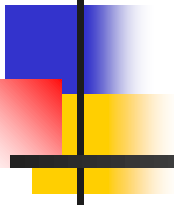
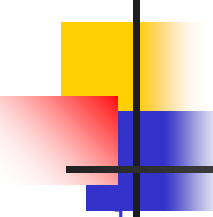


ОНТОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДЛЯ СИСТЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА



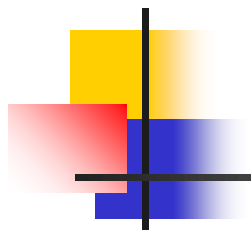
Ирина Леонидовна Артемьева,
доктор технических наук, профессор,

Зам. директора по науке Института математики и
компьютерных технологий Дальневосточного
федерального университета



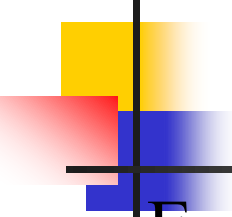
План доклада

1. Определение и состав онтологии
2. Формализация онтологий. Классы моделей
3. Онтологический анализ. Зависимость методов анализа от типов используемых формализмов
4. Особенности онтологического анализа для систем, основанных на знаниях
5. Онтологии задач, онтологии методов. Использование онтологии предметной области при разработке методов решения задач
6. Прикладные системы на основе онтологий
7. Оболочки систем, основанных на знаниях



1. Определение и состав ОНТОЛОГИИ

Предпосылки: разработка теории экспертных систем (проект начался в 1994 г.)



Еще раньше в работах А.С.Клещева отмечалось, что в основе модели предметной области лежит некоторая структура

Было введено понятие проблемно-ориентированного представления в 1983 г.

Обзор иностранных работ по онтологиям (рассмотрено около 300 работ)

Был подготовлен препринт по результатам обзора:

- Mathematical models of domain ontologies, 43 с., 2000 г.

Клещев А.С., Артемьева ИЛ. Математические модели онтологий предметных областей.

Часть 1. Существующие подходы к определению понятия «онтология» // НТИ, сер. 2.- 2001.- № 2.- С. 20–27.



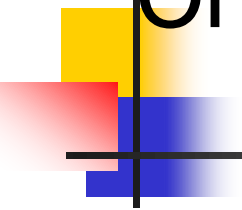
Kleshchev A.S., Artemjeva I.L. Mathematical models of domain ontologies // Int. Journal on Inf. Theories and Appl. – 2007.- Vol. 14.- № 1. - PP. 35-43. – ISSN 1310-0513.

Модель онтологии предметной области
«Упрощенный физико-химический процесс в
неорганической химии» (1999 г.)

Модель онтологии предметной области
«Оптимизация последовательных программ»: в 2-х
частях. (2000 г.- 2002 г.)

Цикл работ с общим названием: Иерархическая
модель онтологии физической химии: в 4-х
частях, 100 с. – 2001 г.

Цикл работ с общим названием: Модель онтологии
предметной области «Органическая химия»: в 5-и
частях, 122 с., 2003 г.



Определение Грубера (1992 г.):

Онтология	есть	явная
спецификация		неявной
концептуализации		

Studer R, Benjamins VR, Fensel D

Knowledge Engineering: Principles and Methods.

IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 1998
25(1-2):161-197

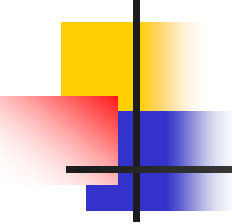
An ontology is a formal, explicit specification of a shared conceptualization.

Conceptualization refers to an abstract model of some phenomenon in the world by having identified the relevant concepts of that phenomenon.

Explicit means that the type of concepts used, and the constraints on their use, are explicitly defined.

Formal refers to the fact that the ontology should be machine-readable.

Shared reflects the notion that an ontology captures consensual knowledge, that is, it is not private of some individual, but accepted by a group



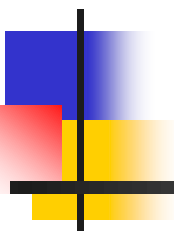
**Neches R, Fikes RE, Finin T, Gruber TR,
Senator T, Swartout WR (1991) Enabling
technology for knowledge sharing //AI
Magazine 12(3):36–56**

Стандарт онтологического исследования «IDEF5»:

Онтология это словарь предметной области, наполненный множеством точных определений, или аксиом, ограничивающих смысл терминов в этом словаре и позволяющих согласованно интерпретировать данные.

Онтология определяет названия понятий, используемых для представления ситуаций предметной области и связи между этими понятиями (онтологические соглашения).

Состав онтологии. Общее



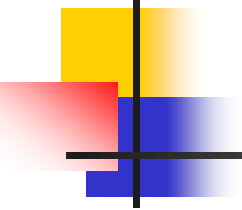
1. Описание понятий и множеств их значений (СЛОВАРЬ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ)
2. Множество онтологических соглашений



Отличие онтологии от знаний предметной области

1. Онтология является интенциональным описанием знаний в некоторой предметной области. Онтология определяет структуру и словарь статических знаний предметной области. Знания предметной области суть множество утверждений о предметной области. Тогда как знания предметной области описывают фактическую ситуацию в предметной области, онтология предметной области задает ограничения на структуру и содержание знаний.

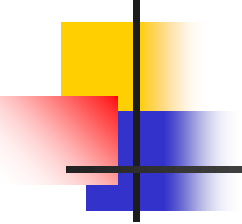
Онтология предметной области есть та часть знаний предметной области, относительно которой предполагается ее неизменность. Относительно остальной части знаний предметной области предполагается, что она может изменяться, но должна оставаться согласованной с онтологией предметной области.



Отличие онтологии от знаний предметной области

2. Онтология предметной области есть та часть знаний предметной области, которая ограничивает значения терминов предметной области. Значения терминов предметной области не зависят от остальной (изменяемой) части знаний предметной области.

3. Онтология предметной области является множеством соглашений о предметной области, другая часть знаний предметной области является множеством эмпирических и других законов этой области. Онтология определяет степень соответствия значений терминов спецификациям



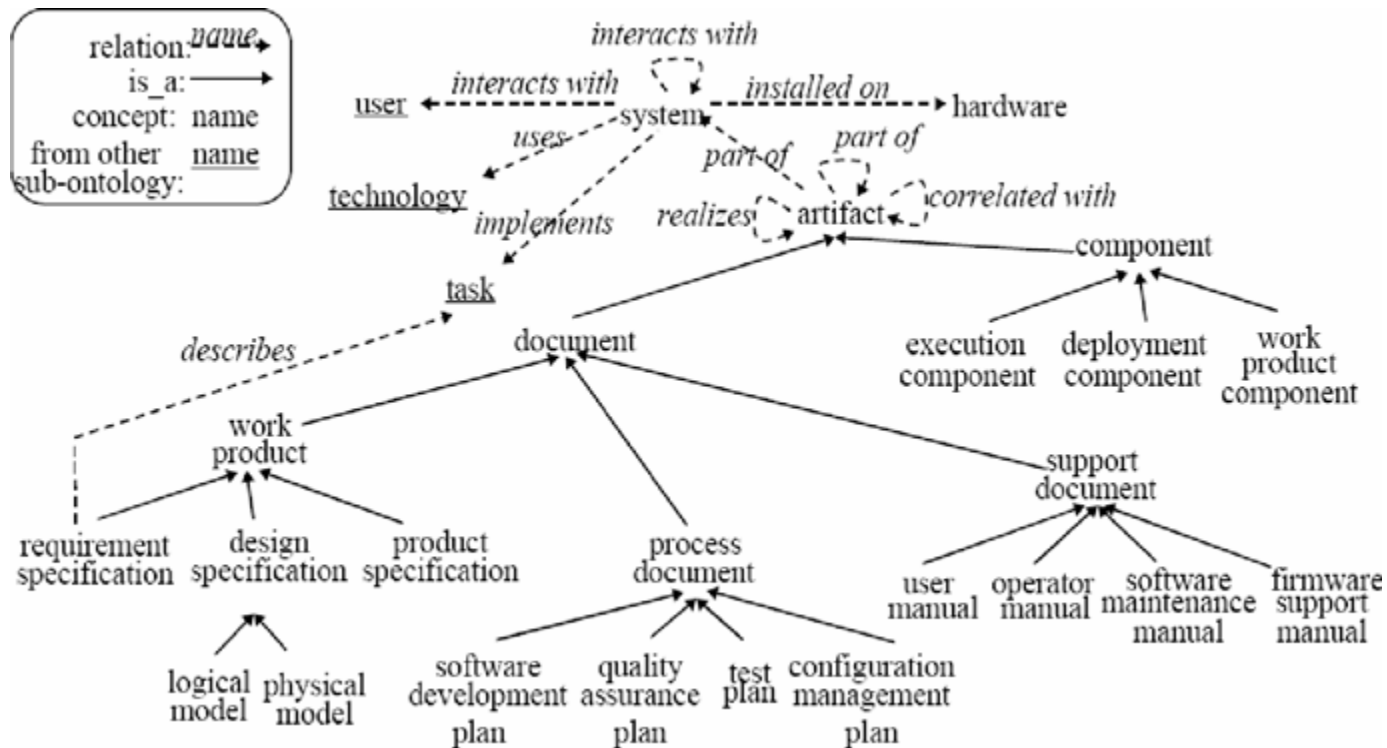
2. Формализация онтологий. Классы моделей



Существующие формализмы для представления онтологий и знаний. Способ представления онтологии

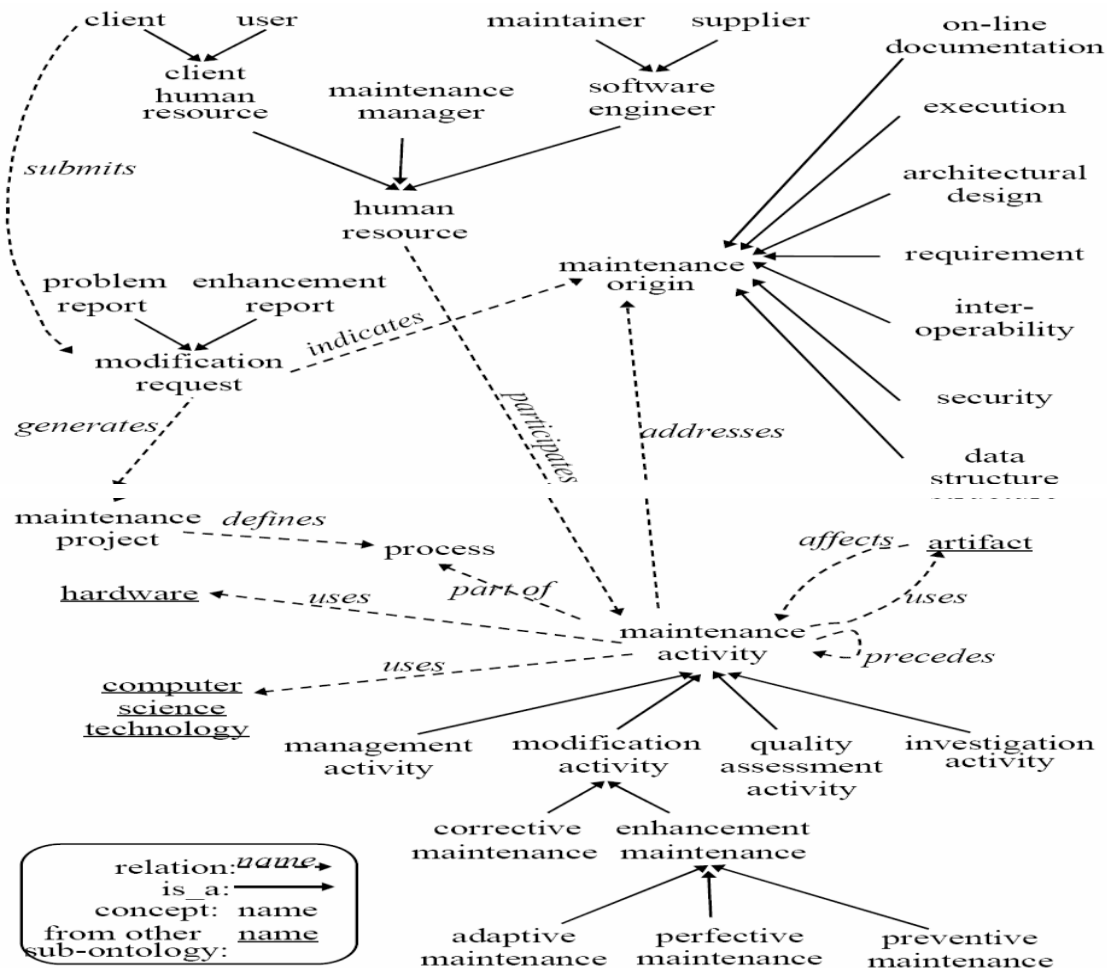
Семантические сети	Понятия предметной области представляются в виде вершин сети Отношения между ними – в виде дуг различных типов
Системы фреймов	Дополнительно к первому случаю - позволяют задать структуру понятий
Объектно-ориентированные формализмы	Понятия представляют собой классы, Связаны объектно-ориентированными отношениями
Онтологии наукоемких областей	много различных соотношений => логические модели Описание сортов терминов и связей между ними в виде логических соотношений

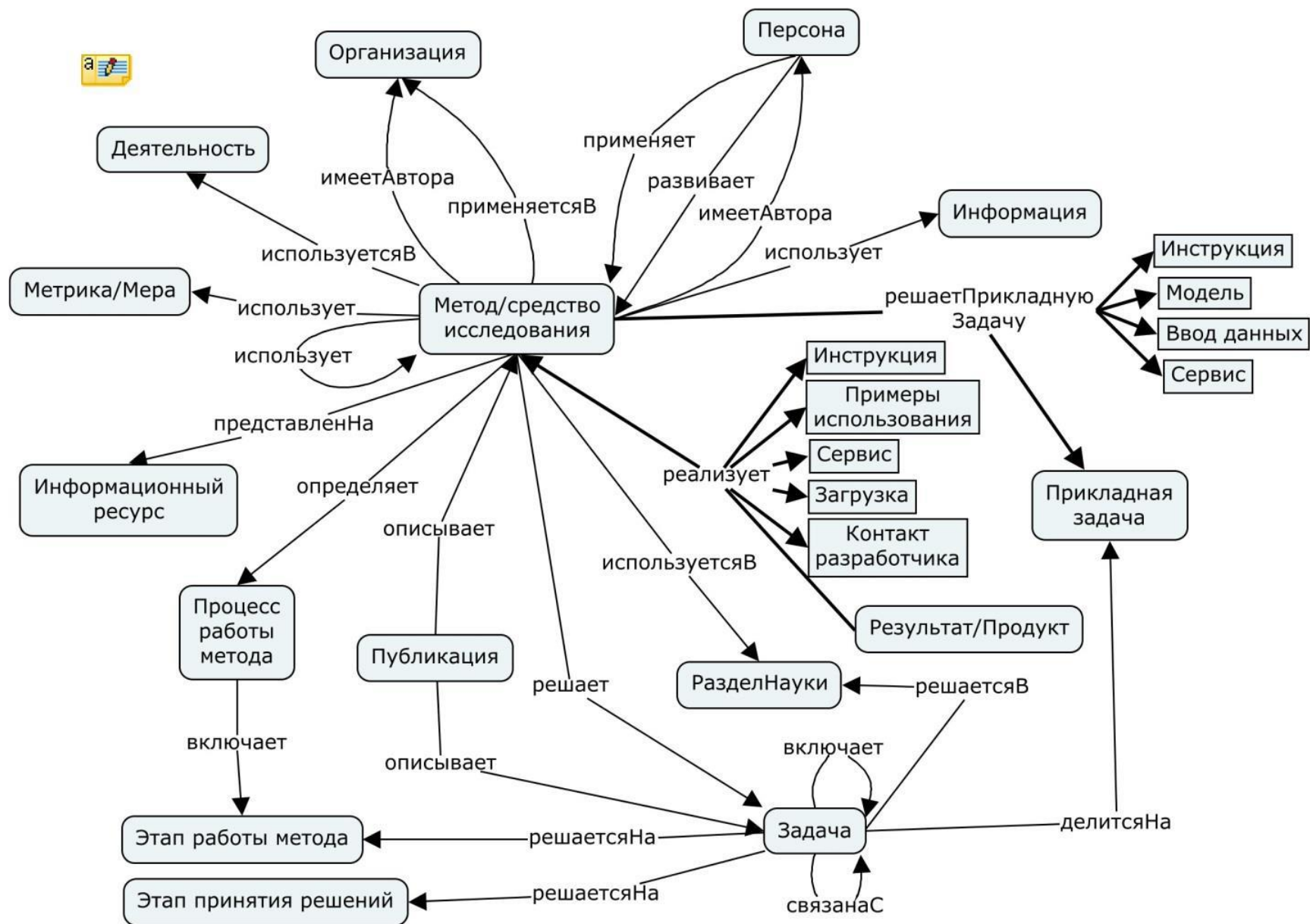
Anquetil N., de Oliveira K.M. , Dias M.G.B. **Software Maintenance Ontology**
 In Ontologies for Software Engineering and Software Technology
System sub-ontology



Anquetil N., de Oliveira K.M. , Dias M.G.B. **Software Maintenance Ontology**
 In Ontologies for Software Engineering and Software Technology

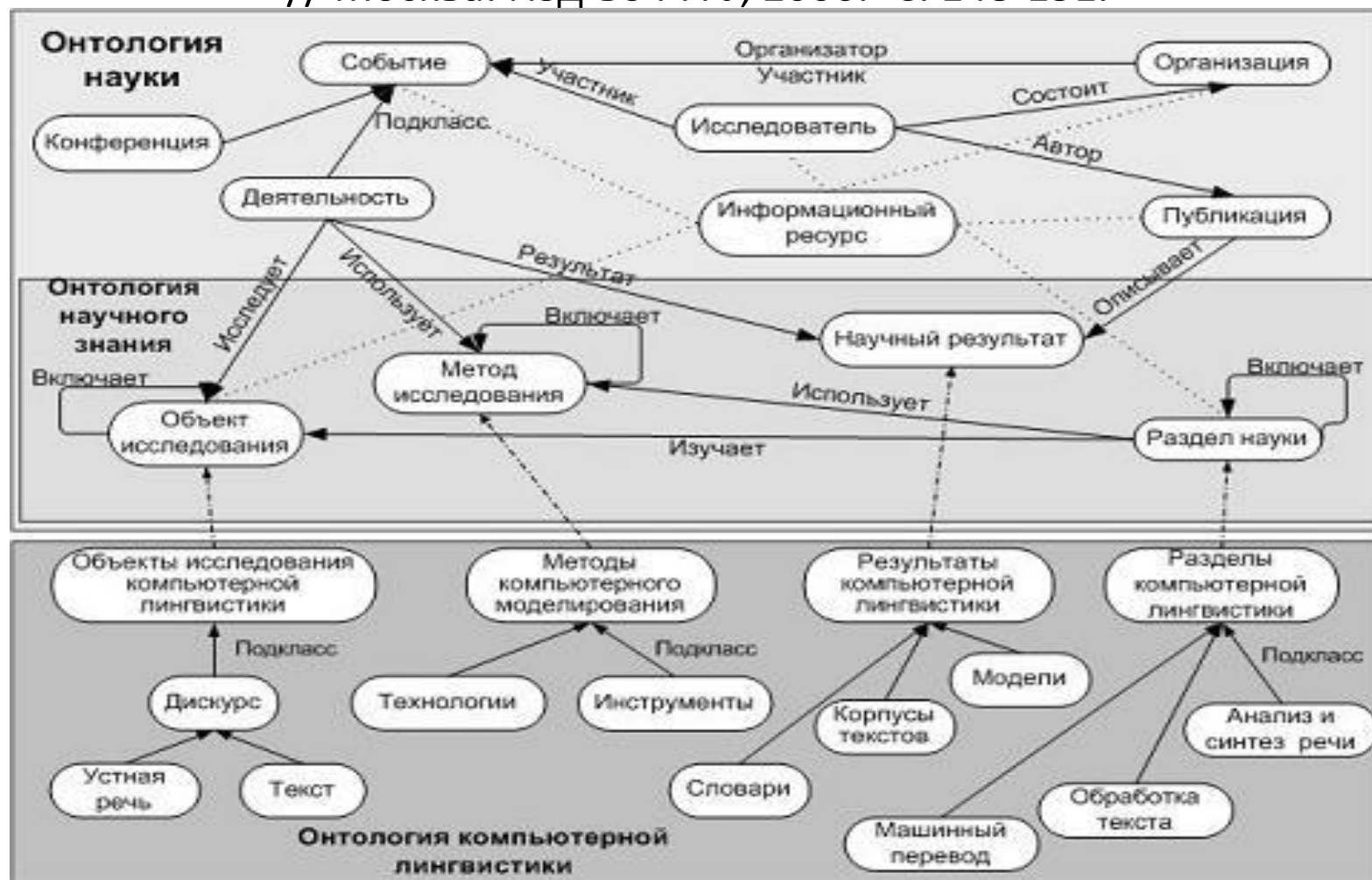
Modification process sub-ontology





Загорулько Ю.А., Боровикова О.И., Кононенко И.С., Сидорова Е.А.
**ПОДХОД К ПОСТРОЕНИЮ ПРЕДМЕТНОЙ ОНТОЛОГИИ ДЛЯ ПОРТАЛА
ЗНАНИЙ ПО КОМПЬЮТЕРНОЙ ЛИНГВИСТИКЕ**

// Москва: Изд-во РГГУ, 2006. -С. 148-151.

