

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева»

Программа дополнительного профессионального образования
«Прикладные методы, средства и технологии искусственного интеллекта»

Дисциплина «Методы и системы искусственного интеллекта в организациях химической
отрасли»

Лекция 2. Модели представления знаний

Требования к представлению знаний в экспертных системах

Требования к экспертам

Стратегии получения знаний. Структурирование знаний

Классификация моделей представления знаний

Методы сбора экспертных знаний и обработки экспертных оценок в процессе
группового принятия решений

Ведущий преподаватель: кандидат технических наук,
доцент **Михайлова Павла Геннадьевна**

Требования к представлению знаний в экспертных системах



Требования к представлению знаний в экспертных системах

Одна из ключевых проблем, возникающих при построении ЭС, состоит в необходимости выбора и реализации способа представления знаний. Важность данной задачи обуславливается тем, что именно представление знаний в конечном итоге определяет характеристики системы.

ОБЩНОСТЬ ИЛИ ОТНОСИТЕЛЬНАЯ УНИВЕРСАЛЬНОСТЬ

- в рамках выбранной предметной области (ПрО))

ОДНОРОДНОСТЬ

- Однородное представление приводит к упрощению механизма управления логическим выводом и упрощению управления знаниями. Практически однородность связывается с унификацией типов (единиц) знаний (понятий, свойств, отношений), введением системы их иерархических классификаций, упорядочением внешних запросов и т. д.

ПРИМЕНЕНИЕ ПСИХОЛОГИЧНОГО, ИНТУИТИВНО ПОНЯТНОГО ЛЮДЯМ (ЭКСПЕРТАМ И ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМ СИСТЕМЫ) ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ

- Однако, стопроцентное следование данному требованию невозможно, так как ЭВМ, обрабатывающие знания, оперируют с ними во внутреннем, жестко структурированном представлении. Таким образом, необходимо обеспечить преобразование знаний из внутреннего во внешнее (пользовательское) представление и наоборот. В современных ИАС эти функции выполняются интерфейсным модулем, реализующим методы естественно-языкового диалога и визуализации информации, включая применение мнемонических схем, иконических образов (пиктограмм), когнитивной графики и пр. Развитие интеллектуальных интерфейсов также связано с использованием мультимедиа-технологий и систем «виртуальной реальности».

Требования к экспертам

Эксперт в конечном счете задает уровень компетенции базы знаний, являясь важной фигурой в коллективе разработчиков ЭС.

При подборе экспертов руководствуются следующими основными требованиями:

Компетентность

- степень квалификации эксперта в определенной области знаний, которая оценивается с помощью анкетного опроса, путем интервьюирования, анализам предыдущей деятельности специалиста, уровня и широты знакомства с достижениями мировой науки и техники, пониманием проблем и перспектив развития

Креативность

- это способность решать творческие задачи

Конформизм

- это подверженность влиянию авторитетов

Конструктивность мышления

- это способность формировать решения, обладающие свойством практичности (прагматизм)

Коллективизм

- этика поведения человека в коллективе, влияние на создание положительного психологического климата и тем самым на успешное решение проблемы.

Самокритичность

- эксперта проявляется при самооценке своей компетентности.

Отношение к процессу разработки ЭС

- негативное или пассивное отношение к решению проблемы, большая занятость и другие факторы существенно сказываются на выполнении экспертами своих функций.

Требования к экспертам

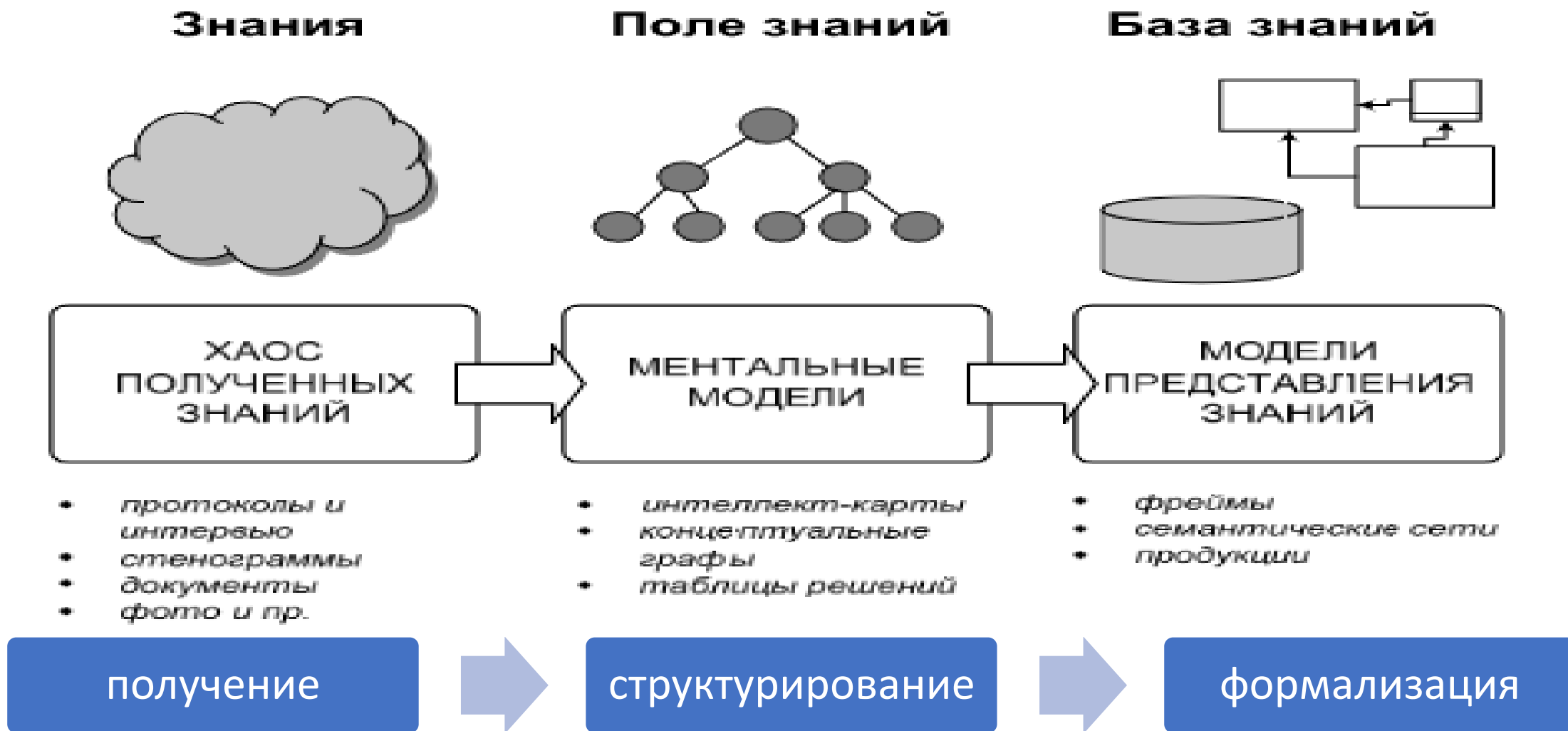
Желательные качества:

- доброжелательность;
- готовность поделиться своим опытом;
- умение объяснить (педагогические навыки);
- интерес (моральный, а лучше еще и материальный) к успешности разработки.

Возраст эксперта может оказаться зрелым, что необходимо учитывать всем членам группы.

➤ Помимо безусловно высокого профессионализма в выбранной предметной области, желательно знакомство эксперта с популярной литературой по искусственному интеллекту и экспертным системам для более эффективного процесса извлечения знаний

Основные этапы обработки знаний

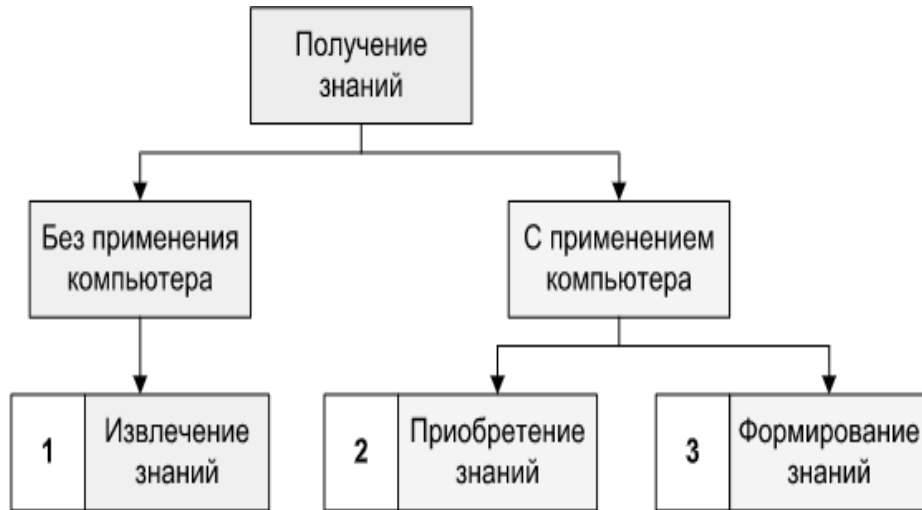


«Поле знаний — это условное неформальное описание основных понятий и взаимосвязей между понятиями предметной области, выявленных из системы знаний эксперта, в виде графа /диаграммы, таблицы или текста»

(Гаврилова, Т. А. Инженерия знаний. Модели и методы : учебник для вузов / Т. А. Гаврилова, Д. В. Кудрявцев, Д. И. Муромцев. — 5-е изд, стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — ISBN 978-5-507-44194-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/217442> (дата обращения: 20.09.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей. — С. 44.).

