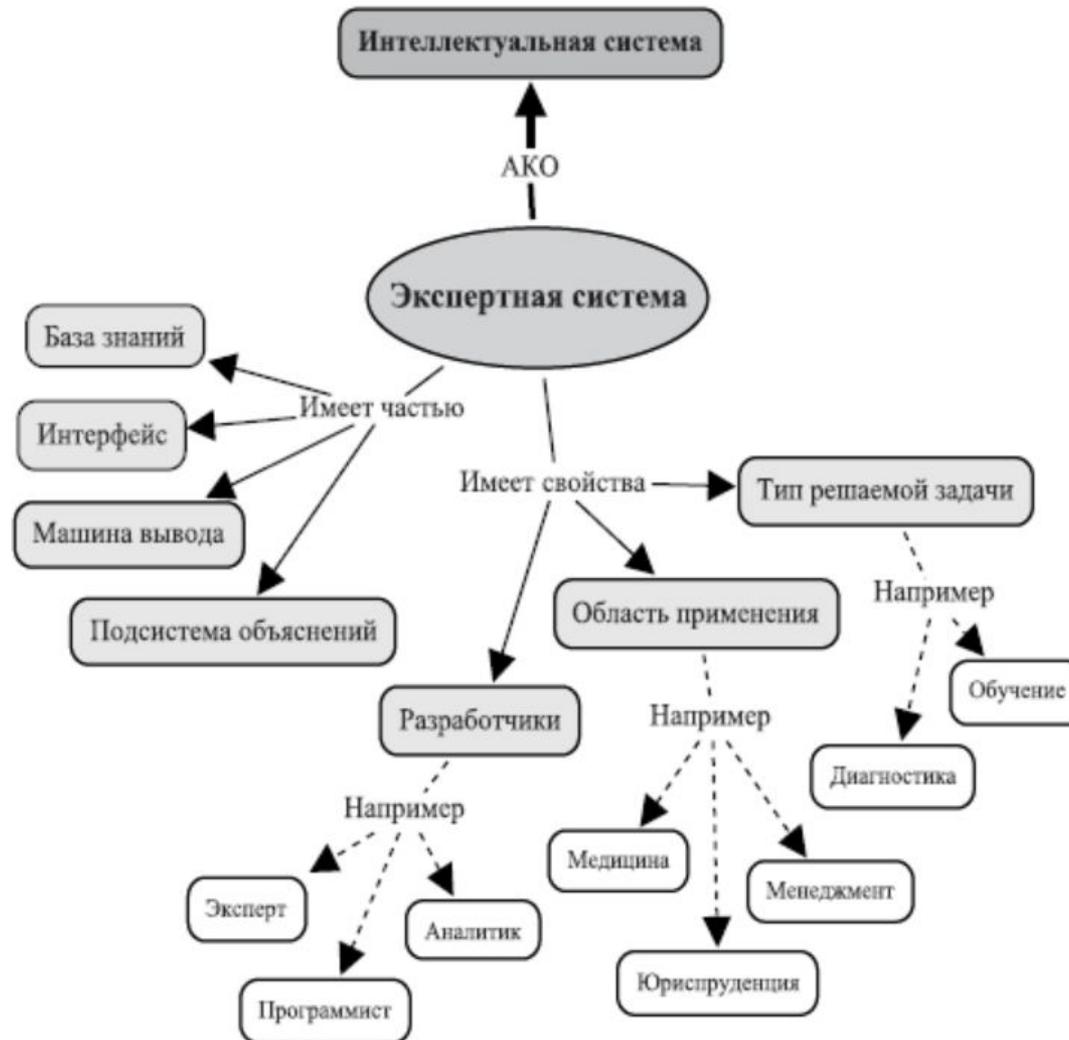


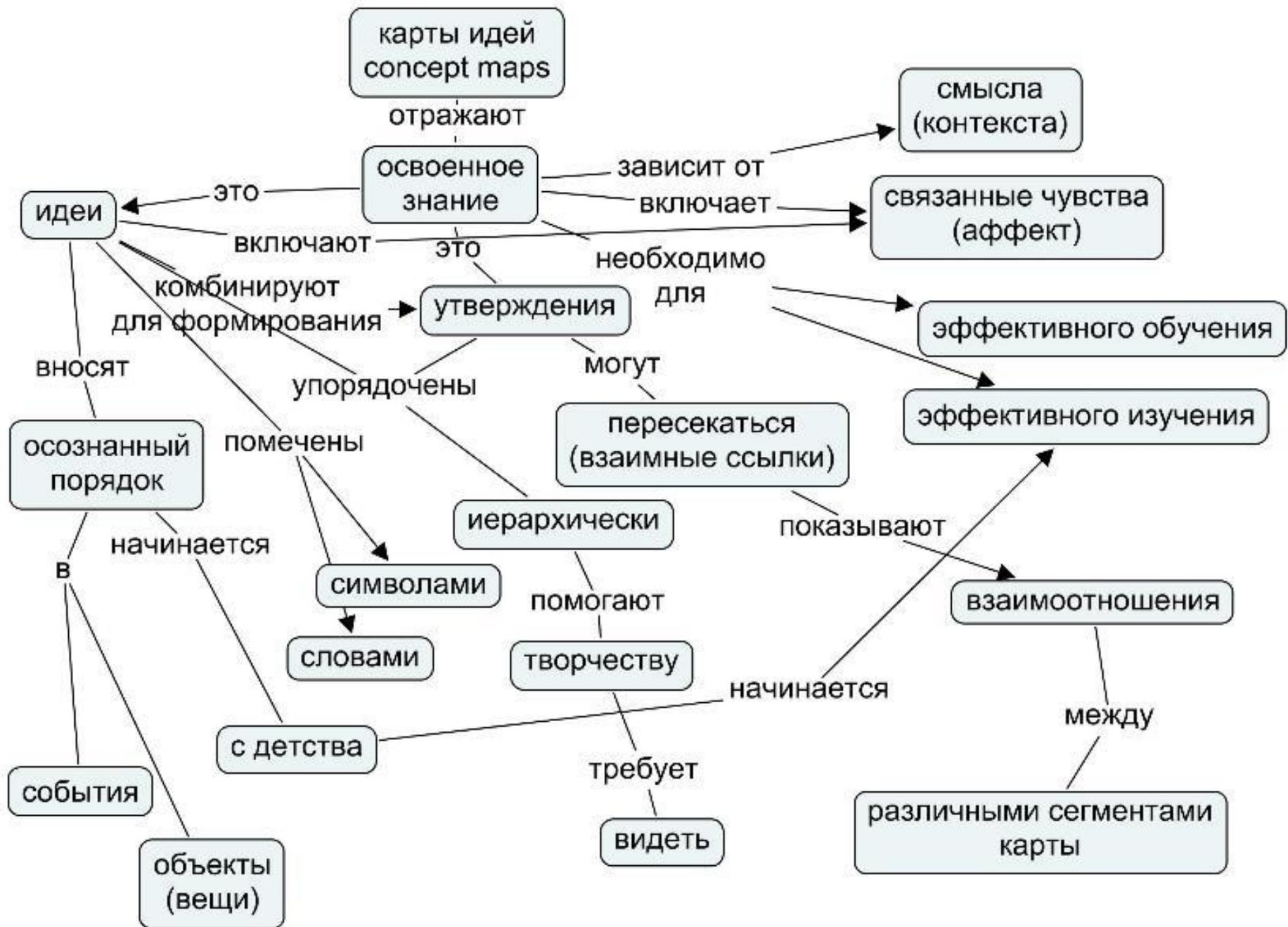
Правила построения

- ❖ **определение контекста путем задания конкретного фокусирующего вопроса (focus question), определяющего главную тему и границы к-карты**
- ❖ **выделение концептов – базовых понятий данной предметной области (обычно не более 15–20 понятий)**
- ❖ **установление связей между концептами – определению соотношений и взаимодействий базовых понятий**
- ❖ **упорядочение графа – уточнение, удаление лишних связей, снятие противоречий**

