

# Распознавание образов

---



## Проектирование системы распознавания

Лингвистическое обеспечение АСОИУ

# Содержание

---

- Анализ предметной области:  
распознавание скорописных текстов;
  - Разработка метода распознавания;
  - Проектирование системы:
    - Структура системы;
    - Представление знаний;
    - Схема функционирования.
-

# Распознавание скорописных текстов

---

- В настоящее время существуют системы, осуществляющие распознавание машинопечатных текстов (например, ABBYY FineReader, Cunei Form).
  - Распознавание рукописного текста является более сложной задачей и в достаточно полной мере на сегодняшний день не решена.
  - В применении к распознаванию текста можно говорить о двух принципиально разных подходах:
    - **онлайн-распознавание** — процесс распознавания ведётся параллельно с процессом синтеза изображения;
    - **оффлайн-распознавание** — распознавание производится на уже сформированном изображении.
  - Онлайн-задача является более простой в решении, и сегодня реализовано достаточное количество приложений, осуществляющих онлайн-распознавание рукописного текста.
  - Оффлайн-распознавание рукописи реализовано лишь отчасти, в виде специальных приложений.
-

# Задача распознавания текста

---

- На вход подаётся растровое изображение текста.
  - Требуется определить его кодированное электронное представление, т.е. произвести его перевод из растрового графического представления в текстовое.
  - Каждый фрагмент исходного изображения, соответствующий букве, должен быть отнесён к одному из классов букв, набор которых задаётся известным алфавитом.
  - Выходное текстовое представление рукописи должно содержать весь набор букв, представленный в исходном изображении, в соответствующем порядке их следования.
  - Задача распознавания текста является задачей множественного **распознавания** изображений букв текста.
-

# Машинопечатные и скорописные тексты

---

- В текстах, полученных типографским способом:
  - буквы располагаются в ровных строках, имеют одинаковое начертание в пределах всего документа, имеют достаточно четко различимые промежутки между собой.
  - эта информация позволяет использовать допущения, снижающие сложность алгоритмов и методов распознавания.

**буквы располагаются  
в ровных строках**

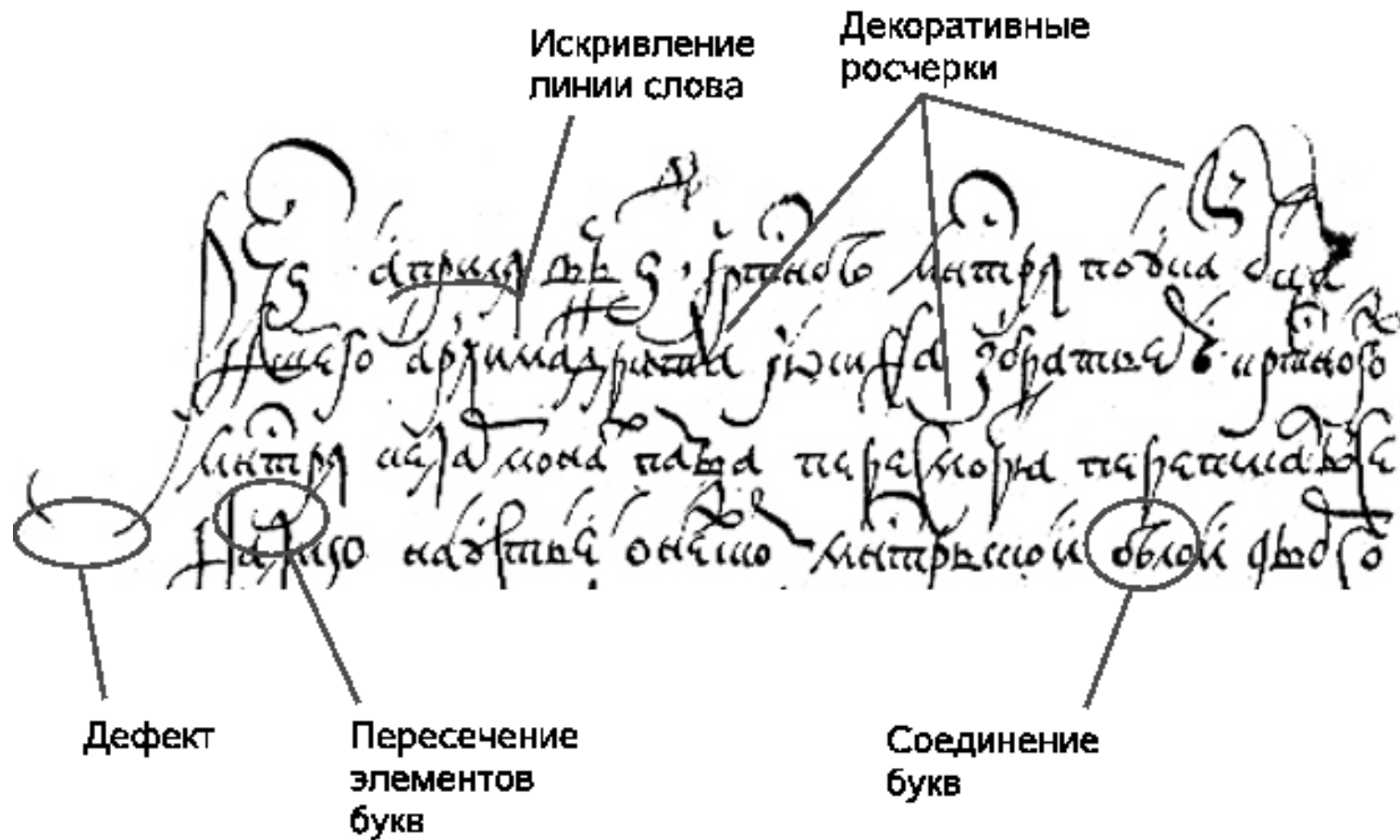
---

# Машинопечатные и скорописные тексты

---

- В рукописных текстах, и особенно в скорописных, присутствует множество особенностей, связанных с процессом синтеза текста.
    - Назначением скорописи является быстрое нанесение текста на бумагу.
    - Велика вариативность начертания букв и они часто связываются соединительными линиями, строки не располагаются на ровных горизонталях, могут встречаться помарки и кляксы.
    - Поскольку буквы часто имеют соединительные линии и могут иметь случайные пересечения, задача распознавания расширяется необходимостью выделения отдельных букв в изображении перед их распознаванием.
-

# Особенности скорописи



# Вариативность начертания символов

---

элемент выведен не точно, с отклонениями;  
отсутствует предполагаемое пересечение элементов;  
присутствует лишнее пересечение (например, с другой буквой);  
элемент дополнен декоративным сегментом;

добавлен декоративный элемент;  
добавлен соединительный штрих;  
дефект начертания (пробельный участок);

изменены относительные  
размеры и положение  
элементов.



