

Интеллектуальное управление рентгеновским спектрографом

Автоматизация планирования эксперимента в РФА при помощи экспертной системы

к.т.н. Черкашин Е.А., Т.Ю.Черкашина, Е.В.Худоногова

лаб. 4.1. Комплексных информационных систем 

ИДСТУ СО РАН,

ИЗК СО РАН

Автоматически определить последовательность действий с целью решения заданной аналитической задачи

Возможные действия (РФА):

- Выбор условий съемки;
- Регистрация импульсов аналитических линий;
- Выбор стандартных образцов (СО);
- Выбор модели для калибровки;
- Выбраковка данных по образцам;
- Расчет коэффициентов по выбранной модели и набору СО;
- Оценка метрологических характеристик результатов анализа.

Задачи, решаемые методами искусственного интеллекта – это задачи, при решении которых человеку требуются применение логических рассуждений.

Свойства методов ИИ

- Нет алгоритма,
- Неполнота, противоречивость,
- Автоматизация принятия решения,

- Синтез \rightarrow исполнение,
- Обработка символьной информации.

Принятие решения:

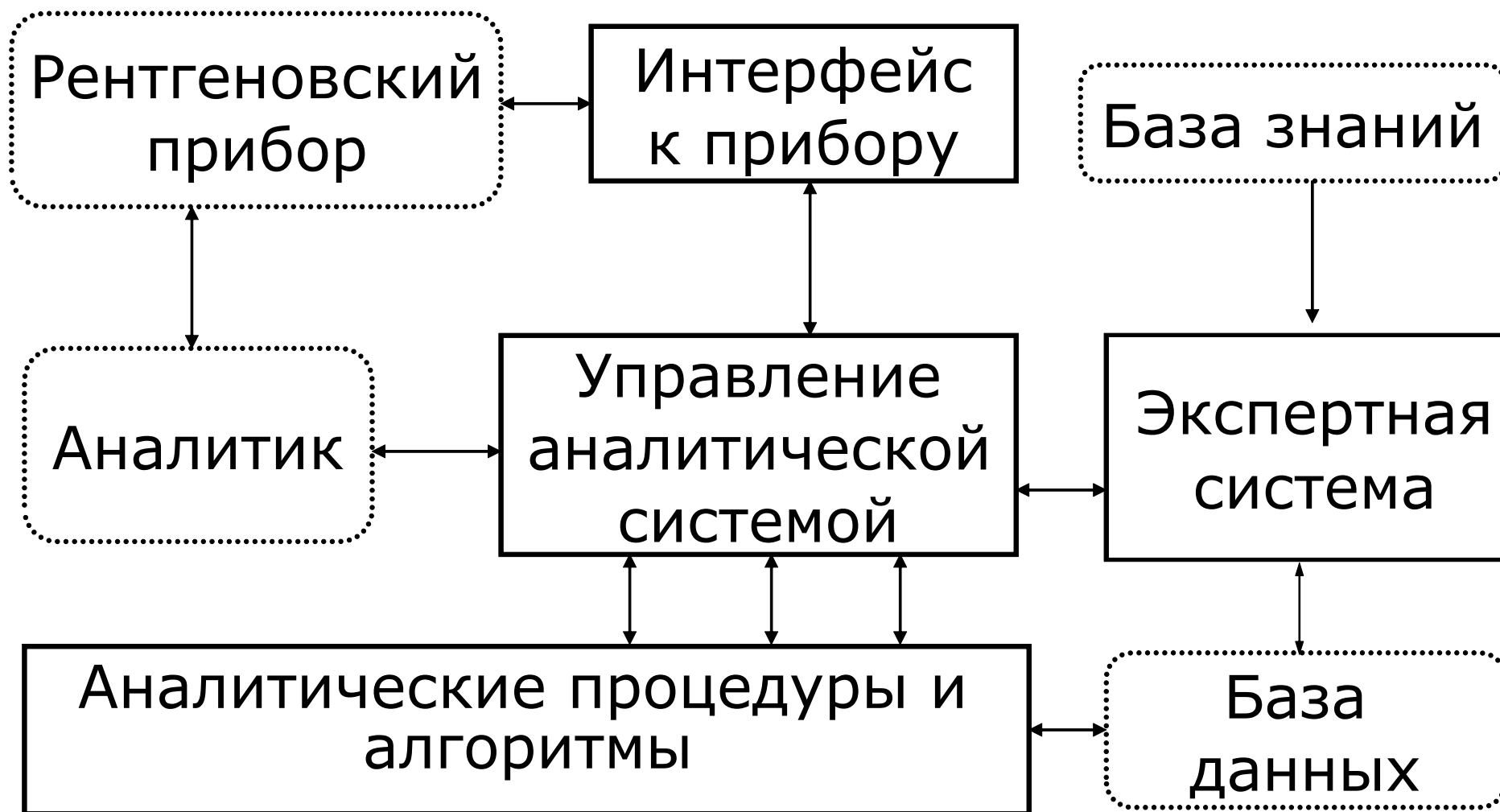
- Распознавание образов и ситуаций;
- Экспертное оценивание;
- Планирование действий;
- Понимание естественного языка;
- Качественный анализ данных.

Обработка символьной информации:

- Автоматическое доказательство теорем;
- Преобразования структур данных;
- Естественно-языковые человеко-машинные интерфейсы.

Архитектура системы

4



База данных

5

- Свойства определяемых элементов;
- Взаимное влияние элементов во время съемки;
- Перечень стандартных образцов (СО);
- Типы горных пород и их состав;
- Принятая классификация горных пород.