Концептуальное моделирование

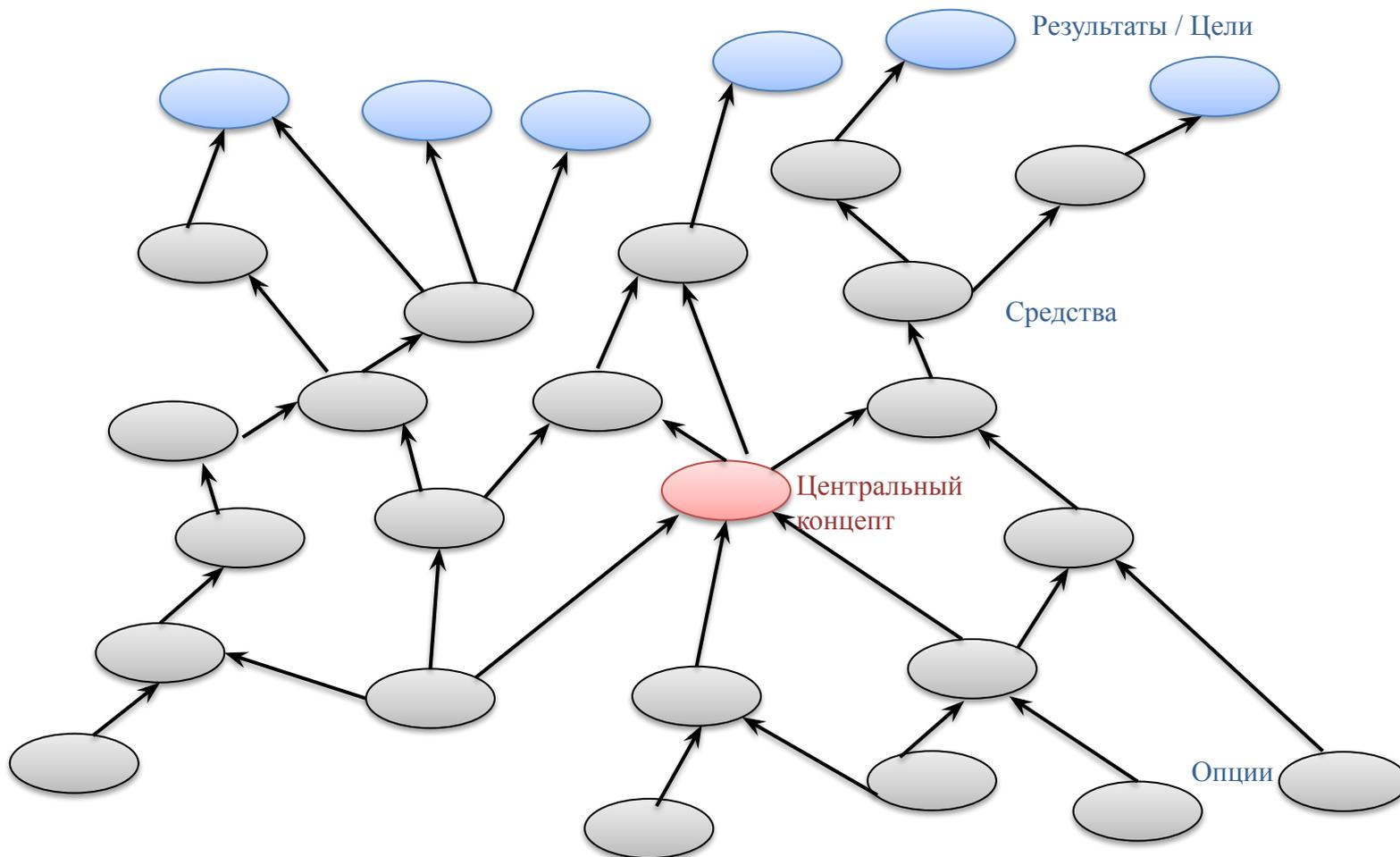
Концептуальная карта понятия «экспертная система»





Концептуальное моделирование

Когнитивная карта – схематичное, упрощенное описание картины мира индивида; характеризуется иерархической структурой



