Базы данных и экспертные системы

Загорулько Юрий Алексеевич

к.т.н., доцент ММФ НГУ

зав. лабораторией ИСИ СО РАН

Экспертные системы

Цель исследований по экспертным системам (ЭС) состоит в разработке программ, которые при решении задач, трудных для эксперта-человека, получают результаты, не уступающие по качеству и эффективности решениям, получаемым экспертом.

Исследователи в области ЭС для названия своей дисциплины часто используют также термин "инженерия знаний", введенный Е.Фейгенбаумом и понимаемый как "привнесение принципов и инструментария исследований из области искусственного интеллекта в решение трудных прикладных проблем, требующих знаний экспертов".

ЭС – это класс программных систем, основанных на знаниях. Их вычислительные возможности определяются в 1-ю очередь наращиваемой базой знаний и только во 2-ю очередь используемыми методами.

Экспертные системы и базы знаний

Так как база знаний (БЗ) – главный компонент ЭС, источник ее мощности, то приобретение и представление знаний – важная часть процесса построения ЭС.

При построении БЗ ЭС инженер знаний решает два взаимосвязанных вопроса:

1) ЧТО представлять,
2) КАК представлять.

ЧТО – определяется сутью решаемых задач
КАК – это способ представления знаний, какой выбрать формализм и как представить знания в этом выбранном формализме.

Основные модели представления знаний

- **Сетевая модель**
- **Продукционная модель**
- **Логическая модель**

Лекция № 1.

Сетевая модель

Сетевая модель

В основе **сетевых моделей** лежит понятие сети.

В этих моделях в явной форме выделены все *отношения*, составляющие каркас знаний описываемой области знаний, и учитывается их *семантика*.

Формально сетевая модель может быть задана тройкой вида:

$$H = < I, C, \Gamma >,$$

где $I = \{ I_1, I_2, \ldots, I_n \}$ – множество информационных единиц,

$C = \{ C_1, C_2, \ldots, C_m \}$ – множество типов связей (отношений) между информационными единицами I.

Γ – отображение, задающее связи из множества C между информационными единицами, входящими в множество I.

Сетевая модель

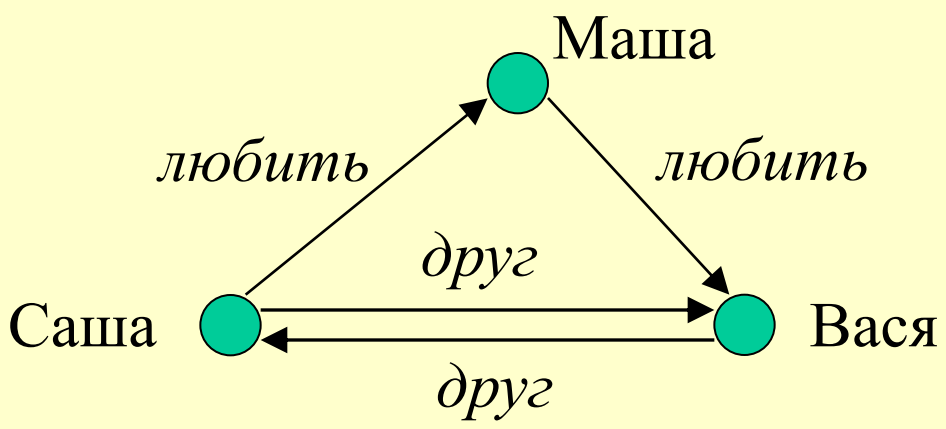
В рамках сетевой модели существует множество средств представления знаний, различающихся главным образом типом информационных единиц ***I*** и типом связей из ***C***.

Наиболее известными из них являются семантические сети и фреймы.

- **Сетевая модель**
  - ***Семантические сети***
    - ***Функциональные сети***
  - ***Фреймы***

Семантические сети

Семантическая сеть (СС) - это ориентированный граф, вершинам которого сопоставляются объекты (понятия, конкретные объекты, события, процессы, явления и т.п.), а дугам - отношения, существующие между объектами.



Типы семантических сетей

В зависимости от вида используемых вершин и дуг сети делятся на различные классы.

По виду вершин: (1) **простые** и (2) **иерархические** сети.

