Операции унифицированной технологии построения цифровых пространств знаний

Пространства знаний

Концептуальные пространства знаний – общие модели отражающие разнообразные представления о многообразиях знаний в предметных областях и средствах работы со знаниями.

Абстрактные пространства знаний – формальные модели, позволяющие изучать свойства многообразий идеальных знаний с помощью математических инструментов.

Цифровые пространства знаний - информационные системы, содержащие в структурированном и связном виде знания предметных областей, поддерживающие процессы их приобретения и практического использования.

ПРОБЛЕМАТИКА И ЦЕЛИ РАБОТЫ

ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ ПРОБЛЕМА

Создание научных основ для современных моделей многообразий знаний исследование информационных технологий и методов работы со знаниями

ЦЕЛИ

1. Разработка унифицированного, универсального, теоретически обоснованного формализма абстрактного пространства знаний.

2. Построение языка и эффективной технологии построения моделей пространств знаний и их трансформации в программно реализуемые модели.

АБСТРАКТНОЕ ПРОСТРАНСТВО ЗНАНИЙ

ОСНОВЫ ФОРМАЛИЗАЦИИ

1. *Множество объектов, представляющих отдельные абстрактные знания, бесконечное и вычислимое.*

2. *Абстрактным знаниям эффективно сопоставляются их структурные представления.*

3. *На множестве абстрактных знаний определяются разрешимые отношения, позволяющие оценивать сходство и различие структурных представлений знаний.*

4. *Операции над знаниями, а также процессы пространств знаний моделируются специальными классами вычислимых отображений (морфизмов) и процессов.*

1. Семантическое пространство

Пусть M - бесконечное вычислимое множество конфигураций, содержащее пустую конфигурацию Λ.

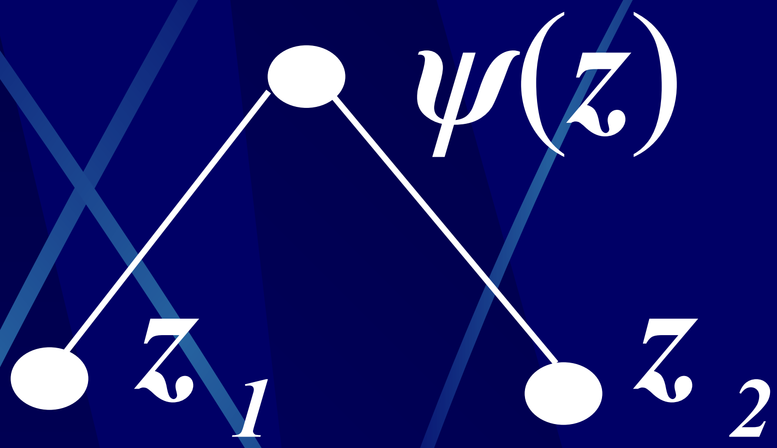
Семантическое пространство **- алгебраическая система**

$\mathfrak{R}$ = (R , O , C) , где :

1. **R – бесконечное вычислимое множество разрешимых бинарных отношений на M , содержащее отношения $E = \varnothing$ и T = R × R.**
2. **O – множество операций на, включающее объединение, пересечение, обращение, произведение и композицию**
3. **C – множество логических операций, для которого отношение ρ_1 – вложения элементов R является разрешимым.**

2. Пространства конфигураций

$$z \xrightarrow{\varepsilon\,,\psi}$$



ε : **M → M ×M** - *декомпозиция*

ψ : : **M → R** - *связывание*

$$\varepsilon\,(z) = (z_1, z_2)$$

Определение **Декомпозицией конфигураций из M называется пара d = (ε , ψ), где ε и ψ являются отображениями разложения и связывания конфигураций.**

Определение **Пространством конфигураций называется всякая пара M = (M , d), для которой**

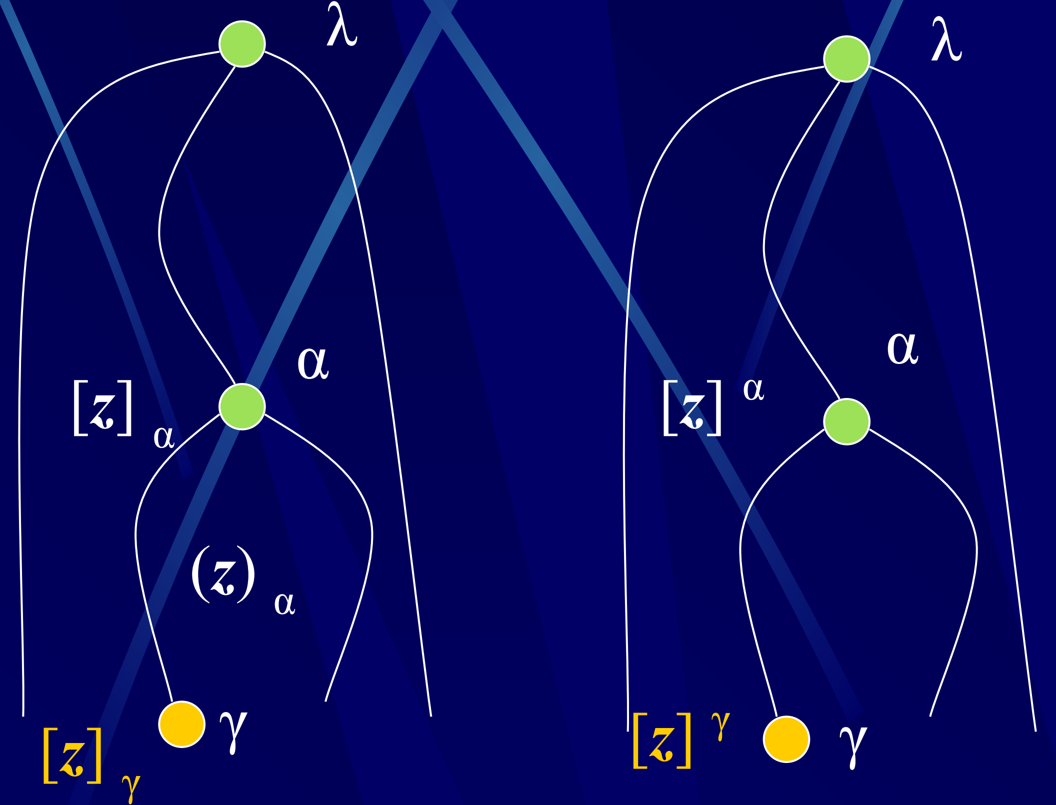
1. M – бесконечное вычислимое множество конфигураций;

2. d – декомпозиция элементов M.

Структурные представления конфигураций

ПСП конфигураций **ПАП конфигураций**

D(z) – все вершины
O(z) – **все** висячие вершины дерева



$$[z]_\alpha = \begin{cases} \psi((z_\alpha)), \text{ если } \alpha \in D(z) \setminus O(z) \\ (z)_\alpha, \text{ если } \alpha \in O(z) \end{cases}$$

$$\varepsilon((z)_\alpha) = (z_1, z_2) \; \begin{cases} \eta^{d}_{z_1, z_2}([z]^\alpha) = [z]_\alpha \\ \eta_0([z]^\gamma) = [z]_\gamma \end{cases}$$

3. Сравнения конфигураций

Определение **Изотонное отображение $\xi : \mathbf{I} \to \mathbf{I}$ называется трассированием конфигурации z_1 в конфигурацию z_2, если:**

1. $\forall\ \alpha \in \mathbf{D}(z_1)\ (\alpha \in \mathbf{D}(z_1) \setminus \mathbf{O}(z_1) \leftrightarrow \xi(\alpha) \in \mathbf{D}(z_2) \setminus \mathbf{O}(z_2))$;

2. $\forall\ \alpha, \alpha\sigma \in \mathbf{D}(z_1),\ \sigma \in \{0, 1\}\ \exists\ \beta, \gamma \in \mathbf{I}$

$((\xi(\alpha) \subset \xi(\alpha\sigma)) \to \xi(\alpha\sigma) \subseteq \xi(\alpha)\beta\sigma\gamma)$.

Определение. Конфигурация z_1 I-трассируется в конфигурацию z_2 ($z_1 \leq_I z_2$, $I \in \{$ о, p, c, $\}$), если существует такое I трассирование $\xi : I \to I$, z_1 в z_2, что:

1. $\forall\ \alpha \in O(z_1)\ ((z_1)_\alpha\ \rho_0\ (z_2)_{\xi(\alpha)})$;
2. $\forall\ \alpha \in D(z_1) \setminus O(z_1)\ ([z_1]_\alpha\ \rho_1\ [z_2]_{\xi(\alpha)})$.

