



Понятийный анализ крупномасштабных систем

В.С. Выхованец

Институт проблем управления РАН

<http://valery.vykhovanets.ru>





Крупномасштабное производство

Предмет – крупномасштабное производство как социальная система, адекватная модель которой не может быть получена в рамках одной или даже нескольких формальных теорий.

Объект – крупномасштабная система как совокупность многоуровневых иерархически организованных моделей различных типов, возможно перекрывающихся.

Метод – иерархический и многоаспектный анализ предметной области в соответствии с накопленными о ней знаниями.



Проблематика

- Целенаправленность подсистем
- Многоаспектный анализ
- Иерархическая декомпозиция
- Стыковка моделей различных типов
- Сложность верификации моделей
- Большое количество понятий
- Взаимная неогласованность терминов
- Неполнота и противоречивость моделей



Анализ предметной области

- **Анализ** – преобразование накопленных знаний относительно предметной области в точные данные и правила их интерпретации.
- **Методология** анализа:
 - приемы выявления значимых сущностей;
 - методы формализации знаний;
 - формы документирования результатов.



Структурный анализ

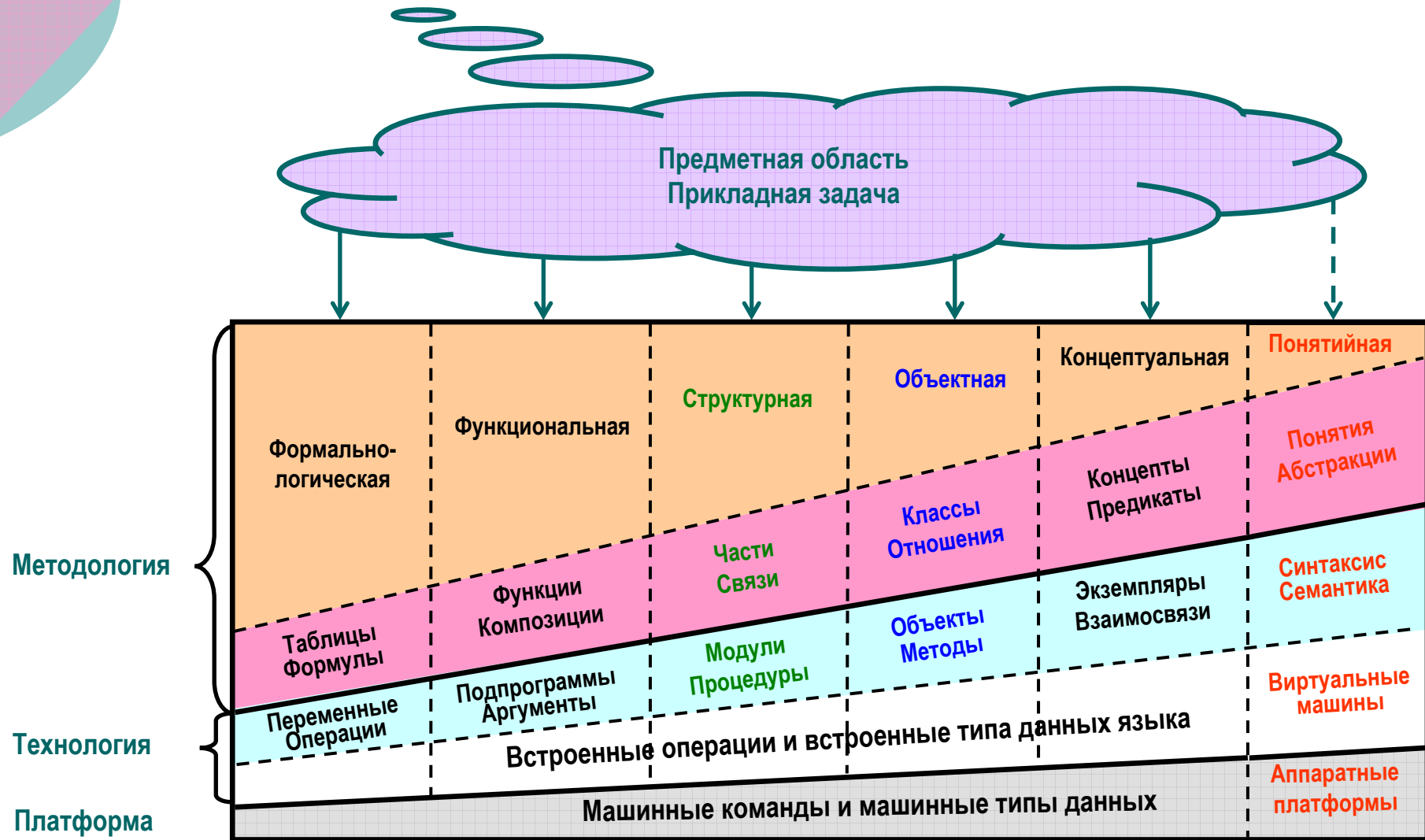
- **Приемы** выделения сущностей:
 - часть (входы-выходы-функция).
- **Методы** формализации:
 - разбиение;
 - связывание.
- **Формы** документирования (нотации):
 - FDD – выполняемых функций;
 - DFD – потоков данных;
 - ERD – отношений между данными;
 - STD – переходов и состояний.