Различие  
начертания



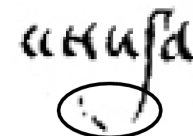
Отсутствует  
пересечение



Лишнее  
пересечение



Декоративный  
элемент



Дефекты

---



# Разработка метода распознавания

---

- Анализ существующих методов распознавания применительно к рассматриваемой предметной области;
  - Выработка проектных решений.
-

# Анализ методов распознавания

## Вид правил классификации

---

- **параллельные** — проведение ряда тестов над всей совокупностью выявленных данных об объекте и принятие решения на основе их результатов;
  - **последовательные** — проведение последовательности тестов над подмножествами выявленных данных; выбор очередного теста определяется результатами предыдущих тестов.
    - Параллельные процедуры требуют выделения распознаваемого символа из общего изображения;
    - В случае скорописи это представляет собой проблему;
    - Вывод: выбор в пользу последовательной процедуры.
-

# Анализ методов распознавания

## Способ описания объектов

---

**Евклидово пространство** — объекты представляются в виде набора измерений;

**списки признаков** — выявление качественных характеристик объектов;

**структурное описание** — выявление структурных элементов объектов и определение их взаимосвязи.

Методы, использующие Евклидово пространство и списки признаков, в основном предполагают параллельную процедуру классификации;

Структурные методы позволяют целенаправленно перемещаться по изображению символа, попутно выявляя его границы.

Вывод: выбор в пользу структурного подхода.

---

# Анализ методов распознавания

## Предъявление обучающих выборок

---

- **фиксированная выборка** – построение правил классификации по единственному обучающему множеству;
  - **последовательная выборка** – коррекция правила классификации с каждой новой предъявляемой выборкой (самообучение, автоподстройка).
    - В скорописи множество распознаваемых объектов в общем известно — это набор символов алфавита.
    - Набор слов также в принципе известен (при использовании словаря).
    - Однако, сложно полностью предусмотреть все возможные вариации .
    - Вывод: возможно использование фиксированной выборки с возможностью оффлайн-коррекции.
-

# Выработка проектных решений

---

- Структурный подход:
    - Использование трассировки линий для выявления структурных элементов символов;
    - Сопоставление получаемой информации со структурными описаниями объектов в памяти системы;
  - Использование нечёткости в описании структурных элементов и их взаимоотношений:
    - Преодоление вариативности и неточности начертания символов;
  - Принцип распознавание под управлением гипотез:
    - Выдвижение гипотез о наблюдаемом фрагменте изображения;
    - Их проверка на основе имеющихся описаний предполагаемых символов;
    - Обход случайных и декоративных элементов.
  - Использование словника для упрощения задачи;
  - Экспертный подход.
-