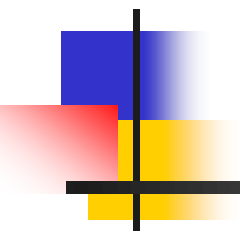




Существующие формализмы для представления онтологий и знаний. Способ представления знаний

Семантические сети	Вершины – потомки понятий
Системы фреймов	Примеры фреймов
Объектно-ориентированные формализмы	Объекты, принадлежащие классам
Логические модели	В зависимости от типа области

Клещев А.С., Артемьева И.Л. Математические модели онтологий предметных областей.



Часть 2. Компоненты модели. // НТИ, сер. 2.- 2001.- № 3.- С.19-29.

Часть 3. Сравнение разных классов моделей онтологий
// НТИ, сер. 2.- 2001.- № 4.- С. 10-15.



Логическая модель онтологии. Типы предложений формального языка

- описание сортов имен
 $(v_1:t_1) (v_2:t_2) \dots (v_m:t_m)$ сорт $t': t''$
- описание значений имен
 $(v_1:t_1) (v_2:t_2) \dots (v_m:t_m) t' \equiv t''$
- ограничения на интерпретацию имен
 $(v_1:t_1) (v_2:t_2) \dots (v_m:t_m) f$



Логическая модель онтологии. Примеры определения терминов

Сорт Места отбора: $\{N \setminus \emptyset\}$

Дата $\equiv$ (x День, Месяц, Год, Час, Минута)

День $\equiv I[1; 31]$

Месяц $\equiv \{\text{Январь, Февраль, Март, Апрель, Май, Июнь, Июль, Август, Сентябрь, Октябрь, Ноябрь, Декабрь}\}$

Год $\equiv I[\text{начальный год; конечный год}]$

Час $\equiv I[0; 23]$

Минута $\equiv I[0; 59]$

Сорт начальный год: $I[1900; \infty)$

Сорт конечный год: $I(\text{начальный год; } \infty)$

Сорт Идентификаторы проб: $\{N \setminus \emptyset\}$

В предметной области существует непустое множество проб. Каждая проба имеет свой уникальный идентификатор.

Сорт Дата отбора пробы: Идентификаторы проб $\rightarrow$ Дата

Сорт Место отбора пробы: Идентификаторы проб $\rightarrow$ Места отбора

Сорт Элементы пробы: Идентификаторы проб $\rightarrow \{ \}$ Компоненты

У каждой пробы имеется некоторый набор элементов.

Примеры. Продолжение

Сорт Минимально допустимый процент для элемента при проверке на ошибку измерения $\mathbb{R}[0; 100]$

Некорректные пробы $\equiv (\lambda (x: \text{Элементы после недостаточности данных}) \cup_{i \in \text{Идентификаторы проб}} \{ i \mid \frac{\text{Концентрация}(i,x)}{\text{Ошибка измерения}(x)} < 2 \})$

Некорректные пробы – множество проб для некоторого компонента, которые не прошли этап проверки на приборную ошибку измерения.

$(x: \text{Элементы после недостаточности данных})$ Процент для отсеивания при ошибке $(x) \equiv \frac{\mu(\text{Некорректные пробы}(x))}{\text{Количество проб в системе}}$

Элементы после проверки на ошибку $\equiv \{ (x \in \text{Элементы после недостаточности данных}) \mid \text{Процент для отсеивания при ошибке}(x) > \text{Минимально допустимый процент для элемента при проверке на ошибку измерения} \}$



Модель знаний

- Множество значений терминов онтологии знаний
- Неструктурированные знания

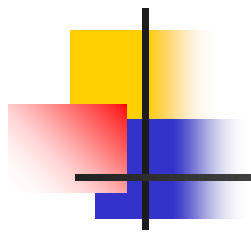
Неструктурированные знания, Примеры утверждений

изменения количеств веществ двух участников реакции процесса (реагентов и результатов) связаны через стехиометрические коэффициенты уравнения химической реакции. Они имеют один знак, если оба участника принадлежат одной стороне уравнения, и разные знаки, если принадлежат противоположным сторонам уравнения

(τ : [1, число шагов процесса]) (f : реакции процесса(τ)) (i : Реагенты(f) $\cup$ Результаты(f)) (j : {(j' : Реагенты(f) $\cup$ Результаты(f)) $j' \neq i$ })

$$\frac{\text{полученное количество}(\tau, f, i)}{\text{Стехиометрический коэффициент}(f, i)} = \frac{\text{полученное количество}(\tau, f, j)}{\text{Стехиометрический коэффициент}(f, j)} * \begin{cases} 1 & (i \in \text{Реагенты}(f) \ \& \ i \in \text{Реагенты}(f) \vee i \in \text{Результаты}(f) \ \& \ i \in \text{Результаты}(f) \Rightarrow 1), \\ -1 & (i \in \text{Реагенты}(f) \ \& \ i \in \text{Результаты}(f) \vee i \in \text{Результаты}(f) \ \& \ i \in \text{Реагенты}(f) \Rightarrow -1) \end{cases}$$

- изменение энтальпии системы происходит за счет реакций (τ : [1, число шагов процесса]) изменение энтальпии(τ) = ($\sum$ (f : реакции процесса(τ)) изменение энтальпии(τ, f))
- изменение энтропии системы происходит за счет реакций (τ : [1, число шагов процесса]) изменение энтропии(τ) = ($\sum$ (f : реакции процесса(τ)) изменение энтропии(τ, f))



3. Онтологический анализ. Зависимость методов анализа от типов используемых формализмов

Скелетная методология разработки ОНТОЛОГИЙ

1. идентификация цели и охвата онтологии (определение ключевых понятий и отношений между ними в предметной области, формулирование точных определений смысла понятий и отношений, определение терминов для обозначения понятий и отношений),
2. построение онтологии (состоит из фиксации и кодирования онтологии, интеграции существующих),
3. оценивание онтологии,
4. документирование

Toronto Virtual Enterprise (TOVE)
Gruninger, M., Atefi, K., & Fox, M.S.

Ontologies to support process integration in enterprise engineering

Computational and Mathematical Organization Theory, 2000, 6(4), 381-394

Name of the Phase	Input	Description	Output
Motivating scenario	Nothing: first step	It's the starting point, the definition of a set of problems encountered in a particular enterprise	Identify intuitively possible applications and solutions.
Informal competency questions	The motivating scenario	It is the definition of ontology requirements described as informal questions that an ontology must be able to answer	Questions: terminology Answers: axioms and formal definitions
Terminology specification	Informal questions	The objects, attributes, and relations of the ontology are formally specified (usually first-order logic)	Objects: constants and variables Attributes and relations: functions and predicates
Formal competency question	Objects, attributes, and relations	The requirements of the ontology are formalized in terms of the formally defined terminology	Formally defined terminology
Axiom specification	Formally defined terminology	Axioms that specify the definition of terms and constraints on their interpretations are given in first-order logic:	First-order sentences, using predicates of ontology
Completeness theorems	First-order sentences	An evaluation stage that assesses the competency of the ontology by defining the conditions under which the solutions to the competency question are complete.	Conditions under which the solutions to the competency question are complete

Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology

1. **Определение области и масштаба онтологии.** Должны быть получены ответы на основные вопросы: какую область будет охватывать онтология, для чего ее будут использовать, на какие типы вопросов должна давать ответы информация в онтологии, кто будет использовать и поддерживать онтологию.
2. **Рассмотрение вариантов повторного использования существующих онтологий.** Повторное использование существующих онтологий может быть необходимым, если системе нужно взаимодействовать с другими приложениями, которые уже вошли в отдельные онтологии или контролируемые словари.
3. **Перечисление важных терминов в онтологии.** Полезно составить список всех терминов, о которых требуется сказать что-либо или которые надо объяснить пользователю (т.е. ответить на вопросы: какие термины надо рассмотреть, какие свойства имеют эти термины, что хотелось бы сказать об этих терминах).
4. **Определение классов и иерархии классов.** На этом этапе выполняется процесс «сверху-вниз» либо «снизу-вверх», либо комбинированный. Понятие в данном случае – это и есть класс.
5. **Определение свойств классов – слотов.** Задача данного шага состоит в описании внутренней структуры понятий.
6. **Определение фацетов слотов.** Слоты могут иметь различные фацеты, которые описывают тип значения, разрешенные значения, число значений (мощность) и другие свойства значений, которые может принимать слот.
7. **Создание экземпляров.** Последний шаг – это создание отдельных экземпляров классов в иерархии. Для определения отдельного экземпляра класса требуется (1) выбрать класс, (2) создать отдельный экземпляр этого класса и (3) ввести значения слотов.

<http://www.alphaworks.ibm.com/contentnr/semanticsfaq>

Уточнение методологии 101:

Шаг 7: Создать базу знаний, определяя
экземпляры классов и задавая значения
слотов

Кудрявцев Д. В.

Разработка проблемно-ориентированных онтологий

Десятая нац. конф. по искусственному интеллекту с междунар.
участием, 2006

1. Определение основных атрибутов понятия
2. Определение фасетов для атрибутов. Под фасетом понимается область допустимых значений атрибута. С помощью фасетов задается структура, используемая для описания рассматриваемого понятия.
3. Описание фасетов. Строится атрибутивно-фасетное дерево.

Fernández, M., Gómez-Pérez, A., & Juristo, N.
METHONTOLOGY: From ontological art towards ontological engineering

Name of the Phase	Input	Description	Output
Planning	Nothing: first step	Plan the main tasks to be done, the way in which they will be arranged, the time and resources that are necessary to perform these tasks	A project plan
Specification	A series of question such as: "Why is this ontology being built and what are its intended uses and end-users?"	Identify ontology's goals	Ontology requirements specification document, specifying purposes and scopes. Its goal is to produce either an informal, semi-formal, or formal ontology specification document written in natural language, using a set of intermediate representations or using competency questions, respectively. The document has to provide at least the following information: the purpose of the ontology (including its intended uses, scenarios of use, end-users, etc.); the level of formality used to codify terms and meanings (highly informal, semi-informal, semi-formal, rigorously formal ontologies); the scope; its characteristics and granularity. Properties of this document are: concision, partial completeness, coverage of terms, the stopover problem and level of granularity of each and every term, and consistency of all terms and their meanings.
Conceptualization	A good specification document	Conceptualize in a model that describes the problem and its solution. To identify and gather all the useful and potentially usable domain knowledge and its meanings	A complete glossary of terms (including concepts, instances, verbs, and properties). Then, a set of intermediate representations such as concepts classification trees, verb diagram, table of formulas, and table of rules. The aim is to allow the final user to ascertain whether or not an ontology is useful and to compare the scope and completeness of several ontologies, their reusability, and shareability.
Formalization	Conceptual model	Transform conceptual model into a formal or semi-compatible model, using frame-oriented or description logic representation systems	Formal conceptualization
Integration	Existing ontologies and the formal model	Processes of inclusion, polymorphic refinement, circular dependencies, and restriction. For example, select meta ontologies that better fit the conceptualisation	
Implementation	Formal model	Select target language	Create a computable ontology
Maintenance		Including, modifying definition in the ontology	Guidelines for maintaining ontologies
Acquisition		Searching and listing knowledge sources through non-structured interviews with experts, informal text analysis, formal text analysis, structured interviews with experts to have detailed information on concepts, terms, meanings, and so on	A list of the sources of knowledge and a rough description of how the process will be carried out and what techniques will be used.
Evaluation	Computable ontology	Technical judgment with respect to a frame of reference	A formal and correct ontology
Documentation			Specification document must have the property of concision

Методология, использованная при разработке онтологии MENELAS (для системы понимания естественного языка)

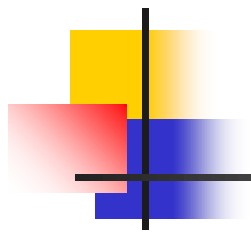
1. подобие (подкласс должен иметь тот же самый тип как его родитель),
2. специфика (подкласс должен иметь некоторое различие, которое отличает это от этого родителя),
3. оппозиция (подклассы одного понятия несовместимы друг с другом),
4. уникальная семантическая ось (подклассы понятия могут быть ограничены, чтобы отличаться от родителя в некоторых общих свойствах или 'осях').

Некоторые обзоры по методологиям разработки ОНТОЛОГИЙ

- Corcho O., Fernandez-Lopez M., Gomez-Perez A. Methodologies, tools and languages for building ontologies. Where is their meeting point? // Data & Knowledge Engineering, 2003. № 46: 41–64.
- Cristani M., Cuel R. A Survey on Ontology Creation Methodologies. In Int. J. on Semantic Web & Information Systems, 2005, 1(2): 48-68.
- Jones D., Bench-Capon T. and Visser P. Methodologies For Ontology Development. URL: <http://www.iet.com/Projects/RKF/SME/methodologies-for-ontology-development.pdf>
- Uschold M., Gruninger M. Ontologies: Principles, methods and applications. //The Knowledge Engineering Review.-1996.-Vol.11.-№ 2.P. 93-155
- Fernández-López M, Gómez-Pérez A. Overview and analysis of methodologies for building ontologies. The Knowledge Engineering Review, 2002. 17(2):129–156
- Corcho O., Fernández-López M., Gómez-Pérez A. Ontological Engineering: Principles, Methods, Tools and Languages. In Coral Calero, · Francisco Ruiz, · Mario Piattini (Eds.) Ontologies for Software Engineering and Software Technology

Анализ при разработке логической модели ОНТОЛОГИИ

- 1.1. анализ множества задач профессиональной деятельности, определение для каждой задачи множества ее объектов, анализ свойств объектов задач и отношений между ними, которые используются в качестве входных данных и результатов решения задач;
- 1.2. подготовка представительного списка примеров ситуаций; определение множества терминов, используемых для представления ситуаций действительности;
- 1.3. анализ списка значений для введенных терминов;
- 1.4. представление примеров ситуаций из подготовленного списка с использованием введенных терминов, поиск и исправление ошибок данного этапа анализа.
- 2.1. определение объемов понятий, обозначенных терминами для представления действительности;
- 2.2. формулировка онтологических соглашений – ограничений целостности действительности;
- 2.3. поиск ошибок в определении онтологии действительности.
3. анализ знаний предметной области, т.е. описание законов и закономерностей предметной области, формулировка их с использованием терминов онтологии действительности.



4. Особенности онтологического анализа для систем, основанных на знаниях

Problem-Oriented Representation for Development of Knowledge Bases for Expert Systems

Third Inter. Conf. "Artif.Intell. and Inform.Control System of Robots", Smolenice, 1984

Проблемно-ориентированное представление состоит из:

1. схемы базы знаний (системы фреймов-прототипов, используемых при представлении знаний в виде систем фреймов-примеров),
2. схемы базы данных (системы фреймов-прототипов, используемых при описании конкретных данных в виде систем фреймов-примеров),
3. ограничений целостности базы знаний
4. ограничений целостности базы данных
5. правил соответствия состояний базы данных состояниям базы знаний

Клещев А.С., Артемьева И.Л.

Математические модели онтологий предметных областей. Часть 2. Компоненты модели.

НТИ, сер. 2.- 2001.- № 3.- С.19-29

Онтология предметной области состоит из:

- Онтологии знаний
- Онтологии действительности
- Связи между онтологией знаний и онтологией действительности

Онтология предметной области. Пример

- Физическая химия
 - Химическая термодинамика
 - Химическая кинетика
 - ...
- Органическая химия
- Аналитическая химия
 - рентгенофлуоресцентный анализ
 - спектральный анализ
 - ...

Знания предметной области

Знания о законах образования химических соединений из элементов

Знания о свойствах химических соединений

Знания о законах прохождения химических реакций

Общие законы прохождения химических реакций для класса соединений

Ситуация предметной области

Химический процесс

шаг 1: химические соединения (исходные соединения), классы химических соединений, реакции, имевшие место на шаге

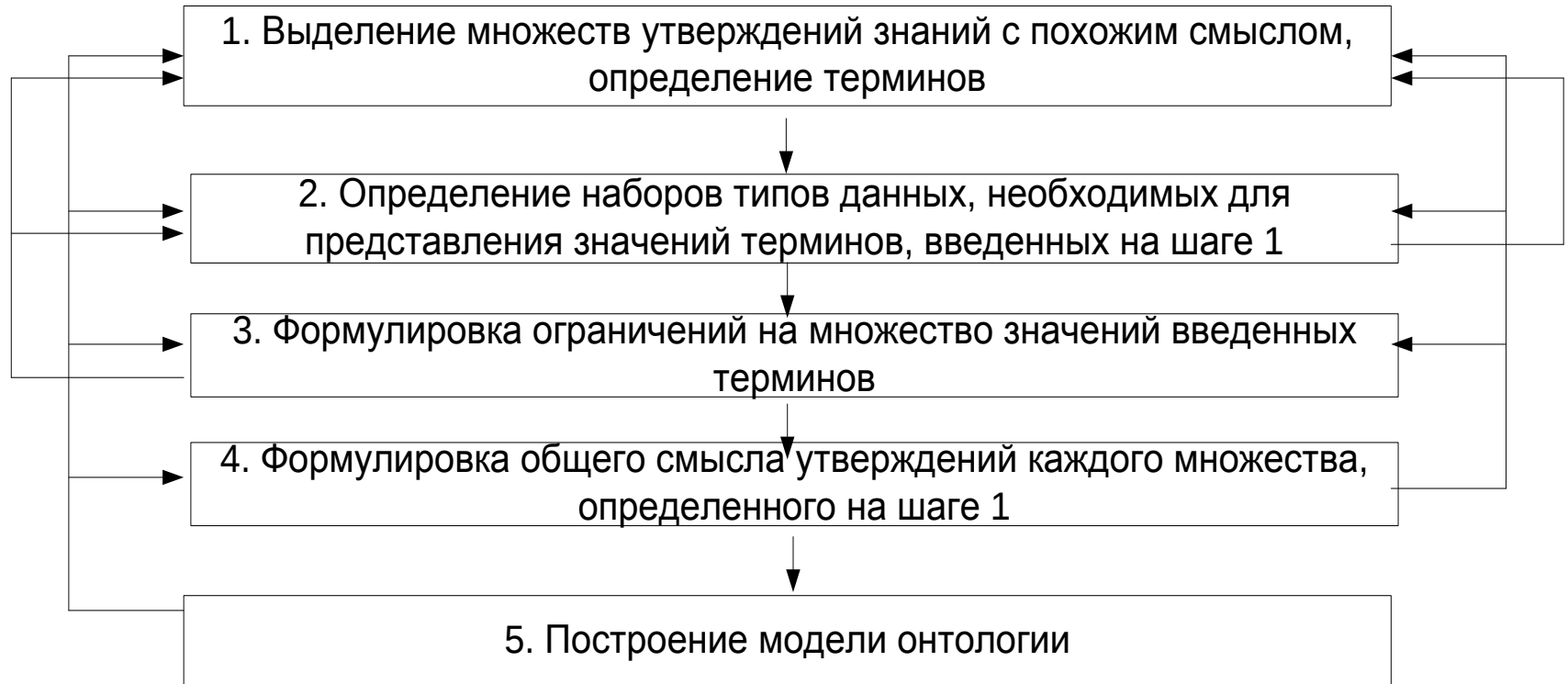
...