Источники для создания когнитивной карты

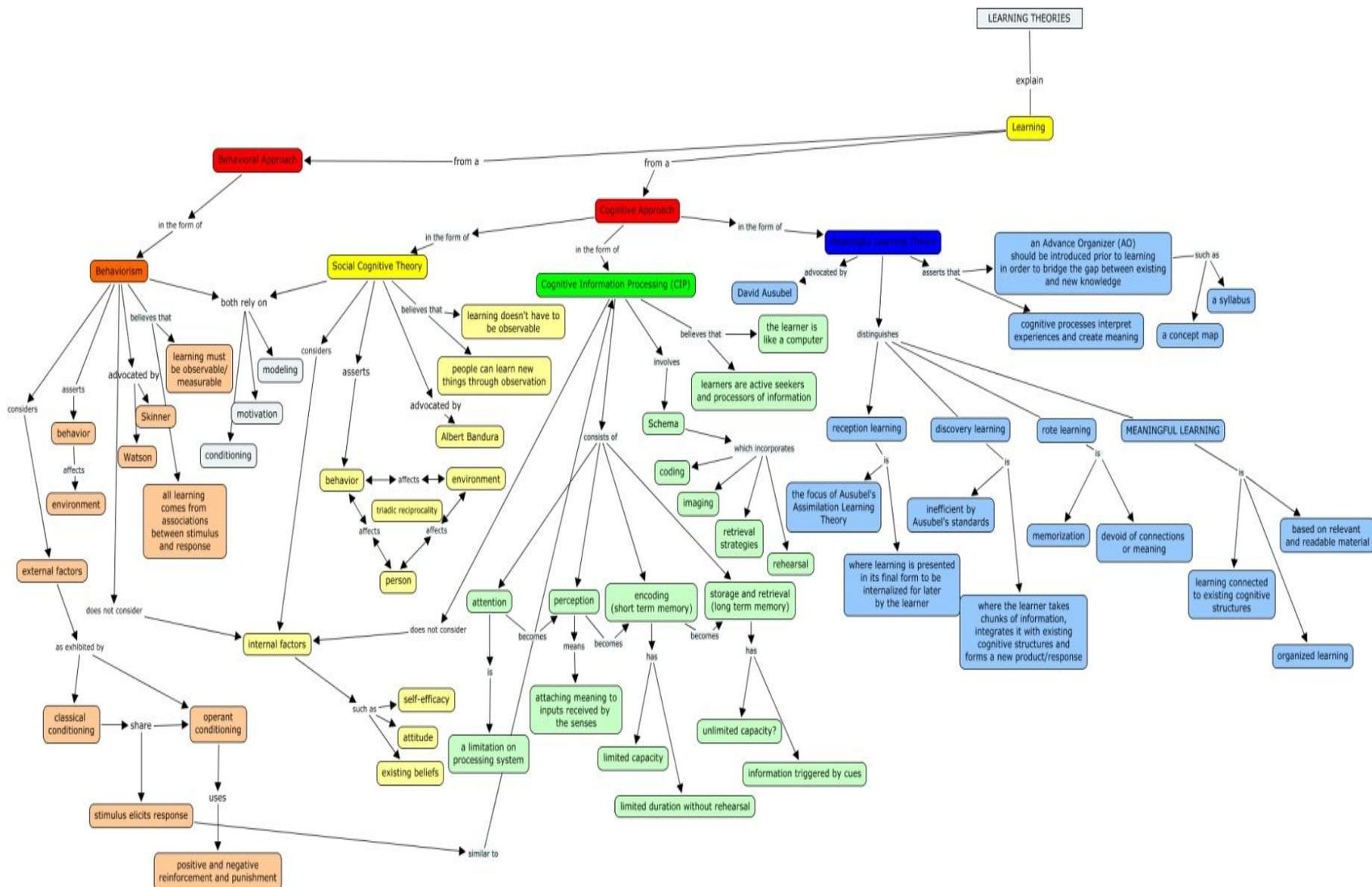
- 1. Идеи, убеждения, понятия и предположения людей**
- 2. Необходимость представить их в систематизированном и осмысленном виде**
- 3. Стремление понять сложное поведение людей**
- 4. Потребность обрабатывать информацию должным образом для принятия соответствующих решений**



Правила построения когнитивных карт

1. Выявить и записать *идеи* в виде коротких фраз (*концептов*) (6-10 слов), одна идея – один концепт
2. Выразить идеи в *повелительной форме*, по возможности («*выполнить хороший проект*»)
3. Попытаться захватить (выявить) для идей «*противоположный полюс*», который определяется как «скорее, чем», «вместо того, чтобы»
4. Выстроить идеи в *иерархию*, размышляя в терминах результатов, последствий (желательных или нежелательных), «что влияет на...», «ведет к...» – определяются средства/результаты, причины/следствия, как?/почему? – это позволяет выявить *структуру целей и действий*