База знаний

- Выбор сценария действий исследования;
- Выбор СО для грубой оценки содержаний;
- Выбор СО по уточненным данным;
- Выбор модели регрессии $I^i \rightarrow C^i$;
- Методика использования регрессии: форма уравнения, метод расчета коэффициентов.

Определение содержания элементов в пробе. Состав неизвестен.

Оборудование

- Спектрометр рентгеновский многоканальный СРМ-25;
- Набор стандартных образцов
- Сведения о концентрациях определяемых элементов в СО.

Сценарий

- Выбор СО для грубой оценки;
- Измерение образца сравнения;

- Измерение СО и пробы;
- Грубая оценка концентраций определяемых элементов в пробе;
- Выбор СО для калибровки по данным грубого анализа;
- Измерение выбранных СО, и образце сравнения;
- Расчет калибровочных коэффициентов;
- Вычисление концентраций определяемых элементов.

Грубая оценка содержания

7

Если известен тип горной породы → набор СО и уравнение

$$C^i = a_0^i + \sum_{j \in k_i} a_j^i I^j;$$

иначе использовать СО среднего состава (DTS-1) и уравнение $C^i = \frac{C_R^i I^i}{I_R^i}$.

Элемент	Результат	Аттестов.	Ca	0.183	0.001
Na	0.888	0.015	Ti	0.070	0.001
Mg	2.090	49.590	Mn	0.184	0.170
Al	0.171	0.190	Fe	14.040	0.005
Si	32.331	40.470	Ba	0.157	0.001
P	0.006	0.002			
K	0.016	0.001			

Выбор стандартных образов для последующей калибровки

8

01. Enter the following SSs in slots:

In 3-th slot insert SGHM_4

In 4-th slot insert SGH_3

In 7-th slot insert DTS_1

In 5-th slot insert SA_1

In 6-th slot insert SG_1A

In 8-th slot insert SGHM_3

In 9-th slot insert SDO_3

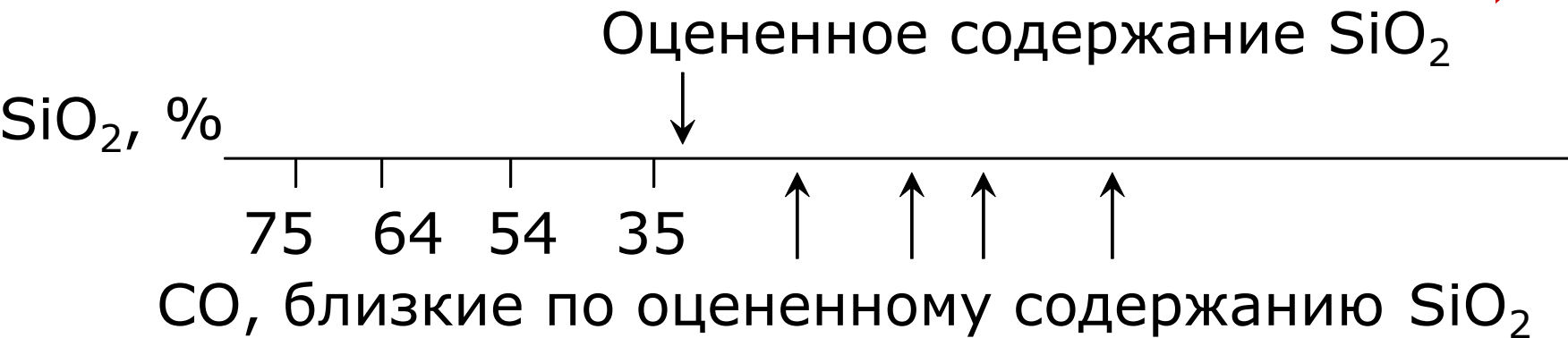
In 10-th slot insert SI_3

In 11-th slot insert SI_2

Правило выбора стандартных образов

```
(defrule choose-standard-defining-element ""
  (probe (name ?pname)) (need-element (name ?el))
  (rock-defining (element ?el))
  (probe-concentration (name ?pname) (element ?el)
    (value ?aconc))
  ?st <- (standard (name ?st-name))
  (concentration (element ?el) (standard ?st-name)
    (value ?conc))
  (range (element ?el) (min ?min) (max ?max))
  (test (and (> ?aconc ?min) (< ?aconc ?max)))
  (test (and (> ?conc ?min) (< ?conc ?max)))
  =>
  (assert (use-standard (name ?st-name))))
```

Выбор стандартных образцов



Element	Result	Attested	Ca	-0.446	0.001
Na	-0.037	0.015	Ti	-0.040	0.001
Mg	42.196	49.590	Mn	0.132	0.170
Al	0.304	0.190	Fe	4.723	0.005
Si	38.541	40.470	Ba	0.047	0.001
P	0.003	0.002	$C^i = a_0^i + \sum_{j \in k_i} a_j^i I^j.$		
K	0.078	0.001			

Проблемы

- Выбор СО осуществляется на основе только пороодообразующих элементов;
- Не производились *выбраковка* и уточнение модели на этот конкретный случай.

Решение

- Снабдить базу знаний правилами, более точно подбирающими СО для калибровки;
- Разработать интеллектуальную подсистему выбраковки и уточнения математической модели;
- Повторять расчет, т.е. сценарий решения задачи.

Использование ИИ в РФА позволяет

- автоматизировать творческие этапы исследования;
- учитывать максимальное количество информации;
- разрабатывать обучающие системы;
- автоматически контролировать процессы;
- снизить требования к квалификации аналитика.