шаг i: химические соединения, классы химических соединений, реакции, имевшие место на шаге

...

шаг n: химические соединения (среди которых содержатся продукты процесса), классы химических соединений, реакции, имевшие место на шаге

Этапы анализа при построении онтологии знаний



Онтологии предметных областей,
знания которых не структурированы

Онтология предметной области	Совпадает с онтологией действительности. Онтология знаний пуста
Состав множества онтологических соглашений	Ограничения целостности действительности
Способ представления знаний	Множеством утверждений (в моделях в виде множества логических формул)

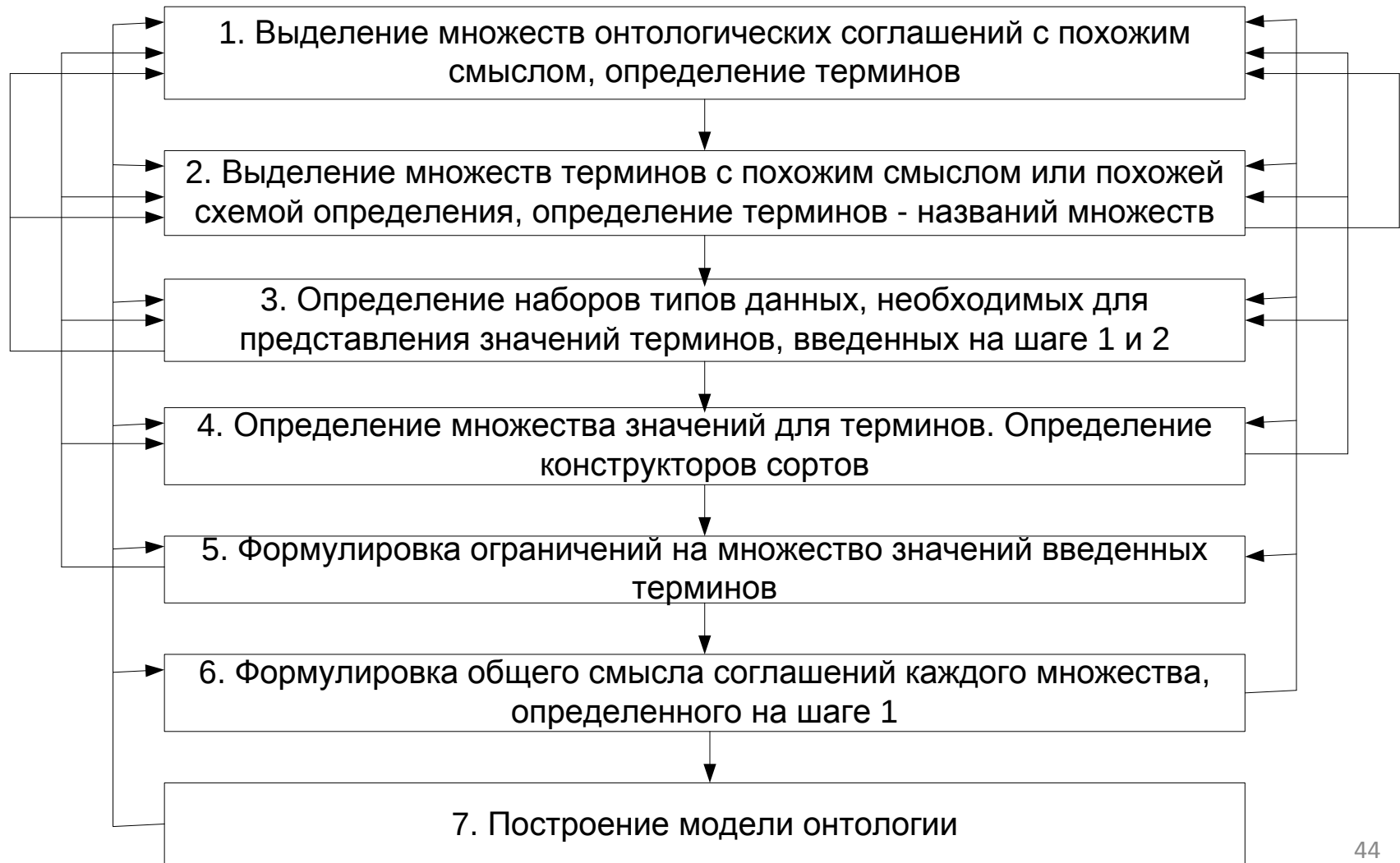
Онтология предметных областей,
все знания которых структурированы

Состав онтологии предметной области	1. Онтология знаний 2. Онтология действительности 3. Связи между онтологией знаний и онтологией действительности
Состав множества онтологических соглашений	1. Ограничения целостности знаний 2. Ограничения целостности действительности 3. Утверждения, задающие связи между онтологией знаний и онтологией действительности
Способ представления знаний	В виде множества пар <термин онтологии знаний, значение термина>

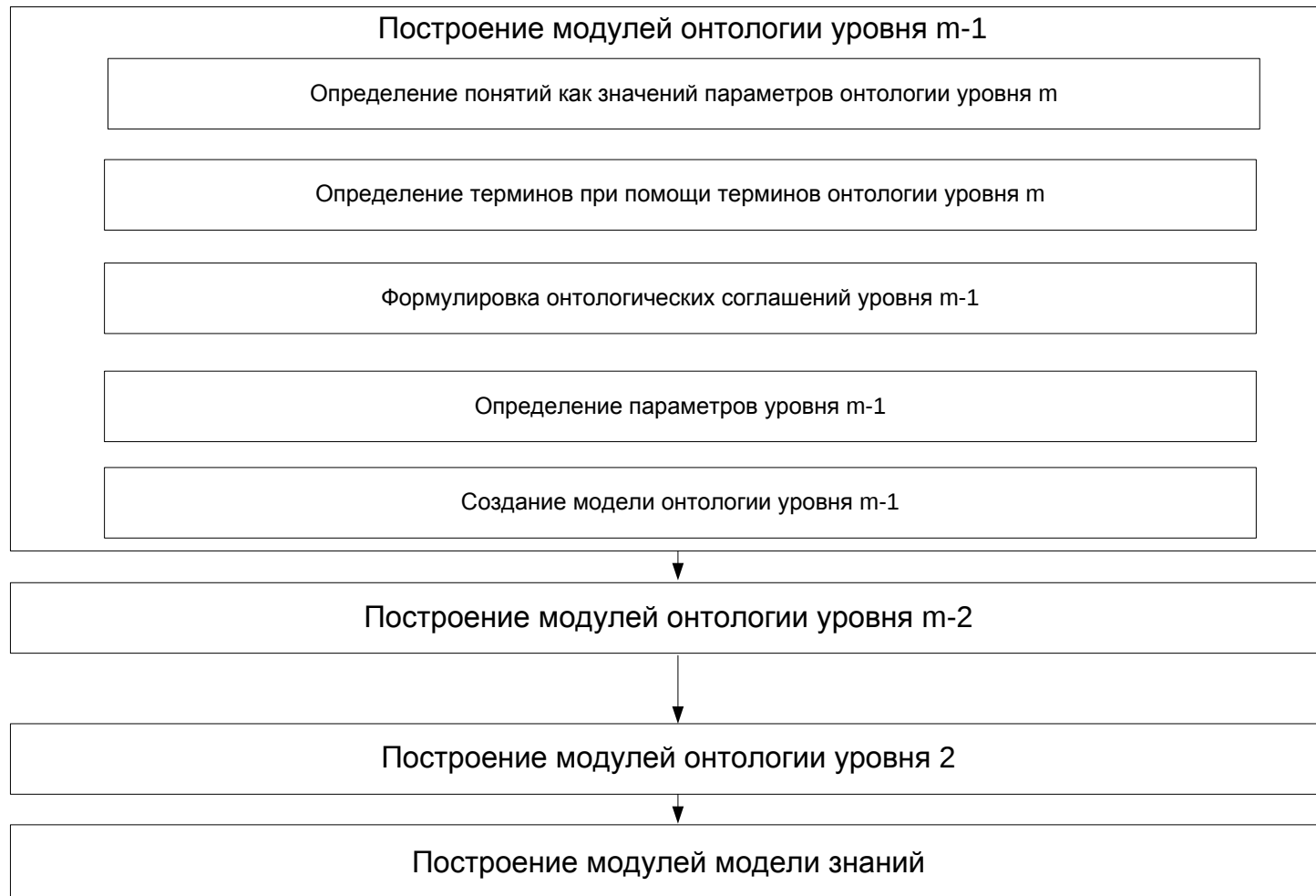
Онтология предметных областей,
в которых только часть знаний имеет структуру

Состав онтологии предметной области	1. Онтология знаний 2. Онтология действительности 3. Связи между онтологией знаний и онтологией действительности
Состав множества онтологических соглашений	1. Ограничения целостности знаний 2. Ограничения целостности действительности 3. Утверждения, задающие связи между онтологией знаний и онтологией действительности
Способ представления знаний	В виде пары, состоящей из множества <термин онтологии знаний, значение термина> и множества утверждений (множества логических формул)

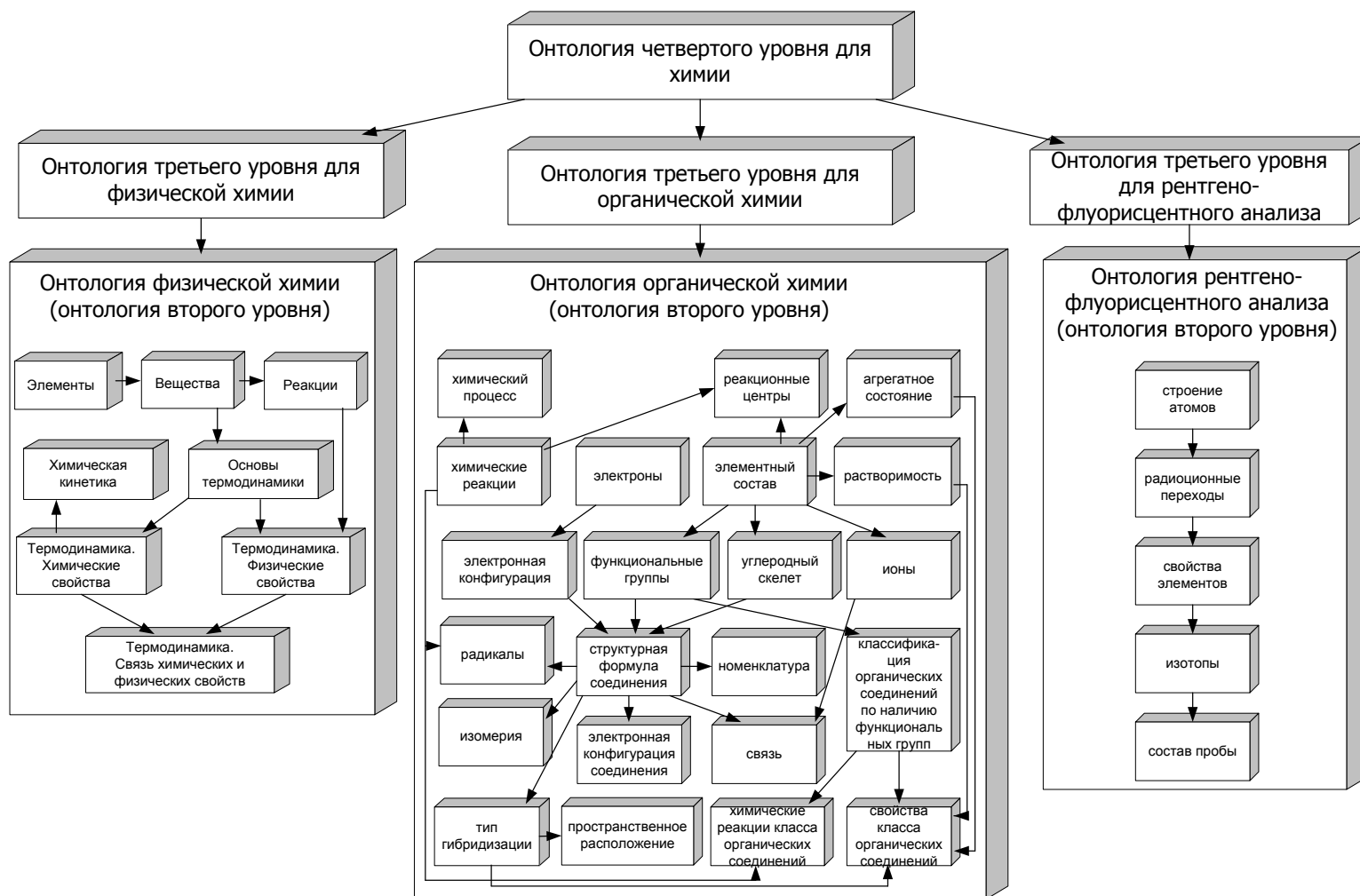
Этапы анализа «снизу вверх» при построении онтологии уровня $i+1$ (метаонтологии)



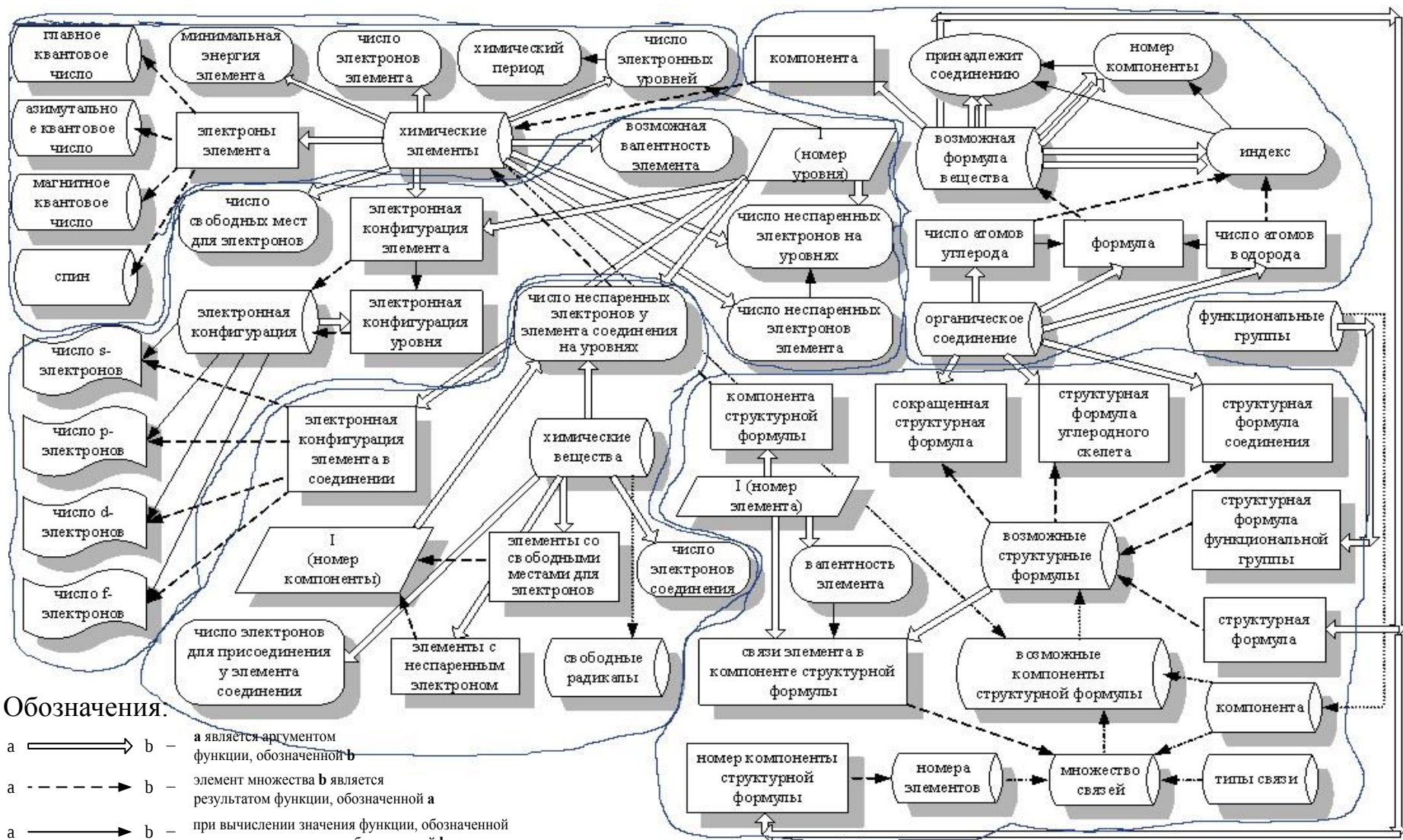
Метод анализа «сверху вниз» для сложно-структурированной предметной области



Многоуровневая онтология химии

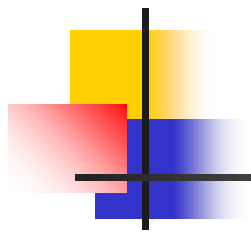


Взаимосвязи терминов на примере 5 модулей модели онтологии органической химии



Обозначения.