Пример когнитивной карты

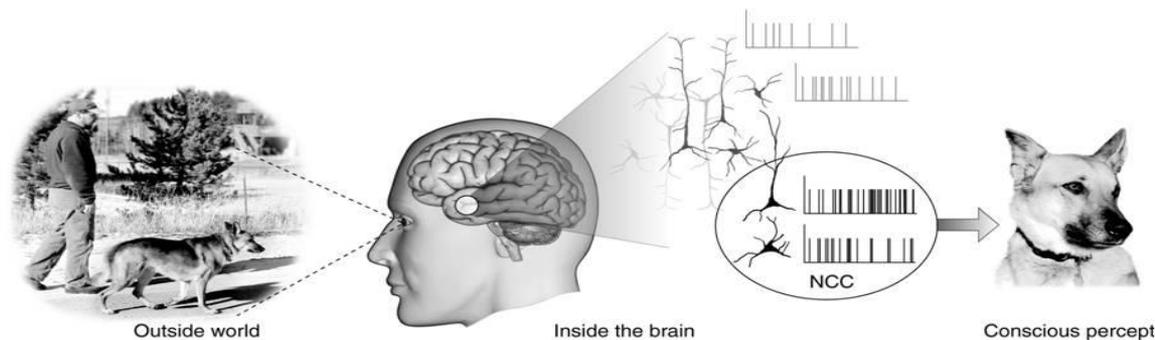


Преимущества когнитивных карт

- 1. Исследовать какой-либо вопрос таким способом, который ведет к достижению общего понимания ситуации и выработке согласованного плана действий**
- 2. Разработать сравнительные сценарии возможного будущего. В полученных картах воплощен согласованный взгляд на мир, что способствует большей приверженности принятым решениям**
- 3. Избежать долгих и непродуктивных обсуждений важных вопросов, которые затрагивают будущее организации**
- 4. Достичь быстрого взаимопонимания относительно желаемых целей, стратегий и приоритетов между основными заинтересованными сторонами**

Когнитивный подход

Под **когнитивный подход** понимается решение традиционных для данной науки проблем методами, учитывающими **когнитивные аспекты**, в которые включаются процессы **восприятия, мышления, познания, объяснения и понимания**.

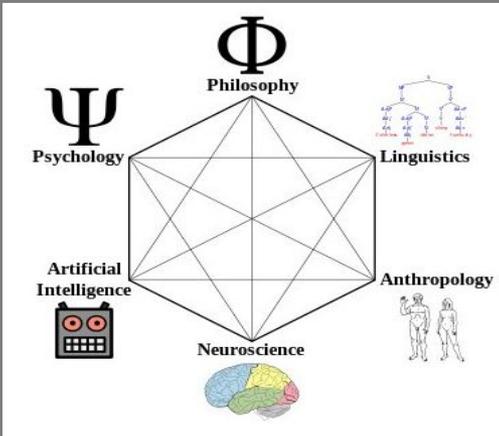


Акцентирует внимание на «знаниях» – на процессах их представления, хранения, обработки, интерпретации и производстве новых знаний

Когнитивная наука / Когнитивные науки (Cognitive science/sciences)

Объекты (определяются по-разному),

чаще всего – информация, обработка информации и ее переработка, причем не только человеком, но и машиной (компьютером) - все виды деятельности с информацией

<p><i>занимается человеческим разумом и мышлением (mind) и теми ментальными (психическими, мыслительными) процессами и состояниями, которые с ними связаны</i></p>	 <p>The diagram shows a central hexagon with lines connecting all vertices, representing interdisciplinary connections. The vertices are labeled: Philosophy (top, with the Greek letter Phi), Psychology (left, with the Greek letter Psi), Linguistics (right, with a tree diagram), Anthropology (bottom-right, with a human figure), Neuroscience (bottom, with a brain diagram), and Artificial Intelligence (bottom-left, with a computer monitor icon).</p>	<p><i>исследование феномена знания во всех аспектах его получения, хранения, переработки и т.п., в связи с чем главными проблемами считаются вопросы о том, какими типами знания и в какой форме обладает человек, как репрезентировано знание в его голове, каким образом приходит человек к знанию и как он его использует</i></p>
<p><i>науки об общих принципах, управляющих ментальными процессами, т.е. определение, подобное тому, что дается теоретической физике</i></p>	<p><i>наука/науки, предмет которых/которой является когниция – познание и связанные с ним структуры и процессы</i></p>	<p><i>это наука о системах представления знания и получения информации</i></p>