Стратегии получения знаний. Структурирование знаний

Стратегии получения знаний



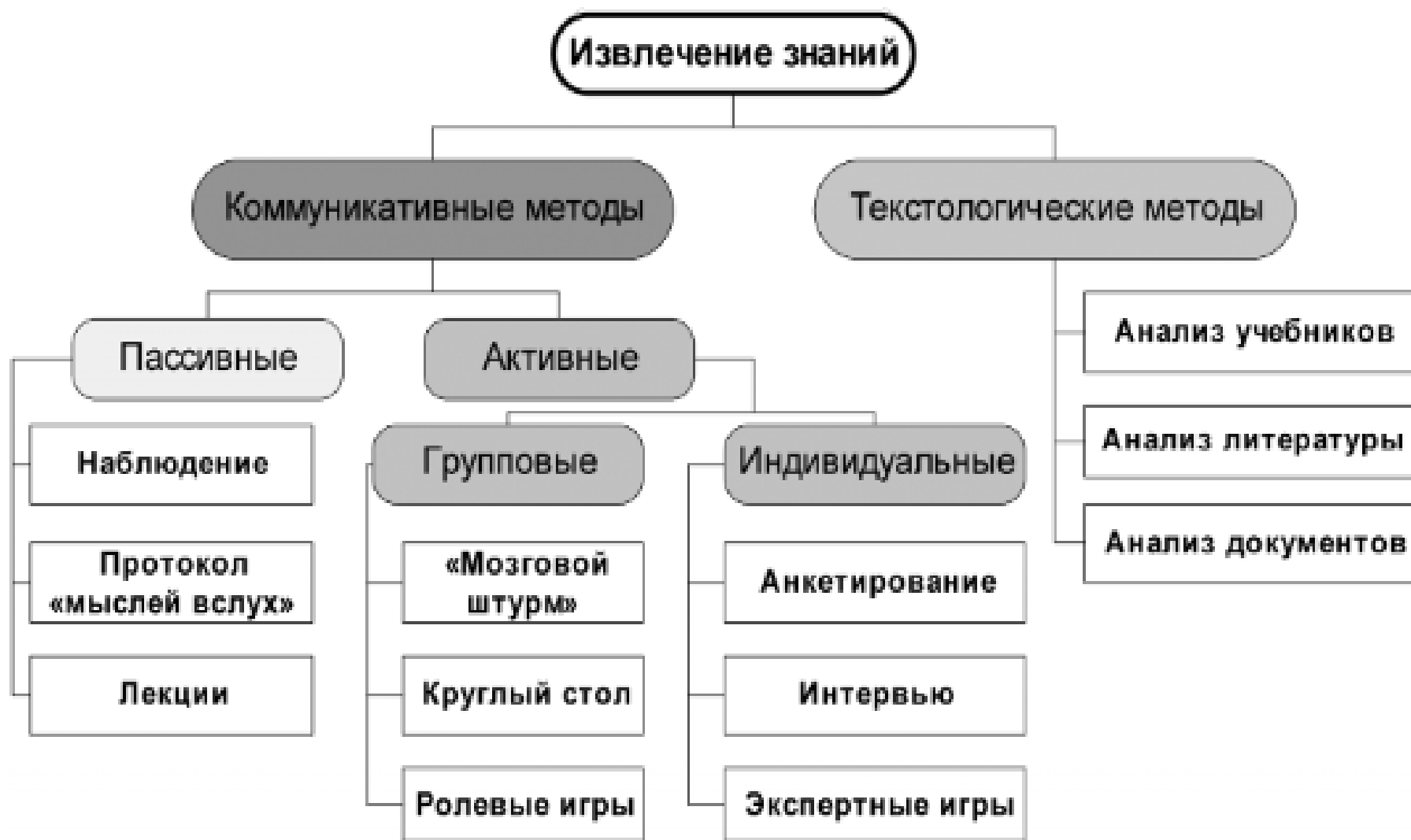
Извлечение знаний — без использования вычислительной техники путем непосредственного контакта инженера по знаниям и источника знаний (будь то эксперт, специальная литература или другие источники).

Приобретение знаний — с использованием ЭВМ при наличии подходящего программного инструментария.

Формирование знаний — с использованием программ обучения при наличии репрезентативной (т. е. достаточно представительной) выборки примеров принятия решений в предметной области и соответствующих пакетов прикладных программ

Гаврилова, Т. А. Инженерия знаний. Модели и методы : учебник для вузов / Т. А. Гаврилова, Д. В. Кудрявцев, Д. И. Муромцев. — 5-е изд, стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — ISBN 978-5-507-44194-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/217442> (дата обращения: 18.09.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей. — С. 39..

Классификация методов извлечения знаний



На выбор метода влияют следующие факторы:

1. Личностные особенности эксперта и инженера по знаниям
2. Характеристика предметной области

Классификаций людей по психологическим характеристикам

Мыслитель
(познавательный тип)

- ориентированы на интеллектуальную работу, учебу, теоретические обобщения

Собеседник
(эмоционально-коммуникативный тип)

- это общительные, открытые люди, готовые к сотрудничеству.

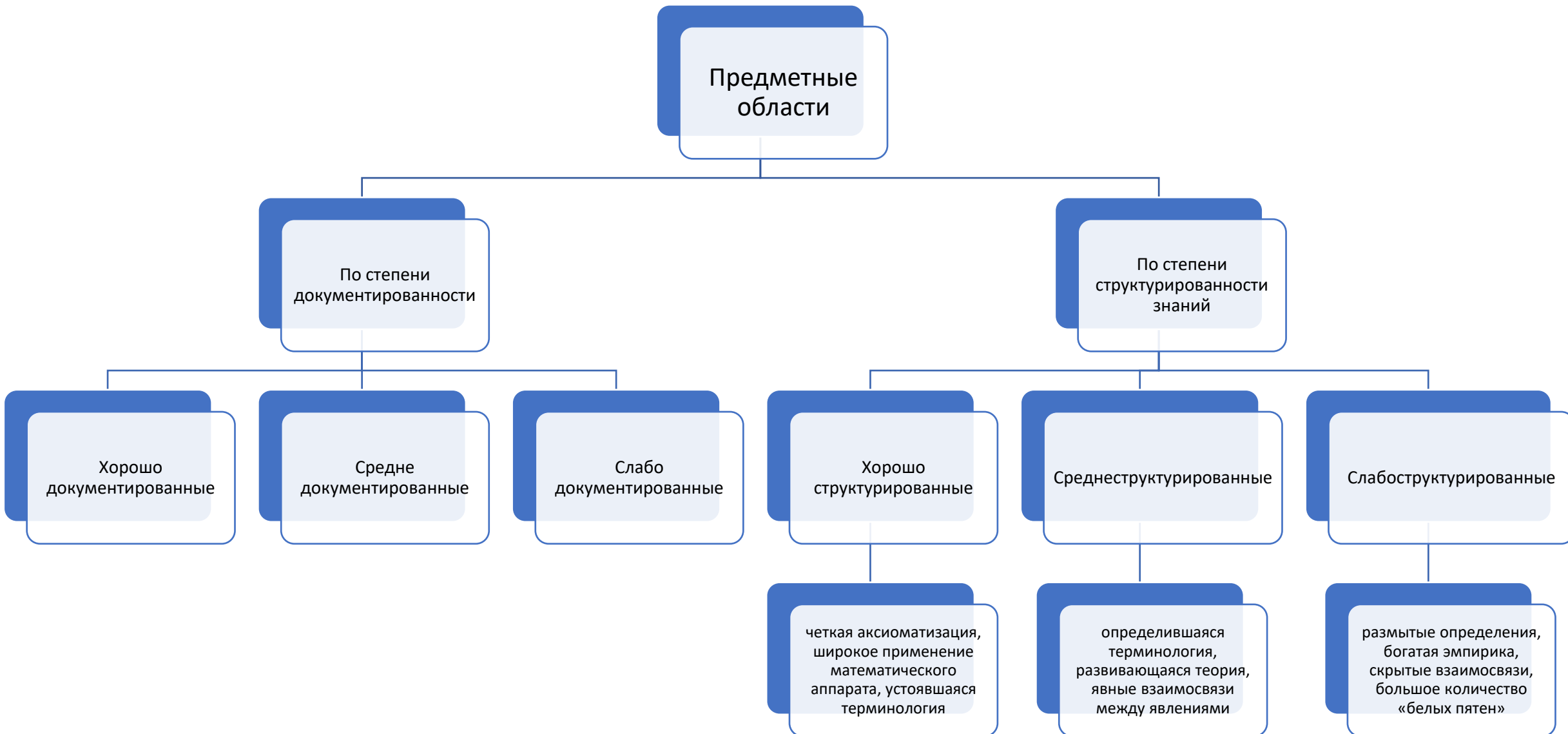
Практик
(практический тип)

- предпочитают действие разговорам, хорошо реализуют замыслы других, направлены на результативность работы

ТРУДНОСТИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ПРОЦЕДУРНЫХ ЗНАНИЙ

- Эксперт не может четко сформулировать правила принятия решений
- Эксперт не желает делиться знаниями
- Трудно найти эксперта в данной предметной области
- Существуют различные интерпретации одних и тех же знаний различными инженерами по знаниям

Классификация предметных областей



Автоматизированное приобретение знаний*. Системы приобретения знаний (СПЗ)

Первого поколения, середина 1980 гг.

- Создание конкретной ЭС-
>опустошение БЗ ->разработка СПЗ
для новых наполнений БЗ -
>формирование новой БЗ для другой
ЭС.
- TEIRESIAS, SIMER+MIR, АРИАДНА,
EMYCIN —EMPTY MYCIN

Второго поколения, конец 1980 гг.

- Широкий модельный подход с акцентом на предварительном детальном анализе предметной области.
- Так, в Европе широкое применение получила методология KADS (Knowledge Acquisition and Documentation Structuring - Приобретение знаний и Структурирование документации)

Третьего поколения, 1990 гг. - ...

- Перенесли акцент в проектировании с эксперта на инженера по знаниям.
- Новые СПЗ — это программные средства для аналитика, более сложные, гибкие, а главное использующие графические возможности современных рабочих станций и достижения CASE-технологии (Computer-Aided Software Engineering - Автоматизированная разработка программного обеспечения).
- Эти системы позволяют не задавать заранее интерпретационную модель, а формировать структуру БЗ динамически

*Приобретение знаний — получение знаний с использованием ЭВМ при наличии подходящего программного инструментария

Классификация инструментальных систем приобретения знаний (по используемым методам)



Формирование знаний*

Традиционно к задачам формирования знаний или **машинного обучения** относятся задачи **прогнозирования, идентификация (синтеза) функций, расшифровки языков, индуктивного вывода** (от частного к общему) и **синтеза с дополнительной информацией**. В широком смысле к обучению по примерам можно отнести и методы **обучения распознаванию образов**. Индуктивный вывод правил из фактов применен также в системах AQ, AQUINAS, KSSI, INSTIL и некоторых других.