- a $\longrightarrow$ b – a является аргументом функции, обозначенной b
- a $\dashrightarrow$ b – элемент множества b является результатом функции, обозначенной a
- a $\xrightarrow{\text{термин}}$ b – при вычислении значения функции, обозначенной a, используется термин, обозначенный b
- a $\cdots\cdots\cdots\rightarrow$ b – множество b является декартовым произведением множеств, перечисленных в a
- a $\cdots\cdots\cdots\supset$ b – b является подмножеством множества, обозначенного a



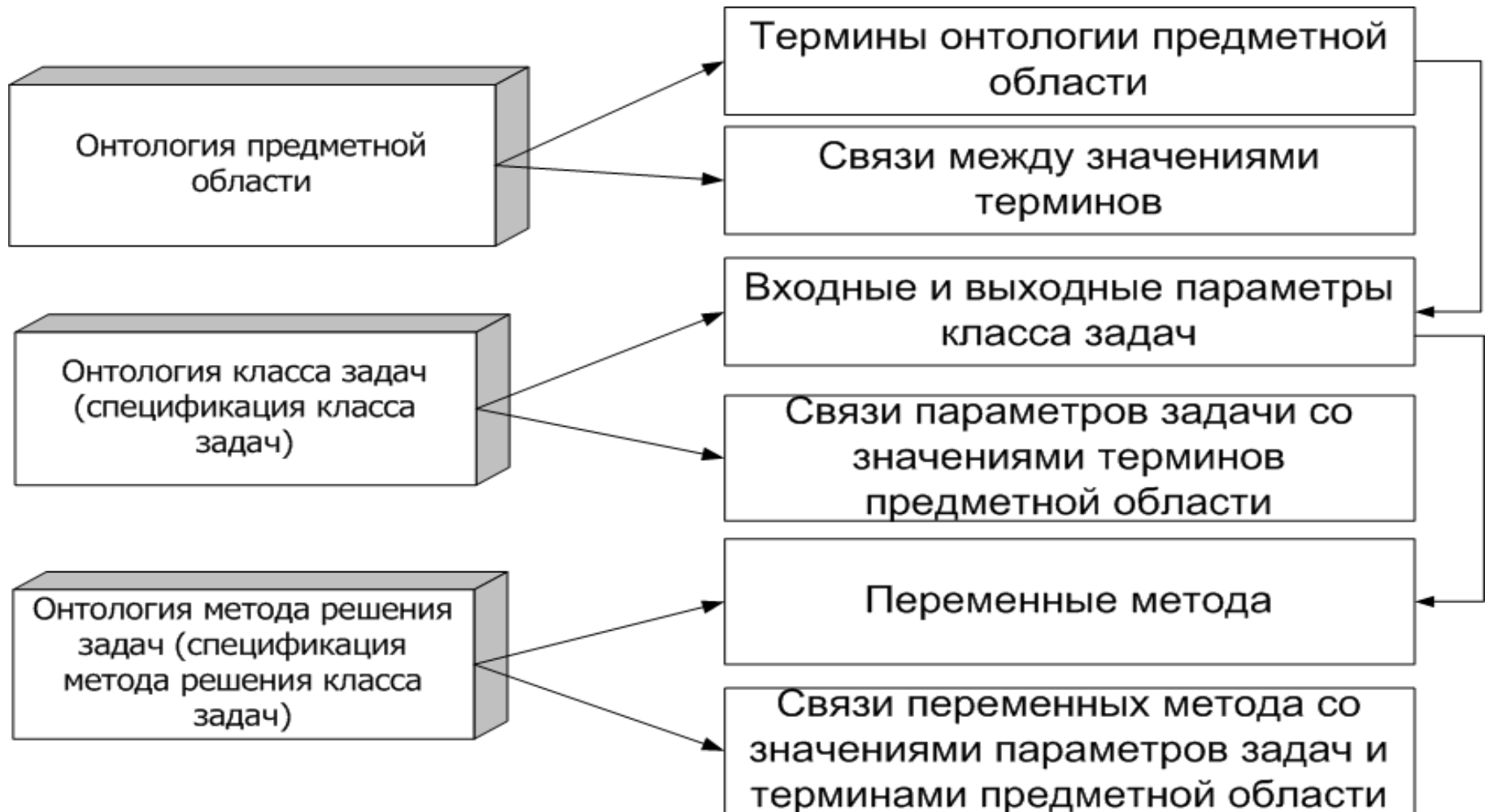
5. Онтологии задач, онтологии методов. Использование онтологии предметной области при разработке методов решения задач

Using Ontologies in Software Engineering and Technology

In Ontologies for Software Engineering and Software Technology

- *Knowledge representation ontologies: Capture representation primitives* used to formalize knowledge under a concrete paradigm of knowledge Representation.
- *Common or generic ontologies: Represent common-sense knowledge* reusable in distinct domains, for example, vocabulary related to things, events, time, space, etc.
- *High-level ontologies: Describe very general concepts and notions* by which they can be related to root terms of all ontologies.
- *Domain ontologies; Reusable ontologies of a particular domain* (for example, medicine, engineering, etc.). They offer a vocabulary for concepts related to the domain and its relationships.
- *Task ontologies: Describe the vocabulary related to some generic activity.* They provide a systematic vocabulary of terms used to solve problems that may or may not belong to the same domain.
- *Domain task ontologies: Unlike the previous ontologies, these are reusable* in a given domain, but not among different domains.
- *Method ontologies: Provide definitions of relevant concepts and their relationships.* They are applicable to a reasoning process specifically designed to carry out a particular task.
- *Application ontologies: Are dependent on the applications. Often, they extend and specialize* the vocabulary of one domain ontology or task ontology for a particular application.

Использование онтологии при разработке программных систем



Классы задач определения путей синтеза соединений



Онтология задачи. Определение терминов для класса задач

Сорт Name Compound: органические соединения

Сорт FirstSub: органические соединения

Сорт Short Structural Formula: возможные структурные
формулы

Сорт SubsCould: {} органические соединения

Сорт Process: $\{(v: (\times I[1, \infty), \text{seq химические реакции}))$
 $\text{length}(\pi(2, v)) = \pi(1, v) - 1\}$

Сорт SubsWill: {} органические соединения

Сорт FirstClass: классы веществ по функциональным группам

Сорт ClassCould: {} классы веществ по функциональным
группам

Сорт ClassWill: {} классы веществ по функциональным группам

Онтология задачи. Связи терминов класса задач и терминов онтологии предметной области

Name Compound $\in$ вещества процесса(число шагов процесса)

$(\exists (v: \text{вещества процесса(число шагов процесса)}) \text{Short_Structural_Formula} = \text{сокращенная структурная формула}(v))$

$\pi(1, \text{Process}) = \text{число шагов процесса}; (v: I[1, \text{число шагов процесса}-1]) \pi(v, \pi(2, \text{Process})) = \text{реакции процесса}(v)$

FirstSub $\in$ вещества процесса(1); FirstClass $\in \{(v: \text{органические соединения} \cap \text{вещества процесса}(1)) \text{класс вещества по функциональной группе}(v)\};$

$\text{вещества процесса}(1) \cap \text{органические соединения} \neq \emptyset \Rightarrow ((v: (\text{вещества процесса}(1) \cap \text{органические соединения})) \text{класс вещества по функциональной группе}(v)) \cap \text{ClassCould} \neq \emptyset; (v: I[2, \text{число шагов процесса}-1]) \{(v1: \text{дополнительные вещества}(v) \cap \text{органические соединения}) \text{класс вещества по функциональной группе}(v1)\} \cap \text{ClassCould} \neq \emptyset)$

$\text{вещества процесса}(1) \cap \text{органические соединения} \neq \emptyset \Rightarrow (\text{вещества процесса}(1) \cap \text{органические соединения}) \subseteq \text{SubsCould}; (v: I[2, \text{число шагов процесса}-1]) \text{дополнительные вещества}(v) \cap \text{органические соединения} \subseteq \text{SubsCould}$

$\text{вещества процесса}(1) \cap \text{органические соединения} \neq \emptyset \Rightarrow \text{SubsWill} \cap \text{вещества процесса}(1) \neq \emptyset; (v: I[2, \text{число шагов процесса}-1]) \text{органические соединения} \cap \text{дополнительные вещества}(v) \subseteq \text{SubsWill}; \text{SubsWill} = (\text{вещества процесса}(1) \cap \text{органические соединения}) \cup (\cup (v: I[2, \text{число шагов процесса}-1]) (\text{дополнительные вещества}(v) \cap \text{органические соединения}))$

$((v: \text{вещества процесса}(1) \cap \text{органические соединения}) \text{класс вещества по функциональной группе}(v)) \cap \text{ClassWill} \neq \emptyset; (v: I[2, \text{число шагов процесса}-1]) \{(v1: \text{органические соединения} \cap \text{дополнительные вещества}(v)) \text{класс вещества по функциональной группе}(v)\} \cap \text{ClassWill} \neq \emptyset); \text{ClassWill} \subseteq ((v: (\text{вещества процесса}(1) \cap \text{органические соединения}) \text{класс вещества по функциональной группе}(v)) \cup (\cup (v: I[2, \text{число шагов процесса}-1]) \{(v1: (\text{дополнительные вещества}(v) \cap \text{органические соединения}) \text{класс вещества по функциональной группе}(v1)\})))$

Пример онтологии метода

Условие на начальное состояние вывода

реакции процесса(1) $\in \{(v: \text{химические реакции}) \text{ FirstSub} \in \text{реагенты}(v) \ \& \ \{(v1: \text{органические соединения} \cap \text{реагенты}(v) \text{ класс вещества по функциональной группе}(v1)) \cap \text{ClassWill} \neq \emptyset\}$

Условие завершения вывода

*реакции процесса(число шагов процесса-1) $\in \{(v: \text{химические реакции})$
Name_Compound $\in \text{результаты}(v)\}$*

Условия для очередных состояний процесса

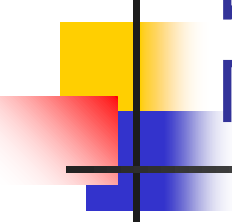
- $\{(v1: \text{дополнительные вещества(число шагов процесса-1)} \cap \text{органические соединения}) \text{ класс вещества по функциональной группе}(v1)\} \cap \text{ClassWill} = (\text{ClassWill} \setminus (\cup (v2: I[2, \text{число шагов процесса-2}])) \{(v3: \text{дополнительные вещества}(v2)) \text{ класс вещества по функциональной группе}(v3)\}) \setminus \{(v4: \text{вещества процесса}(1)) \text{ класс вещества по функциональной группе}(v4)\}) \ \&$*
- $\{(v1: \text{дополнительные вещества}(2) \cap \text{органические соединения}) \text{ класс вещества по функциональной группе}(v1)\} \supseteq (\text{ClassWill} \setminus \{(v2: \text{вещества процесса}(1) \text{ класс вещества по функциональной группе}(v2)\}) \cap \{(v3: \text{реагенты(реакции процесса}(2)) \text{ класс вещества по функциональной группе}(v3)\} \ \&$*
- $(\ \& \ (v1: I[2, \text{число шагов процесса-2}]) \text{ реакции процесса}(v1) \in \{(v: \text{химические реакции}) \text{ реагенты}(v) \subseteq \text{результаты(реакции процесса}(v1-1)) \cup \text{дополнительные вещества}(v1)) \ \&$*
- $\{(v2: \text{дополнительные вещества}(v1) \cap \text{органические соединения} \text{ класс вещества по функциональной группе}(v2)\} = (\text{ClassWill} \setminus \{(v3: \text{дополнительные вещества}(v1-1)) \text{ класс вещества по функциональной группе}(v2)\}) \cap \{(v4: \text{реагенты(реакции процесса}(v1)) \text{ класс вещества по функциональной группе}(v2)\}$*



Использование нейронных сетей.

Пример онтологии метода

- Сорт элемент обучающей выборки: фотография x метка класса;
- Сорт значение признака для класса: ($v1$: распознаваемые классы, $v2$: признаковое описание класса($v1$)) $\rightarrow \{ \}N \cup []I \cup \{ \}R$;
- ($\forall v \in$ обученный распознаватель) ($\pi(2, v) \in$ признаковое описание класса($\pi(1, v)$) & ($\pi(2, v) =$ значения признака для класса($\pi(1, v), \pi(2, v)$)));
- ($\cup (v1 \in$ обученный распознаватель) $\pi(1, v1)) = (\cup (v2 \in$ обучающая выборка) $\pi(2, v2))$



Использование нейронных сетей. Пример онтологии метода

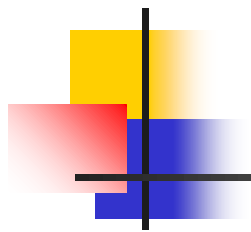
метка $\equiv I[0, \infty) \times I[0, \infty)$

обучающая выборка $\equiv (\cup (k \in \text{множество китов}) \langle k, \text{метки кита на фотографии}(k) \rangle)$

тестовая выборка $\equiv (\cup (k \in \text{множество китов}) \langle k, \text{метки кита на фотографии}(k,) \rangle)$

обученная нейронная сеть $\equiv \langle \text{метки для обучения, метки для оценки правильности обучения} \rangle$

$(\forall k \in \text{множество китов}) (\forall \phi \in \text{фотография кита}(k)) \pi(1, \pi(1, \text{координаты хвостового плавника}(k, \phi)) < \pi(2, \pi(1, \text{координаты хвостового плавника}(k, \phi))) \& \pi(1, \pi(2, \text{координаты хвостового плавника}(k, \phi))) < \pi(2, \pi(2, \text{координаты хвостового плавника}(k, \phi)))$

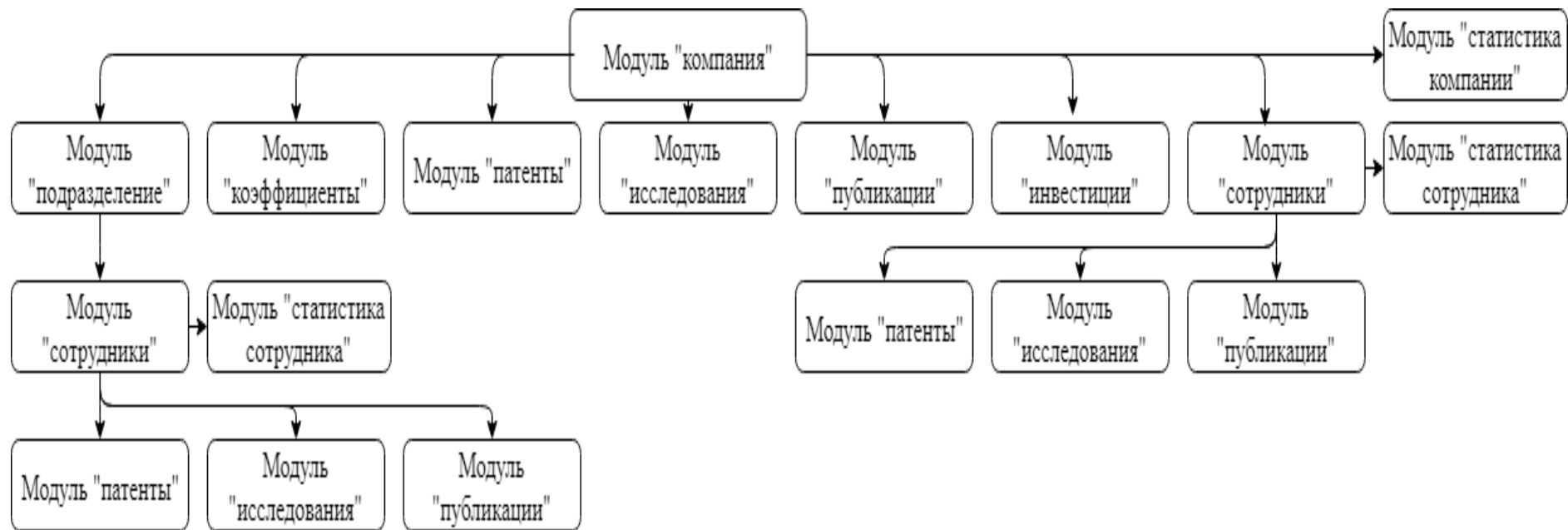


6. Прикладные системы на основе онтологий

Использование онтологий при разработке систем, основанных на знаниях



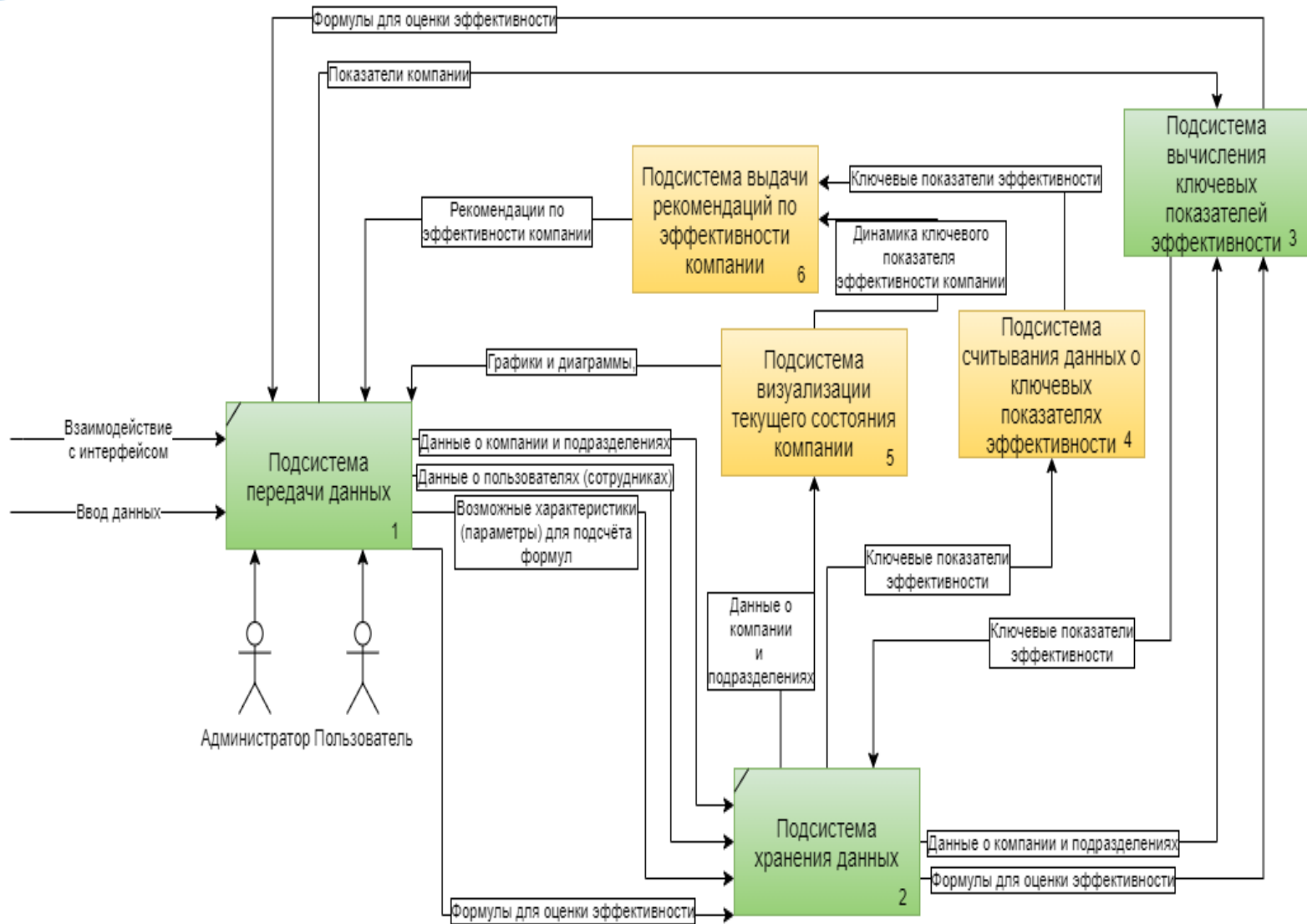
ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НЕФТЕГАЗОВЫХ КОМПАНИЙ РФ



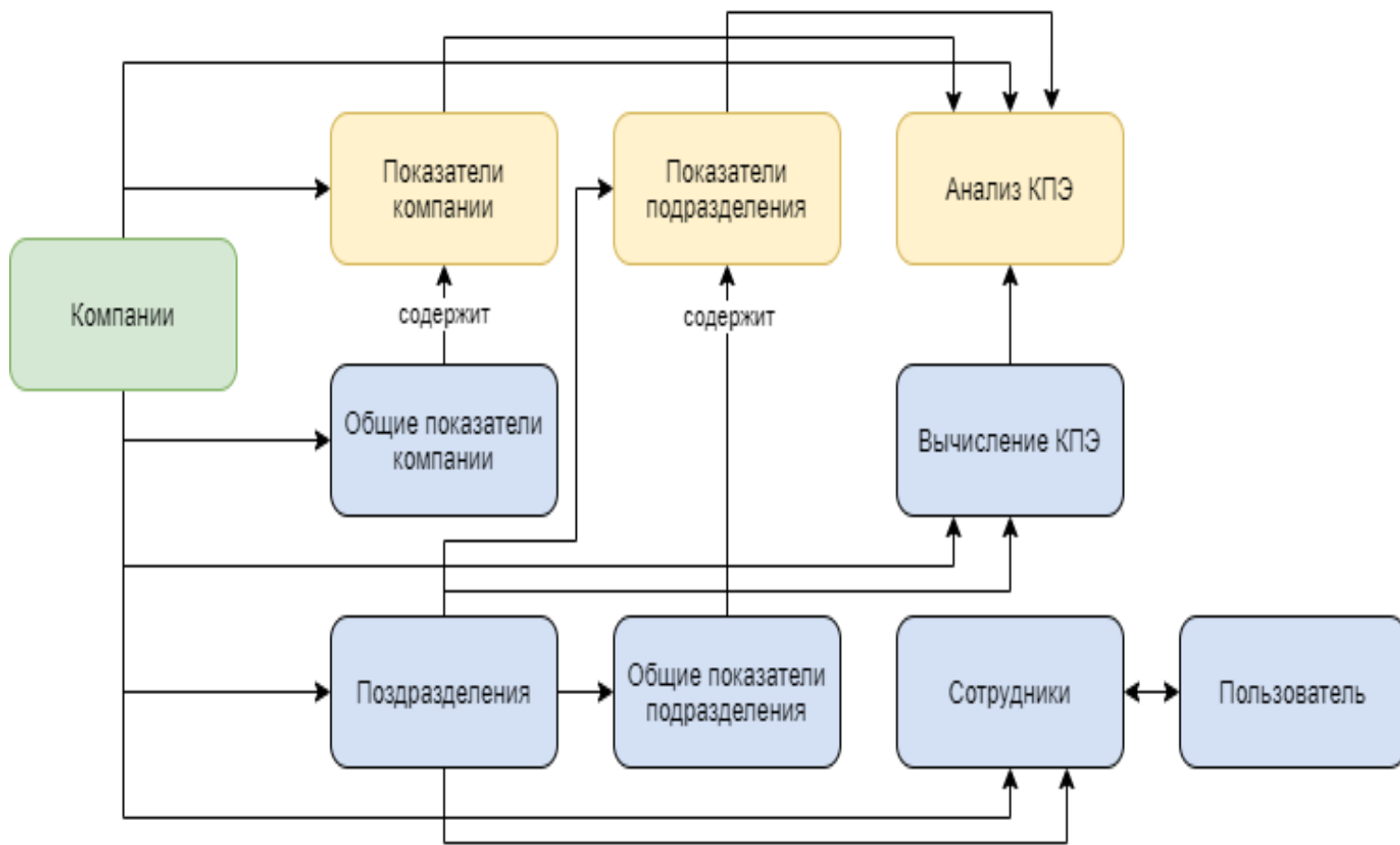
Компоненты системы



Архитектурно-контекстная диаграмма



Система для отслеживания эффективности экономических компаний различных отраслей.
Структура модели онтологии