# Проектирование системы

## Структура системы

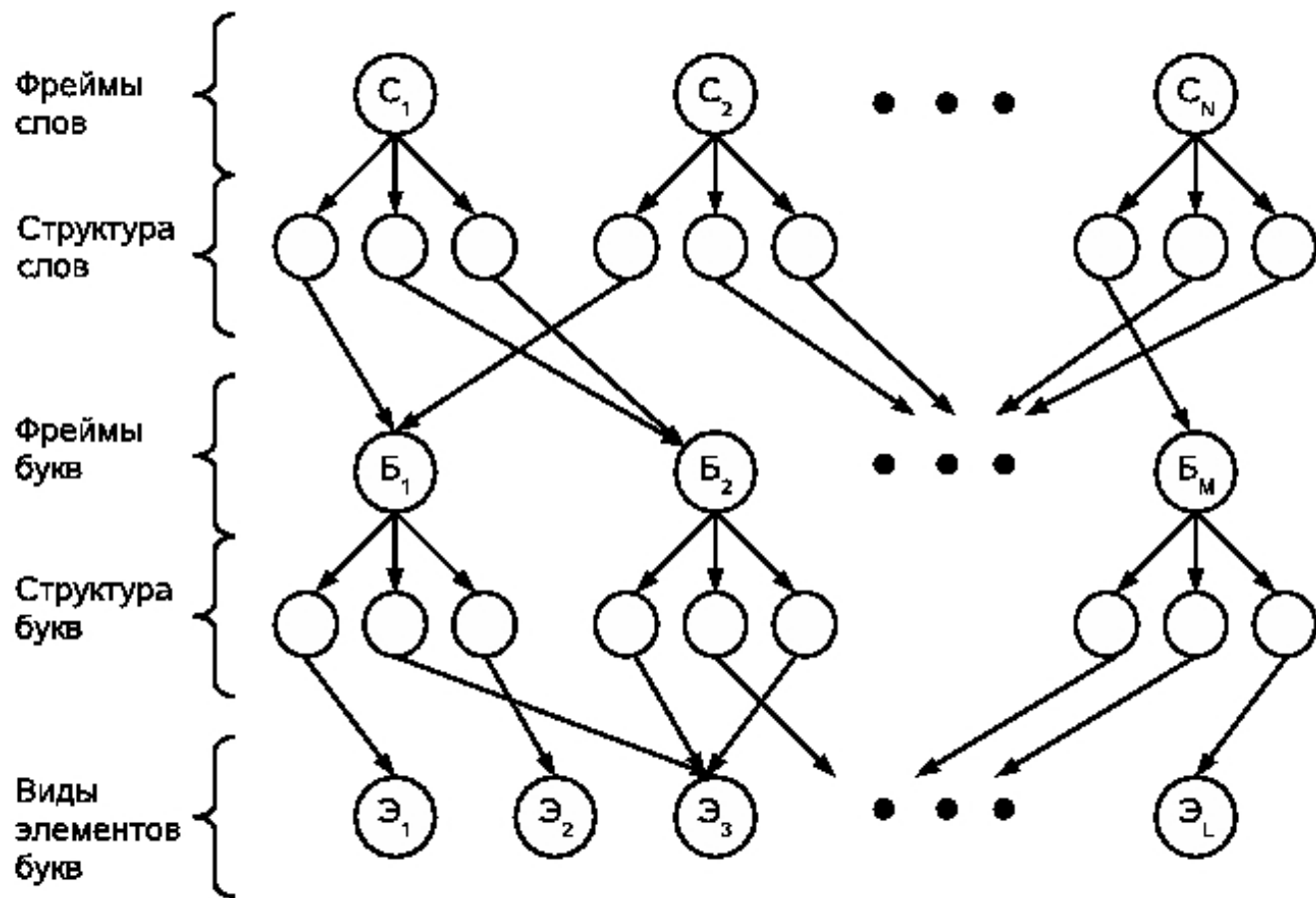


# Представление знаний

---

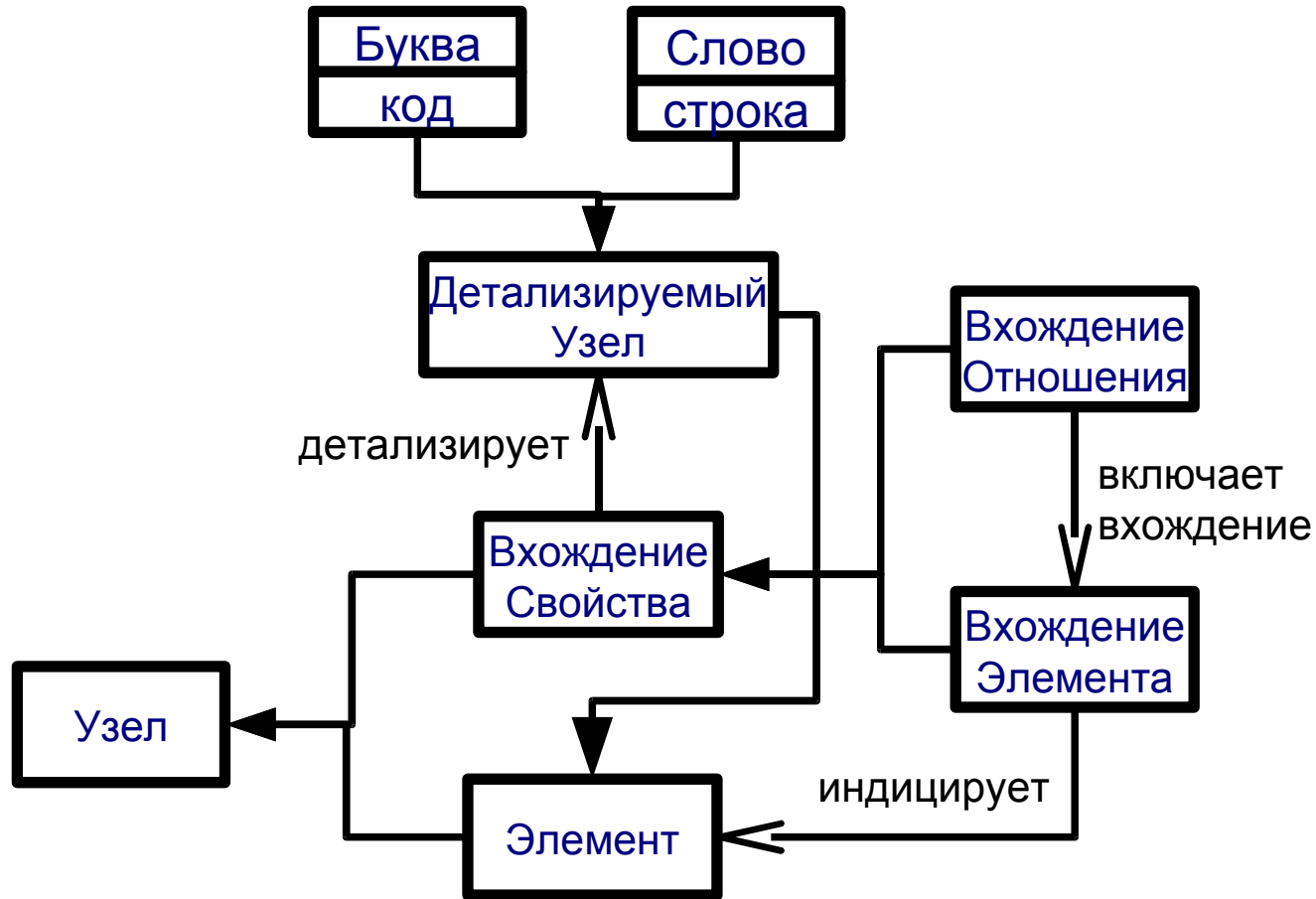
- В качестве метода представления знаний целесообразен выбор фреймовых сетей:
    - Позволяют описывать сложные структурные взаимоотношения элементов распознаваемых объектов;
    - Хорошо согласуются с методом проверки гипотез.
-