Формирование знаний, тяготеющее в большей степени к области **Machine Learning(ML)**, т. е. индуктивному обучению, основывается на хорошо исследованном аппарате распознавания образов и обнаружения сходства объектов в последнее время все чаще называется **Data Mining (анализ данных)** или **Knowledge Discovery (обнаружение знаний)**. Эти методы приобретают сейчас широкую популярность, базируясь на анализе данных и поиске закономерностей.

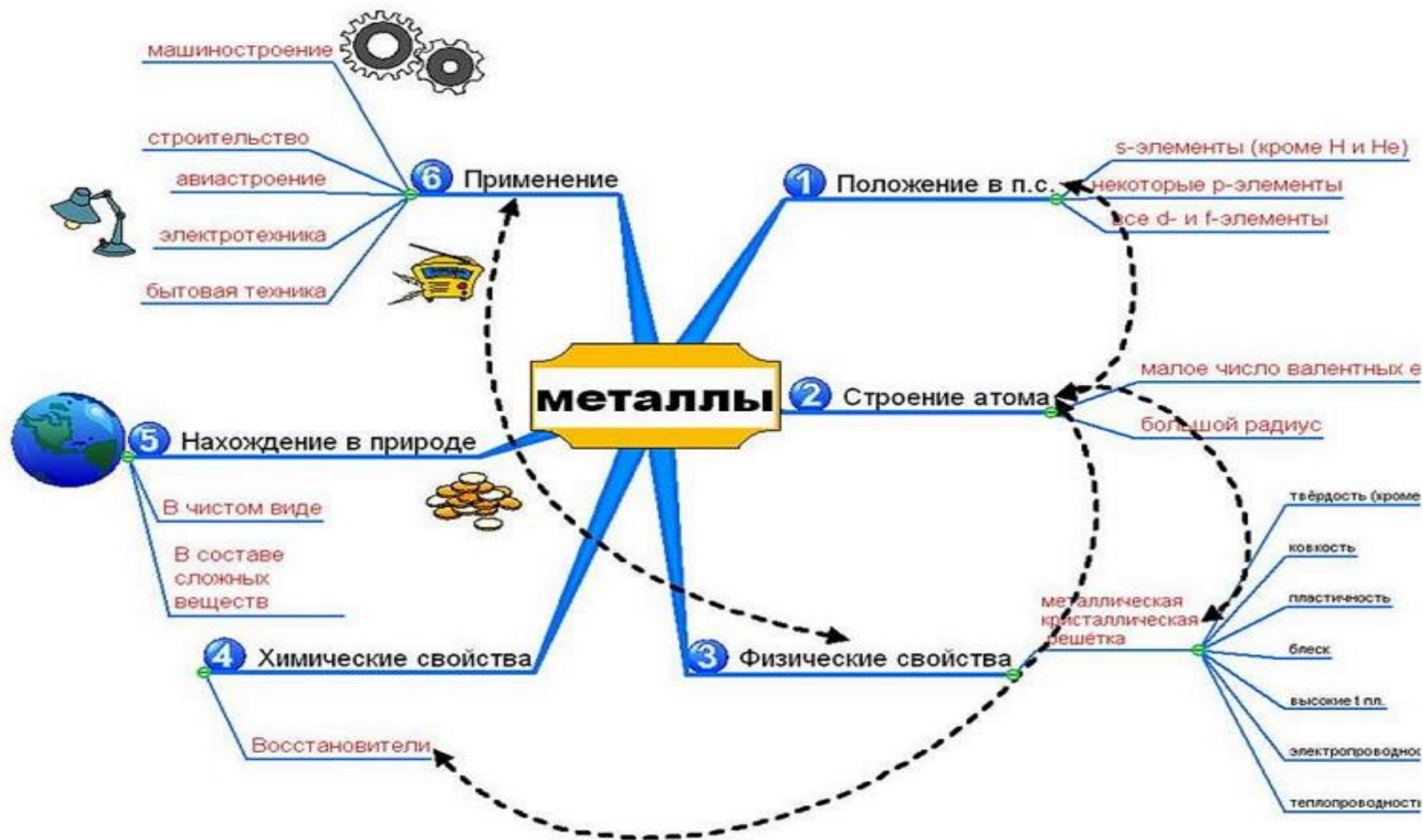
*Формирование знаний — получение знаний с использованием программ обучения при наличии репрезентативной (т. е. достаточно представительной) выборки примеров принятия решений в предметной области и соответствующих пакетов прикладных программ

Гаврилова, Т. А. Инженерия знаний. Модели и методы : учебник для вузов / Т. А. Гаврилова, Д. В. Кудрявцев, Д. И. Муромцев. — 5-е изд, стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — ISBN 978-5-507-44194-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/217442> (дата обращения: 20.09.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей. — С. 43.

Структурирование знаний. Визуальные ментальные модели

- Интеллект-карты
- Концептуальные карты
- Диаграммы Венна
- Концептуальные ER-диаграммы (*Entity-Relationship*, «сущность-связь»)
- Диаграммы Исикавы (Ишикавы)
- Блок-схемы
- Деревья решений
- Сетевые графики (PERT-диаграммы (Program (Project) Evaluation and Review Technique (методика анализа и оценки проектов (программ)))
- Диаграмма Ганта

Интеллект-карта



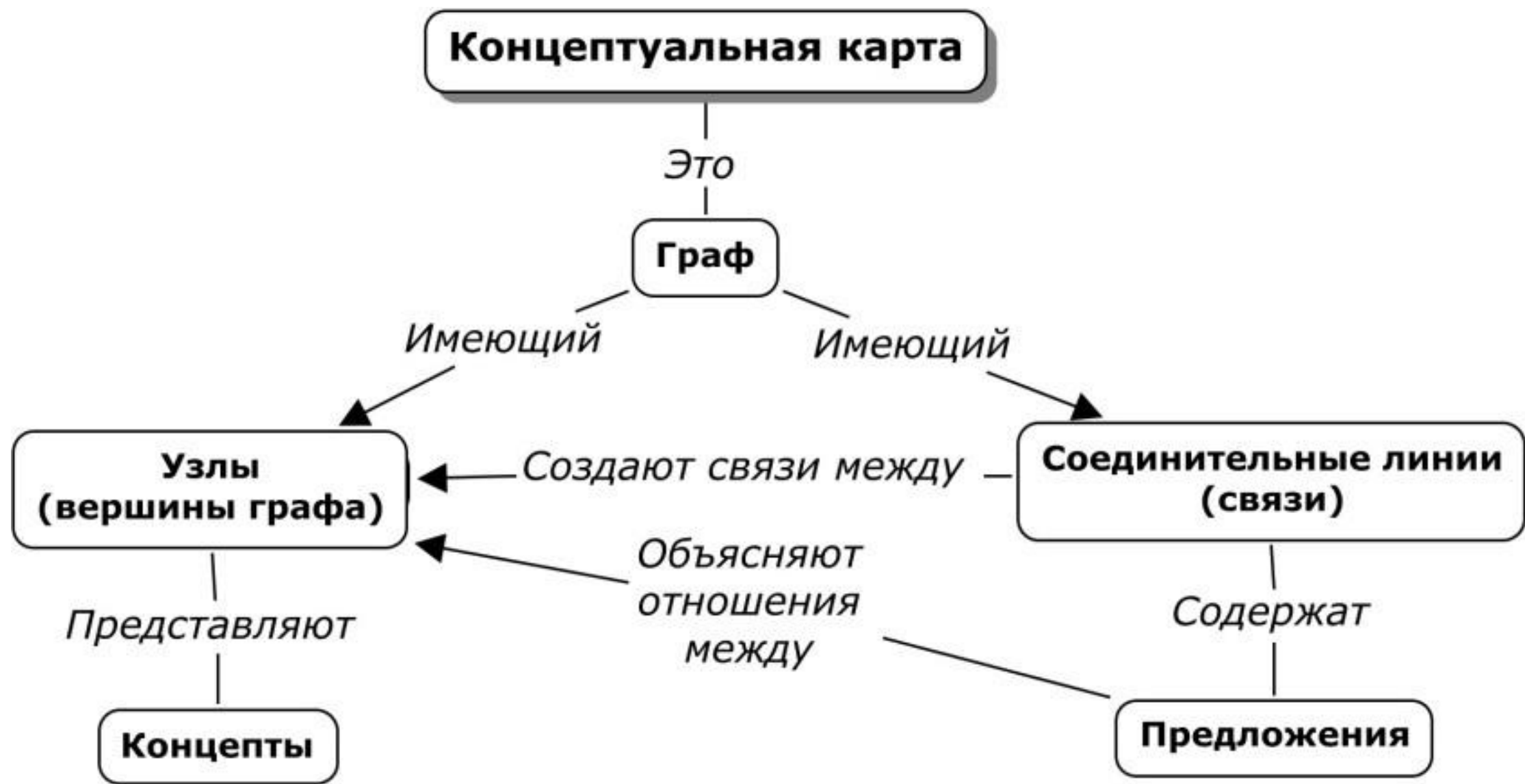
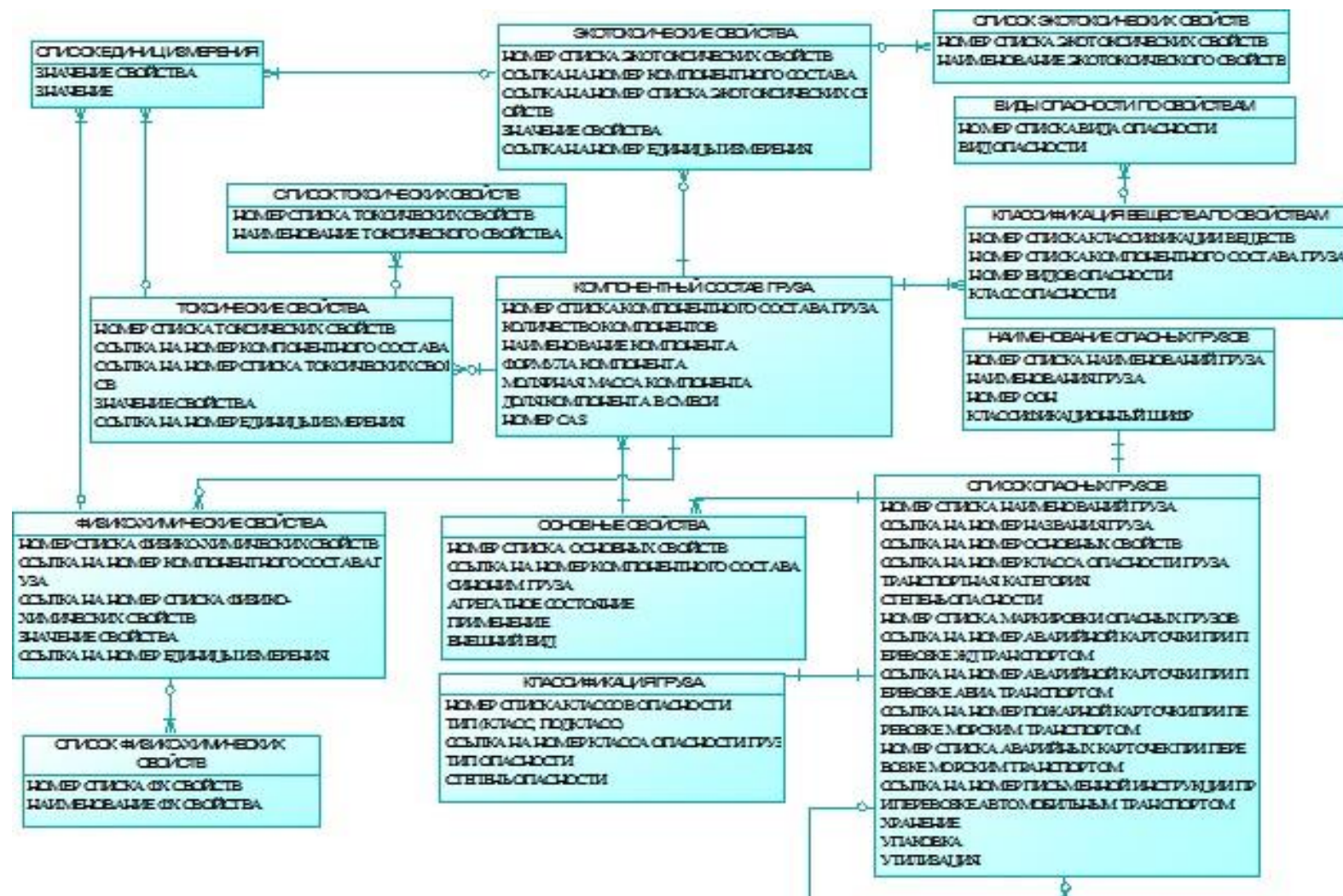