Пример показателей эффективности для различных родов деятельности

Производство чистой продукции на единицу затрат ресурсов
(производственные компании)

Экономический эффект за счет прироста дохода от приносящей
доход деятельности (консультационные компании)

$$E_{\Pi} = \left(\frac{(A_2 - A_i)}{A_t} * \Pi_i + \frac{(C_i - C_2)}{100} * A_2 \right) * K_i * K_{\Sigma}, \text{ где } A_i, A_2, A_t, - \text{ объем}$$

поступлений до, после и всего при реализации работ в управлении,

C_i, C_2 – затраты на денежную единицу оказываемых услуг до и после

реализации работ в управлении, Π_i – доход от платных

образовательных услуг до внедрения работ по рационализации

управления, K_i – доля управленческого консультирования, K_{Σ} – доля

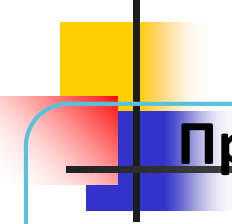
Объем привлеченных средств по заключенным договорам

(брокерские компании)

$$V_{nc} = \sum_{i=1}^n V_i, \text{ где } V_i - \text{ объем привлеченных средств по } i\text{-му}$$

договору, n – количество договоров, заключенных за период.

Программная система для оценки интернет-имиджа компании



Программное средство для анализа лог-файлов сайта компании:

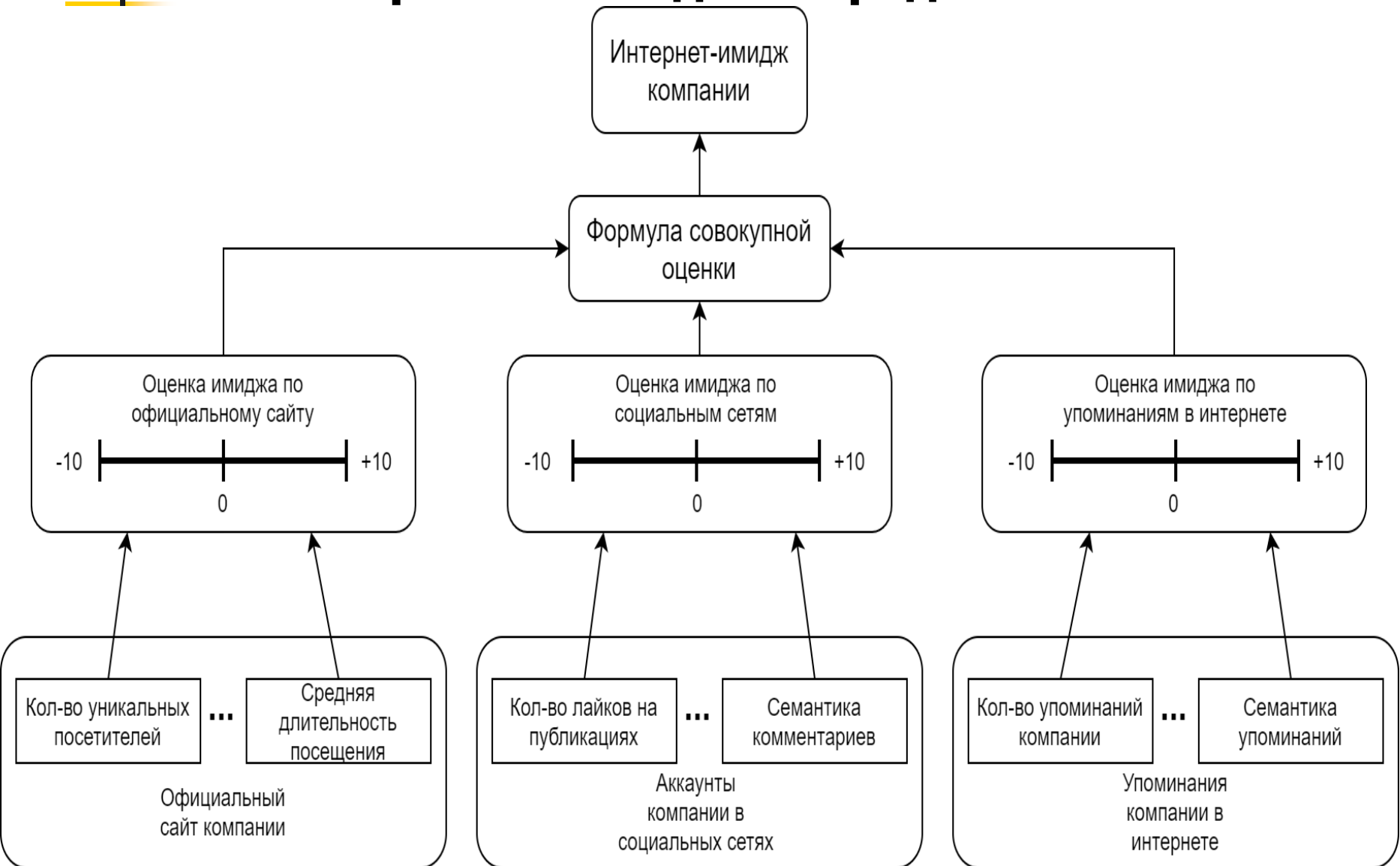
обработка и анализ лог-файлов (журнала посещения) официального сайта компании.

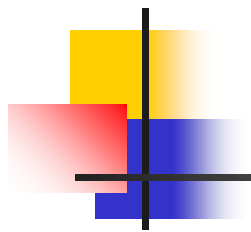
Программное средство для анализа упоминаний компании в интернете:

сбор упоминаний компании на сторонних интернет ресурсах путем использования поисковых систем и их последующий анализ.

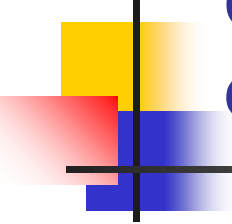
Программное средство для анализа аккаунта компании в социальной сети: сбор данных о публикациях и пользователях из аккаунтов компании в социальных сетях и их последующий анализ.

Программная система для оценки интернет-имиджа компании. Фрагмент модели предметной области





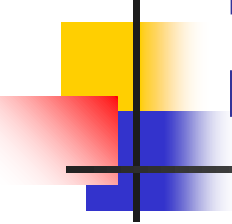
7. Оболочки систем, основанных на знаниях



Онтологии и интеллектуальные системы в области медицины – **все знания структурированы**

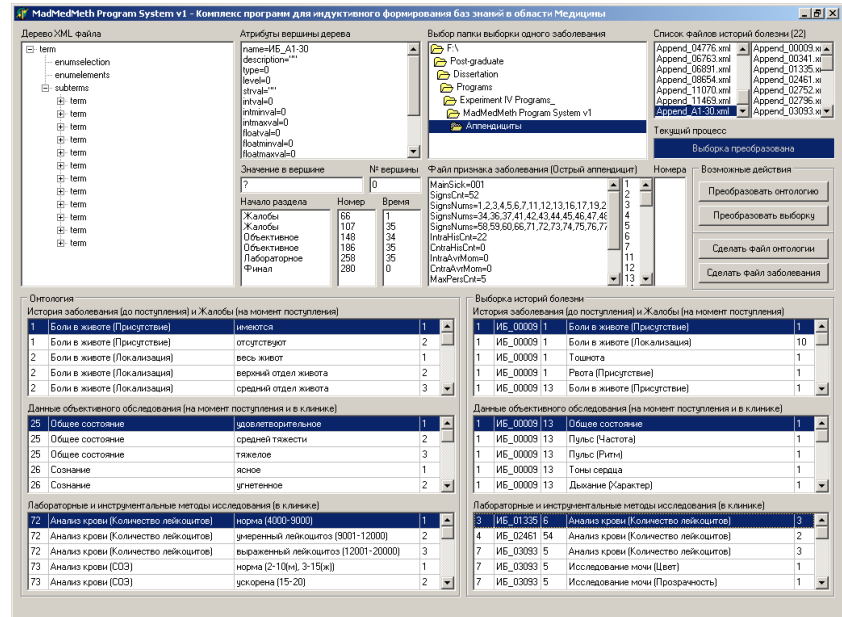
А.С. Клещёв, Ф.М. Москаленко, М.Ю.
Черняховская. Модель онтологии предметной
области «Медицинская диагностика». (в 2-х
частях) – **МЕТАОНТОЛОГИЯ
МЕДИЦИНСКОЙ ДИАГНОСТИКИ**

Работы с описанием знаний разных разделов
медицины



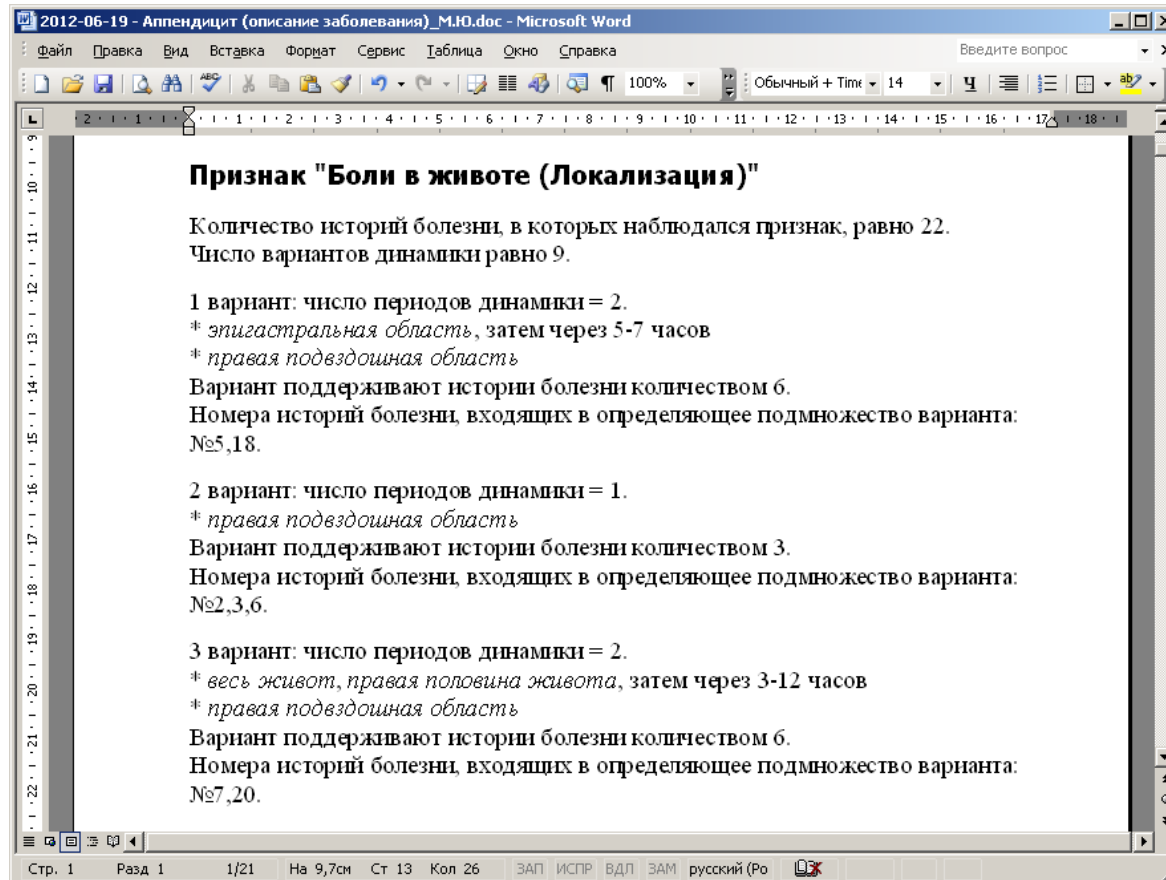
Проекты, основанные на онтологии медицины (ИАПУ ДВО РАН)

1. База знаний разных разделов медицины
2. Система медицинской диагностики
3. Система индуктивного формирования знаний по историям болезни
4. Формирование знаний по неструктурированным текстам
5. ...



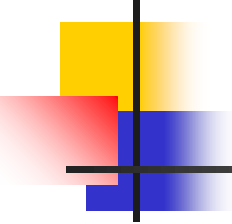
- 69

База медицинских диагностических знаний «Острый аппендицит», индуктивно сформированная комплексом программ InForMedKB



По мнению экспертов, сформированная база знаний представлена в форме, понятной практикующему врачу. Описание заболевания «Острый аппендицит» соответствует знаниям, имеющимся в научной и учебной медицинской литературе, а в ряде случаев дополняет их описанием вариантов динамики клинических проявлений.

Полученная база медицинских диагностических знаний соответствует онтологии медицинской диагностики как формально, так и содержательно.



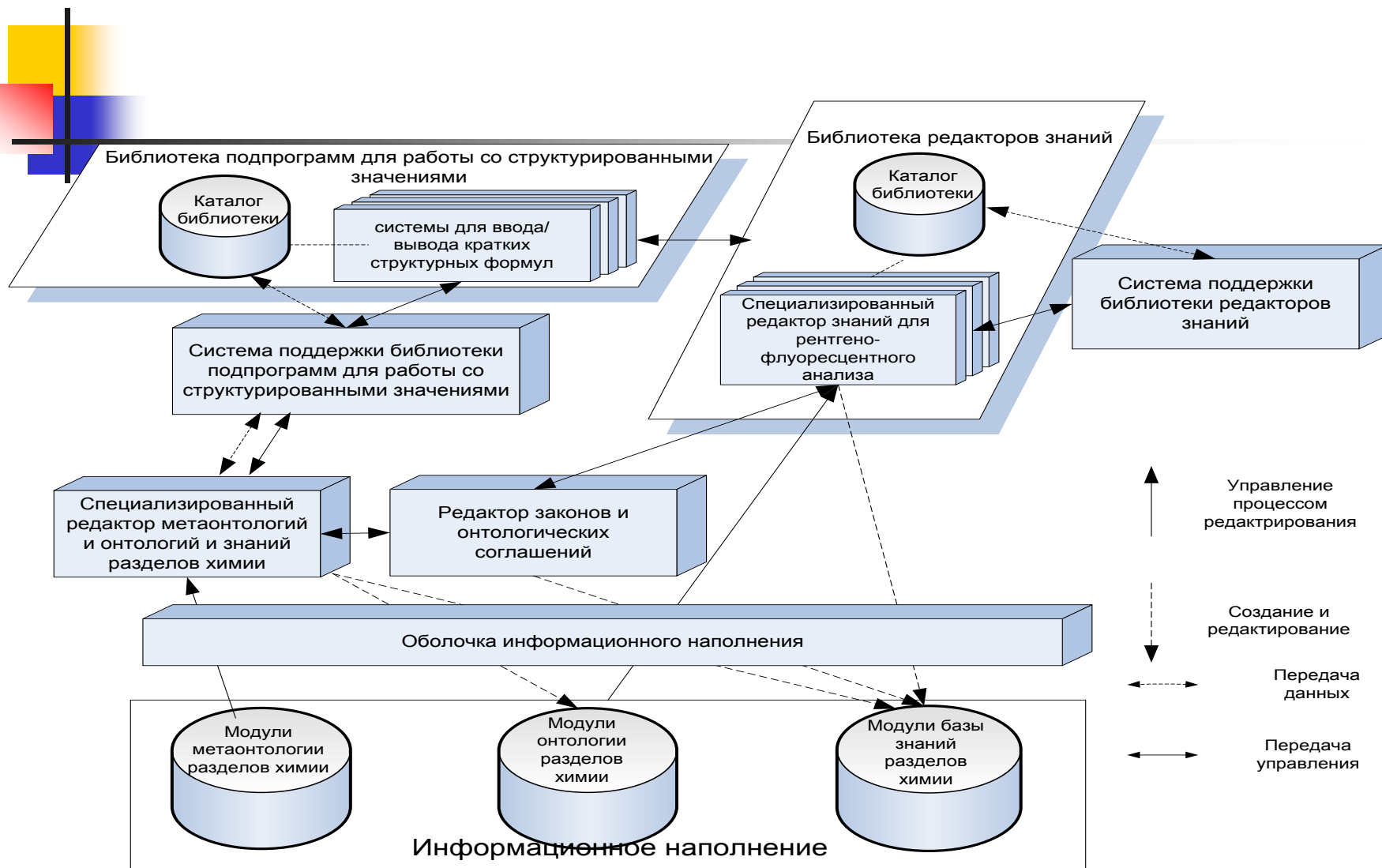
Проект Паркинсофт

- Подсистема «**Мобильное приложение**»:
 - ✓ план приема медикаментов (с возможностью напоминания),
 - ✓ дневник состояний (фиксация приема и действий препаратов),
 - ✓ ежедневный/еженедельный опросники,
 - ✓ текстовый/голосовой чат с врачом в режиме реального времени,
 - ✓ тревожная кнопка (экстренное сообщение врачу);
- Подсистема «**Журнал врача**»:
 - ✓ база пациентов, статистика, планы назначений, набор шкал;
- Подсистема «**Сервер медицинской информационной системы**».
Возможность встраивать дополнительные функции, такие как:
 - ✓ анализ тремора с использованием акселерометра,
 - ✓ распознавание показаний на экране программатора.