# Структура базы знаний

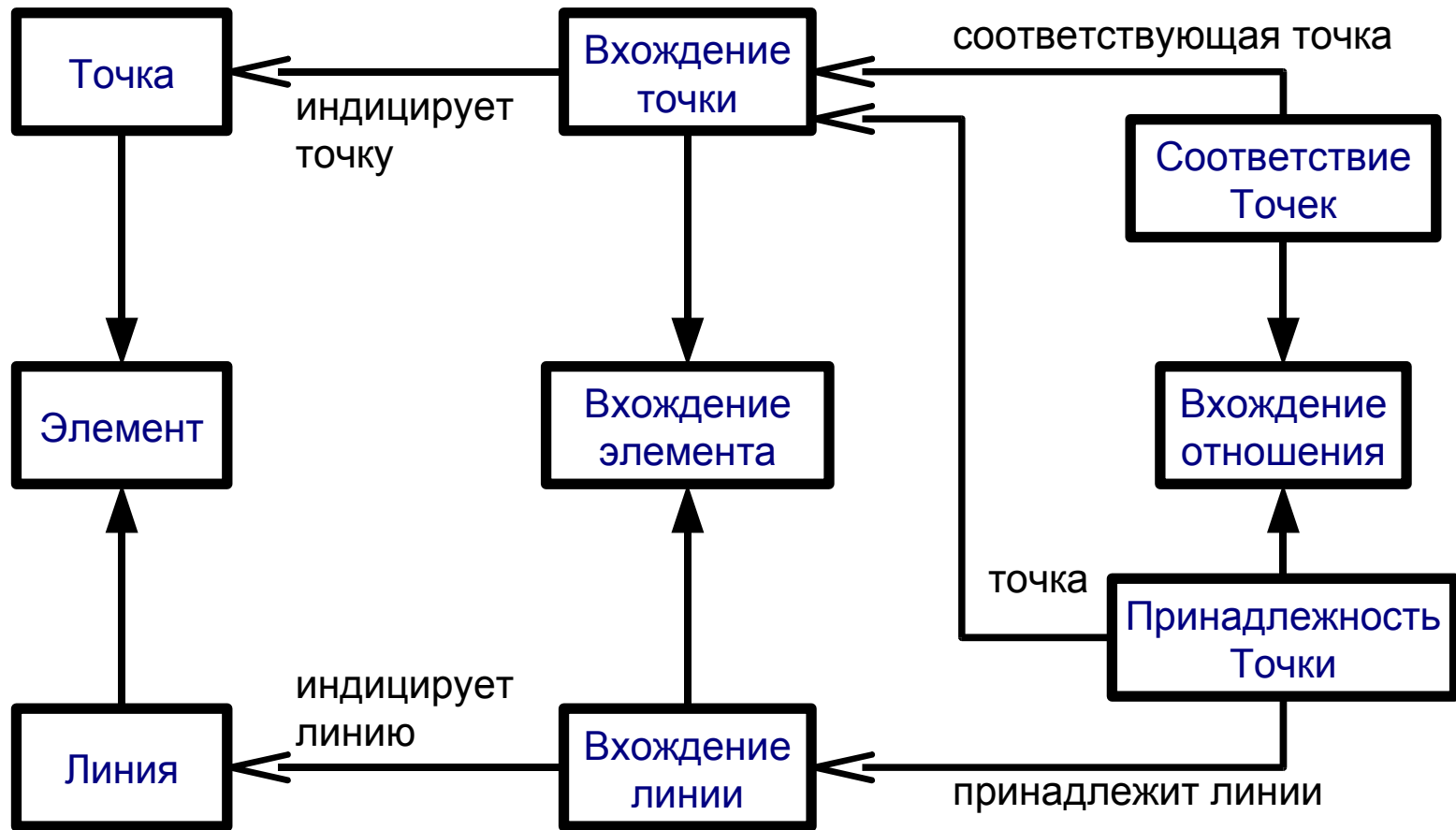




# Общая терминология

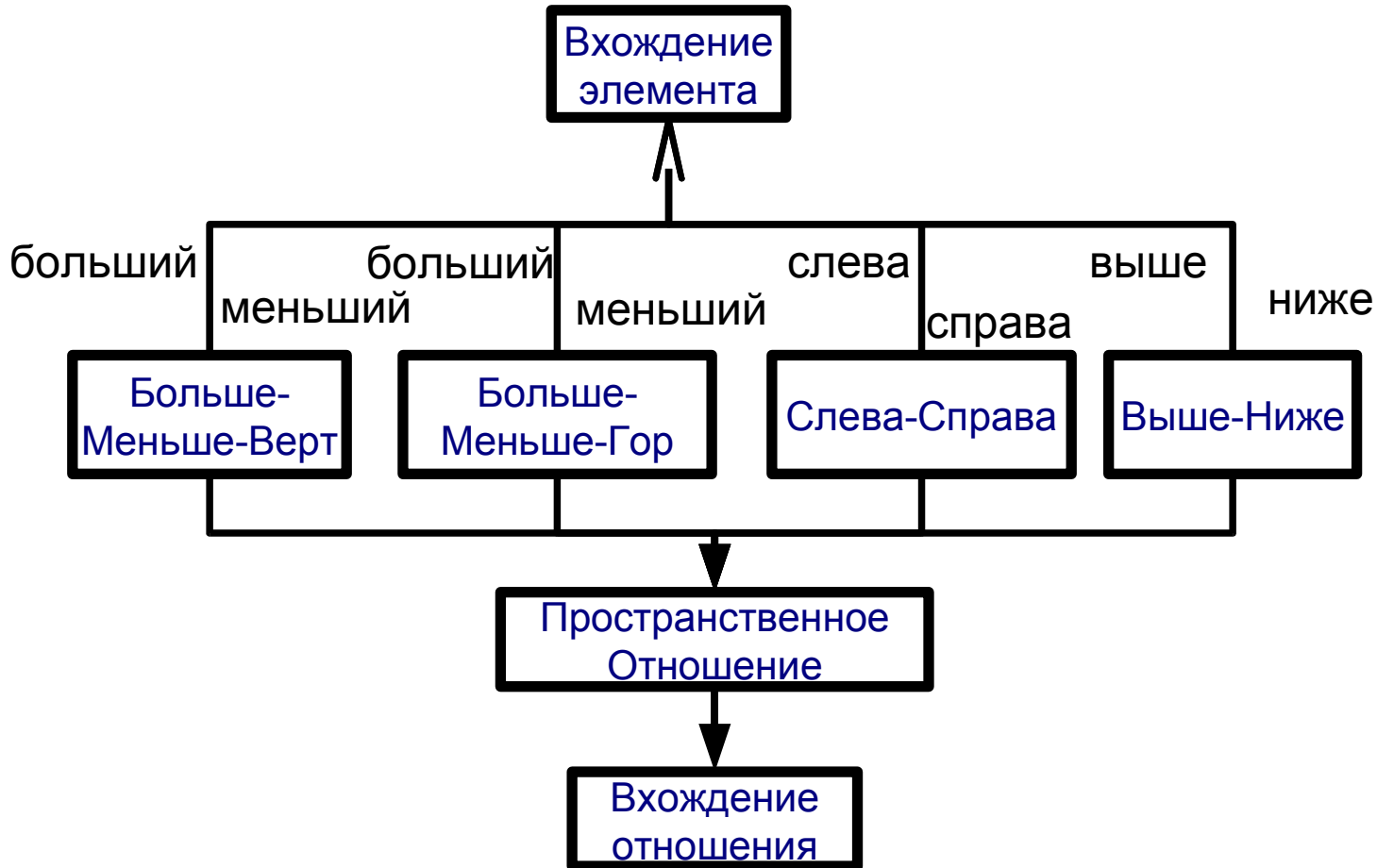


# Описание букв

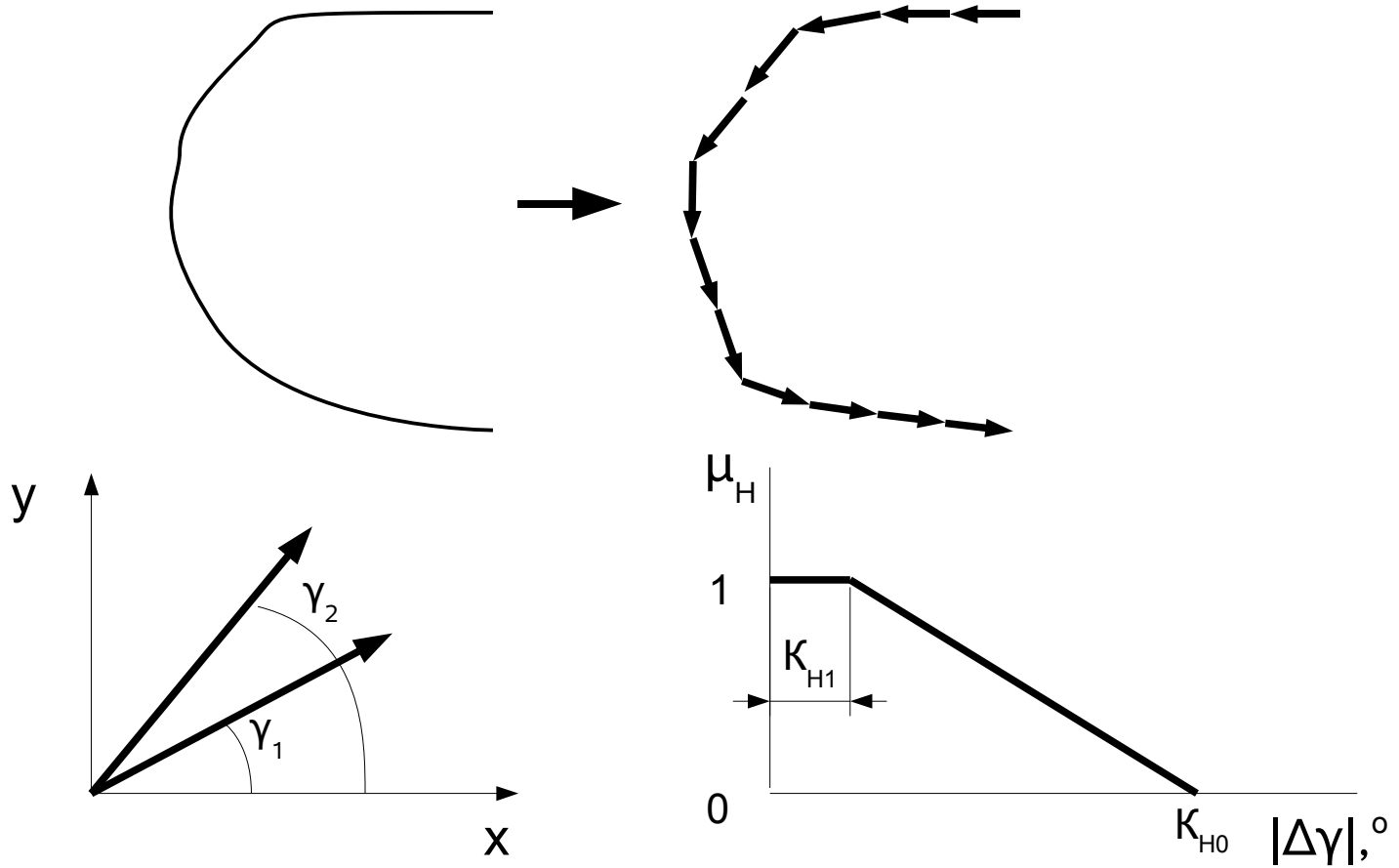


# Пространственные отношения

---

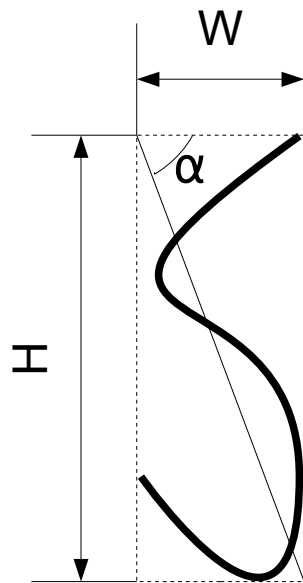