ДИАГРАММА ЭЙЛЕРА – ВЕННА



Диаграмма Венна - это широко используемый стиль **диаграммы**, который показывает логическую связь между множествами

Концептуальные ER-диаграммы (*Entity-Relationship*, «сущность-связь»)



Логическая модель (структура) базы данных по классификации и маркировке опасных грузов

Пример диаграммы Исикавы:

Диаграмма причинно-следственного анализа (Исикавы) проблемы
"Качество изготовления деталей"

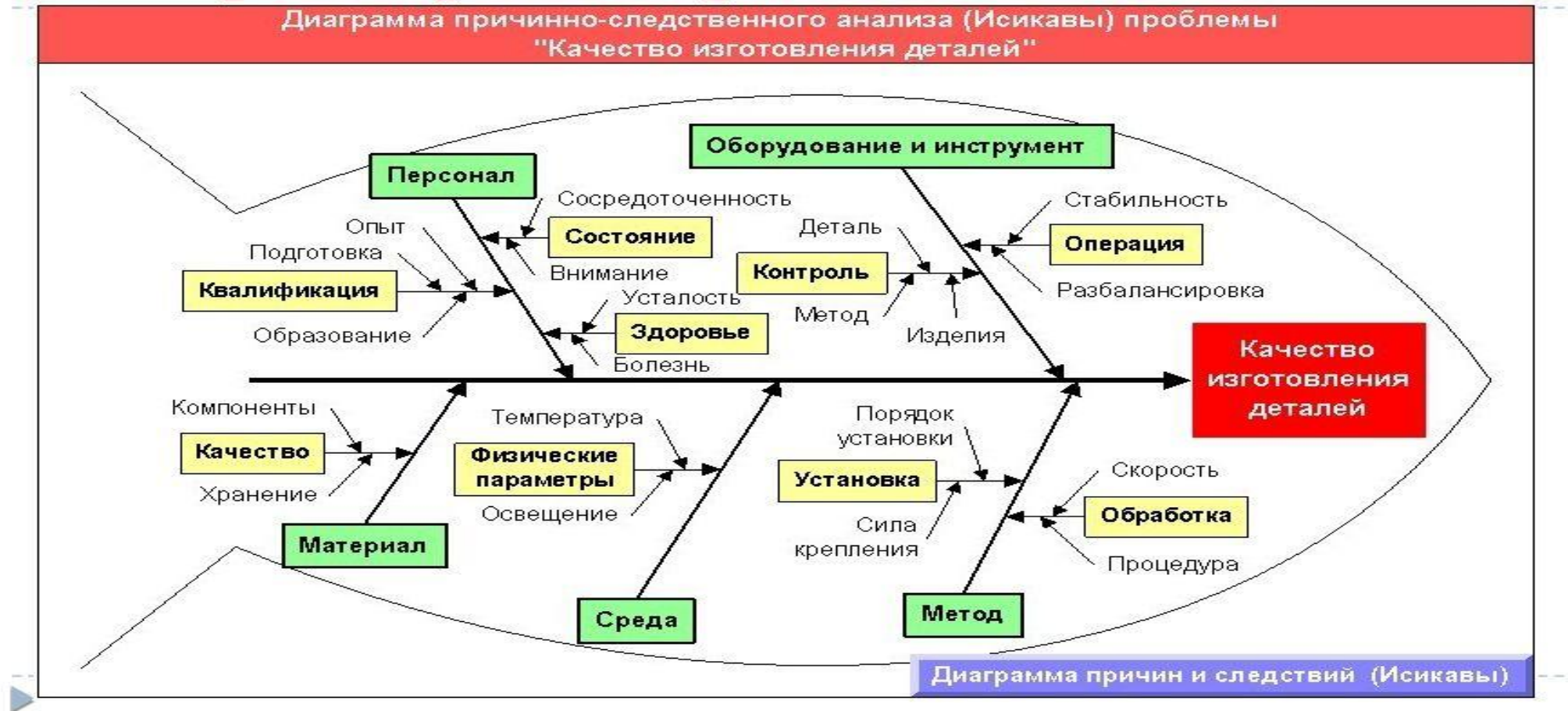
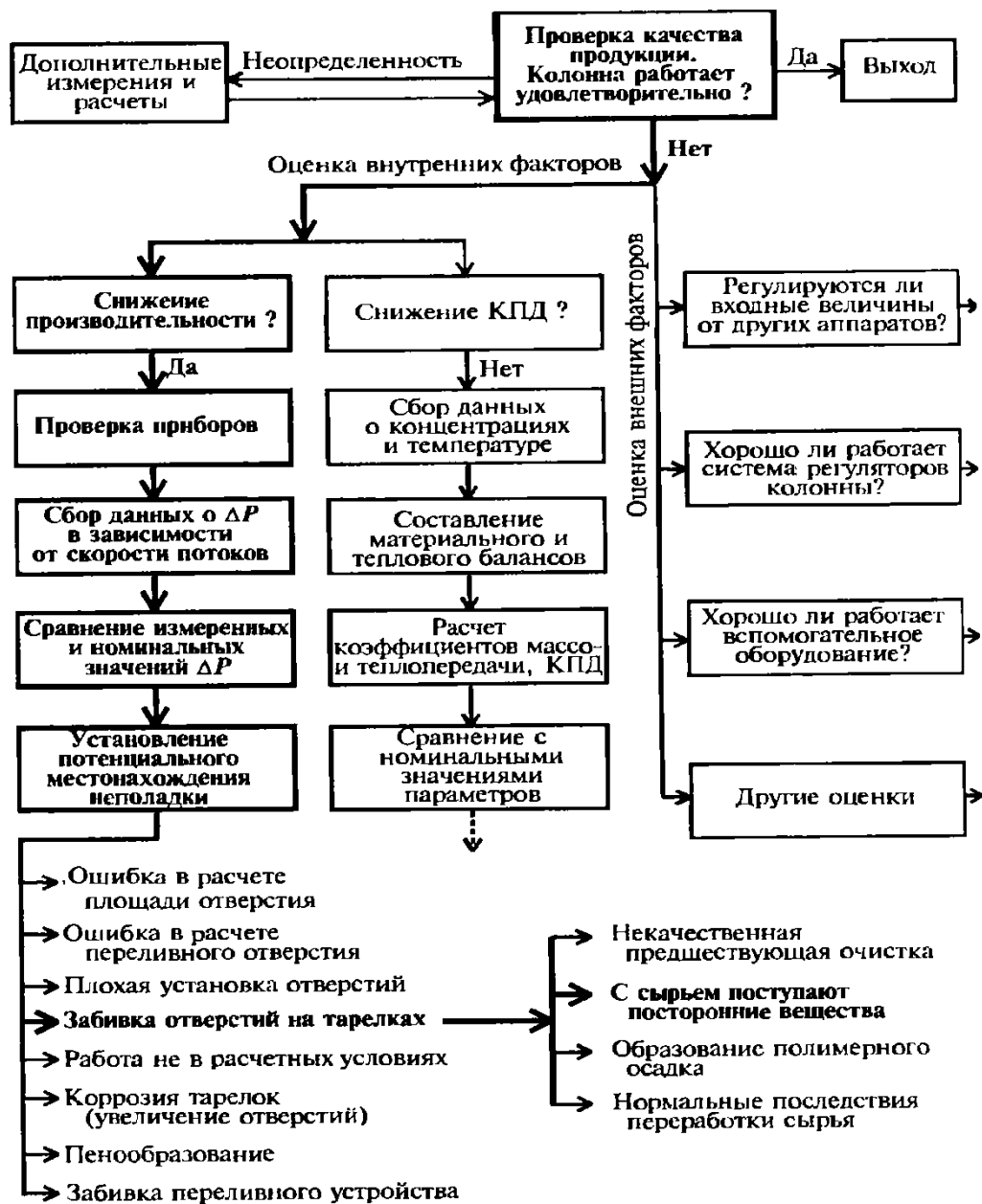