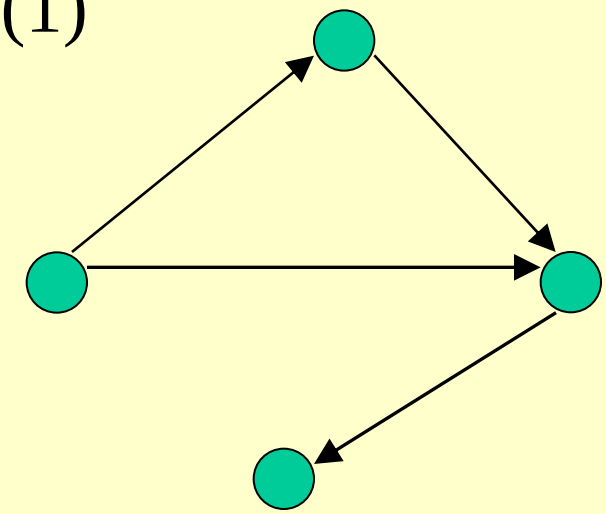
Сети, включающие вершины, не имеющие внутренней структуры, называются ***простыми***.

Если сеть содержит вершины, обладающие некоторой структурой, например – в виде сети (процесс этот можно рекурсивно продолжать), то она называется ***иерархической***.

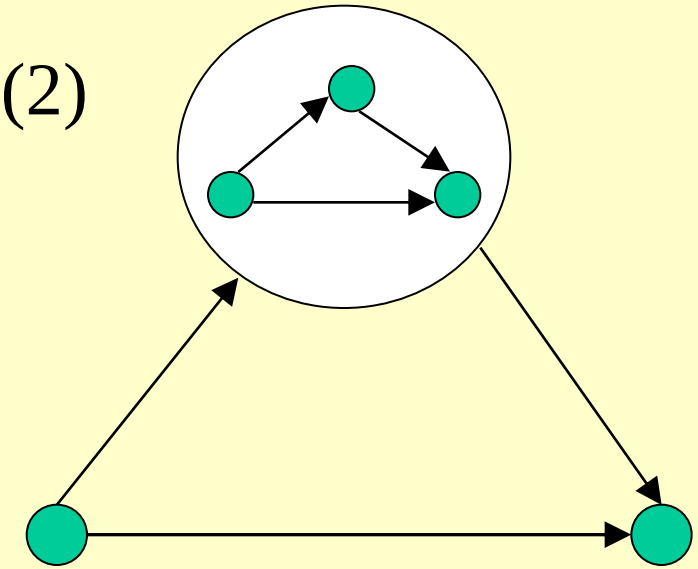
Типы семантических сетей

По виду вершин: (1) **простые** и (2) **иерархические** сети.

(1)



(2)



Частным случаем иерархических сетей являются **объектно-ориентированные** сети.

Типы семантических сетей

По типу дуг (отношений):

(1) **однородные** и **неоднородные** сети;

(2) **бинарные** и небинарные сети.

Если все отношения между вершинами сети одинаковы (одного типа), то такая сеть называется **однородной**, в противном случае - неоднородной.

Если в сети используются только бинарные отношения, то такая сеть называется **бинарной**.

Важным случаем бинарных однородных сетей являются **сценарии**.

Типы семантических сетей

В **сценарии** в качестве единственного типа отношений выступает отношение нестрогого порядка. Семантика этого отношения может быть различной: оно может трактоваться как *каузальное (причинно-следственное) отношение*, *временное (темпоральное)* отношение *следования*, классифицирующее отношение типа *род-вид* и т.п.

В системах искусственного интеллекта сценарии, в основном, используются для формирования допустимых планов по достижению цели.

Сценарии, так же, как и любые другие сети, могут быть простыми и иерархическими (вложенными).

Классификация отношений

Отношения таксономии:

- ***«класс-подкласс» (SUB), «множество-подмножество»*** – между понятиями;
- ***«элемент-класс» (ISA), «элемент-множество»*** – между экземплярами понятий и понятиями.

Отношения партономии:

- ***«часть-целое»* (*Part_of*)** – отношение включения одного понятия (объекта) в другой.

Атрибутивные отношения или отношения свойство-значение (*«цвет», «вес», «рост», «объем»* и т.п.).

Логические отношения (*«и», «или», «не», «следование»*).

Классификация отношений

Темпоральные отношения (*«раньше», «позже», «одновременнно»* и т.п.).