# Путь линии

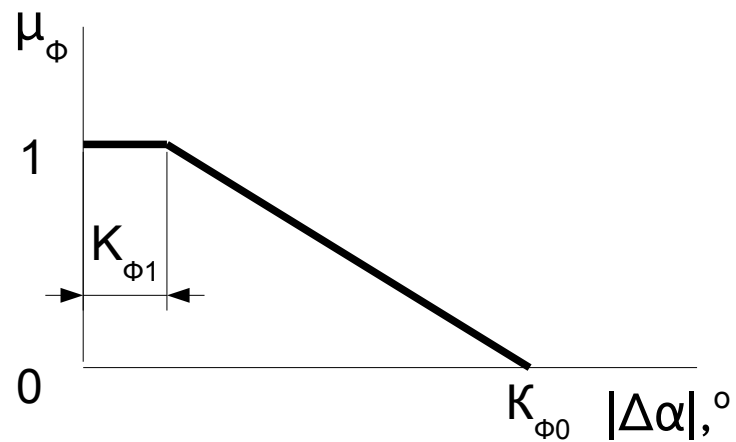


# Форма линии

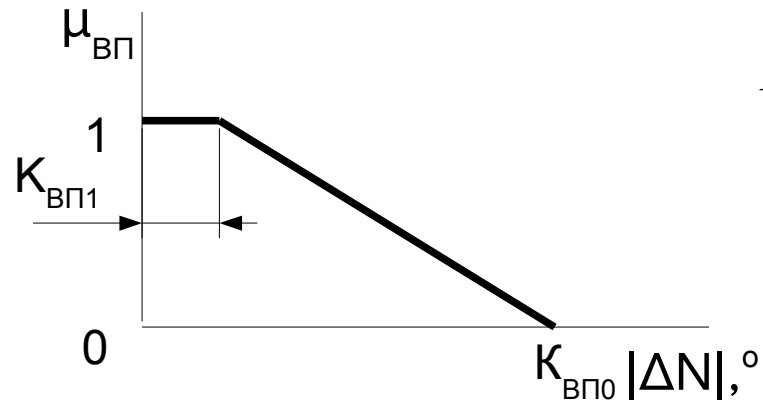
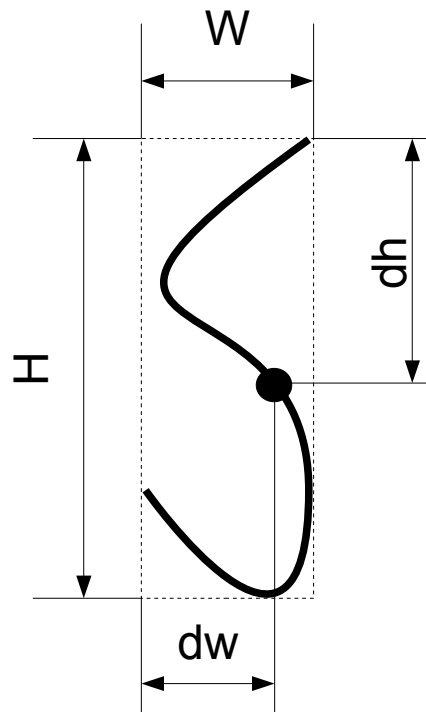
---



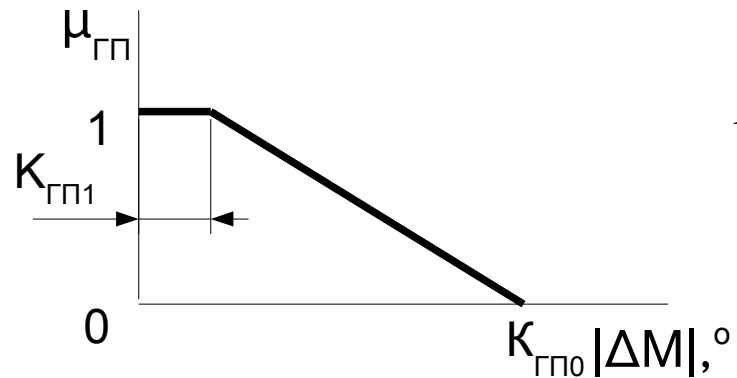
$$\alpha = \text{arctg}\left(\frac{H}{W}\right)$$