Определение. Конфигурация z_1 I–вложена, $I \in \{$ о, p, c, к $\}$, в конфигурацию z_2 ($z_1 \subseteq_I z_2$)), если

$$\exists\ z_1 \in \Delta(z_1),\ z_2 \in \Delta(z_2)\ (z_1 \leq_I z_2).$$

Определение. Конфигурации z_1 и z_2 эквивалентные в отношении I - вложения, если $z_1 \subseteq_I z_2$ и $z_2 \subseteq_I z_1$.

4. Морфизмы пространств знаний

Операции над формализованными знаниями моделируют универсальную систему этапов жизненных циклов знаний.

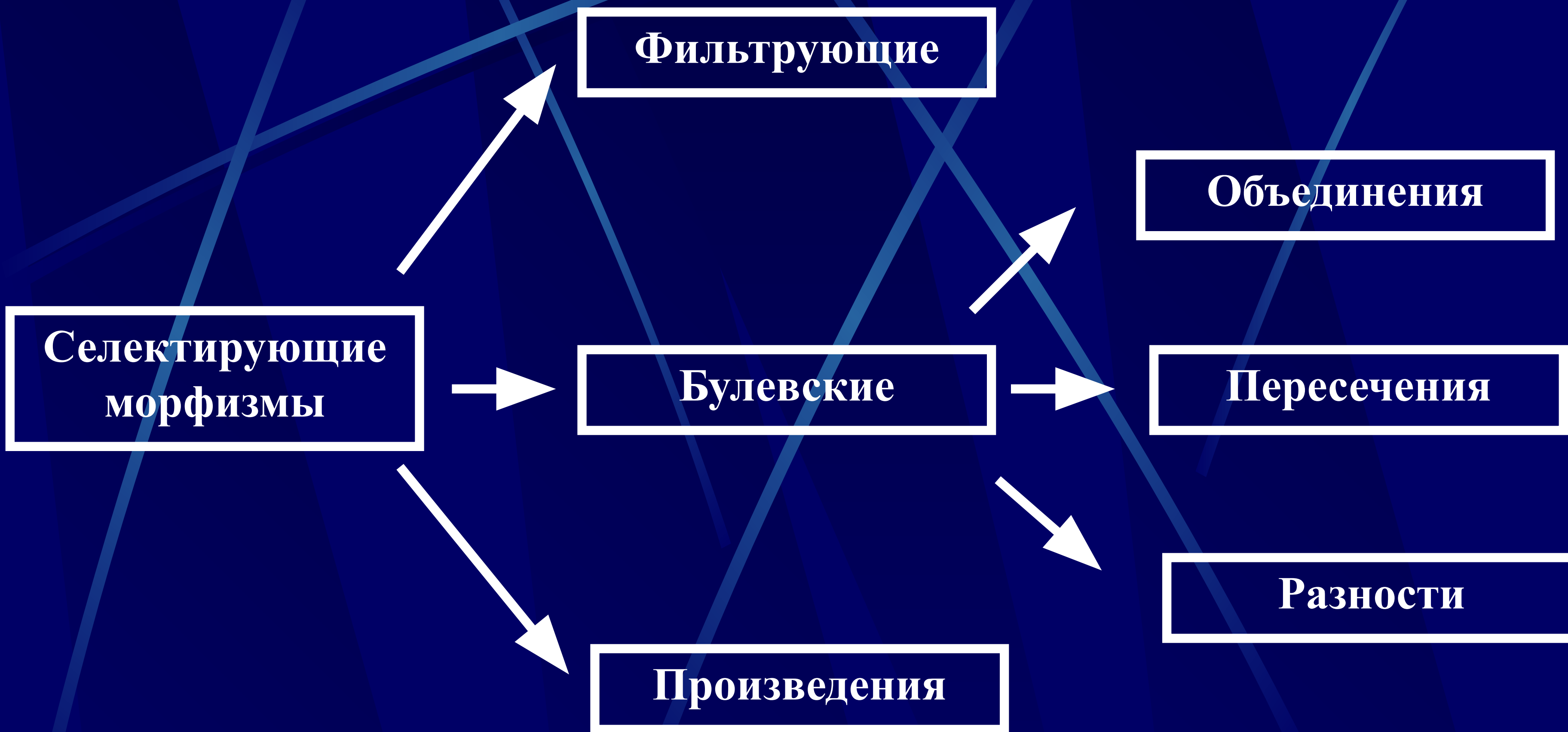
Универсальность системы операций для пространств знаний может рассматриваться в содержательном и точном смыслах. Во втором случае используются формальные критерии, позволяющие определять полную систему классов операций, согласованную с содержательными представлениями.

Одним из таких критериев является монотонность относительно трассирований или вложений.

Основные форматы операций:

$f: \mathrm{M}^* \times \mathrm{M}^* \to \mathrm{M}^*$; $f: \mathrm{M} \to \mathrm{M}$; $f: \mathrm{M} \to \mathrm{M}^*$; $f: \mathrm{M}^* \to \mathrm{R}$

Селектирующие морфизмы



Данный класс составляют аналоги теоретико-множественных операций: морфизмы пересечения, объединения и разности, произведения и фильтры.

Морфизм μ : M* → M* называется фильтром , если

$\forall\ V_1, V_2 \in$ M*$(\mu(V_1 \cup V_2) = \mu(V_1) \cup \mu(V_2))$ и $\forall\ V \in$ M*$(\mu(V) \subseteq V)$

1. Морфизм μ : M*×M* → M* называется пересечением , если

$\forall\ V_1, V_2 \in$ M* $\forall\ V \in$ M* $(V \subseteq V_1\ \&\ V \subseteq V_2 \rightarrow V \subseteq \mu(V_1, V_2))$.

2. Морфизм μ : M*×M* → M* называется объединением , если

$\forall V_1, V_2 \in$ M* $\forall\ V \in$ M* $((V \subseteq V_1 \vee V \subseteq V_2) \rightarrow V \subseteq \mu(V_1, V_2))$.

3. Морфизм μ : M*×M^{fin} → M* называется разностью , если

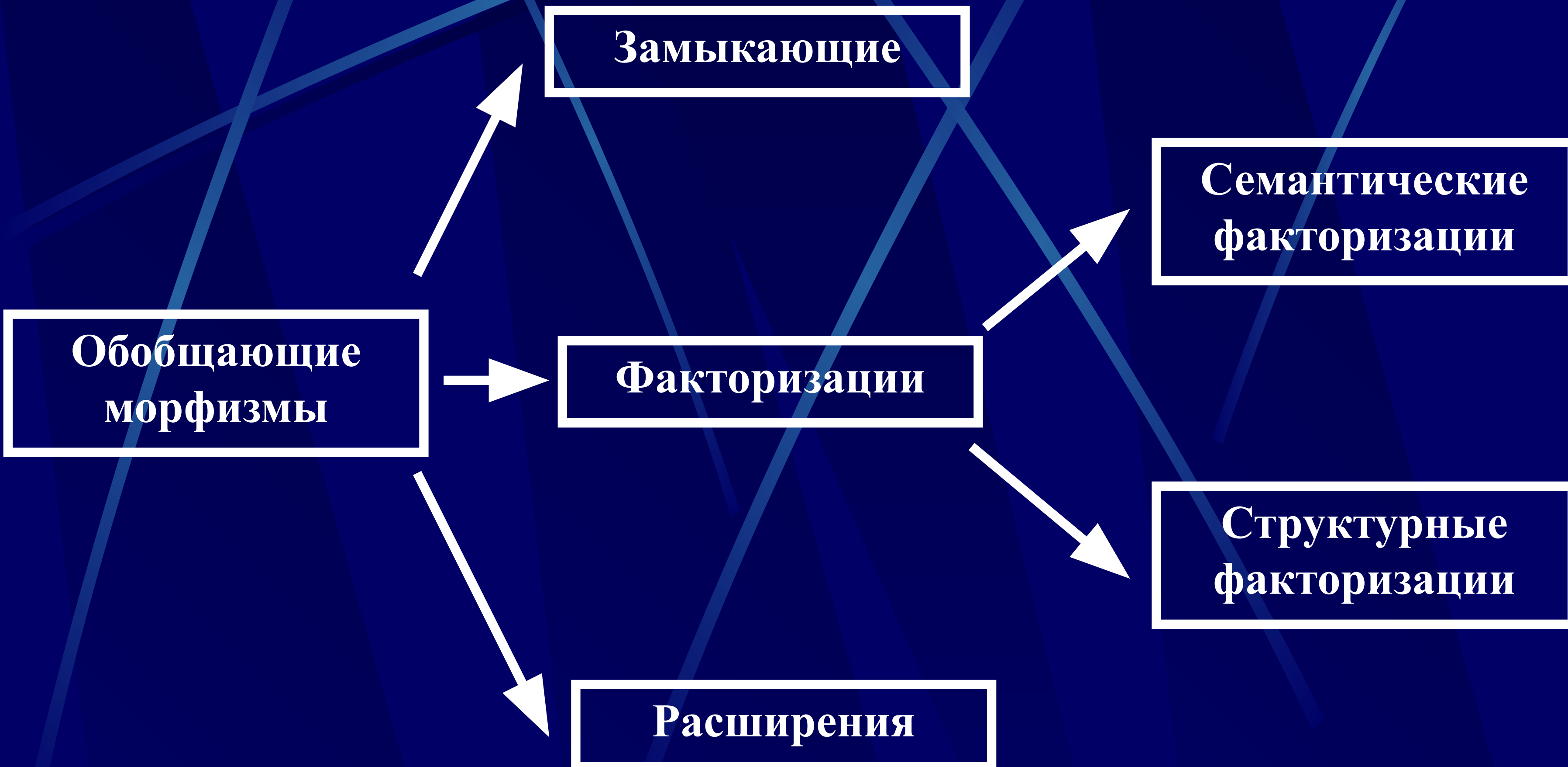
$\forall\ V_1, V_2 \in$ M*$(\mu(V_1, V_2) = \{z \mid z \in$ M $\&\ \{z\} \subseteq V_1\ \&\ \{z\} \not\subseteq V_2\})$