Истоки когнитивных наук

11 сентября 1956 г. второй день симпозиума по проблемам переработки информации в Массачусетском технологическом институте

1960 г. открытие в Гарварде Центра когнитивных исследований



Джордж Миллер, психолог
«Магическое число 7 ± 2 »

Была представлена ячеечная модель кратковременной (рабочей) памяти, основанная на компьютерной метафоре познания и определившая представления о рабочей памяти в когнитивной психологии еще по меньшей мере на два десятилетия.



Ноам Хомский, лингвист
«Три модели описания языка»

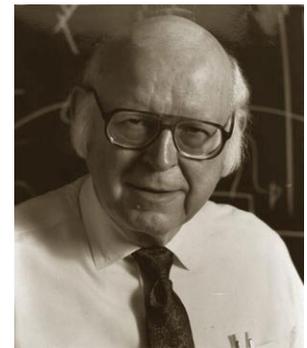
противопоставил свое понимание языка стохастическим (вероятностным) моделям языка и так называемым моделям непосредственных составляющих, по сути не требующим познающего субъекта и не предполагающим его активности в порождении и понимании речи



Аллен Ньюэлл, математик

«Logic Theory Machine» — модель «Логик-теоретик» — первый в истории образец искусственного интеллекта, в работе над которым были использованы не только достижения компьютерных наук, но и психологические данные — протоколы решения аналогичных задач людьми.

Герберт Саймон, политолог



Понятие «когнитивная карта»



Э. Толмен (1948 г.) применил данный термин для формулирования альтернативы для доминирующей в то время модели стимул-реакция в области изучения поведения людей.



К. Иден (1970-е гг.), исследуя деятельность политиков в региональных правительствах разработала подход к когнитивному картированию на основании теории персональных конструктов Келли, который был более простым и удобным по сравнению с репертуарными решетками.



Дж. Келли (1955 г.) «Теория персональных (личностных) конструктов», «репертуарные решетки»



В конце 1970-х гг. М. Бугон и К. Вейк (M. Bougon and K. Weick) изучали когнитивные аспекты конкуренции, исследуя Utrecht Jazz Orchestra. Работа оказалась настолько успешной, что повлекло создание **новой области исследований**



Р Аксельрод (1976) причинно-следственный анализ политических документов



Managerial and organizational cognition
Управленческое и организационное познание