# Положение точки пересечения

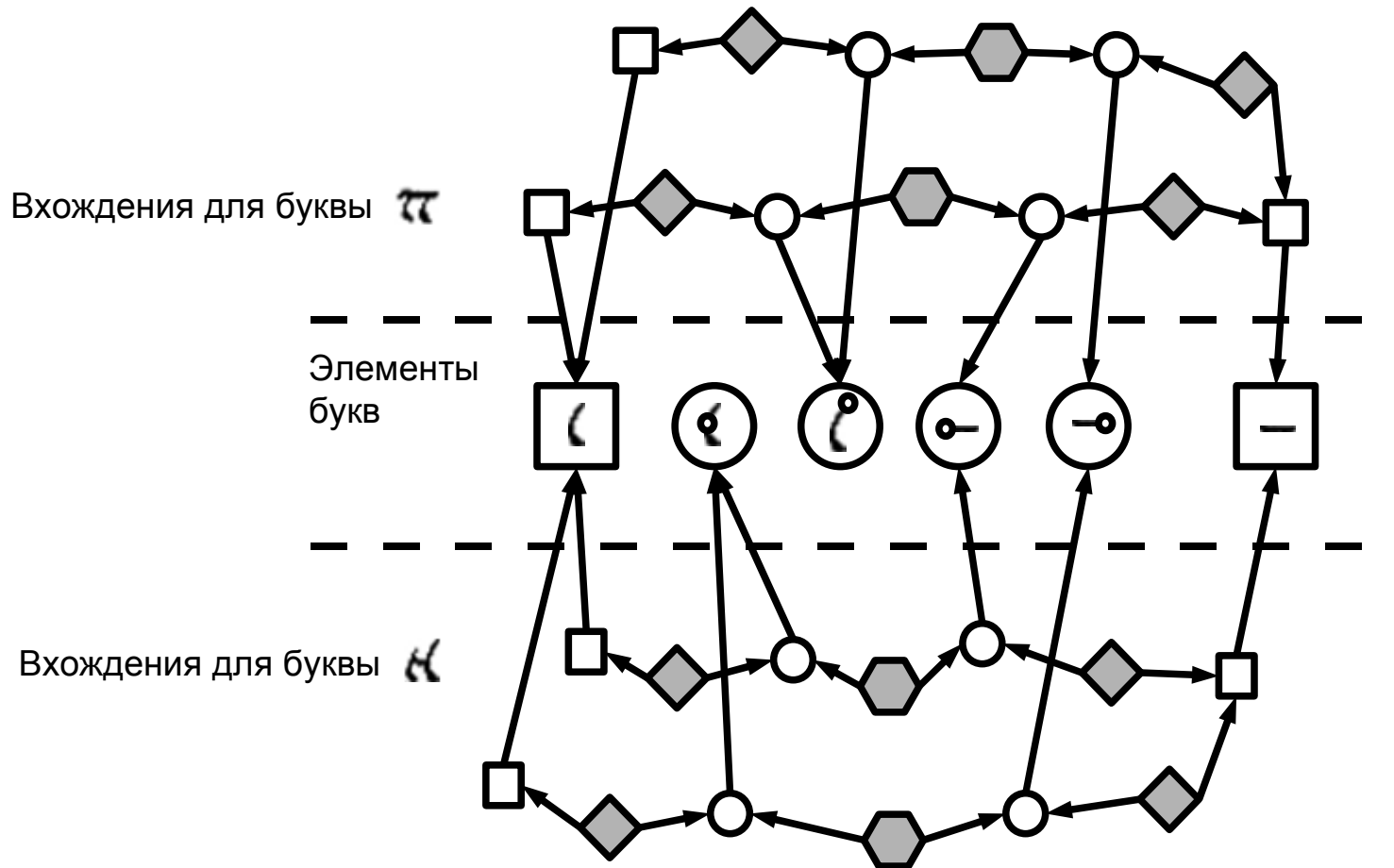


$$N = \frac{dh}{H}$$



$$M = \frac{dw}{W}$$

# Пример структурного описания букв



# Пример описания фрейма на языке OWL

---

```
<owl:Class rdf:ID="Word">  
  <rdfs:subClassOf  
    rdf:resource="#DetailedFrameNode"/>  
</owl:Class>
```

```
<owl:DatatypeProperty rdf:ID="word">  
  <rdfs:domain rdf:resource="#Word"/>  
  <rdfs:range rdf:resource="&xsd:string"/>  
</owl:DatatypeProperty>
```

---



# Пример описания фрейма на языке OWL

---

```
<owl:Class rdf:ID="LineEntry">  
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#FeatureEntry"/>  
</owl:Class>
```

```
<owl:ObjectProperty rdf:ID="indicatesLine">  
  <rdfs:domain rdf:resource="#LineEntry"/>  
  <rdfs:range rdf:resource="#Line"/>  
  <rdfs:subPropertyOf  
    rdf:resource="#&dfm;indicatesElement"/>  
  <owl:inverseOf  
    rdf:resource="#indicatedByLineEntry"/>  
</owl:ObjectProperty>
```