Морфизм μ : M*×M* → M* называется произведением , если

$\forall V_1, V_2 \in$ M* $\forall\ z_1 \in V_1, z_2 \in V_2\ \exists\ z \in \mu(V_1, V_2)\ (z_1 \subseteq z\ \&\ z_2 \subseteq z)$;

$\forall V_1, V_2 \in$ M* $\exists\ z \in \mu(V_1, V_2)\ \exists\ z_1 \in V_1, z_2 \in V_2\ (z_1 \subseteq z\ \&\ z_2 \subseteq z$

Обобщающие морфизмы



Если $V \in$ М*, то $[V]$ – множество конфигураций, к которым сходятся вычислимые подмножества V

Морфизм μ : М* → М* называется замыкающим , если

$$\forall\ V \in \mathrm{M}^*(\mu(V) \subseteq [V] \setminus V\ )$$

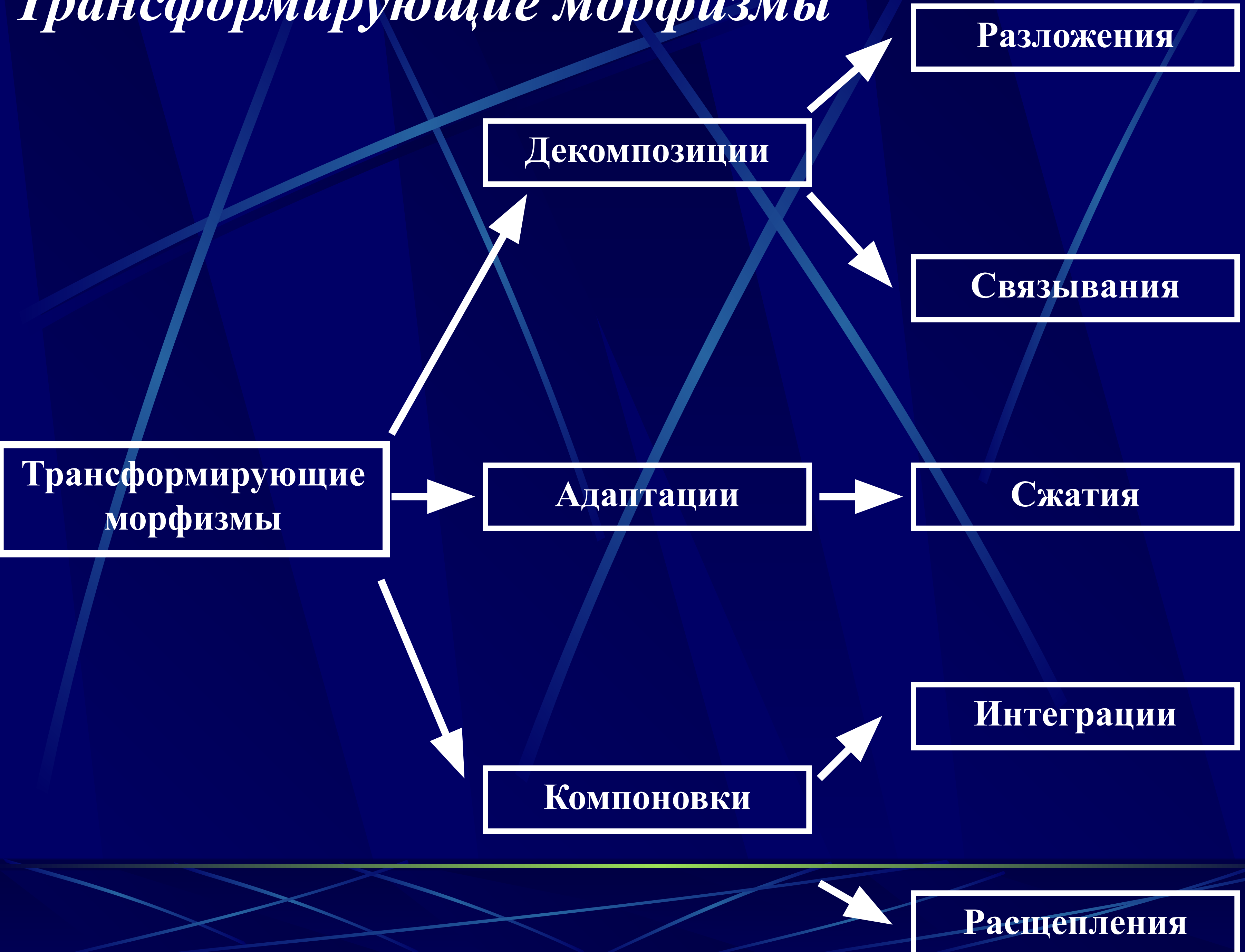
Морфизм μ : М* → М* называется факторизацией, если

$\forall V \in \mathrm{M}^*\ \forall\ z \in V\ \exists\ z_1 \in \mu(V)\ (z = (z_1)_0)\ \&$

$\&\ \forall\ z_1 \in \mu(V)\ \exists\ z \in V\,(z = (z_1)_0)$

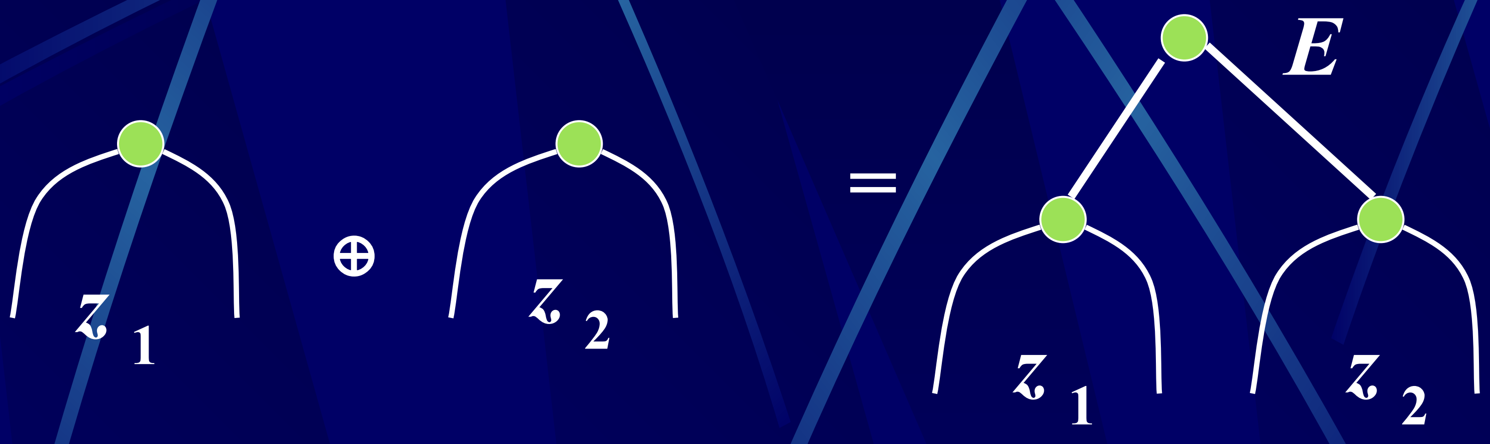
Расширением $V \in$ М* называется множество , образованное всеми такими конфигурациями, для которых существуют разбиения, составленные из конфигураций множества V.

Трансформирующие морфизмы



Биморфизмы конфигураций

Прямая сумма конфигураций $z_1 \oplus z_2$



Теорема

Если $z_1 \subseteq_o z$ **и** $z_2 \subseteq_o z$ **и** z **- неэлементарная, то** $z_1 \oplus z_2 \subseteq_o z$.