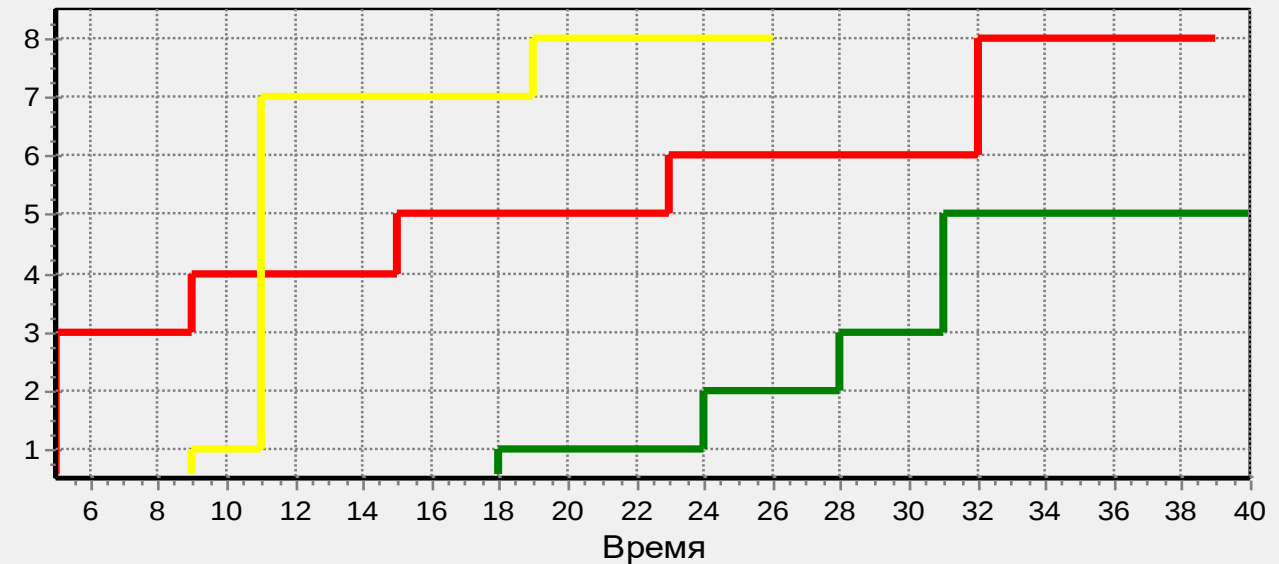
Диаграмма Исикавы («рыбьи кости») — метод для поиска и визуализации причин, которые приводят к проблеме. **Диаграмма** представляет собой схему, похожую на скелет рыбы. В «голову» помещают проблему, а на «костях» пишут факторы, влияющие на ситуацию.



Дерево решений при диагностике неполадок в ректификационной колонне

Диаграмма Ганта для последовательности продуктов 3,4,1,2 (оптимальной)

Время	Ресурс	Продукт
1	1	3
3	2	3
5	1	4
7	3	3
9	2	4
10	1	1
11	3	4
13	2	1
14	1	2
17	3	1
20	2	2
24	3	2



Табличные методы структурирования знаний

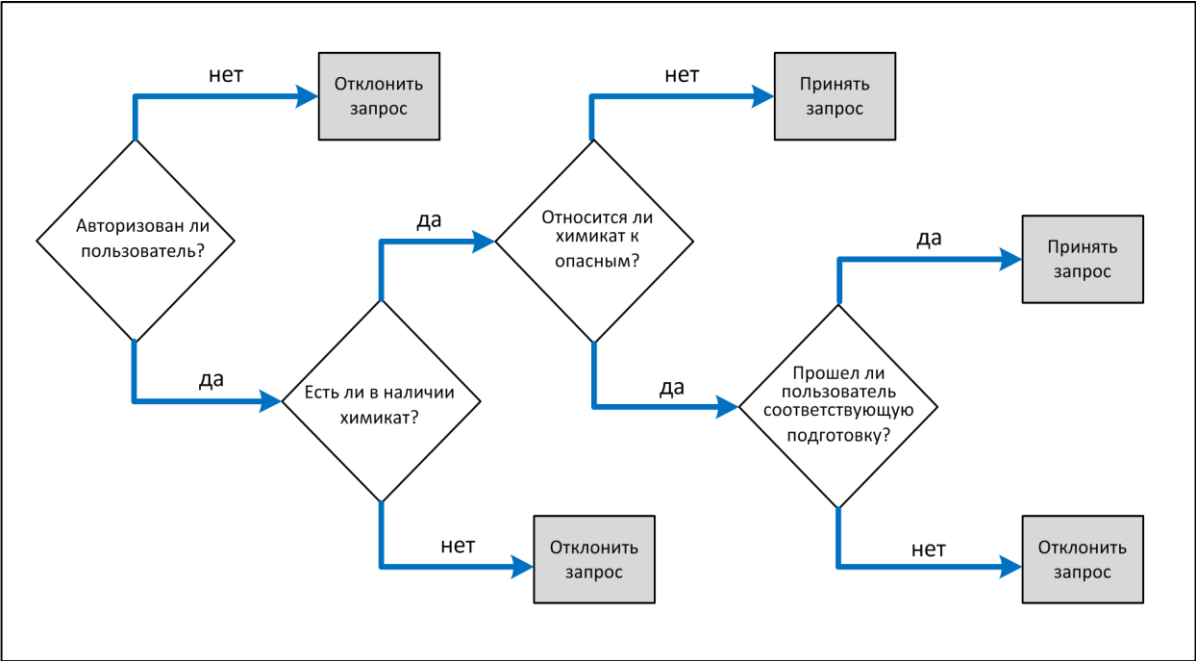
- Таблица решений (таблица принятия решений)
- Структурирование (развёртывание) функции качества **QFD (Quality Function Deployment)**

Таблица решений

Показана таблица решений с логикой, управляющей принятием или отклонением запроса нового химиката Chemical Tracking System. На решение влияет четыре фактора:

- 1. авторизован ли пользователь, создающий запрос;
- 2. имеется ли химикат в наличии на складе или у поставщика;
- 3. включен ли химикат в список опасных химикатов, для работы с которыми необходима специальная подготовка;
- 4. есть ли у пользователя, создающего запрос, соответствующая подготовка для работы с этим типом опасного вещества.

Каждый из этих четырех факторов имеет два возможных условия, *true* или *false*.
Таблица показывает, что результат различных логических комбинаций — лишь пять отдельных функциональных требований.



Номер требования					
Условие					
Пользователь авторизован	false	true	true	true	true
Химикат есть в наличии	-	false	true	true	true
Химикат считается опасным	-	-	false	true	true
Сотрудник, разместивший заказ на химикат, прошел соответствующую подготовку	-	-	-	false	true
Действие					
Принять запрос			x		x
Отклонить запрос	■:	x		x	

QFD (Quality Function Deployment – технология развертывания функций качества)

- Технология QFD - это последовательность действий производителя по преобразованию фактических показателей качества изделия в технические требования к услугам, процессам и оборудованию.
- Основным инструментом технологии QFD является таблица специального вида, получившая название "домик качества". В этой таблице отображается связь между фактическими показателями качества (потребительскими свойствами) и вспомогательными показателями (техническими требованиями)



Классификация моделей представления знаний

Модель знаний определяет способ формального описания знаний в базе знаний (БЗ)



MDA (Model Driven Architecture) консорциума Object Management Group (OMG)

ODP (Model of Open Distributed Processing), зафиксированная в стандарте ISO/ITU

Формальные логические модели

Традиционно в представлении знаний выделяют *формальные логические модели*, к которым относят **исчисления высказываний, исчисления предикатов, нечеткие логические модели**.

Записываются в виде множества: $M = \langle T, P, A, F \rangle$, где

- T – множество базовых переменных,
- P – множество статических правил (синтаксических и семантических),
- A – множество аксиом (априорно истинных логических формул),
- F – множество правил вывода (в соответствии с которыми мы получаем то или иное решение).

Исчисление высказываний представляет собой один из начальных разделов математической логики, служащий основой для построения более сложных формализмов. В практическом плане исчисление высказываний, применяется в ряде ПрО (в частности, при проектировании цифровых электронных схем).

Развитие логики высказываний нашло отражение в исчислении **предикатов первого порядка**.

Переменные, значениями которых являются термины (слова, фразы, предложения), выраженные на естественном языке, называются **лингвистическими переменными**.

Логические операции

Действия, совершаемые над логическими переменными для получения определенных логических функций, называются логическими операциями. В алгебре логики используются следующие логические операции:

- **ИНВЕРСИЯ** (логическое отрицание). В естественных языках соответствует словам **неверно, ложь** или частице *не*, в языках программирования обозначается `Not`, в алгебре логики обозначается $\bar{A}$,
- **КОНЪЮНКЦИЯ** (логическое умножение). В естественных языках соответствует союзу *и*, в языках программирования обозначается *And*, в алгебре логики обозначается $\wedge$,
- **ДИЗЪЮНКЦИЯ** (логическое сложение). В естественных языках соответствует союзу *или*, в языках программирования обозначается *Or*, в алгебре логики обозначается $\vee$.
- **ИМПЛИКАЦИЯ** (логическое следование). В естественных языках соответствует обороту речи, *если..., то ...*, в языках программирования обозначается *If*, в алгебре логики обозначается $\rightarrow$.
- **ЭКВИВАЛЕНЦИЯ** (логическая равнозначность). В естественных языках соответствует обороту речи *тогда и только тогда*, в алгебре логики обозначается $\Leftrightarrow$ или $\equiv$

Пример

1. М – «В технологическую схему входят насос и фильтр»

А – «В технологическую схему входит насос»

В – «В технологическую схему входит фильтр»

А, В = <да, нет>;

$M \equiv (A=\text{да}) \wedge (B=\text{да}).$

2. Если жидкость содержит твердые взвешенные частицы, то твердые частицы можно отделить от жидкости, пропуская ее через фильтр

А - "жидкость содержит твёрдые взвешенные частицы";

В - "твёрдые частицы можно отделить от жидкости";

С - "жидкость пропустить через фильтр"

А, В, С = <да, нет>;

$M \equiv (A=\text{да}) \rightarrow (B=\text{да}) \wedge (C=\text{да})$

$M \equiv ((A=\text{да}) \wedge (C=\text{да})) \rightarrow (B=\text{да})$

Достоинства и недостатки формальных логических моделей

Положительными чертами логических моделей знаний в целом являются:

- **высокий уровень формализации**, обеспечивающий возможность реализации системы формально точных определений и выводов;
- согласованность знаний как единого целого, облегчающая решение проблем верификации БЗ, оценки независимости и полноты системы аксиом и т. д.;
- единые средства описания как знаний о ПрО, так и способов решения задач в этой ПрО, что позволяет любую задачу свести к поиску логического вывода некоторой формулы в той или иной ФС.