Тема 3

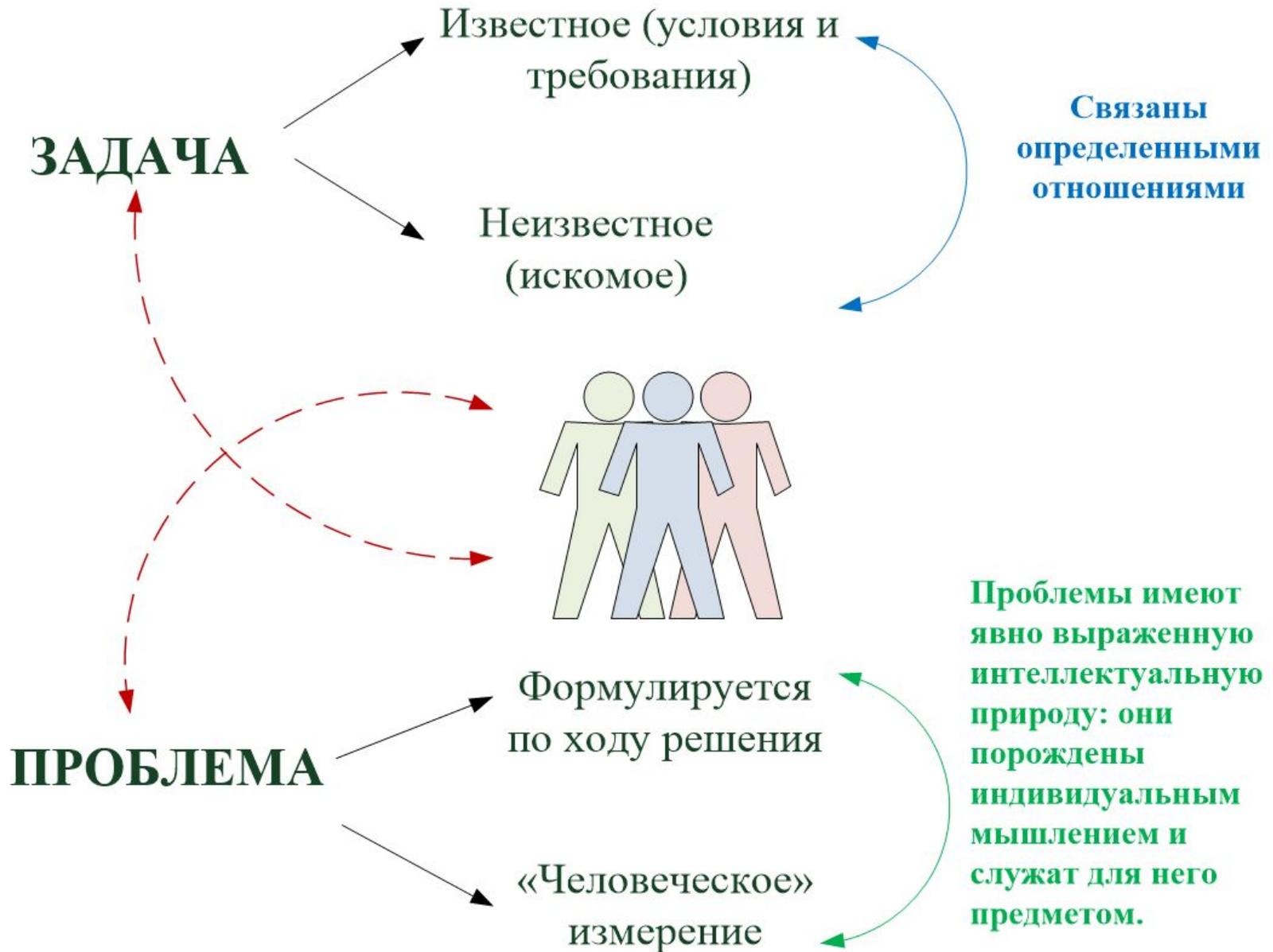
Базовая методика системного анализа

Базовая методика системного анализа (по И.Н. Дрогобыцкому)

- 1. Формулирование проблемы и определение системы, в деятельности которой она существует**
- 2. Формирование проблематики**
- 3. Конфигурирование проблемы**
- 4. Постановка задачи**
- 5. Определение цели**
- 6. Определение критериев и ограничений**
- 7. Генерирование альтернатив**
- 8. Моделирование**
- 9. Синтез решения**
- 10. Реализация решения**