Унифицирующие биморфизмы

Определение. Биморфизм μ называется унифицирующим, если: $\forall z_1, z_2 \in M\ (\mu(z_1, z_2) \subseteq_o z_1\ \&\ (\mu(z_1, z_2) \subseteq_o z_2))$.

Отношение $\leq$ на множестве унифицирующих биморфизмов $\forall \mu_1, \mu_2\ (\mu_1 \leq \mu_2 \leftrightarrow \forall z_1, z_2 \in M\ (\mu_1(z_1, z_2) \subseteq_o \mu_2(z_1, z_2)))$.

Определим подкласс *s* – морфизмов.

1. отображения трассирования тождественные для внутренних вершин ПСП конфигураций.
2. $z_1 \subseteq_o z_2 \leftrightarrow z_1 \leq_o z_2$.

Определение. Биморфизм $\mu : M^2 \rightarrow M$ называется *s* – биморфизмом, если

$\forall z_0 \in M\ (\mu(z_0, z)$ и $\mu(z, z_0))$ - это *s* – морфизмы).

μSU – множество простых биморфизмов.

Теорема. μms является наибольшим элементом множества $(\mu SU, \leq_s)$.

$R(\xi, z) = \{\alpha \mid \exists\, \beta \in Q(\xi, z)\ (\alpha = \xi(\beta))\}$

Эндоморфизмы конфигураций

Пусть $\xi : I \to I$ изотонное и выполняются условия

1. $\forall\ \alpha \in I\ (\xi(\alpha) \in D(z))$
2. **Если** $\{\alpha_i \mid i \in N\ \&\ \alpha_1 = \lambda\ \&\ \forall\, j\ (|\alpha_{j+1}| = |\alpha_j| + 1)\}$ – **бесконечная последовательность, то** $\exists\, i\ (\xi(\alpha_i) \in O(z))$

Определим множества:

$$R(\xi, z) = \{\alpha \mid \exists\, \beta \in Q(\xi, z)\ (\alpha = \xi(\beta))\};$$

$$Q(\xi, z) = \{\, \alpha \mid \xi(\alpha) \in D(z)\ \&\ \alpha = \beta\sigma\ \&\ \xi(\alpha) \in O(z)\ \&\ \xi(\alpha) \in D(z) \to \xi(\beta) \in D(z) \setminus O(z)\,\}$$

$T_p(z)$, $z \in M$, **- множество изотонных отображений соответствующих определению** p **– трассирования**

$R_\xi(z)$, **нагруженное бинарное дерево с вершинами создаваемое из вершин ПСП** z **области значений** ξ **.**

Теорема. **Если** $\xi \in T_p(z)$ **транзитивное отображение, то** $R_\xi(z)$ **образует ПСП некоторой конфигурации.**

5. *Топологические свойства пространств знаний*

Определение. **Вычмслмое множество конфигураций $\omega = \{ z_i \}$, $i \in \mathbf{N}$, s-сходится к конфигурации z если:**

1. $\forall i \in \mathbf{N} (z_i \leq_o z)$;
2. $\forall z' \in \mathbf{M} (\forall i \in \mathbf{N} (z_i \leq_o z') \to z \leq_o z')$;
3. $\forall \alpha \in \mathbf{O}(z) ([z]_\alpha \in \mathbf{M} (\omega) \cup \{ \Lambda \})$;
4. $\forall \alpha \in \mathbf{D}(z) \setminus \mathbf{O}(z) ([z]_\alpha \in \mathbf{R} (\omega) \cup \{ E \})$.

Теорема. **Пусть $\omega_1 = \{ z^1_i \}$, $i \in \mathbf{N}$, и $\omega_2 = \{ z^2_i \}$, $i \in \mathbf{N}$, - это s-сходящиеся вычислимые множества конфигураций. Тогда вычислимые множество конфигураций $\omega_3 = \omega_1 \cup \omega_2$ также является сходящимся.**

Следствие. **Если непустое вычислимое множество $\mathbf{M}' \subseteq \mathbf{M}$ имеет конечную верхнюю грань, то $\mathbf{M}'$ является s-сходящимся.**

6. Эволюции конфигураций

1. ***Предназначены для моделирования процессов и жизненных циклов в пространствах знаний*;**

2. ***Отличаются от морфизмов зависимостью результатов от времени и порядка поступления начальных данных*;**

3. ***Выполняются в неограниченном дискретном времени*;**

4. ***Группируются в системы процессов с общими механизмами построения процессов и определения их значений.***

Представления процессов и их значений

$\mathbf{F} = \{ (T_\alpha, S_\alpha) \mid \alpha \in \mathbf{I}_0 \}$

T_α - оператор **перехода**

S_α **- оператор остановки**

1. Начальное данное процесса: вычислимая последовательность $\omega = (z^*_0, t_0), \ldots, (z^*_j, t_j), \ldots$

2. Процесс для начального данного ω **- последовательность пар** $W = (z_0, 0), \ldots, (z_i, i), \ldots$

3. Шаг процесса $z_i \Rightarrow z_{i+1}$

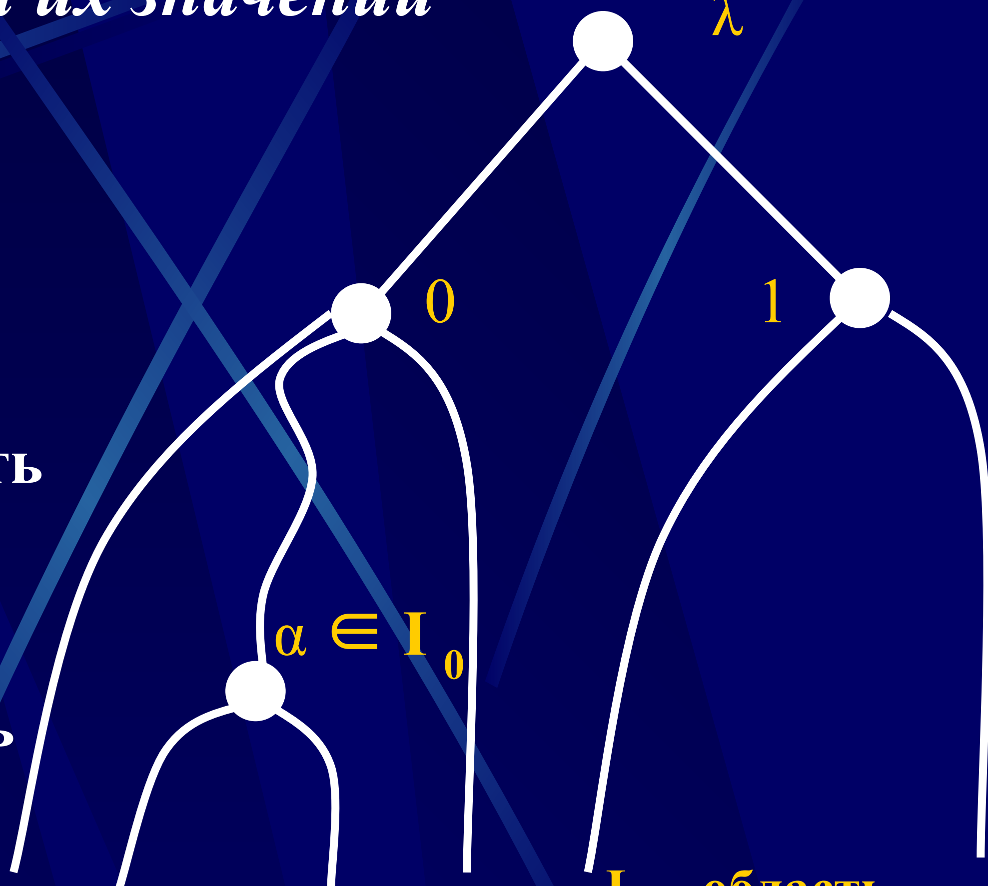
$T_\alpha(z_i \oplus z^*_j) = [z_{i+1}]_\alpha$,

$S_\alpha(z_i \oplus z^*_j) \in \{0, 1, \varnothing\}$, $\alpha \in \mathbf{I}_0$, $i = 0, 1, \ldots$

4. Значение процесса W в компоненте $\alpha \in \mathbf{I}_0$

$\mathbf{F}_\alpha(W) = \{((z_i)_\alpha, i) \mid S_\alpha(z_i \oplus z^*_j) = 0 \}$,

где z^*_j **- конфигурация в** $\mathbf{I}_1$ **в момент** i



$\mathbf{I}_0$ – область процесса

$\mathbf{I}_1$ - область начального данного

Универсальные пространства эволюций конфигураций

***Определение*. Вычислимое отображение $\mu : \Omega \to \Omega$ является морфизмом эволюций конфигураций, если**

$$\forall \omega', \omega'' \in \Omega \ \forall\, t\, (\omega' \mid t = \omega'' \to \exists\, \tau\, (\, L(\mu(\omega'')) = L(\mu(\omega' \mid \tau))).$$

1. Θ - множество всех морфизмов эволюций конфигураций.