---

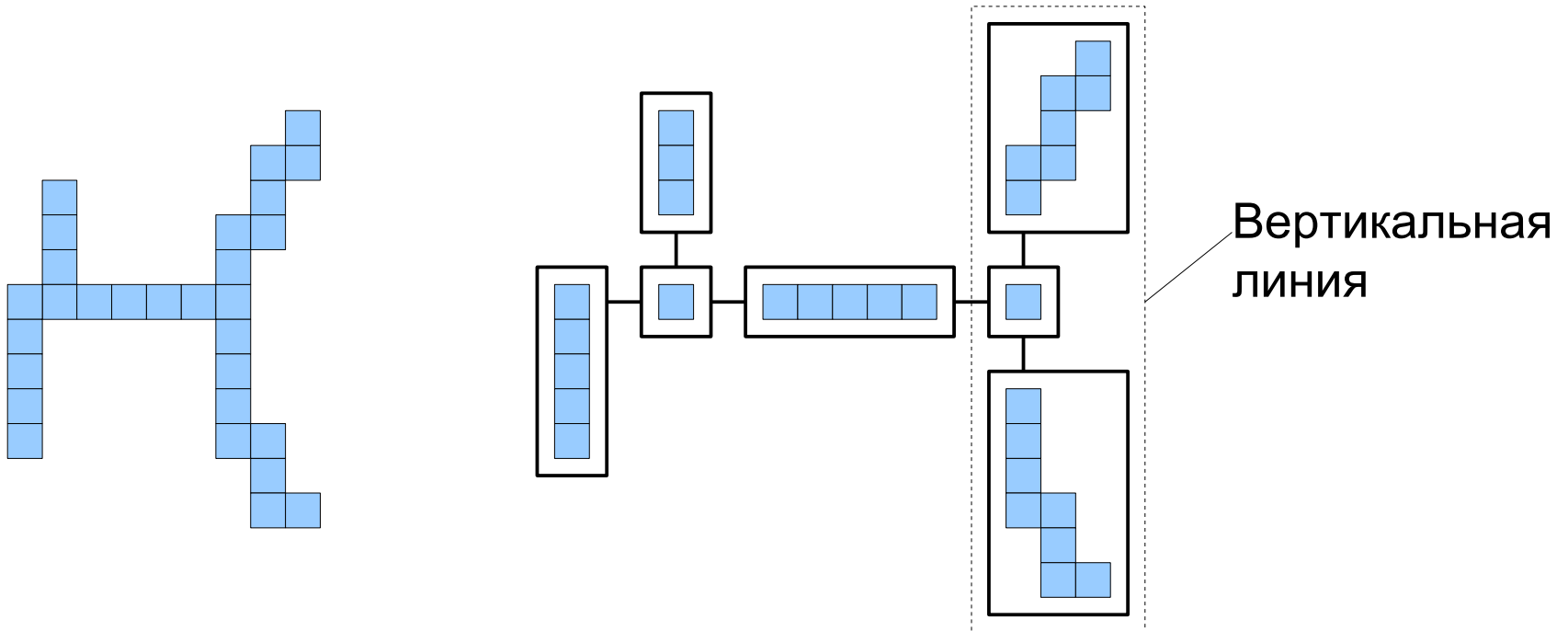
# Библиотека Jena

---

- Позволяет манипулировать онтологиями на языке OWL;
  - Онтологии представляются объектами класса `OntModel`;
  - Создание экземпляра в онтологии:
    - `OntModel ont = ...;`
    - `Individual i = ont.createIndividual ( ont.createResource ("<имя_класса>"));`
  - Задание значения свойства:
    - `i.setPropertyValue ( ontology.getProperty ("<имя_свойства>"), j);`
  - Получение значения свойства:
    - `Individual j = (Individual) i.getPropertyValue ( ont.getProperty ("<имя_свойства>")). as(Individual.class);`
-

# Трассировка линий

- Процедура предобработки — истончение изображения;
- Внутренняя модель — граф точек пересечения и тонких сегментов.



# Трассировка линий

---

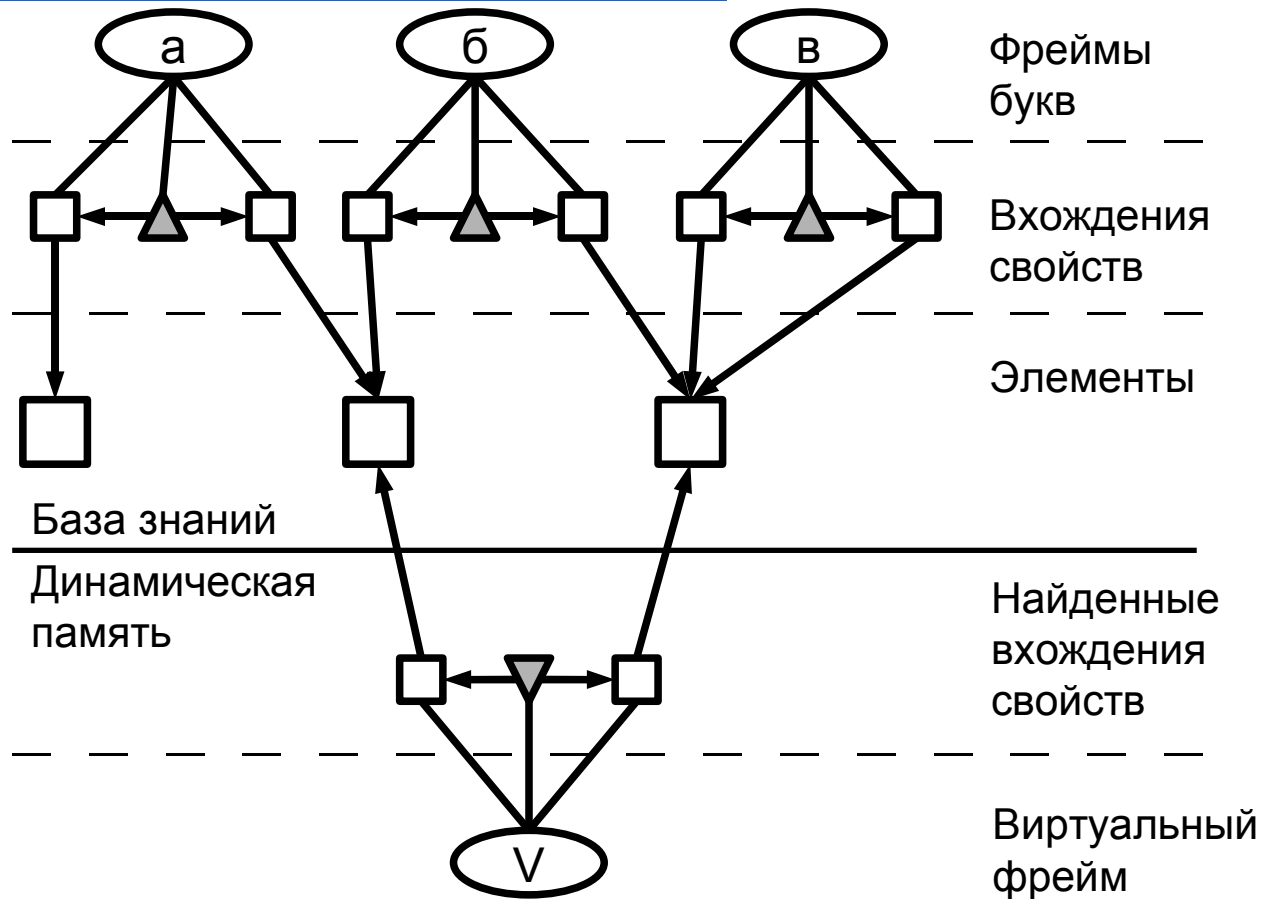
## Формат запроса:

- Прямоугольная область поиска;
- Точка начала поиска;
- Направление поиска;
- Форма линии;
- Путь линии.