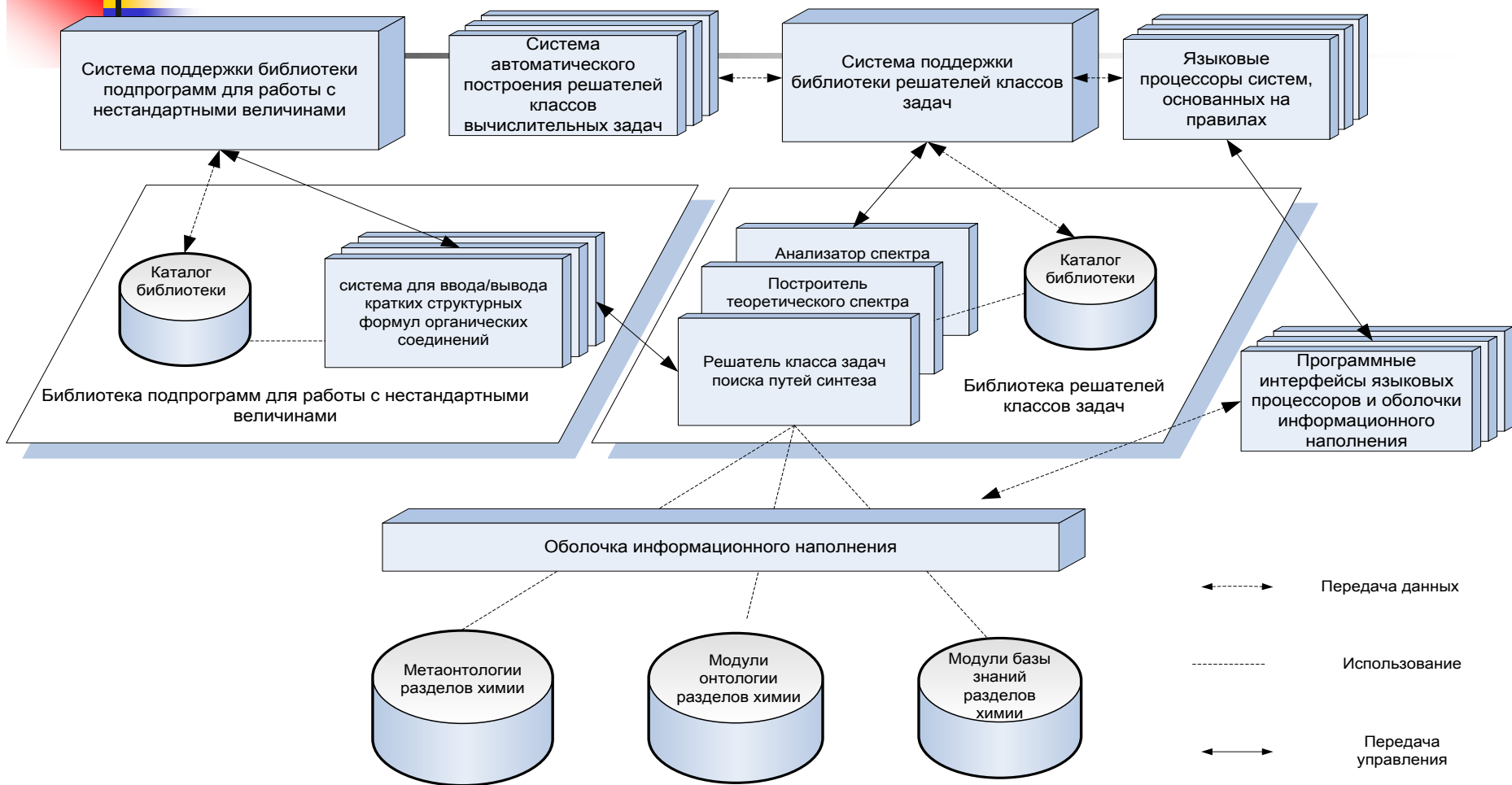
Общая архитектура системы



Состав редакторов информационного наполнения



Программные компоненты интеллектуальной системы в области химии



Информационное наполнение

ЗОНТ 2015, Новосибирск, 6-8 октября

Специализированные оболочки для химии

The image displays a collection of specialized chemistry software interfaces:

- Изменение метаонтологий (Changing meta-ontologies):** A window for editing physical chemistry ontologies. It includes sections for "Совместные свойства сущностей" (Shared properties of entities) and "Добавление совместного свойства сущностей" (Adding shared properties of entities). A "Название" (Name) field is present, along with checkboxes for "Табличные значения давления" (Tabular pressure values), "Табличные значения температуры" (Tabular temperature values), "Фазы" (Phases), "Химические вещества" (Chemical substances), "Химические реакции" (Chemical reactions), and "Химические элементы" (Chemical elements). A "Выбрать все" (Select all) button is also visible.
- Определение пути синтеза соединения (Defining the synthesis path of a compound):** A window for defining the synthesis path of a compound. It includes a "Файл" (File) menu and a "Синтез" (Synthesis) button. A "Синтез" (Synthesis) button is also visible.
- Периодическая таблица элементов Менделеева (Mendeleev's periodic table of elements):** A window displaying the periodic table of elements.
- Добавление метаонтологии - Шаг 9 из 9 (Adding meta-ontology - Step 9 of 9):** A window for adding a meta-ontology. It includes a "Название общего свойства процесса" (General property name of the process) field and a "Сущность процесса" (Process entity) dropdown menu. A "Компоненты сущности процесса" (Process entity components) section is also present.
- Запрос на вызов редактора онтологических соглашений (Request for call of the ontological agreement editor):** A dialog box asking to launch the ontological agreement editor.
- Изменение редактора для нестандартной величины (Changing the editor for non-standard quantities):** A window for editing the editor for non-standard quantities. It includes a "Название нестандартной величины" (Non-standard quantity name) field and a "Краткая структурная формула" (Short structural formula) field.
- Изменение решателя д... (Changing the solver d...):** A window for editing the solver. It includes a "Раздел" (Section) dropdown menu, a "Класс задач" (Task class) dropdown menu, and a "Путь к исполняемому файлу" (Path to the executable file) field.
- Пэстрель (Pestrel):** A window for spectral analysis. It includes a "Проба" (Sample) section, a "Химический состав пробы" (Chemical composition of the sample) table, and a "Внимание" (Warning) dialog box.
- Спектральный анализ (Spectral analysis):** A window displaying a spectral analysis plot. It includes a "Спектр" (Spectrum) plot and a "Состав пробы" (Sample composition) table.

Особенности интерфейса систем в области химии

Редактор кратких структурных формул

Файл Редактировать Настройки Выполнить Помощь

Сложные функциональные группы

OH	NH	SH	NO
NO ₂	NH ₂	SO ₂ OH	SO ₃

Выберите название соединения, структурную формулу которого необходимо задать

Периодическая таблица элементов Менделеева

Группировка элементов:

период	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1	H									He
2	Li	Be	B	C	N	O	F			Ne
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl			Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd
6	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd
7	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm

Группировка элементов:

период	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1	H									He
2	Li	Be	B	C	N	O	F			Ne
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl			Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd
6	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd
7	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm

Группировка элементов:

период	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1	H									He
2	Li	Be	B	C	N	O	F			Ne
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl			Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd
6	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd
7	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm

Группировка элементов:

период	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1	H									He
2	Li	Be	B	C	N	O	F			Ne
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl			Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd
6	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd
7	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm

Группировка элементов:

период	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1	H									He
2	Li	Be	B	C	N	O	F			Ne
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl			Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd
6	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd
7	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm

Группировка элементов:

период	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1	H									He
2	Li	Be	B	C	N	O	F			Ne
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl			Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd
6	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd
7	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm

Группировка элементов:

период	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1	H									He
2	Li	Be	B	C	N	O	F			Ne
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl			Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd
6	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd
7	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm

Группировка элементов:

период	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1	H									He
2	Li	Be	B	C	N	O	F			Ne
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl			Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd
6	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd
7	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm

Группировка элементов:

период	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1	H									He
2	Li	Be	B	C	N	O	F			Ne
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl			Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd
6	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd
7	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm

Группировка элементов:

период	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1	H									He
2	Li	Be	B	C	N	O	F			Ne
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl			Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd
6	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd
7	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm

Группировка элементов:

период	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1	H									He
2	Li	Be	B	C	N	O	F			Ne
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl			Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd
6	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd
7	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm

Группировка элементов:

период	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1	H									He
2	Li	Be	B	C	N	O	F			Ne
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl			Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd
6	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd
7	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm

Группировка элементов:

период	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1	H									He
2	Li	Be	B	C	N	O	F			Ne
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl			Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd
6	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd
7	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm

Группировка элементов:

период	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1	H									He
2	Li	Be	B	C	N	O	F			Ne
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl			Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd
6	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd
7	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm

Группировка элементов:

период	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1	H									He
2	Li	Be	B	C	N	O	F			Ne
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl			Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd
6	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd
7	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm

Группировка элементов:

период	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1	H									He
2	Li	Be	B	C	N	O	F			Ne
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl			Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd
6	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd
7	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm

Группировка элементов:

период	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1	H									He
2	Li	Be	B	C	N	O	F			Ne
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl			Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd
6	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd
7	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm

Группировка элементов:

период	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1	H									He
2	Li	Be	B	C	N	O	F			Ne
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl			Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd
6	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd
7	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm

Группировка элементов:

период	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1	H									He
2	Li	Be	B	C	N	O	F			Ne
3	Na	Mg	Al							

Определение пути синтеза соединения

Файл Редактировать Условия Настройки Синтез Помощь

1) $\text{CH}_4 \rightarrow \text{CH}_3\text{Br} \rightarrow \text{CH}_3\text{Na} \rightarrow \text{CH}_3\text{Cl} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$

Описание реакций, входящих в путь синтеза

$\text{CH}_4 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{Br} + \text{HBr}$

$\text{CH}_3\text{Br} + \text{Na} \rightarrow \text{CH}_3\text{Na} + \text{NaBr}$

$\text{CH}_3\text{Na} + \text{CH}_3\text{Cl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{CH}_3\text{CH}_3$

$\text{CH}_3\text{CH}_3 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl} + \text{HCl}$

2) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl} + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$

Соединения, участвующие в процессе синтеза

Отметьте те виды условий, которые Вы хотите задать для соединений, участвующих в процессе синтеза

- ☒ Соединение или класс соединений, с которого необходимо начинать путь синтеза
- ☐ Соединения, которые могут принимать участие в процессе синтеза
- ☐ Соединения, которые должны принимать участие в процессе синтеза
- ☐ Классы соединений, которые могут принимать участие в процессе синтеза
- ☐ Классы соединений, которые должны принимать участие в процессе синтеза

Далее >> Отменить

Соединения, участвующие в процессе синтеза

Соединение или класс соединений, с которого необходимо начинать путь

- ☐ Начальное соединение
- ☒ Класс начального соединения

Выберите класс соединения

- Азиды
- Азосоединения
- Алканы**
- Алкены
- Алкины
- Альдегиды
- Алюминийорганические соединения
- Амиды угольной кислоты

Назад Принять Отменить

Вспомогательные термины

1. *структурная формула* = $(\lambda(v: \text{возможная формула вещества}) \{ (f: \text{возможные структурные формулы}) (\& (i: I[1, \text{length}(f)]) \pi(2, \pi(i, f)) \leq \text{length}(f)) \& (\& (v1: \{ (v2: \text{химические элементы}) \text{принадлежит соединению}(v, v2) \}) (v (i: I[1, \text{length}(f)]) v1 = \pi(1, \pi(i, f)) \& ((\mu (\{ (i: I[1, \text{length}(f)]) \pi(1, \pi(i, f))) = v1 \}) = \text{индекс}(v, v1))) \& (\& (i: I[1, \text{length}(f)]) \text{валентность элемента}(f, i)) \leq \text{max}(\text{возможная валентность элемента}(\text{компонента структурной формулы}(f, i)))) \& (\& (i: I[1, \text{length}(f)]) \text{связи элемента в компоненте структурной формулы}(f, i) \neq \emptyset))))))$

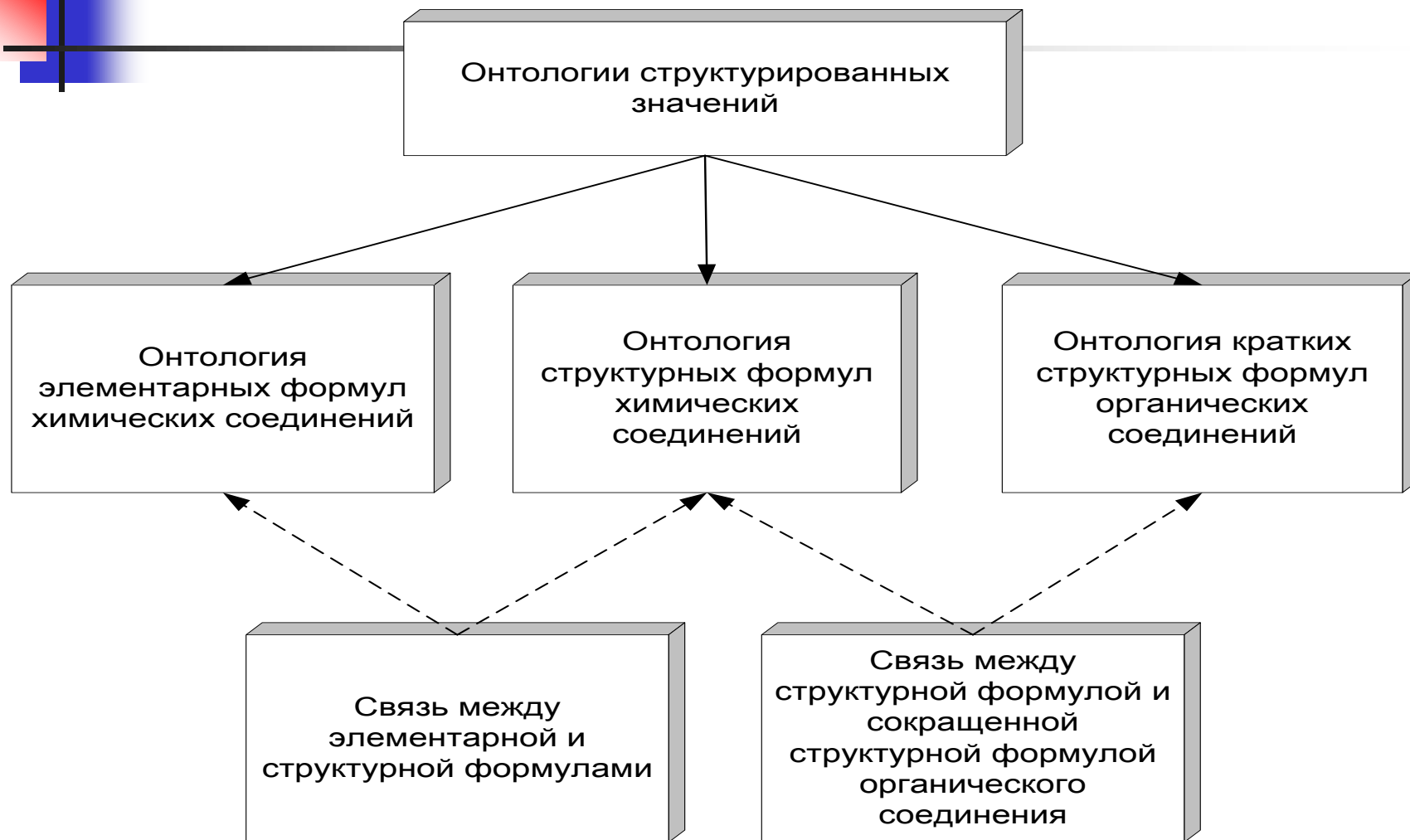
Основные термины

1. *Сорт структурная формула соединения* = $(\text{химические вещества} \rightarrow \text{возможные структурные формулы})$
2. *Сорт сокращенная структурная формула* = $(\text{органические соединения} \rightarrow \text{возможные структурные формулы})$

Онтологические сопращения

1. $(v: \text{органические соединения}) (i: I[1, \text{length}(\text{структурная формула углеродного скелета соединения}(v))]) \text{length}(\text{сокращенная структурная формула}(v)) = \text{length}(\text{структурная формула углеродного скелета соединения}(v)) - \mu(\{ (j: I[1, \text{length}(\text{сокращенная структурная формула}(v))]) \pi(1, \pi(j, \text{сокращенная структурная формула}(v))) \neq C \}) + \text{общее число функциональных групп}(v) \& \text{сокращенная структурная формула}(v) = \text{структурная формула углеродного скелета соединения}(v) \cup (\cup (v1: \text{функциональные группы соединения}(v)) \text{формула функциональной группы}(v1))$

Примеры связанных значений



Логические модели предметных областей для задач химии

В результате реализации проекта РФФИ «Аспиранты» (№19-37-90137) в рамках диссертационного исследования, посвященного разработке и исследованию интеллектуальной системы определения реакционных способностей химических соединений, аспиранткой Гуляевой К.А. была разработана онтология «Химических соединений и их электронных свойств» и ее формальная модель. Схема модулей представлена слева.