Отметим следующие **недостатки** логических моделей.

- **представление знаний в таких моделях ненаглядно**: логические формулы трудно читаются и воспринимаются.

Пути повышения эффективности логических моделей знаний связаны с использованием **многоуровневых и специальных логик**.

Сетевые модели знаний

Наиболее общий способ представления знаний, при котором ПрО рассматривается как совокупность объектов и связывающих их отношений, реализован в **сетевой модели знаний**.

К сетевым моделям относятся: сети Петри, семантические сети, онтологии.

В качестве носителя знаний в этой модели выступает **семантическая сеть** – это **ориентированный граф, состоящий из вершин, которые соответствуют объектам (понятиям) ПрО, и дуг — отношениям между понятиями**.

Все они представлены в ЕЯ и обладают разными свойствами как с математической, так и с лингвистической точек зрения. Разработка универсального представления семантической сети при таком количестве типов отношений является сложной и трудоемкой задачей. К тому же оперировать подобной универсальной моделью было бы затруднительно.

При решении конкретных задач значимыми являются не все типы отношений, а их подмножество. Поэтому модели семантических сетей обычно разрабатываются как проблемно-ориентированные. В таких моделях используют ограниченное число типов отношений.

Среди моделей семантических сетей, разработанных в России в последние десятилетия, наибольшую известность получили следующие:

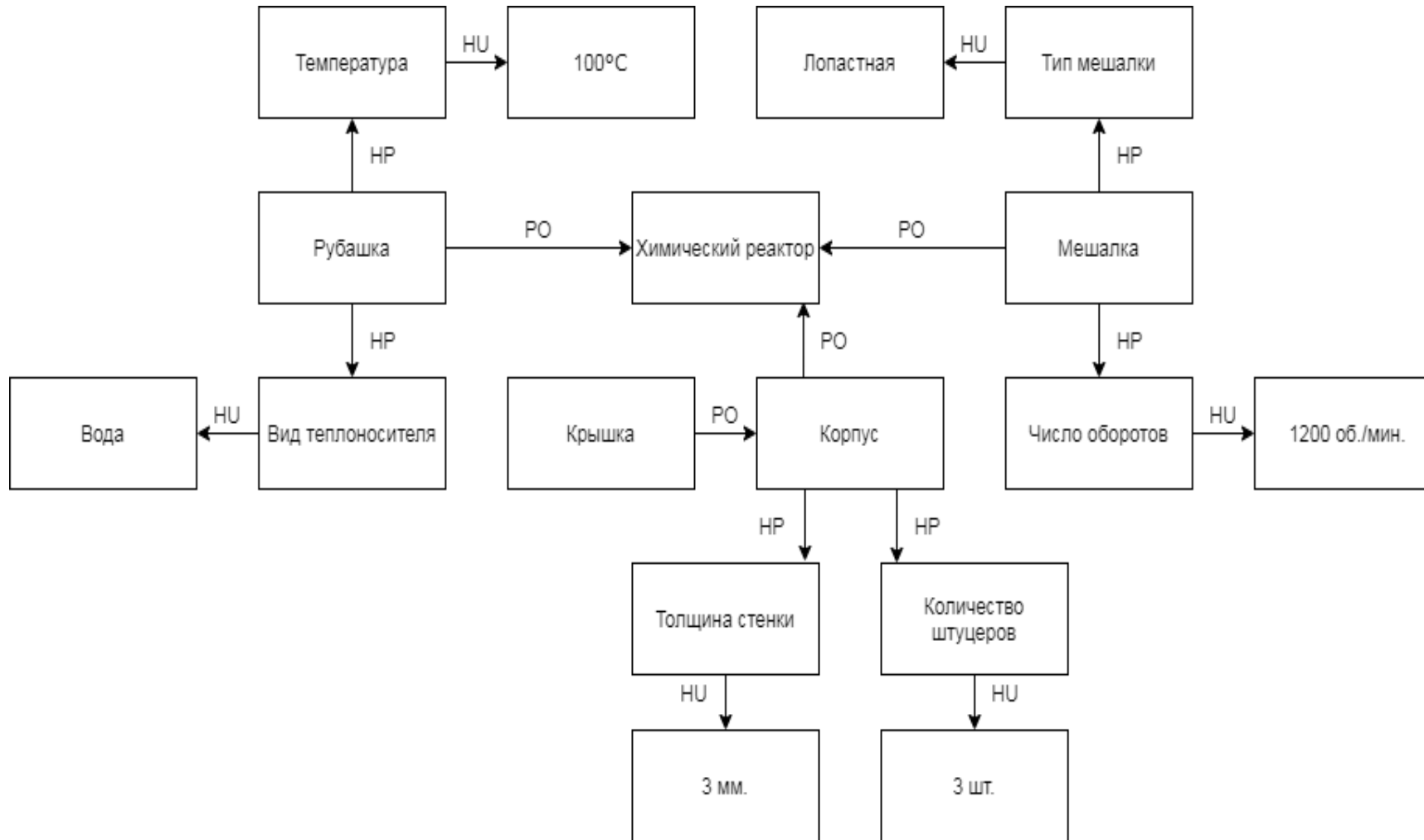
- расширенные семантические сети И.П. Кузнецова;
- неоднородные семантические сети Г.С. Осипова;
- нечеткие семантические сети И.А. Перминова;
- обобщенная модель представления знаний о ПрО А.И. Башмакова.
- функциональные И. Н. Дорохов, В. В. Меньшиков.

Функциональные семантические сети: вершины – исходные данные или вычисляемые величины, дуги – отношения математического типа (формулы, операторы, сложные математические конструкции), с помощью которых одни данные преобразуются в другие.

- **Семантическая сеть** – модель знаний в форме графа. В основе таких моделей лежит идея о том, что любые знания можно представить в виде совокупности объектов (понятий) и связей (отношений) между ними.
- Рассмотрим пример семантической сети, представленной на рисунке. Данный пример хорошо иллюстрирует отличие модели знаний от базы данных.
- Семантическая сеть наглядно отражает взаимосвязь входящих в нее объектов. Например, если в базу данных о животных добавить новую запись «Ник – это слон», то мы будем знать про Ника один только этот факт и все. Но если добавить этот факт в данную семантическую сеть, то сразу же станет ясно, что Ник – это млекопитающее, его детей надо вскармливать молоком, что он дышит воздухом, передвигается на четырех ногах, имеет хобот, бивни и позвоночник, принадлежит к тому же классу, что Джонни, Костя и пр.



Семантическая сеть "Химический реактор"



- 1) Отношение принадлежности (**является**), абстрактное - конкретное.
IA (is a...).
- 2) Отношение "**свойство**".
HP (has property).
- 3) Отношение "**является видом**".
AKO (a kind of...).
- 4) Отношение "**является частью**" / "**имеет часть**".
PO (part of...) / **HPt (has part).**
- 5) Отношение "**имеет значение**".
HU (has unit).