## Формат ответа:

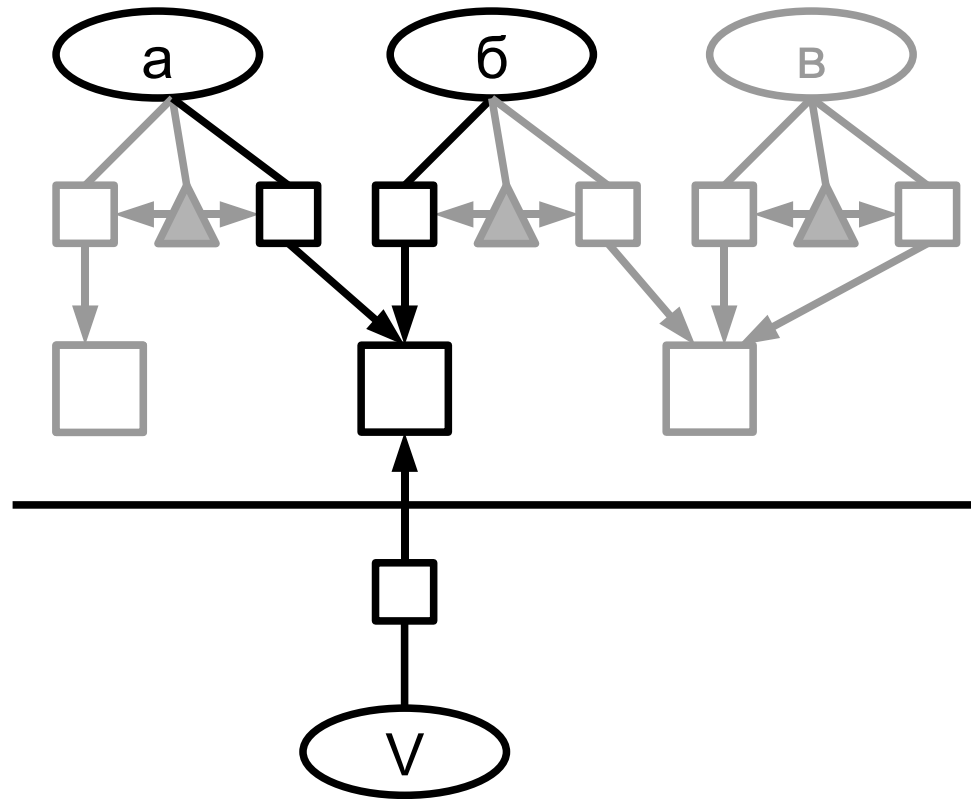
- Признак результата;
  - Набор точек, составляющих найденную линию;
  - Форма найденной линии;
  - Путь найденной линии;
  - Список точек, в которых данная линия пересекается другими.
-

# Виртуальный фрейм



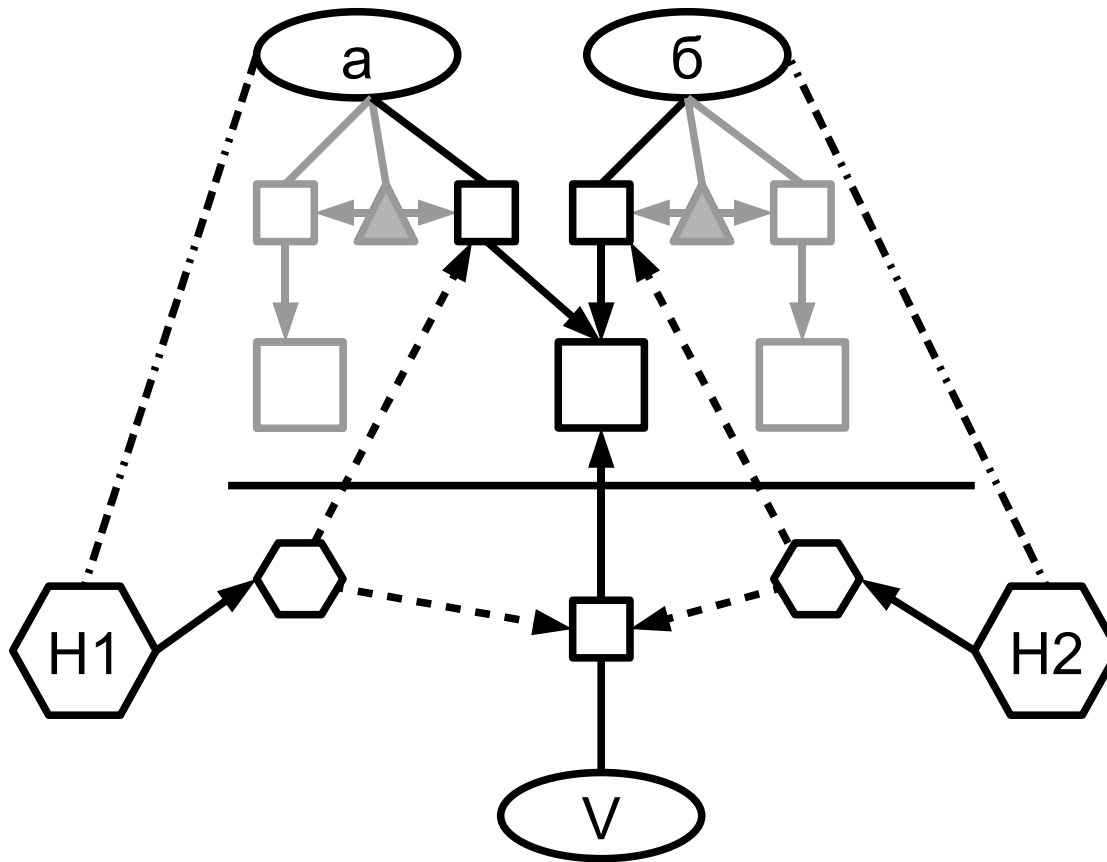
# Выдвижение гипотез

---



# Представление гипотез

---



# Материалы

---

- Мински М. Фреймы для представления знаний. Пер. с англ. 1979.
  - Павлидис Т. Алгоритмы машинной графики и обработки изображений --- М.:Мир, 1982.
  - Крылов А.Б. Способ выбора растровых объектов на монохромном изображении с автоматическим вычислением геометрических параметров // Интеллектуальные технологии и системы: сборник статей аспирантов и студентов / Под ред. Ю.Н.Филипповича — М.:МГУП, 2001. — Вып. 3.
  - <http://www.w3.org/standards/techs/owl> - стандарт языка OWL.
  - <http://jena.sourceforge.net/> - библиотека Jena.
  - <http://owlapi.sourceforge.net/> - библиотека OWL API.
  - <http://protege.stanford.edu/> - редактор онтологий Protégé.
  - <http://www.semantictools.ru/> - сайт, посвящённый технологиям Semantic Web.
-