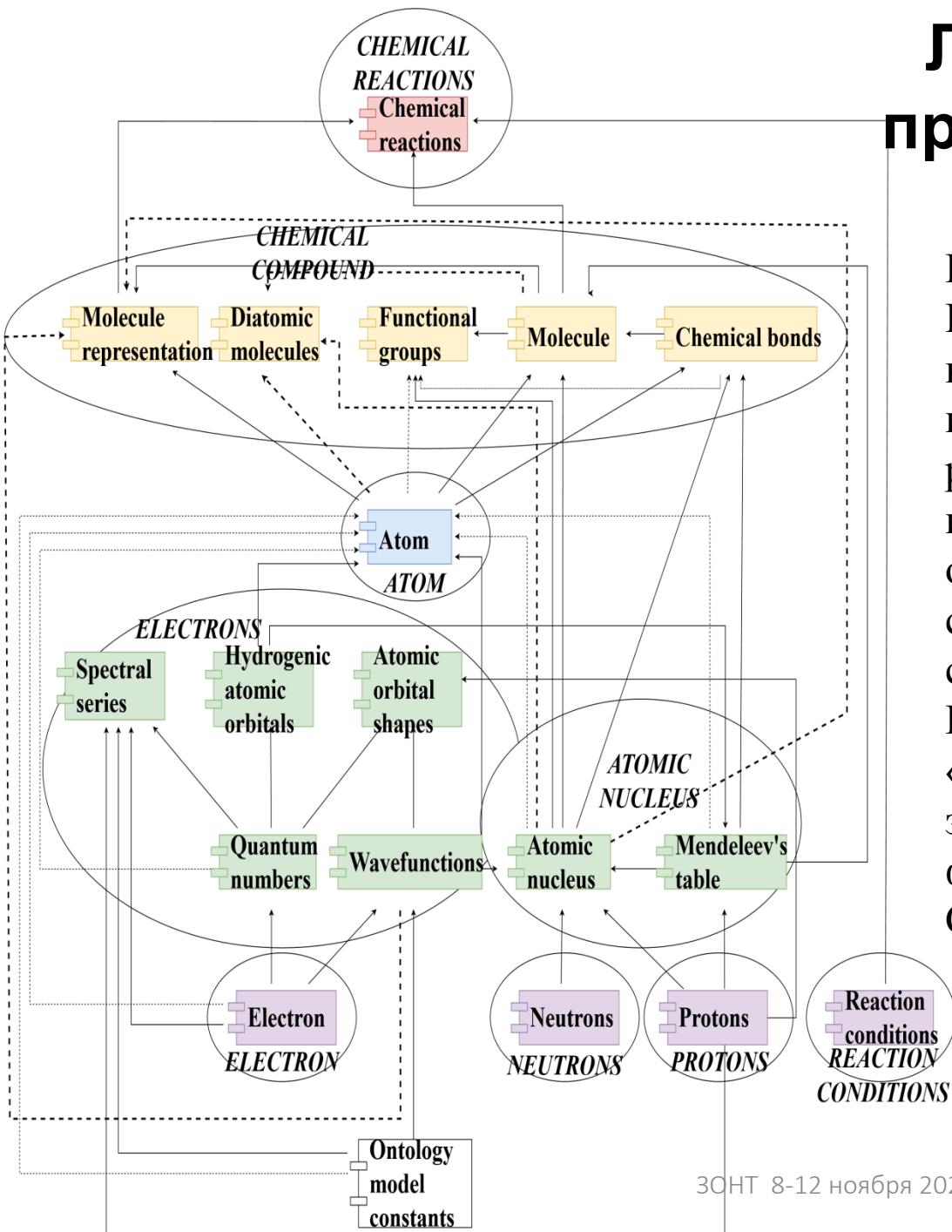
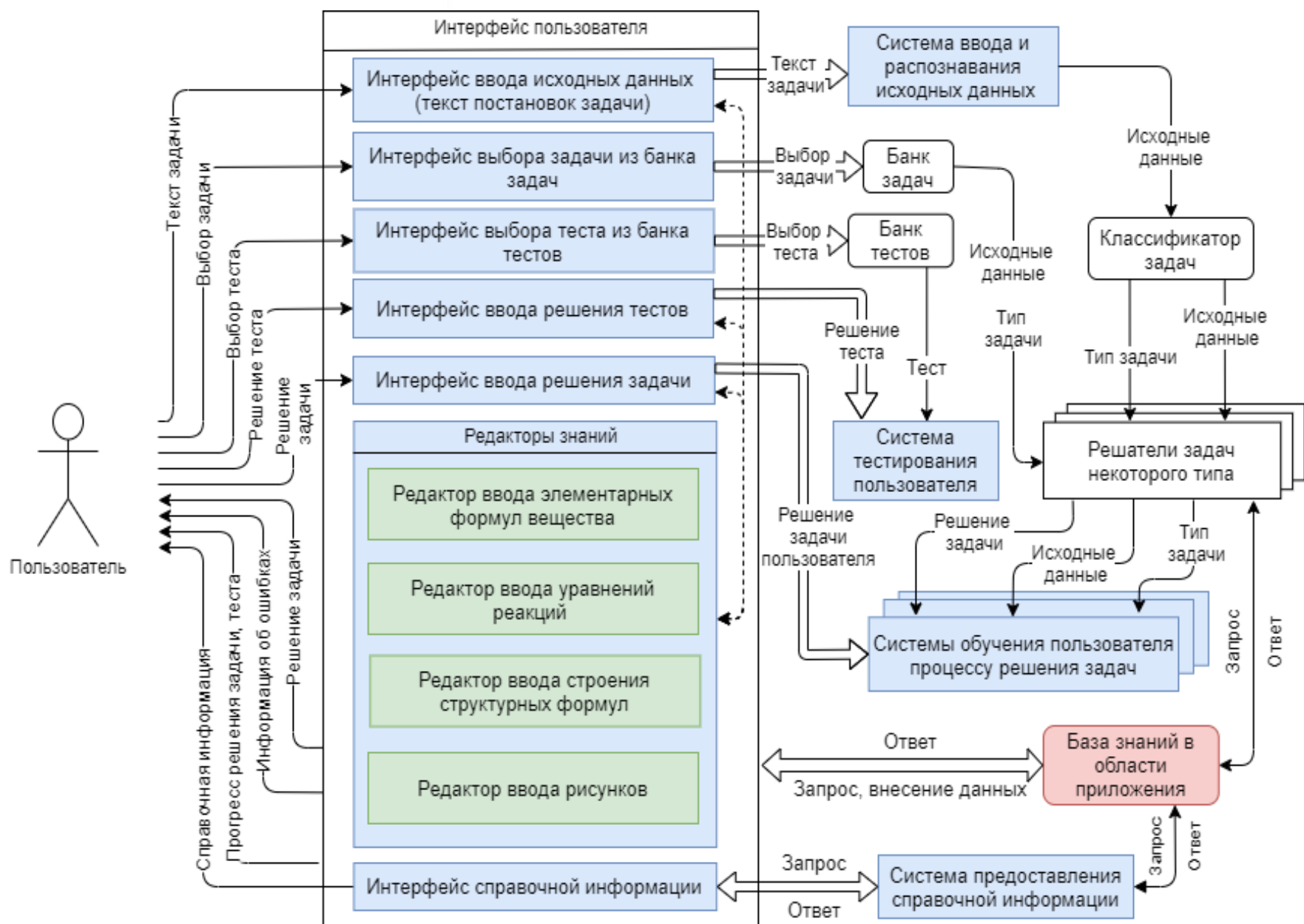
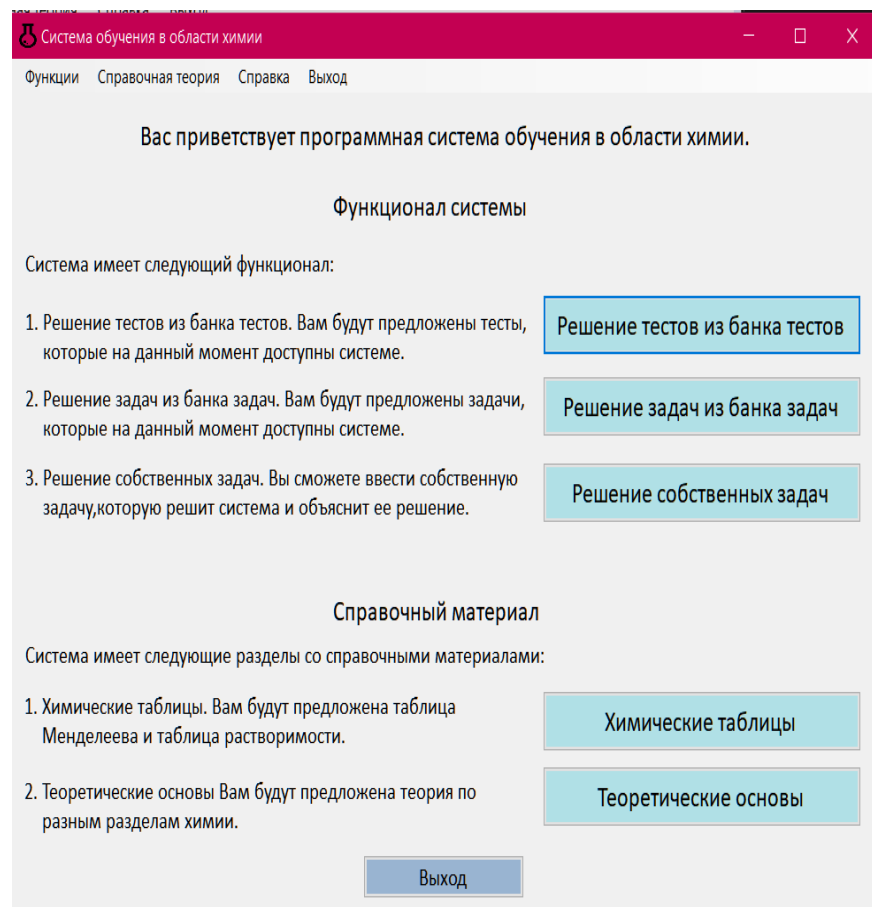


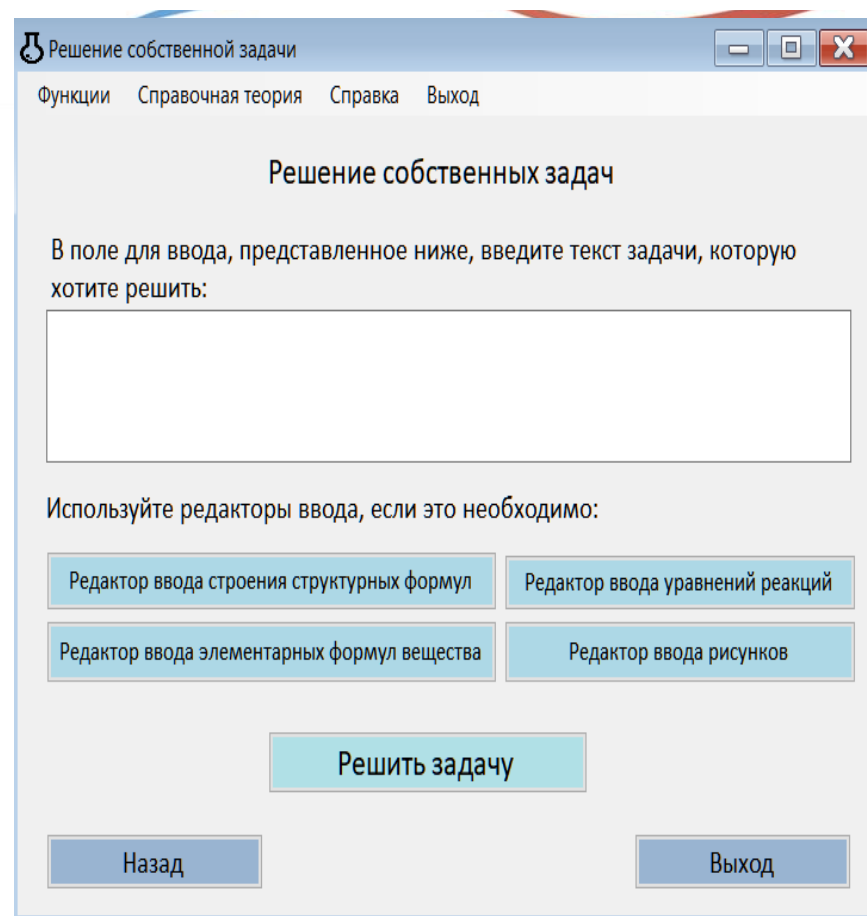
Схема модулей онтологии химических соединений и их электронных свойств



Как онтологии предметной области можно использовать при анализе текстов? Проект интерфейса для обучающей системы в области химии



Макет окна «Система обучения в области химии»



Макет окна «Решение собственной задачи»

Классы химических задач

Класс А. Проверка знаний формул и элементов таблицы (Определение строения атома элемента)

Класс В. Расчетные задачи (Расчеты по химическим формулам)

Класс С. Растворы (Массовая доля растворенного вещества)

Класс D. Вывод формул (Вывод структурной формулы, электронной конфигурации)

Класс Е. Химические реакции (Работа с коэффициентами)

Класс F. Химические уравнения (Вычисления по химическим уравнениям)

Онтология и модель предметной области

Онтологии области приложения:

1. Раздел «Элементы»
2. Раздел «Вещества»
3. Раздел «Реакции»

Модели предметной области:

1. Модель «Элементы»
2. Модель «Вещества»
3. Модель «Реакции»

Фрагмент модели предметной области. Раздел «Элементы»

(13) Сорт количество электронов на внешней электронной оболочке: элементы $\rightarrow I[1,8]$.

(14) $(\forall v: \text{элементы}) \text{ количество электронов на внешней электронной оболочке}(v) = \text{номер группы}(v)$.

(15) Сорт электронная конфигурация: элементы $\rightarrow \text{seg}(I[1,8] \times \{s, p\} \times I[1,16])$.

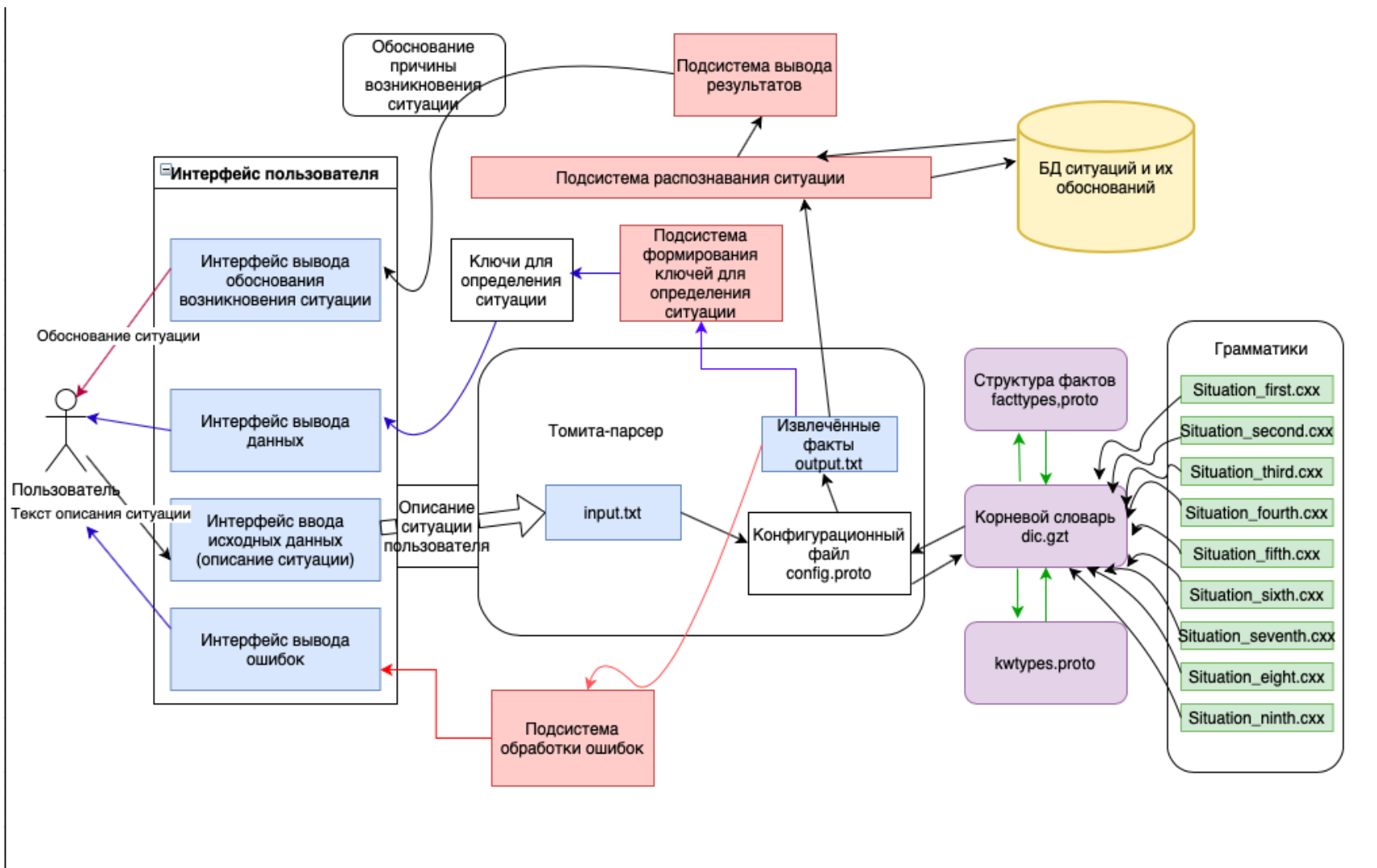
(16) $(\forall v: \text{элементы}) (\forall i \in I[1, \text{length}(\text{электронная конфигурация}(v))]) \pi(1, \pi(i, \text{электронная конфигурация}(v))) = \text{номер периода}(v) \ \& \ (\forall v: \text{элементы}) (\forall i \in I[1, \text{length}(\text{электронная конфигурация}(v))]) \pi(2, \pi(i, \text{электронная конфигурация}(v))) = /(\text{номер группы} \leq 2 \Rightarrow s)(\text{номер группы} > 2 \Rightarrow p)/ \ \& \ (\forall v: \text{элементы}) (\forall i \in I[1, \text{length}(\text{электронная конфигурация}(v))]) \pi(3, \pi(i, \text{электронная конфигурация}(v))) = \text{номер группы}(v)$.

Как онтологии ПО можно использовать при анализе текстов?

Система в области межкультурных коммуникаций

- Описание понятий, используемых в системе.
- Приведена справка о общепринятых нормах и правилах порядка в Японии.
- Описание знаний о пользователе системы.
- Проведён анализ предметной области «Межкультурная коммуникация в сфере правил и норм повседневной жизни».
- Сформулирована основная задача ПО.
- Описана онтология нарушений правил правопорядка и онтология пользователя.

Архитектурно-контекстная диаграмма нижнего уровня



СИСТЕМА МОДЕЛИРОВАНИЯ КОММУНИКАЦИИ НА ЯЗЫКЕ- ПОСРЕДНИКЕ (В УСЛОВИЯХ РЕЧИ С ПРИЗНАКАМИ ИНОЯЗЫЧНОГО АКЦЕНТА)

Совместно с кафедрой лингвистики и межкультурной коммуникации, НОЦ "Прикладная лингвистика и речевые технологии" Восточный институт ДВФУ

Практическое применение Методика экспериментального исследования

Цель применения программной системы – **создание плана и сценария практических коммуникативных занятий на английском языке для смешанных групп билингвов, состоящих из русскоязычных переводчиков английского с продвинутым уровнем владения языком и представителей стран АТР с базовым и средним уровнем владения английским языком. В ходе данных занятий обучающиеся ставят себе противоположные цели.**

Цель русскоязычных переводчиков – **научиться разбирать акцентные искажения в речи представителей стран АТР.**

Цель представителей стран АТР – **избавиться от акцентных явлений в своей речи.**

Концепция модели

Язык можно представить в виде ресурса, состоящего из набора структурных элементов и распределенного в популяции носителей языка.

В результате коммуникации ресурс перераспределяется.

Задачи моделирования:

- Моделирование структуры естественного языка в мозге носителя.
- Моделирование процесса обучения естественному языку.
- Моделирование группы носителей языка.
- Моделирование коммуникационного процесса в группе носителей языка.

Модель предметной области

Структура иноязычного акцента

В англоязычной речи азиатского билингва фонема может быть:

- произнесена верно;
- заменена на другую (аналог, аллофон);
- заменена на строку фонем (+сегментация);
- удалена (-сегментация).

В англоязычной речи азиатского билингва ударение может быть:

- поставлено верно;
- перенесено на другой слог;
- поставлено на нужный слог и на другой слог, который в правильном произнесении является безударным;
- перенесено на несколько других слогов, которые в правильном произнесении являются безударными;
- удалено.

Модель предметной области

Слого- и словообразование

1.1 Сорт фонема: $\{ N \setminus \emptyset \}$

Список фонем, неупорядоченное множество.

1.2 Фонематическая последовательность $\equiv \text{seq}$ фонема

Любая последовательность фонем.

1.3 Сорт допустимые фонематические последовательности: $\{ \}$
фонематическая последовательность

Последовательности фонем, допустимые в данном языке.

1.4 Сорт слог: $\{ \}$ допустимые фонематические последовательности

Слогом считается такая последовательность фонем, которая является допустимой. Есть последовательности фонем, которые не являются слогами.

1.5 Слоговая последовательность $\equiv \text{seq}$ слог

Любая последовательность слогов.

1.6 Сорт допустимые слоговые последовательности: $\{ \}$ слоговая последовательность

Последовательности слогов, допустимые в данном языке.