2. Ξ - множество всюду определённых вычислимых отображений $\xi : I_0 \to I_0$.

***Определение*. Пространство эволюций конфигураций с базисом $F^u = \oplus(T^u_\alpha, S^u_\alpha)$ называется универсальным, если**

$$\forall F = (T_\alpha, S_\alpha)\ \exists\, \mu_F \in \Theta\ \exists\, \xi \in \Xi\ \ \forall\, \omega \in \Omega\ \forall\, \alpha \in I_0$$

$$(\, L\,(F_\alpha\,(\omega)) = L\,(F^u\,(\mu\,(\omega))_{\xi(\alpha)}\,).$$

***Теорема*. Существует универсальное пространство эволюций конфигураций.**

Абстрактное пространство знаний

Семантическое пространство

– Алгебраическая система $\Re = (R, O, C)$
R – бесконечное вычислимое множество разрешимых бинарных отношений на **M**.
O, C - множества вычислимых алгебраических и логических операций на R

Пространство конфигураций

– пара $\mathsf{M} = (M, d)$, M – бесконечное вычислимое множество конфигураций
d – вычислимая декомпозиция элементов M

$d = (\varepsilon, \psi)$, $\varepsilon : M \to M \times M$ и $\psi : M \to R$ – вычислимые отображения разложения и связывания конфигураций

Пространство эволюций конфигураций

- Вычислимое семейство последовательностей конфигураций, порождаемых операторами перехода и остановки некоторого базиса

$$F = \bigoplus_{\alpha \in I_0} (T_\alpha, S_\alpha)$$

Пространство структур эволюций конфигураций

- Алгебраическая система $\Sigma = (\Omega, O)$
Ω - множество структур
O - множество вычислимых операций формирования структур

Пространство структур конфигураций

7. Язык и Технология пространств знаний

a. **Операции конструирования и трансформации моделей пространств знаний**

b. **Форматы описаний компонентов пространств знаний**

Элементы языка моделирования пространств знаний *KML*

Операции конструирования и трансформации пространств знаний

Модели компонентов пространств знаний представляются формальными системами вида $\Sigma = (T, F, P)$

T, F, P - системы классов данных, морфизмов и предикатов структурированных отношениями вложения и агрегирования

Свойства классов представляются формализованными описаниями специальной структуры.

***Базовые операции на множестве формальных моделей*:**

1. Интеграция – расщепление

2 Гомоморфное расширение – гомоморфное вложение

Унифицированная формальная модель

Σ

Формальная модель $=$

$T = \{t_1, \ldots, t_m, \ldots\}$

Множество данных

$F = \{f_i^j(x_1, \ldots, x_j) \mid i, j \in \mathbf{N}\}$

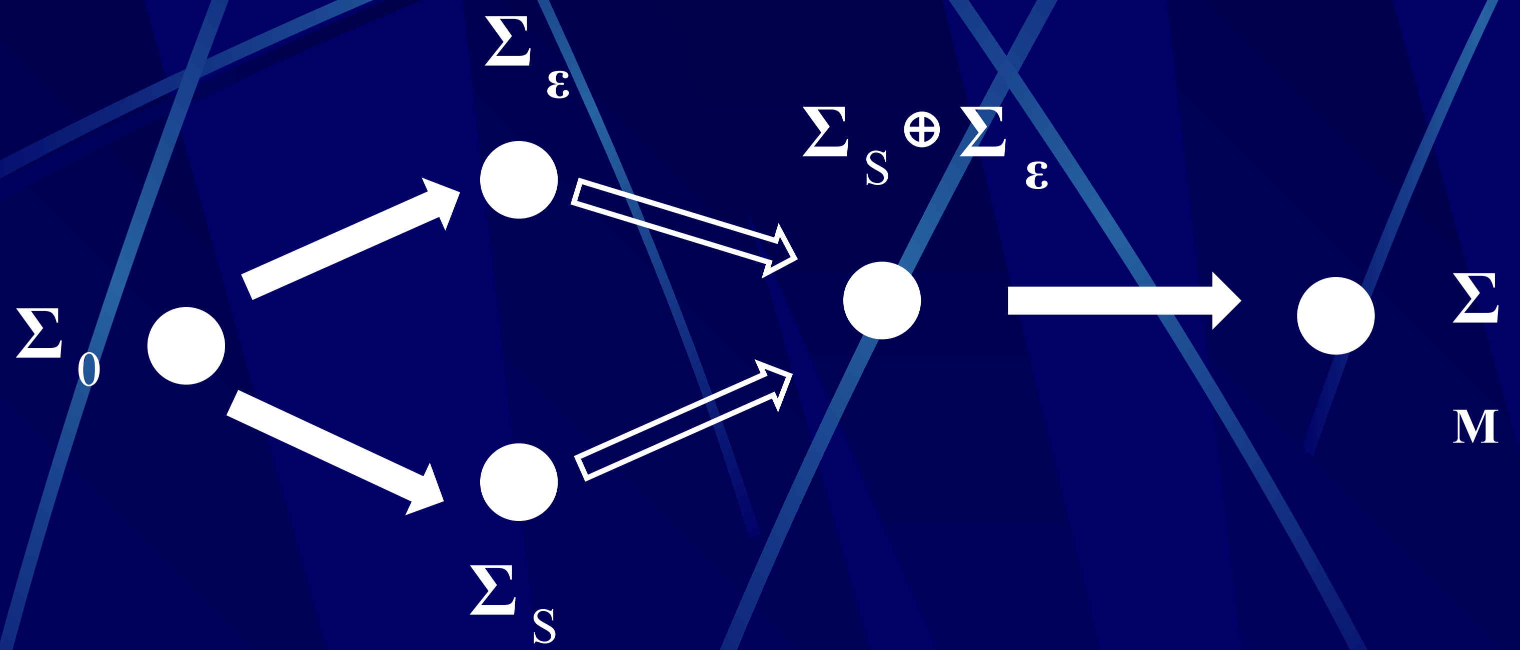
Множество морфизмов

$P = \{p_i^j(x_1, \ldots, x_j) \mid i, j \in N\}$

Множество предикатов

На множествах T, F и P определены вычислимые семейства классов CT, CF и CP, содержащих все элементы данных множеств. Такие семейства структурированы разрешимыми отношениями вложения и агрегирования классов, обозначаемыми в виде $\subseteq$ и [illegible].

Диаграмма процесса построения формальной модели абстрактного пространства знаний



Σ_0 – базовая модель

Σ_S – семантическое пространство

Σ_ε – множество конфигураций с операцией разложения

Σ_M – пространство конфигураций

Гомоморфные вложения формальных моделей

1. Соответствие классов (данных, морфизмов, предикатов)