Объектный анализ

- **Приемы** выделения сущностей:
 - объект (имя-состояние-поведение).
- **Методы** формализации:
 - классификация;
 - наследование;
 - ассоциации.
- **Формы** документирования (диаграммы):
 - использования;
 - классов;
 - поведения (состояний, активностей, последовательностей, взаимодействий);
 - реализации (компонентов, развертывания).

Методологии анализа





Понятийный анализ

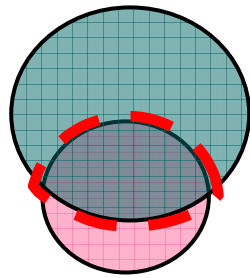
- **Приемы** выделения сущностей:
 - понятие (имя-признаки-смысл).
- **Методы** формализации (абстракции):
 - дифференциация (типизация, обобщение);
 - интеграция (агрегация, ассоциация).
- **Формы** документирования:
 - понятийная структура;
 - формы выражения понятий;
 - способы интерпретации понятий.



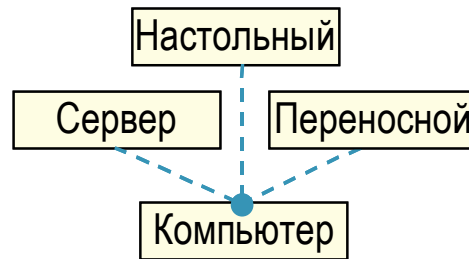
Приемы выделения сущностей

- **Сущность** – единичное понятие
 - является уникальным, имеет имя;
 - обладает устойчивостью, выделяется;
 - выражает смысл, принимает значение.
- **Признак** – простое понятие:
 - имя признака;
 - домен, множество проявлений;
 - сематическая роль, множество значений.
- **Понятие** – абстрактное понятие:
 - имя понятия;
 - экстенсионал, множество выражений.
 - интенсионал, множество смыслов.

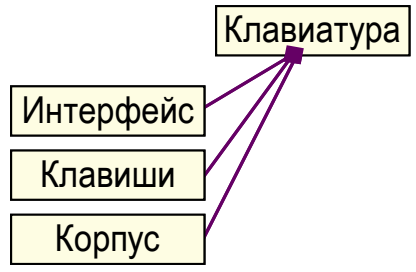
Методы формализации



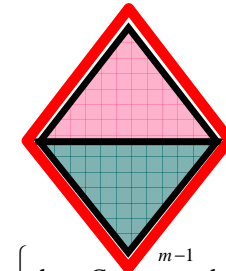
$$\begin{cases} \text{shm } C_G = \bigcap_{j=0}^{m-1} \text{shm } C_j; \\ \text{int } C_G \supseteq \bigcup_{j=0}^{m-1} \text{int } C_j; \\ \text{ext } C_G \supseteq \bigcup_{j=0}^{m-1} \text{ext } C_j. \end{cases}$$



Обобщение



Агрегация



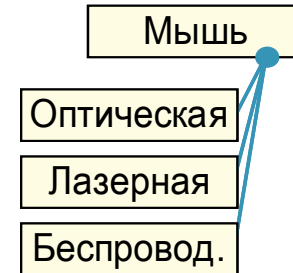
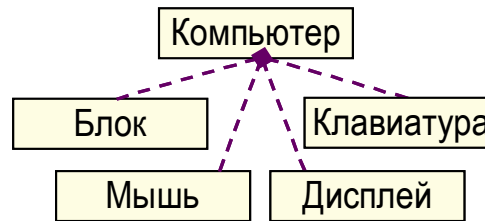
$$\begin{cases} \text{shm } C_A = \bigcap_{j=0}^{m-1} \text{shm } C_j; \\ \text{int } C_A = \times_{j=0}^{m-1} \text{int } C_j; \\ \text{ext } C_A = \times_{j=0}^{m-1} \text{ext } C_j. \end{cases}$$



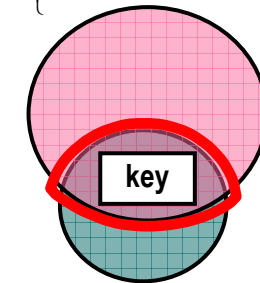
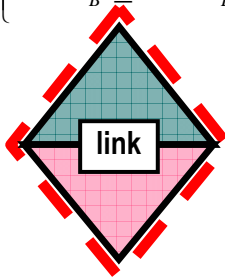
Ассоциация