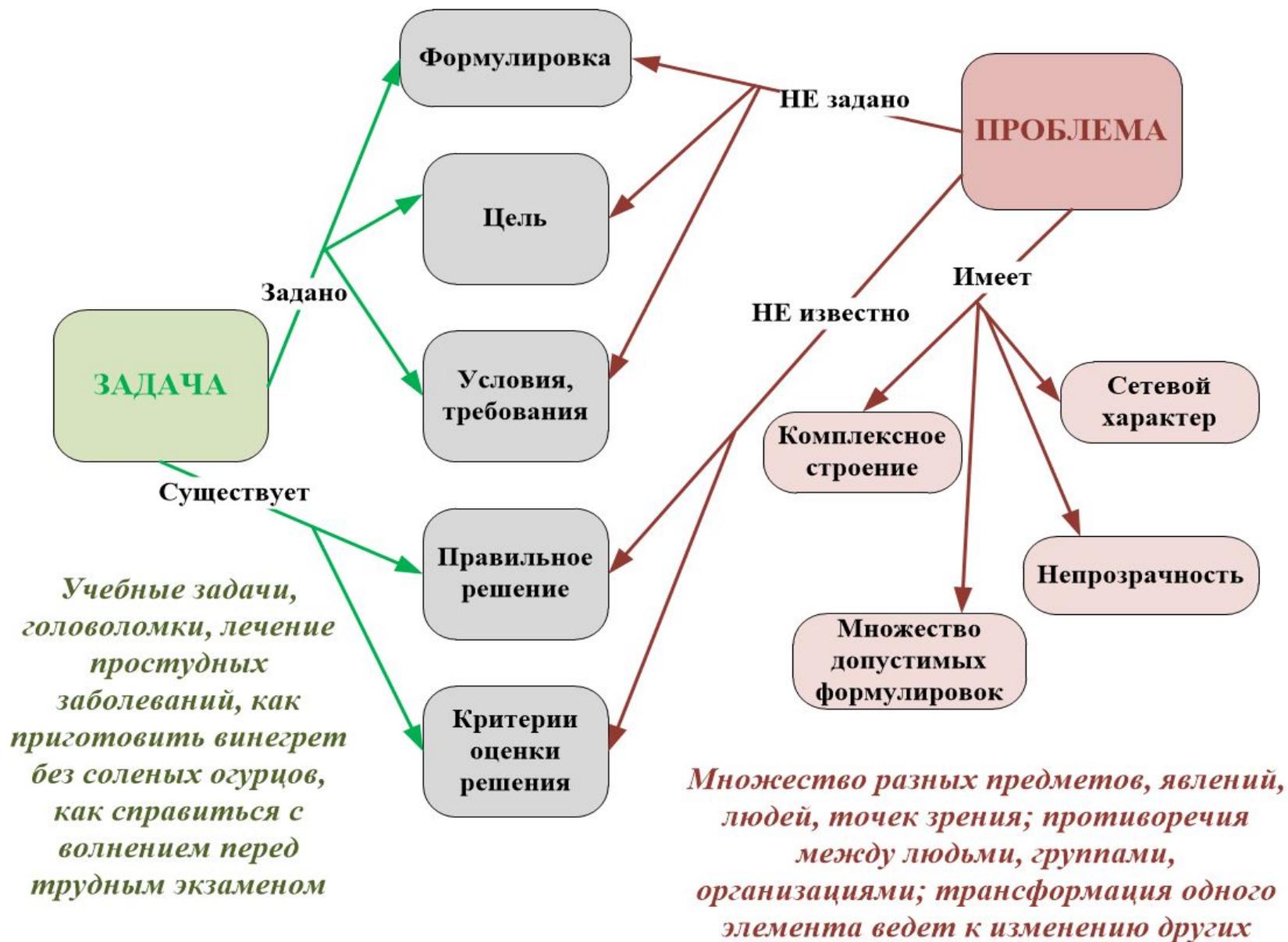
Понятие «проблема»

Объекты мышления (в психологии мышления)



Понятие «проблема»

Объекты мышления (в психологии мышления)



Список рекомендованной литературы

1. *Дрогобыцкий И.Н.* Системный анализ в экономике: учебник/ – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2011.
2. *Тарасенко Ф.П.* Прикладной системный анализ: учебное пособие / Ф. П. Тарасенко. – М. : КНОРУС, 2010. — 224 с.
3. *Аккоф Р.Л., Эмери Ф.Э.* О целеустремленных системах: Пер. с англ. / Под ред. и с предисл. И.А. Ушакова. Изд. 2-е, доп. – М.: Издательство ЛКИ, 2008. — 272 с.
4. *Гараедаги Дж.* Системное мышление: Как управлять хаосом и сложными процессами: Платформа для моделирования архитектуры бизнеса. - Минск: Гревцов Паблицер, 2007. – 480 с.
5. *О'Коннор Д., Макдермотт И.* Искусство системного мышления: Необходимые знания о системах и творческом подходе к решению проблем – М.: Альпина Бизнес Букс, 2006. — 256 с.
6. *Сенге П.* Пятая дисциплина: искусство и практика самообучающейся организации. – М.: ЗАО «Олимп-Бизнес». 1999. – 408 с.

Благодарю за внимание