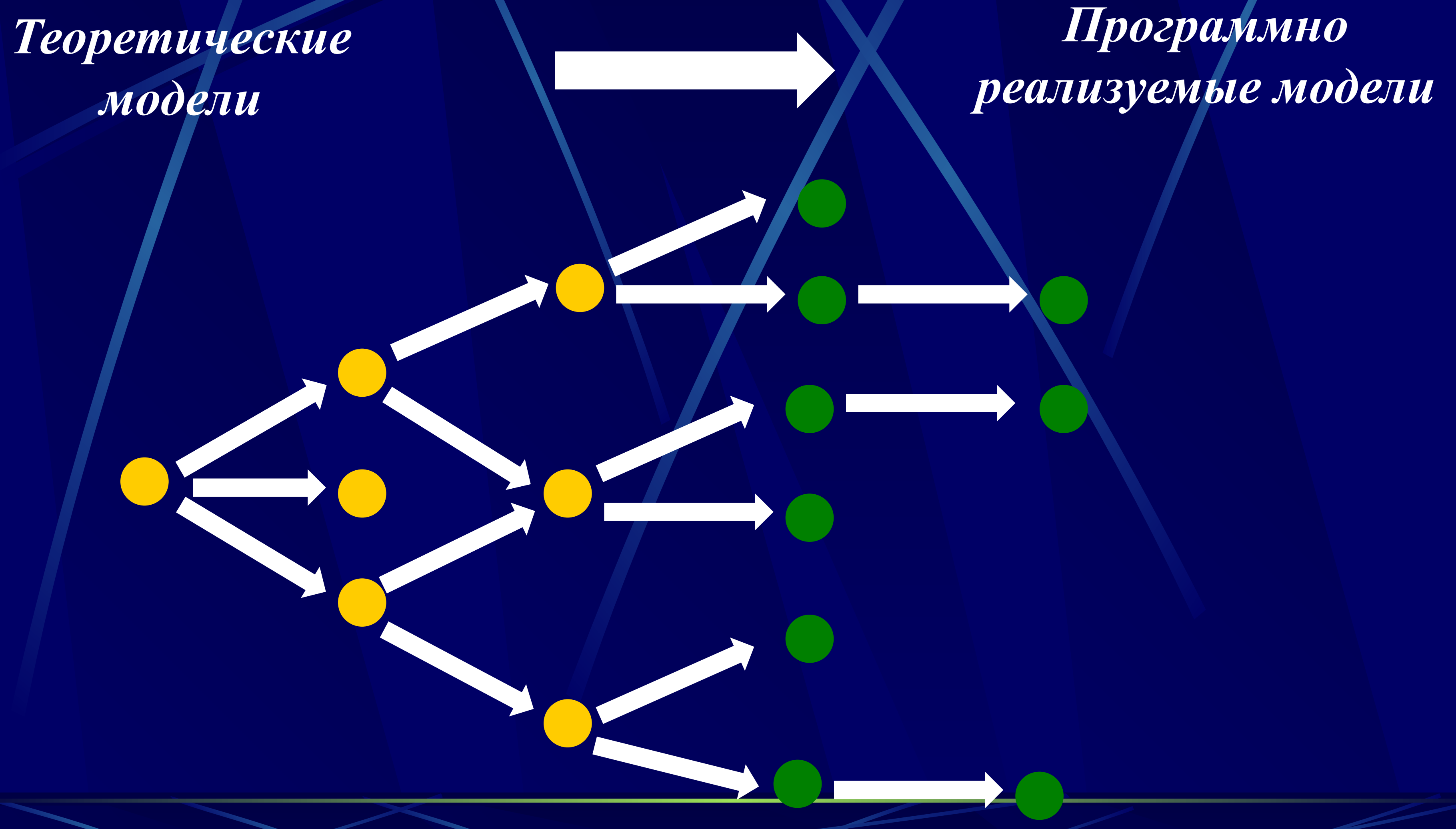
$$\begin{array}{ccc} p(x_1, \ldots, x_n) & \qquad\qquad & f(x_1, \ldots, x_n) \\ \Big\uparrow & & \Big\uparrow \\ \pi(y_1, \ldots, y_m) & & \phi(y_1, \ldots, y_m) \end{array}$$

2. Сохранение значений

$$h_f f(x_1, \ldots, x_n) = \phi(\xi_1(x_1, \ldots, x_n), \ldots, \xi_m(x_1, \ldots, x_n))$$

$$p(x_1, \ldots, x_n) = \pi(\eta_1(x_1, \ldots, x_n), \ldots, \eta_m(x_1, \ldots, x_n))$$

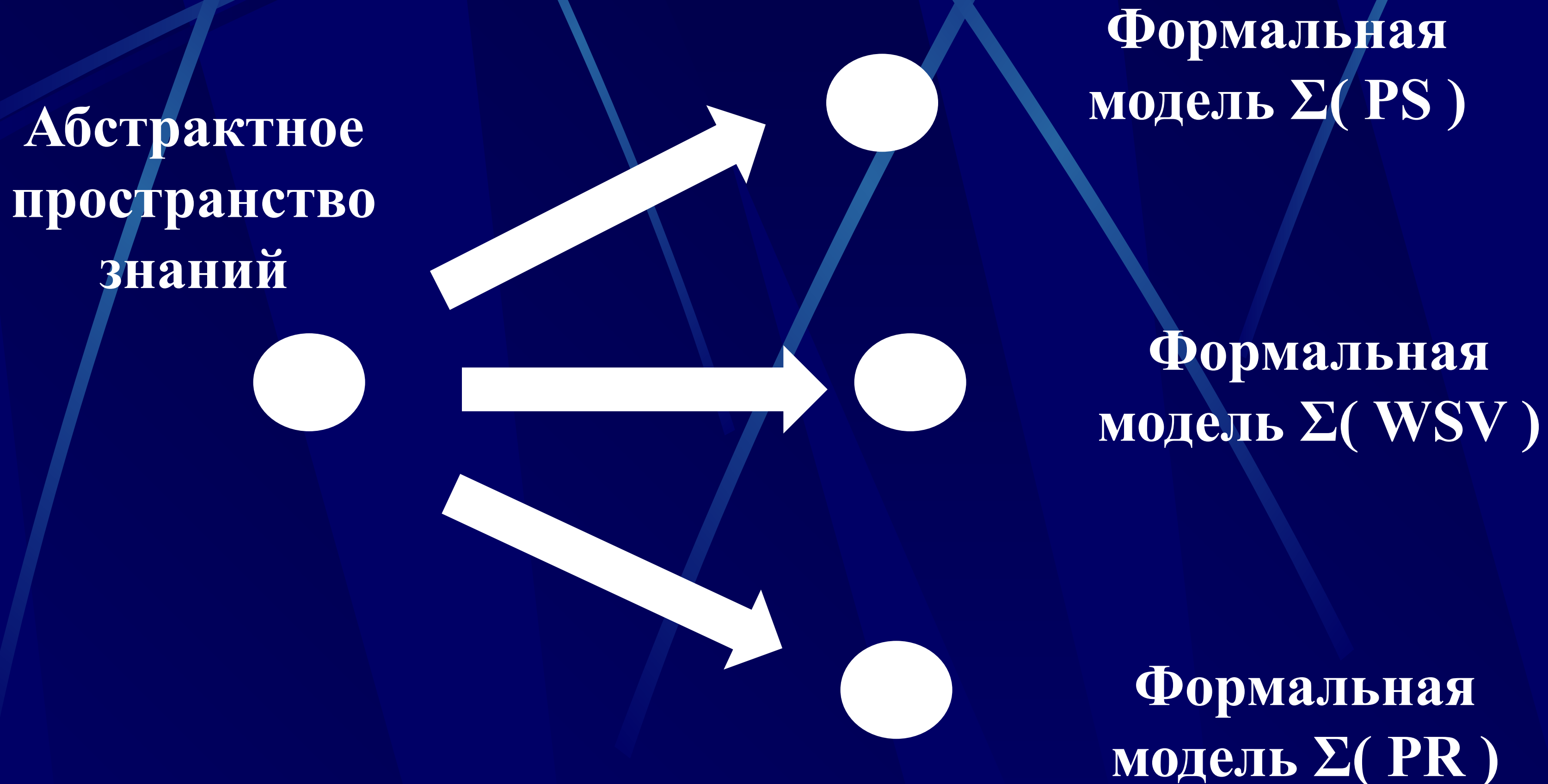
Диаграмма трансформаций моделей интеллектуальных систем и их программных реализаций