Число слогов $\equiv I [1, \text{максимальное количество слогов}]$

1.7 Сорт число слогов слоговой последовательности: слоговая последовательность $\rightarrow$ число слогов

Номер слога $\equiv I [1, \infty)$

1.8 Сорт ударный слог: слоговая последовательность $\rightarrow$ номер слога

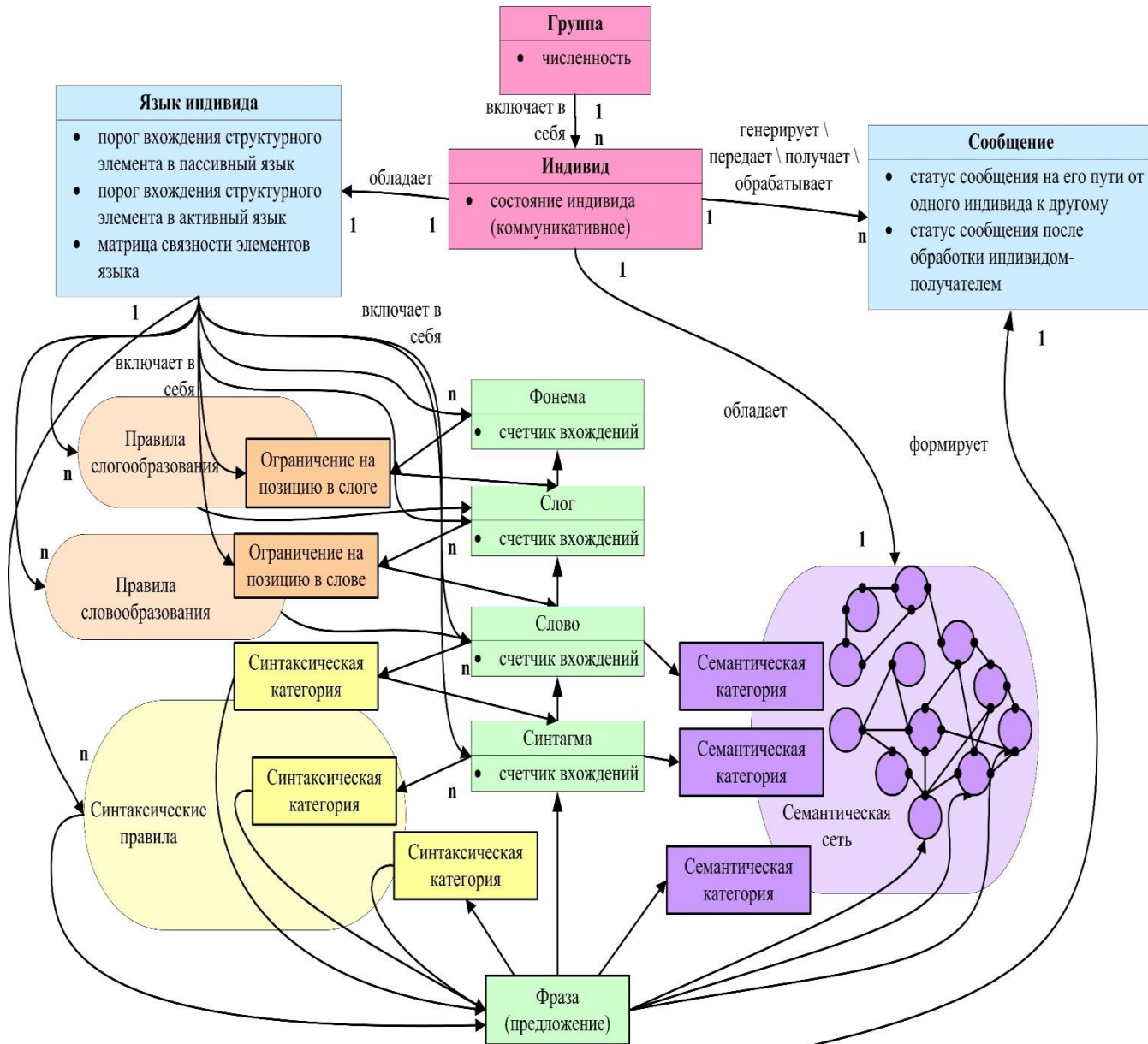
1.9 Сорт слово: $\{ \}$ слоговая последовательность

Сорт ударный слог слова: слово $\rightarrow$ номер слога

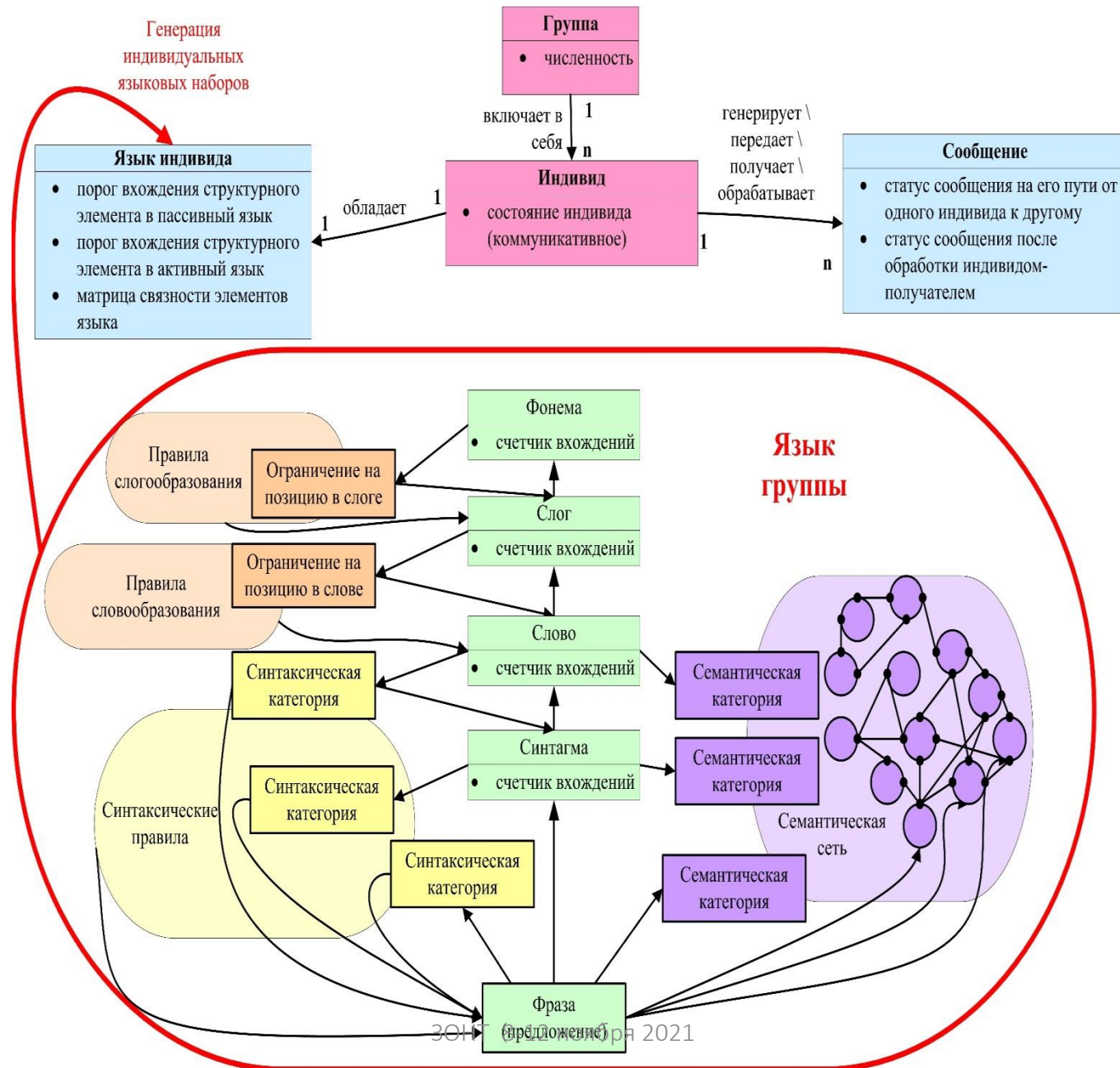
Ограничение: $\forall (v1: \text{слово}) \text{ударный слог слова}(v1) \leq \text{число слогов слоговой последовательности}(v1)$

Словом считается такая последовательность слогов, которая является допустимой. Есть последовательности слогов, которые не являются словами – псевдослова. Каждое слово имеет ударение на один из слогов.

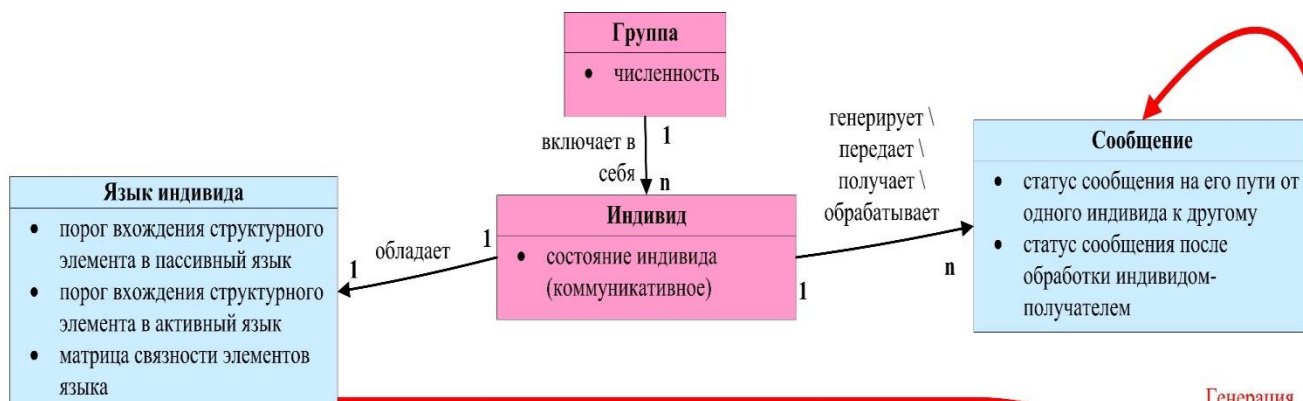
Модель данных ПС



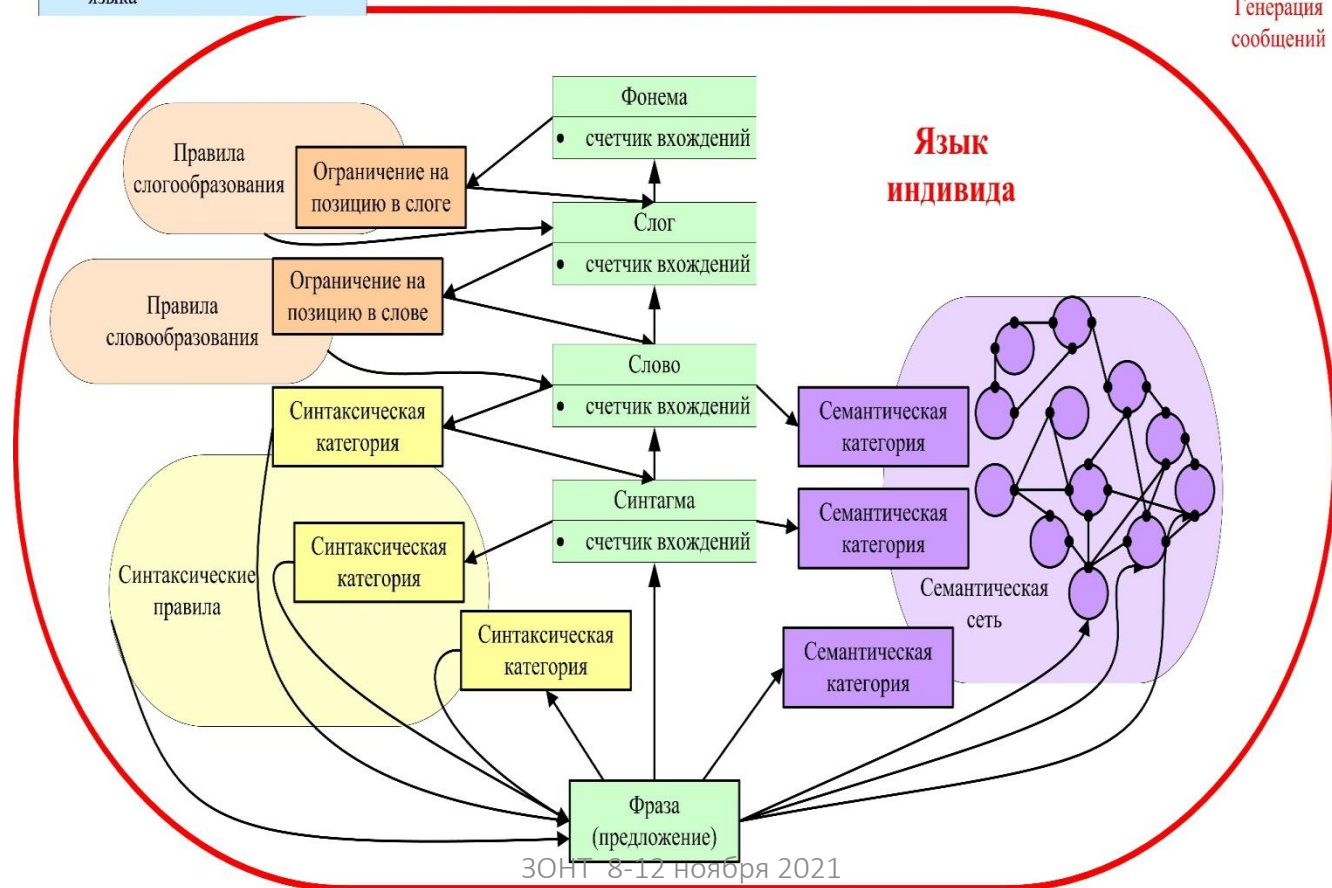
Модель данных ПС. Язык группы



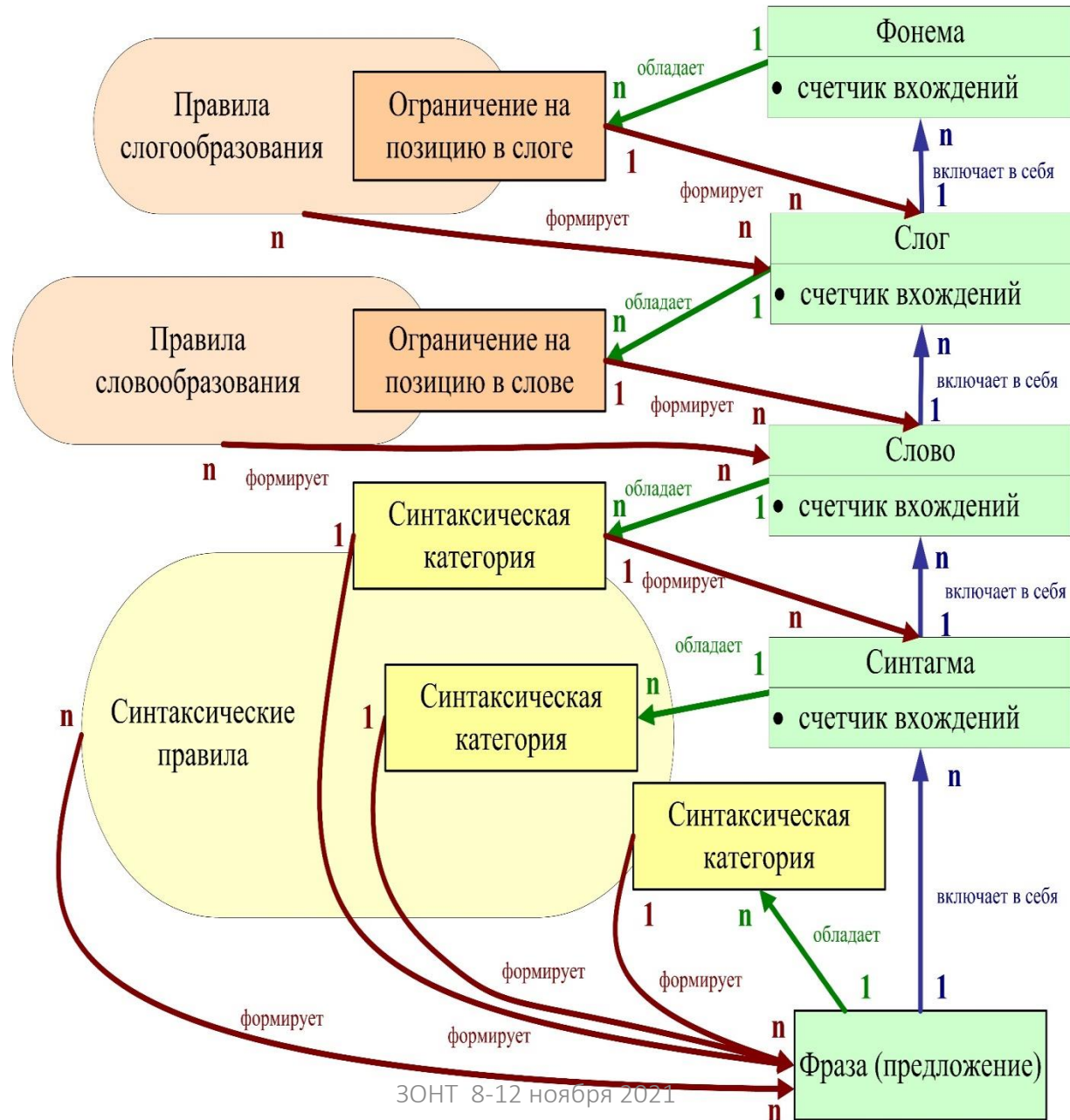
Модель данных ПС. Генерация сообщений



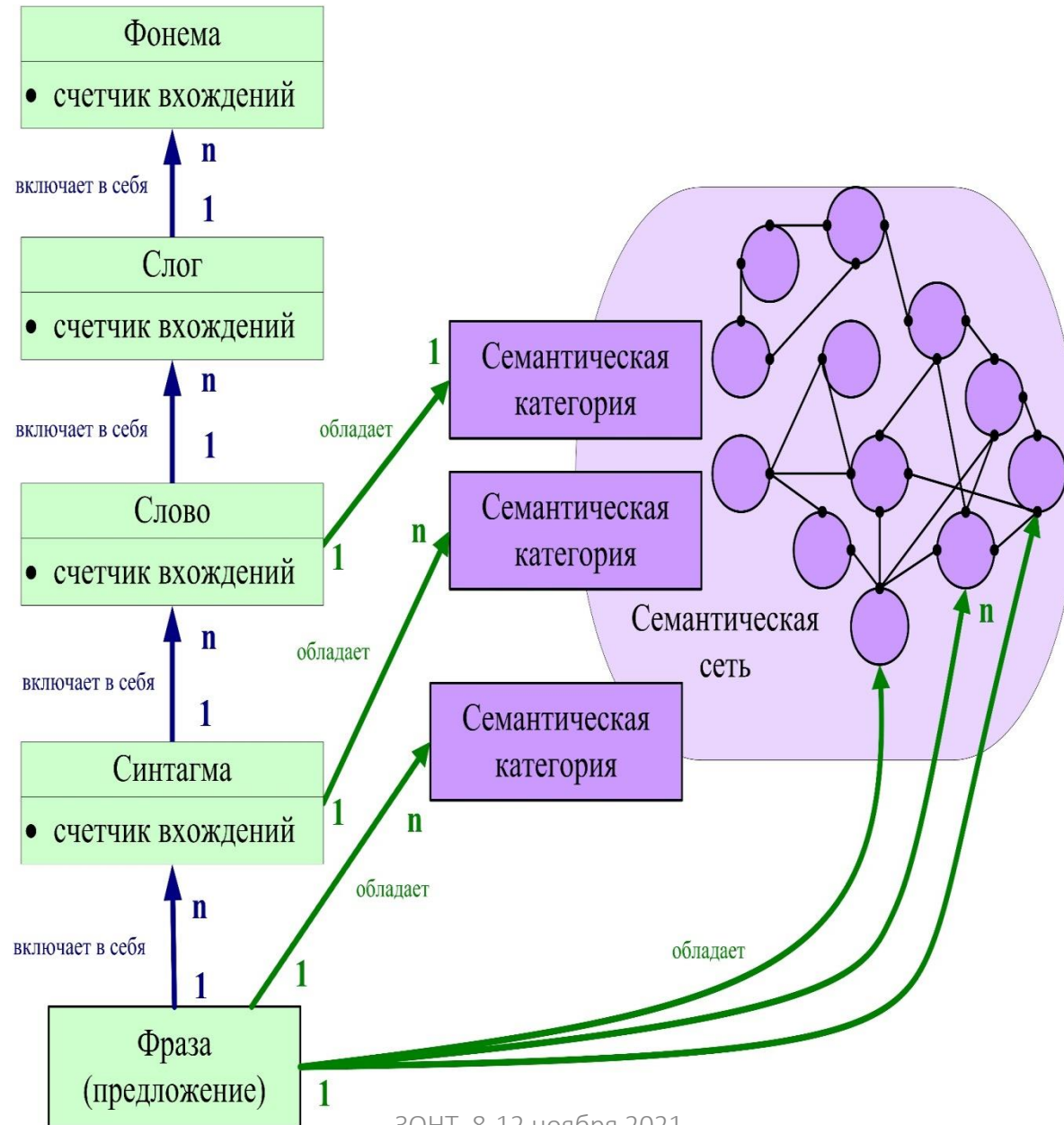
Генерация сообщений



Модель данных ПС. Синтаксические правила

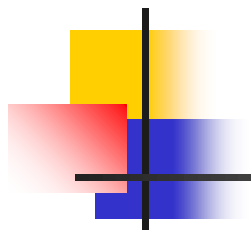


Модель данных ПС. Семантика



Архитектурно-контекстная диаграмма ПС





Спасибо за внимание

Вопросы?