Типизация

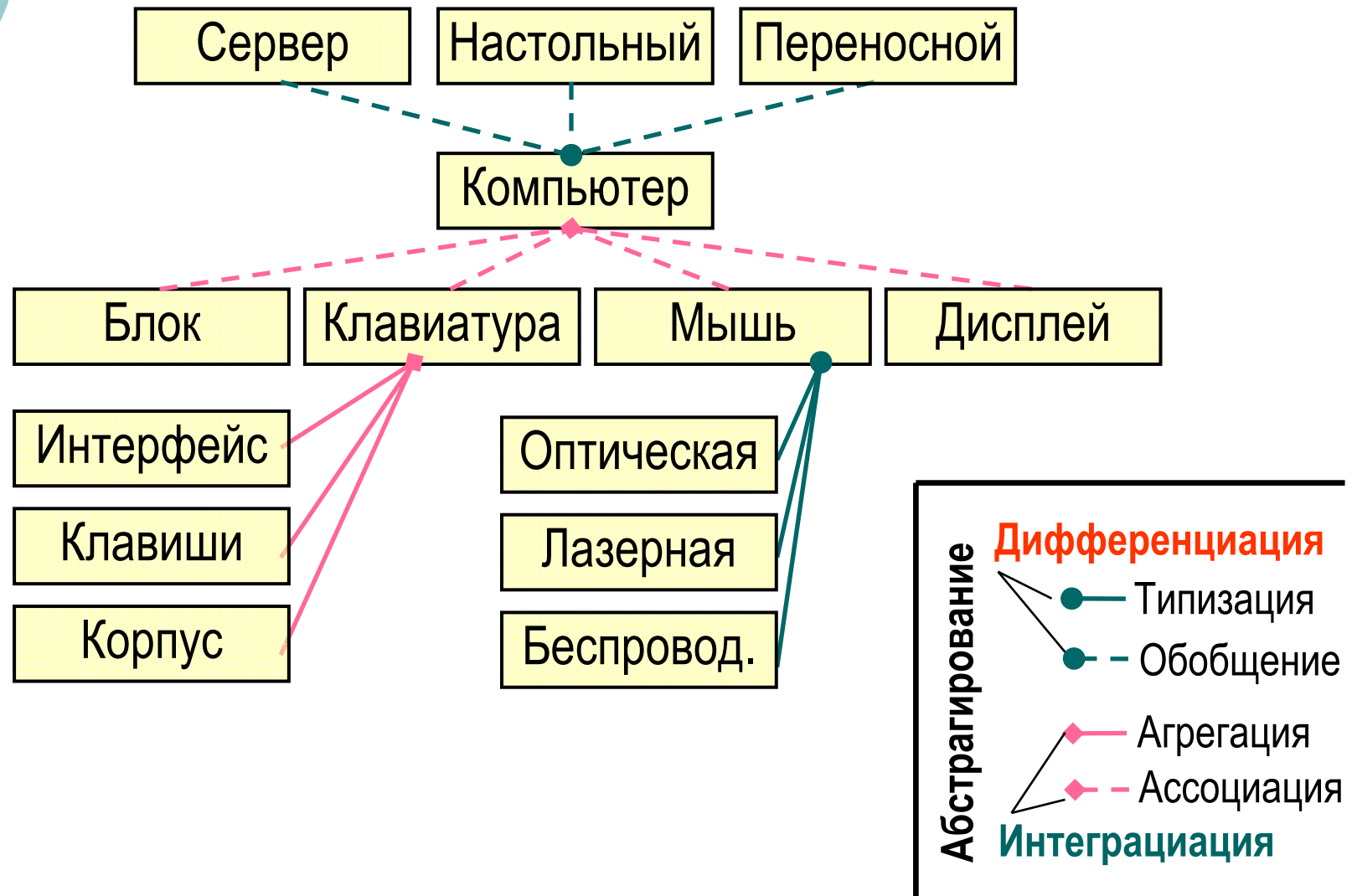
$$\begin{cases} \text{shm } C_B \supseteq \bigcup_{j=0}^{m-1} \text{shm } C_j; \\ \text{int } C_B \subseteq \times_{j=0}^{m-1} \text{int } C_j; \\ \text{ext } C_B \subseteq \times_{j=0}^{m-1} \text{ext } C_j; \\ \text{link } C_B \subseteq \text{shm } C_B. \end{cases}$$



$$\begin{cases} \text{shm } C_T = \bigcap_{j=0}^{m-1} \text{shm } C_j; \\ \text{int } C_T = \bigcup_{j=0}^{m-1} \text{int } C_j; \\ \text{ext } C_T = \bigcup_{j=0}^{m-1} \text{ext } C_j; \\ \text{key } C_T \subseteq \text{shm } C_T. \end{cases}$$