Язык моделирования пространств знаний

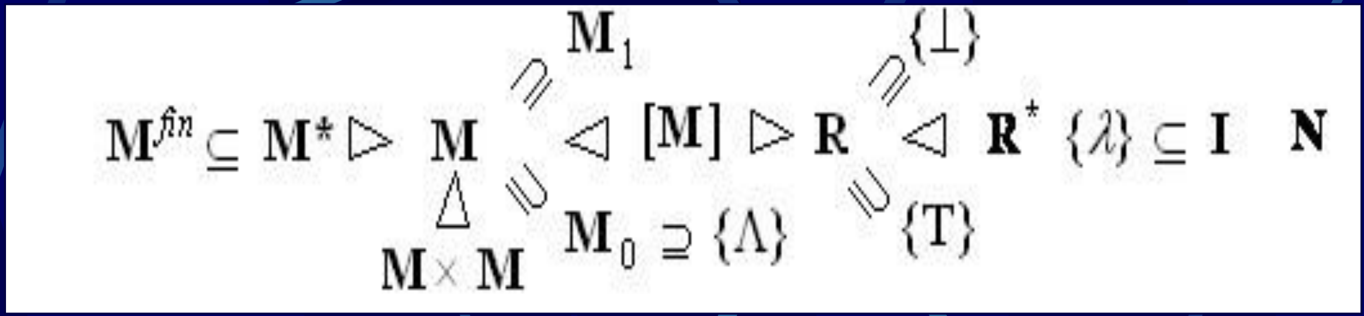
KML

Модели апробации, расширения и уточнения языка

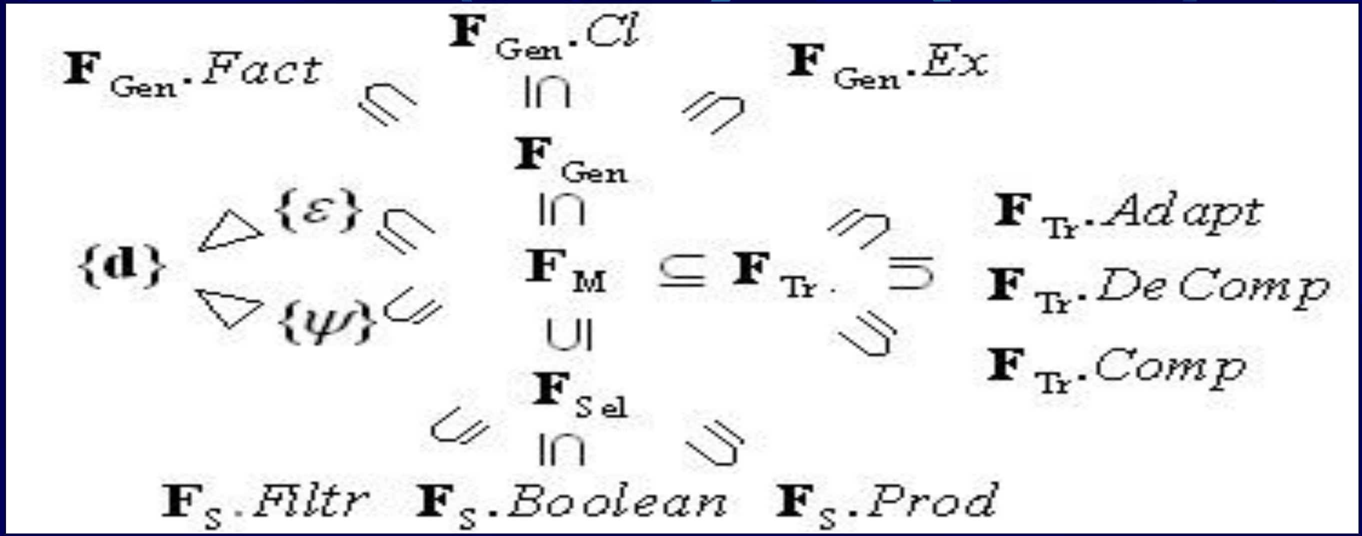


Диаграммы классов объектов абстрактного пространства знаний

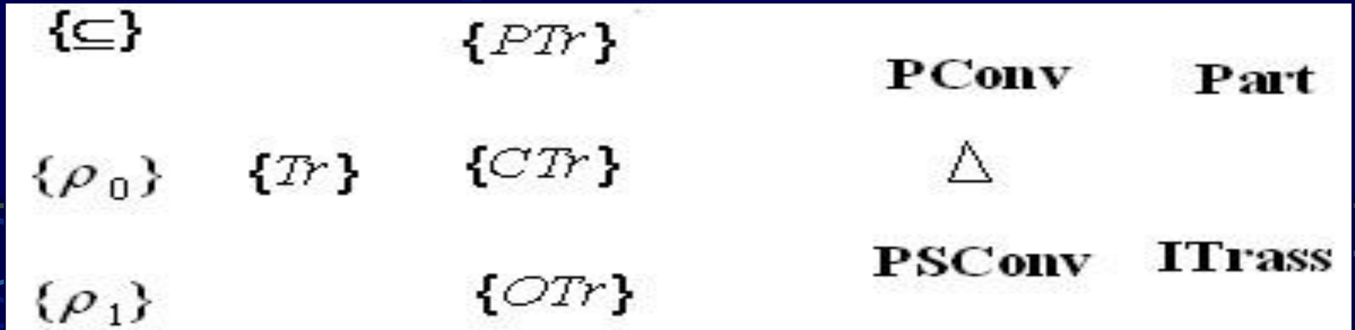
1



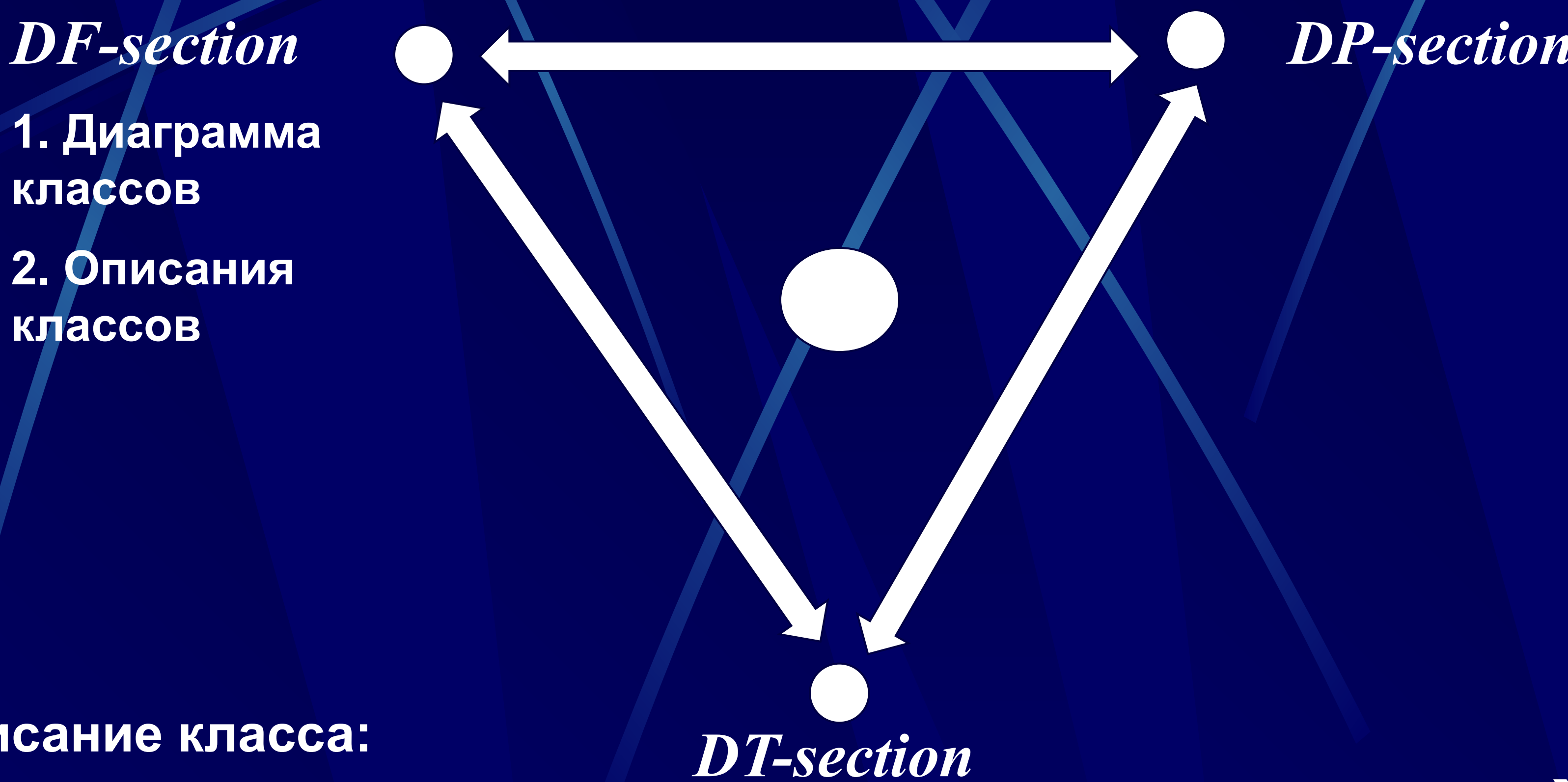
2



3



Унифицированная структура определений элементов абстрактного пространства знаний



1. Диаграмма классов

2. Описания классов

Описание класса:

(● ; ● ; ● ; ●)

имя формата свойства алгоритмы

Примеры описаний классов

1. **Класс данных Класс конфигураций**
   $(M; \{z_i \mid i \in N\}; \Lambda \in M; G(M), D(M))$.
2. **Класс данных Семантическое пространство**
   $(R; \{r_i \mid i \in N \;\&\; r_i \in (M \times M)^* \}; E \in R, T \in R; G(R), D(R))$.
3. **Класс данных Семейство параметризованных классов вершин ПСП конфигураций**
   $(D(z); \{\alpha \mid z \in M \;\&\; \alpha = \lambda \vee \alpha = \beta\sigma \;\&\; \beta \in I \;\&\; \sigma \in \{0,1\} \;\&\; \varepsilon((z)_\beta) \neq (\Lambda, \Lambda)\};$
   $G(D(z)), D(D(z)))$.
4. **Класс морфизмов Каноническое разложение конфигураций**
   $(\{\varepsilon\}; \varepsilon: M \to M \times M; \varepsilon(\Lambda) = (\Lambda, \Lambda); G(\{\varepsilon\}))$.
5. **Класс морфизмов Каноническое семантическое связывание}**
   $(\{\psi\}; \varepsilon: M \to R; \forall z \in M\, (\varepsilon(z) = (z_1, z_2) \;\&\; z_1 \neq \Lambda \vee z_2 \neq \Lambda) \to \varepsilon(z) \in \psi(z)),$
   $\forall r \in R\; \forall z_1, z_2 \in M\; \exists!\, z \in M(\varepsilon(z) = (z_1, z_2) \;\&\; \varepsilon(z) \in \psi(z));G(\{\psi\}))$.
6. **Класс Предикатов Вложение двоичных наборов**