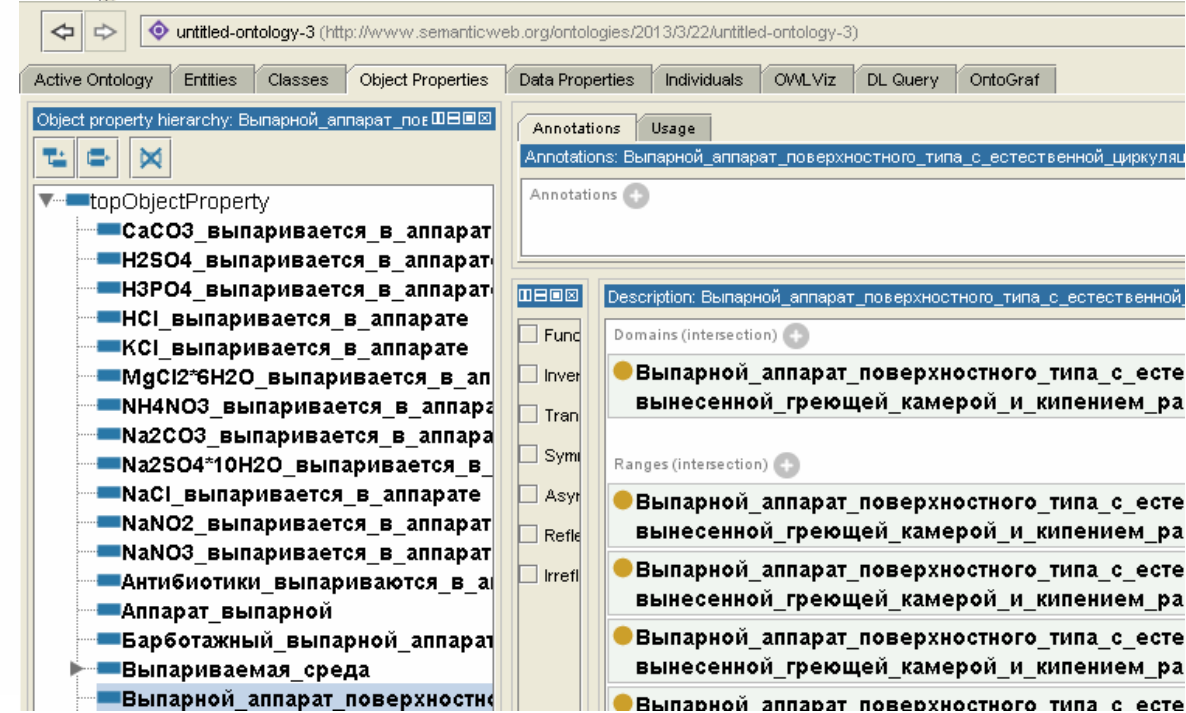
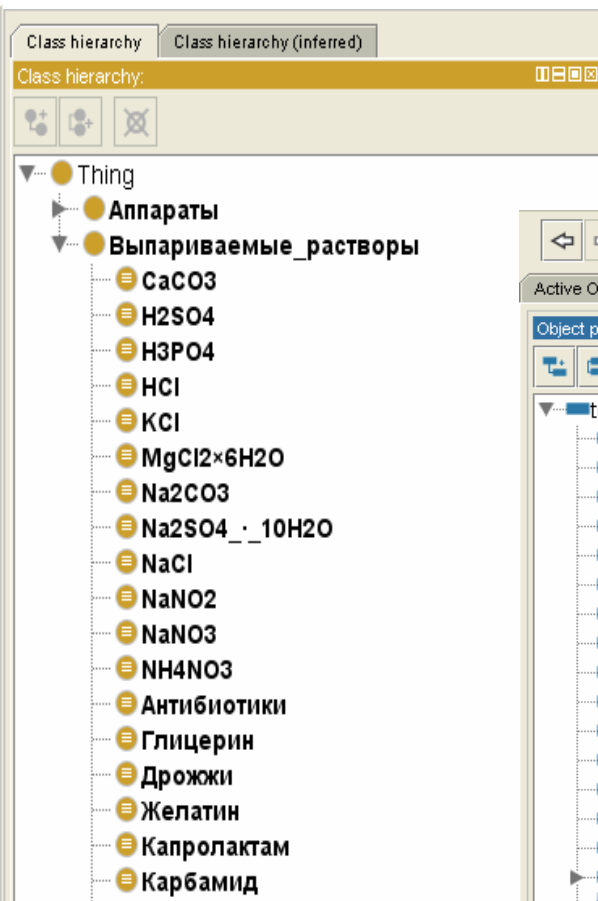
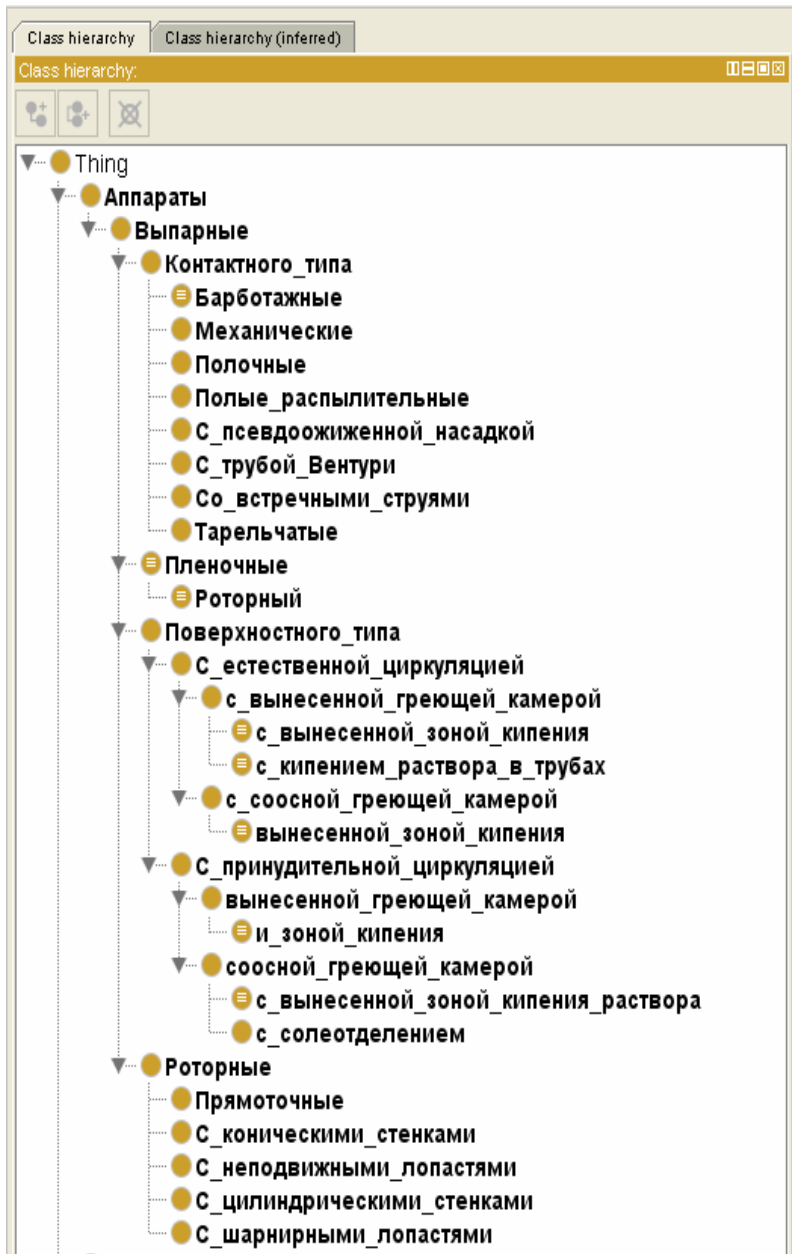
Онтологии

Одним из способов представления знаний в информационных системах являются онтологии. Формально онтология определяется как

$$O = \langle X, R, F \rangle,$$

где X – конечное множество понятий предметной области,
 R – конечное множество отношений между понятиями,
 F – конечное множество функций интерпретации.

Конечное **множество отношений между понятиями** представляется **иерархией классов** (таксономией). Конечное **множество функций интерпретаций** представлено **правилами**.



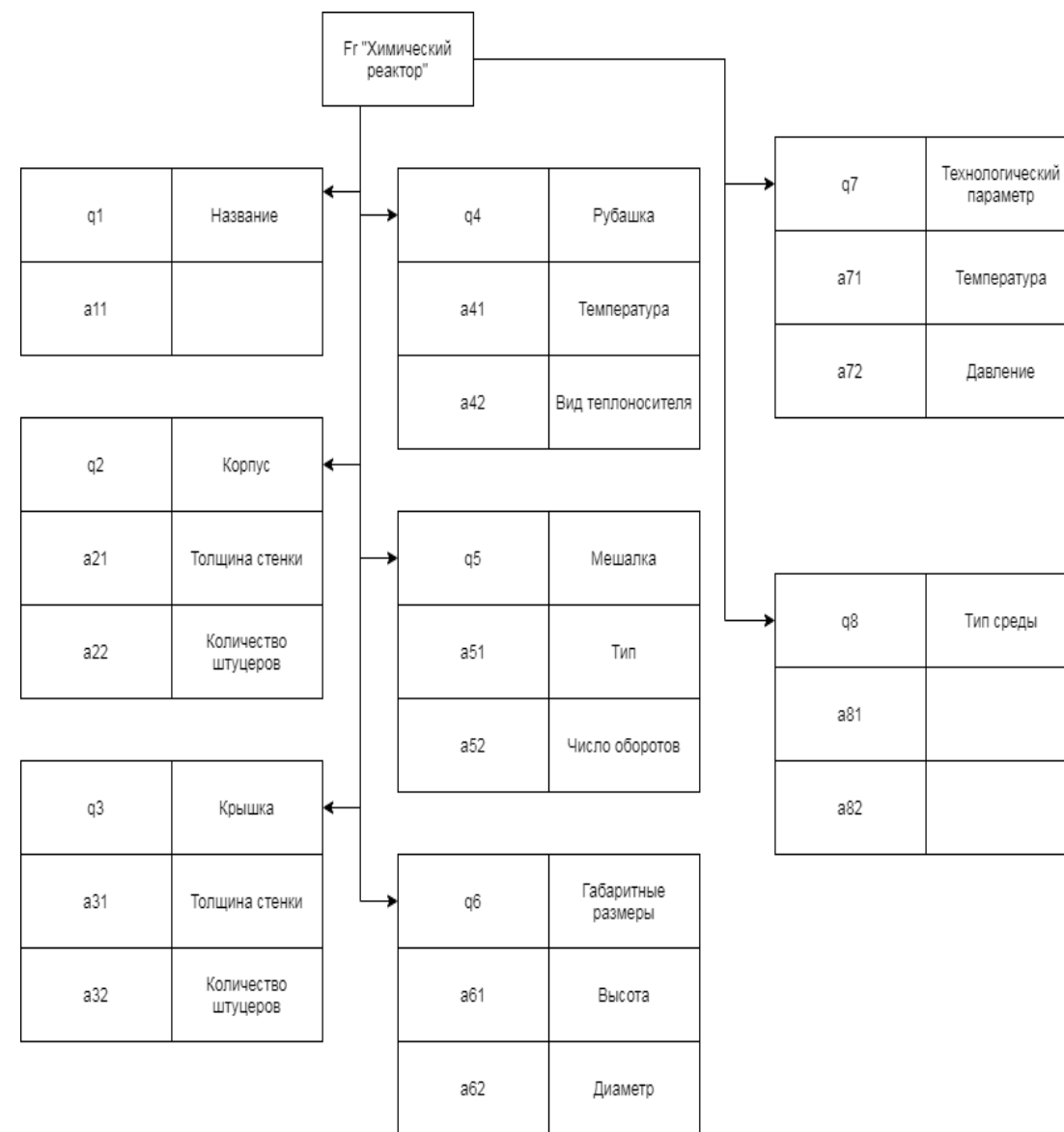
Дерево иерархии
(таксономия) растворов

Свойства, связывающие выпарные аппараты и
растворы, выпариваемые в них

Онтология реализована в среде свободно распространяемой программы
Protégé

Фреймы

- Фрейм — разновидность упорядоченной структуры семантической сети.
- Фрейм (англ. **frame** — кадр, рамка, каркас) — абстрактный образ для представления некоего стереотипа восприятия.
- В химии и химической технологии фрейм — это минимальное смысловое описание в словесной структурно-классифицированной форме иерархических знаний о каком-либо стереотипном понятии (объект, субъект, операция, явление, состояние или событие).