Понятийная структура





Выражение понятий

() Boolean ()
'false' {...}
'true' {...}
"[A-Za-z][A-Za-z0-9]*" {...}
(' Boolean ') {}
'not' Boolean {...}
Boolean 'and' Boolean {...}
Boolean [a] 'or' Boolean [b]



Интерпретация понятий

() Boolean ()

'not' Boolean

{ Если *Boolean* «ложь», то имеем «истину»,
и обратно. }

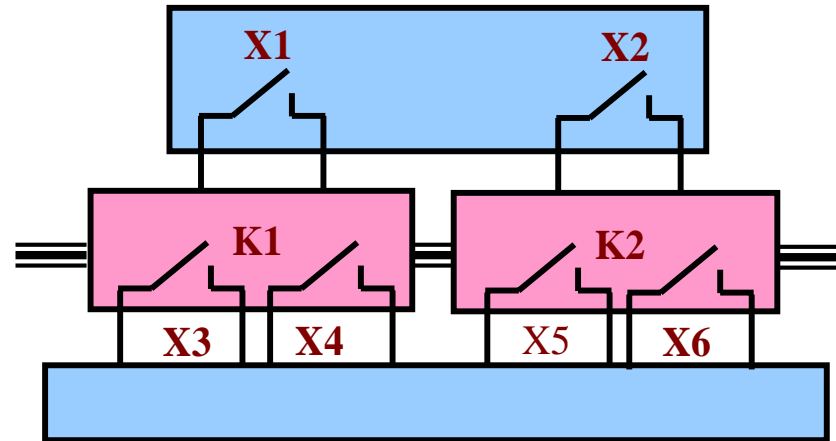
Boolean 'or' Boolean

{ Если хотя бы один *Boolean* «истина», то
имеем «истину». Иначе – «ложь». }

Boolean [a] 'imp' [b] Boolean

{ not a or b }

Пример – постановка задачи



< Начало.

Ожидать X1, Выдать Открытие K1.

Ожидать X4, Снять Открытие K1, Выдать Открытие K2.

Ожидать X6, Снять Открытие K2.

Ожидать X2, Выдать Закрытие K2.

Ожидать X5, Снять Закрытие K2, Выдать Закрытие K1.

Ожидать X3, Снять Закрытие K1.

Повторить. >

Пример – понятийная модель

```
1  ()()
2  ""["^"]+ " [] ^' {}
3  () Сигнал ()
4  'X1' [push 0201h;]{} 'X2' [push 0202h;]{} 'X3' [push 0203h;]{}
5  'X4' [push 0204h;]{} 'X5' [push 0205h;]{} 'X6' [push 0206h;]{}
6  () Команда ()
7  'Открытие K1' [push 0301h;]{} 'Заккрытие K1' [push 0302h;]{}
8  'Открытие K2' [push 0303h;]{} 'Заккрытие K2' [push 0304h;]{}
9  ()()
10 ', ' {mov eax, 100; L1: inc eax; jnz L1;} '. ' {,,}
11 'Выдать' Команда {pop ebx; mov [ebx], 1;}
12 'Снять' Команда {pop ebx; mov [ebx], 0;}
13 'Ожидать' Сигнал {pop ebx; L2: mov eax, [ebx]; test eax, 0; je L2;}
14 'Начало' [L3: lea eax, L3; push eax;] " 'Повторить' [pop eax; jmp eax;] {}
```



Методика понятийного анализа

- **Выявление** понятий и их разделение на сигнификативные и денотационные
- **Означивание** сигнификативных и выделение признаков у денотационных
- **Абстрагирование** денотационных понятий и создание понятийной структуры
- **Верификация** понятийной структуры (полнота и непротиворечивость)
- **Спецификация** различных форм выражения понятий
- **Определение** (описание) семантики каждой формы выражения понятий



Верификация понятийной структуры

- **Схема** понятия – набор признаков на которых определено понятие
- **Процедура** вычисление схем:
 - простое понятие N – $shm N = (N)$;
 - дифференциация понятий N_1, \dots, N_k – $shm N = (shm N_1 \cap \dots \cap shm N_k)$;
 - интеграция понятий N_1, \dots, N_k – $shm N = (shm N_1 \cup \dots \cup shm N_k)$.
- **Верификация** понятийной структуры
 - полнота – выразимость экстенсиалов;
 - непротиворечивость – вычислимость схем.



Выводы

- **Понятийный анализ** – методология анализа, отражающая наиболее устойчивые механизмы объективирования знаний.
- **Формальный аппарат** позволяет выполнить проверку результатов понятийного анализа на полноту и непротиворечивость.
- **Эффективность** - получение более качественных и надежных моделей крупномасштабных систем.