Общая структура описаний

Section <*имя раздела*> begin

Subsection *Basic* begin

Subsection *Basic* end

Subsection *Special* begin

Subsection *Special* end

Subsection *Universal* begin

Subsection *Universal* end

Section <*имя раздела* > end

Разделы описаний:

Section DT – *классы данных*

Section DF – *классы морфизмов*

Section DP – *классы предикатов*

XML –структура пространства знаний (1)

```
<ksml version="0.1" date="01.11.2011" name="...">

<metadata>
  <kslink xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"/>
  <kstypes>
    <kstype type="base" id="1">Данные</kstype>
    <kstype type="base" id="2">Морфизмы</kstype>
    <kstype type="base" id="3">Предикаты</kstype>
    <kstype type="role" id="4">Общие</kstype>
    <kstype type="role" id="5">Специальные</kstype>
  <kstypes/>
  <ksrelations>
    <ksrelation type="base" id="1" img="...">Включение</ksrelation>
    <ksrelation type="base" id="1" img="...">Агрегирование</ksrelation>
  </ksrelations>
  <ksinfo>
    <author>...</author>
    <comment>...</comment>
    ...
  </ksinfo>
  <ksstat sect_cnt="..." class_cnt="..." dia_cnt="..."/>
</metadata>
```

XML –структура пространства знаний (2)

```
  <section id='...' name='...' type='...'>
    <section id='...' name='...' type='...'>
      ...
    </section>
    <section id='...' name='...' type='...'>
      ...
    </section>
    <!--определения классов...-->
    <class id='...'>
      <classnames>
        <classname>...</classname>
        ...
      </classnames>
      <classformats>
        <classformat type='...'>
          ...
        </classformat>
        ...
      </classformats>
      <classprops>
        <classproperty type='...'>
          ...
        </classproperty>
        ...
      </classprops>
      <classalgs>
        <classalgorithm type='...'>
          ...
        </classalgorithm>
      </classalgs>
    </class>
  </section>
</structure>
```

```
<diagrams>
  <diag id='...' type='...' name='...'>
    <diaglinks>
      <diaglink id1='...' id2='...' type='...'/>
      ...
    </diaglinks>
    <diagvisual type='...'>
      ...
    </diagvisual>
    <subdiags>
      <subdiag classid='...' diagid='...'/>
    </subdiags>
  </diag>
</diagrams>
```

Элементы языка описания компонентов цифрового пространства знаний

<Раздел> = "section" <Имя раздела> "begin"
{ <Определение класса> | <Подраздел> }
"section" <Имя раздела> "end" .

<Подраздел> = "subsection" <Имя подраздела> "begin"
{ <Определение класса> | <Подраздел> }
"subsection" <Имя подраздела> "end" .

<Определение класса> = <Идентификатор класса>
"{" <Описание класса> "}"
"(" <Ns> [";" <Fs>] [";" <Ps>] [";" <As>] ")." .

Классы модели пространства знаний

<Ns> = <Имя класса> { "=" <Имя класса> } .

<Имя класса> = (<Имя> { "×" <Имя> })

| <Имя с параметром>

| <Имя одноэлементного класса> .

- < Имя > = <Слово>$^{[\, <\text{Слово}> \mid "*" \mid <\text{Число}> \,]}_{[\, <\text{Слово}> \mid <\text{Число}> \,]}$.
- <Имя с параметром> = <Имя>
  "(" < Имя переменной> { "," < Имя переменной> } ")" .
- <Имя одноэлементного класса> = "{" <Имя> "}"
  | "{" <Специальное имя> "}" .

Область форматов

<Формат множества> = <Формат множества_Перечисление>
| <Формат множества_Характеристический предикат> .

<Формат множества_ Перечисление> =
"{" <Имя переменной> { (","<Имя переменной>) | ",…" } "}" .

<Формат множества_ Характеристический предикат> =
"{" <Имя переменной> (":" | "|") <Формула> "}".

<Формат морфизма> = <Имя морфизма> ":"
<Имя класса> { "×" <Имя класса> } "→ "
<Имя класса> { "×" <Имя класса> } .

<Формат предиката> = <Имя предиката >
"(" <Имя класса> { "," <Имя класса> } ")" .

Область имен формального определения класса

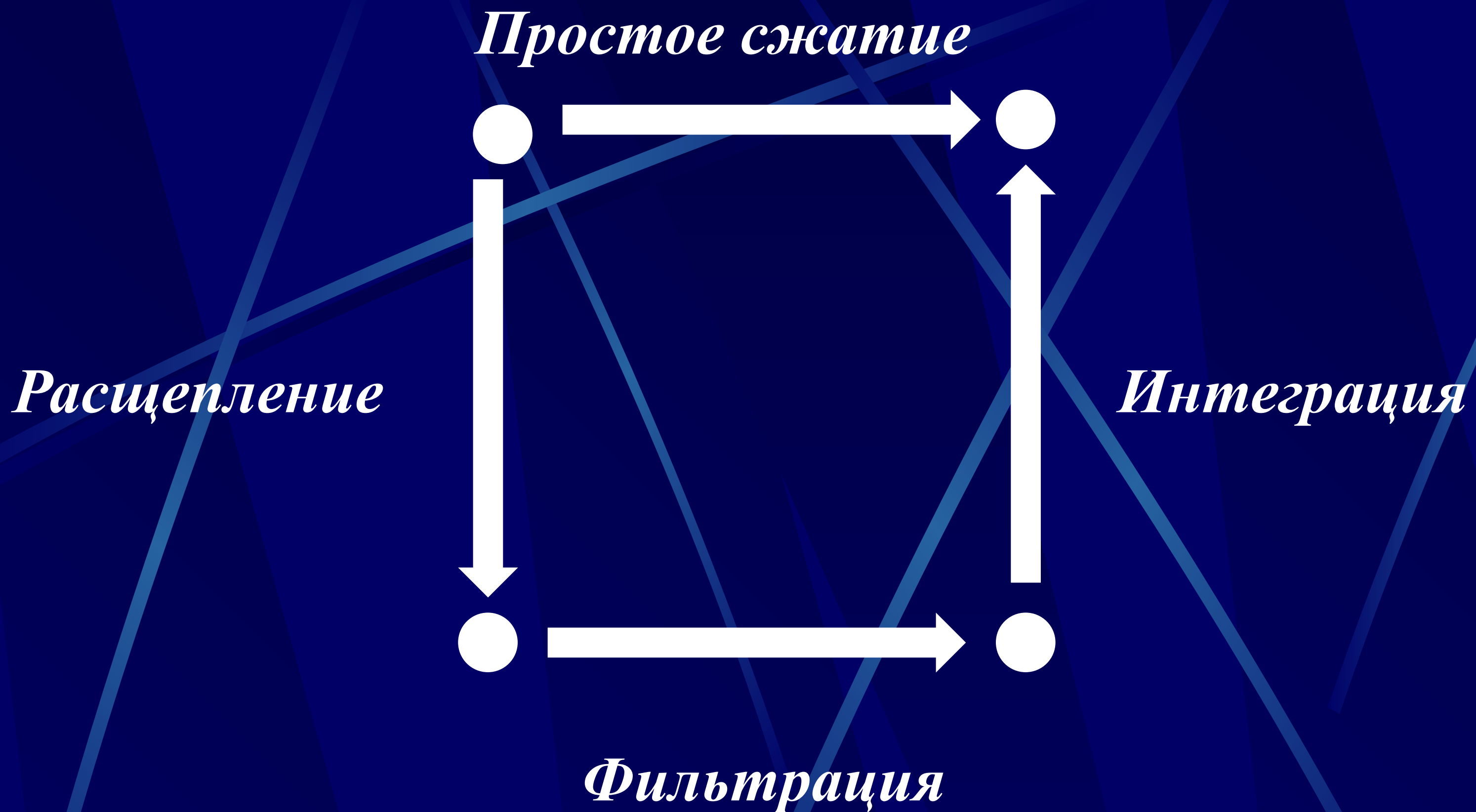
<Ns> = <Имя класса> { "=" <Имя класса> } .

<Имя класса> = (<Имя> { "×" <Имя> })
| <Имя с параметром>
| <Имя одноэлементного класса> .

< Имя > = <Слово> [< Слово > | "" | <Число>] [< Слово > | <Число>] .*

<Имя с параметром> = <Имя>
"(" < Имя переменной> { "," < Имя переменной> } ")" .

<Имя одноэлементного класса> = "{" <Имя> "}"
| "{" <Специальное имя> "}" .



Операции унифицированной технологии построения цифровых пространств знаний

Костенко Константин Иванович

Кубанский государственный университет

kostenko@kubsu.ru