Продукционные правила и модели

Продукционные правила, PR — это структурно-лингвистические модели представления процедурных знаний предметной области (рекомендаций, указаний, стратегий или эвристических правил), которые формально записываются в виде следующих пар:

- $PR_1 ::= \text{ЕСЛИ (ситуация), ТО (действие)},$
- $PR_2 ::= \text{ЕСЛИ (условие применимости), ТО (действие)},$
- $PR_3 ::= \text{ЕСЛИ (причина), ТО (следствие)},$
- $PR_4 ::= \text{ЕСЛИ (причина), ТО (следствие)}.$

Если «температура сырьевого потока» = «выше нормы», то «расход водяного пара, подаваемого на распыл сырья» = «увеличить».

Модель на основе байесовской системы логического вывода

Одним из исчислений неопределенностей в теории экспертных систем является теория вероятностей и теорема Байеса в частности. С помощью формулы Байеса удастся накапливать информацию, поступающую из различных источников, с целью подтверждения или неподтверждения определенной гипотезы (диагноза).

Теорема Байеса (или формула Байеса) — одна из основных теорем теории вероятностей, которая позволяет определить вероятность какого-либо события при условии, что произошло другое статистически взаимозависимое с ним событие.

Редактор баз знаний 1.0

Файл Плавка Справка

[27 строка, 1 столбец]

Пароль на редактирование Пароль на чтение

Пример базы знаний отказы и аварийные ситуации секции 200 установки каталитического крекинга

Признаки:
1 Увеличение кратности циркуляции катализатора системе P-201-P-202?
2 Увеличение температуры сырья на входе в реактор P-201?
3 Проскок воздуха из регенератора P-202 в реактор P-201?
4 Плохая отпарка катализатора, поступающего в регенератор P-202?
5 Происходит догорание CO в CO2 в регенераторе P-202?
6 Увеличение подачи шлама из реактора P-201?
7 Поступление нефтепродуктов из реактора P-201 в регенератор?
8 Неудовлетворительная работа приборов регулирования температуры колонны K-201?
9 Нарушение нормальной работы насосов подачи ВЦО колонны K-201?
10 Уменьшение количества подаваемого ВЦО колонны K-201?
11 Остановка вентиляторов холодильников воздушного охлаждения XB-202?
12 Повышение количества жирного газа?
13 Нарушение работы насосов подачи жирного газа?
14 Остановка вентилятора холодильника воздушного охлаждения?
15 Выход из строя уровнемера в 0-201?

Признаки аварийных ситуаций
 k_j

1 Повышение температуры в реакторе P-201 Разгерметизация реактора, 0.002, 1, 0.99, 0.001, 2, 0.99, 0.001
2 Образование взрывоопасной среды в реакторе P-201, 0.01, 3, 0.99, 0.01
3 Повышение температуры в регенераторе P-202 Разгерметизация регенератора, 0.02, 4, 0.9, 0.01, 5, 0.99, 0.001, 6, 0.999, 0.0001, 7, 0.9, 0.01
4 Повышение температуры ВЦО в колонне K-201 Разгерметизация насоса ВЦО, 0.021, 8, 0.99, 0.001, 9, 0.9, 0.01, 10, 0.999, 0.0001, 11, 0.9, 0.01
5 Перегрев колонны K-201 Разгерметизация колонны, 0.01, 8, 0.99, 0.001, 9, 0.9, 0.01, 10, 0.999, 0.0001, 11, 0.9, 0.01
6 Повышение давления в системе "0-201 - K-201 - P-201" Разгерметизация одного из аппаратов, 0.011, 12, 0.999, 0.0001, 13, 0.9, 0.01, 14, 0.99, 0.001
7 Переполнение газоотделителя 0-201, 0.01, 15, 0.9, 0.01

Априорные вероятности $P(D_i)$

Номер признака j

$P(k_1/D_i)$ – вероятность реализации признака (отказа) k_j при аварийной ситуации (диагнозе) D_i [ДА]

$P(k_2/D_i)$ – вероятность отсутствия признака (отказа) k_j при аварийной ситуации (диагнозе) D_i [НЕТ]

Аварийные ситуации D_i

39

Методы сбора экспертных знаний и обработки экспертных оценок в процессе группового принятия решений

Обработка экспертных оценок

После проведения опроса группы экспертов осуществляется обработка результатов. Целью обработки является получение обобщенных данных и новой информации, содержащейся в скрытой форме в экспертных оценках. В зависимости от целей экспертного оценивания при обработке результатов опроса возникают следующие основные задачи:

- определение согласованности мнений экспертов;
- построение обобщенной оценки объектов;
- определение зависимости между суждениями экспертов;
- определение относительных весов объектов;
- оценка надежности результатов экспертизы.

Оценка степени компетентности эксперта

Для количественной оценки степени компетентности используется **коэффициент компетентности**, с учетом которого взвешивается мнение эксперта. Коэффициент компетентности определяется по априорным и апостериорным данным. При использовании **априорных данных** оценка коэффициента компетентности производится до проведения экспертизы на **основе самооценки эксперта и взаимной оценки со стороны других экспертов**.

При использовании **апостериорных данных** оценка коэффициента компетентности производится на основе обработки результатов экспертизы.

Существует ряд **методик определения коэффициента компетентности по априорным данным**. Наиболее простой является методика оценки **относительных коэффициентов компетентности** по результатам высказывания специалистов о составе экспертной группы. Сущность этой методики заключается в следующем. Ряду специалистов предлагается высказать суждение о включении лиц в экспертную группу для решения определенной проблемы. Если в этот список попадают лица, не вошедшие в первоначальный список, то им также предлагается назвать специалистов для участия в экспертизе. Проведя несколько туров такого опроса, можно составить достаточно полный список кандидатов в эксперты. По результатам проведенного опроса составляется матрица, в ячейках которой проставляются переменные

$$\begin{aligned} x_{ij} &= 1, \text{ если } j\text{-й эксперт назвал } i\text{-го эксперта} \\ x_{ij} &= 0, \text{ если } j\text{-й эксперт не назвал } i\text{-го эксперта.} \end{aligned}$$

Причем каждый эксперт может включать или не включать себя в экспертную группу.

По данным матрицы вычисляются коэффициенты компетентности как относительные веса экспертов по формуле

$$k_i = \frac{\sum_{j=1}^m x_{ij}}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m x_{ij}} \quad (i = \overline{1, m}) ,$$

где k_i – коэффициент компетентности i -го эксперта, m - количество экспертов (размерность матрицы $\|x_{ij}\|$).

Коэффициенты компетентности нормированы так, что их сумма равна единице:

$$\sum_{i=1}^m k_i = 1$$

Содержательный смысл коэффициентов компетентности, вычисленных по данным таблицы $\|x_{ij}\|$, состоит в том, что подсчитывается сумма единиц (число “голосов”), поданных за i -го эксперта, и делится на общую сумму всех единиц. Таким образом, коэффициент компетентности определяется как относительное число экспертов, высказавшихся за включение i -го эксперта в список экспертной группы.

Определение согласованности оценок экспертов

Оценка согласованности мнений экспертов производится путем вычисления **количественной меры, характеризующей степень близости** индивидуальных мнений.

Анализ значений меры согласованности способствует выработке правильного суждения об общем уровне знаний по решаемой проблеме и выявлению группировок мнений экспертов, обусловленных различием взглядов, концепций, существованием научных школ, характером профессиональной деятельности и т.п.

Определение согласованности оценок экспертов

При оценке объектов эксперты обычно расходятся во мнениях по решаемому вопросу. В связи с этим возникает необходимость количественной оценки степени согласия экспертов.

Оценка согласованности мнений экспертов основывается на использовании **понятия компактности**.

Оценка каждого эксперта представляется как точка в некотором пространстве, в котором введено понятие расстояния. Если **оценки** экспертов находятся **на небольшом расстоянии** друг от друга, то можно это интерпретировать как **хорошую согласованность** суждений экспертов. Если же **точки разбросаны** в пространстве на большом расстоянии, **то согласованность – невысокая**.

При использовании **количественных шкал** измерения и **оценке объекта всего по одному критерию** мнения группы экспертов можно представить как **точки числовой оси**. Эти значения можно рассматривать как реализации случайной величины. Тогда **центр группировки точек** можно рассматривать как **математическое ожидание**, а **разброс** количественно оценивается **дисперсией случайной величины**.

При **измерении объектов в порядковой шкале** согласованность оценок экспертов в виде ранжировок или парных сравнений объектов также основывается на **понятии компактности**. Для этого обычно используется мера согласованности мнений экспертов – **дисперсионный коэффициент конкордации** (коэффициент согласия).

Коэффициент конкордации изменяется от **0 до 1**. При **$W = 1$ – согласованность мнений экспертов полная, $W=0$ - полное расхождение** мнений экспертов. Для принятия решения об использовании полученных от экспертов оценок необходимо, чтобы коэффициент конкордации был больше заданного (нормативного) значения (обычно 0,5).

Построение обобщенной оценки объектов

Задача построения **обобщенной оценки** по индивидуальным оценкам экспертов возникает при **групповом экспертном оценивании**.

Если эксперты производили оценку объектов **в количественной шкале**, то задача построения групповой оценки заключается в определении **среднего значения или медианы оценки**.

При измерении в **порядковой шкале методом ранжирования или парного сравнения** целью обработки индивидуальных оценок экспертов является построение **обобщенного упорядочения объектов на основе осреднения оценок экспертов**.

Определение зависимости между суждениями экспертов

Обработкой результатов экспертного оценивания можно определять зависимости между суждениями различных экспертов. **Выявление этих зависимостей позволяет устанавливать степень близости во мнениях экспертов.**

Важное значение имеет также определение **зависимости между оценками объектов, построенными по различным показателям сравнения.** Это дает возможность определить связанные между собой показатели сравнения и осуществить их группировку по степени взаимосвязи

Определение относительных весов объектов. Оценка надежности результатов экспертизы

При решении многих задач недостаточно осуществить упорядочение объектов по одному или по группе показателей. Желательно также иметь **количественные значения относительной важности объектов**. Для решения этой задачи можно использовать:

- метод непосредственной оценки;
- обработка результатов ранжировок или парных сравнений группы экспертов.