Пространственные отношения (*«далеко от», «близко от», «под», «над»* и т.п.).

Глубинно-падежные семантические отношения Филмора, служащие для выражения в предложении глубинных семантических отношений между группой существительного и действием (*«агент», «объект», «инструмент», «время действия», «место действия»* и т.п.).

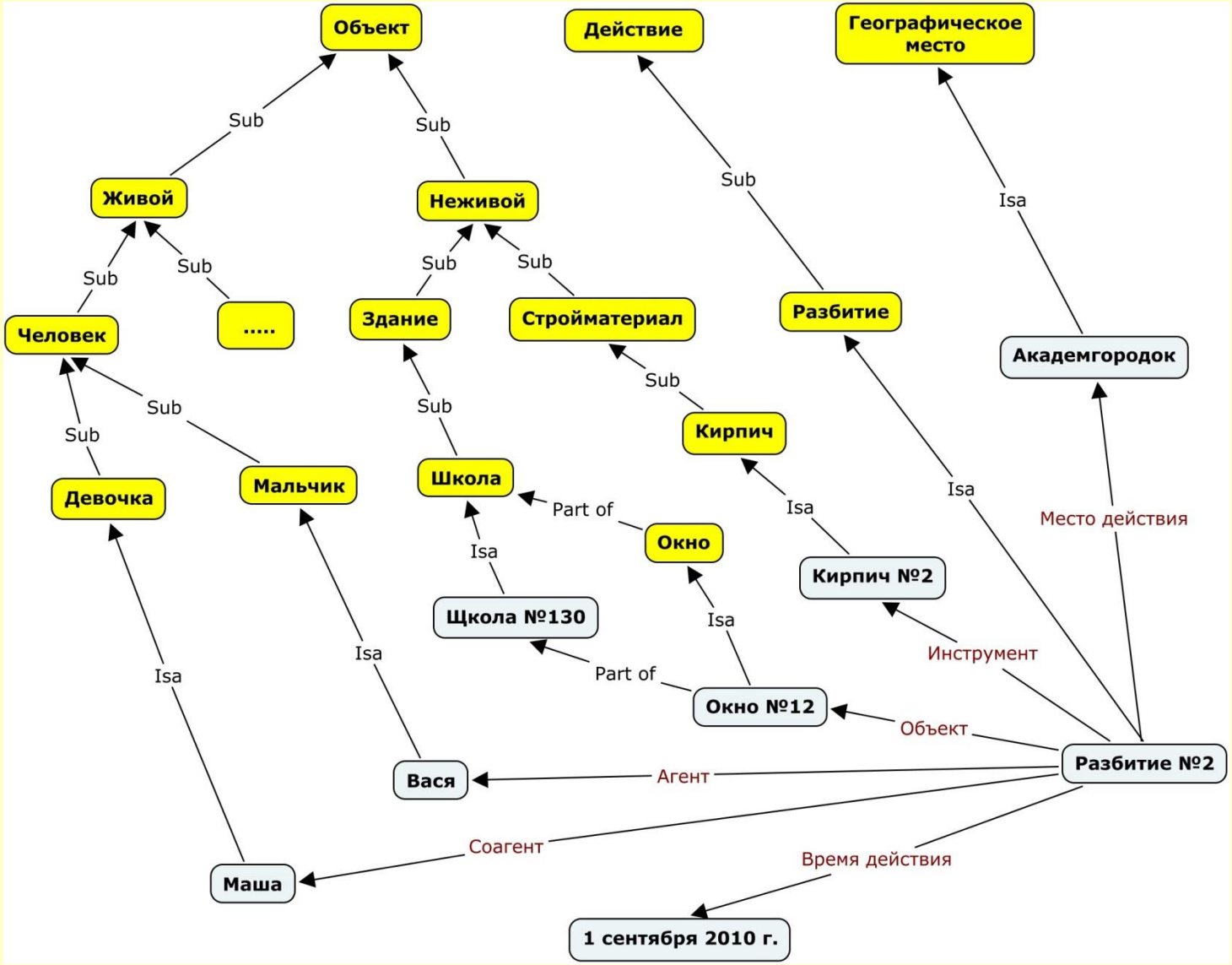
Классификация отношений

Для повышения изобразительных возможностей сети некоторые **отношения интерпретируются особым образом**.

Например, по отношениям «класс-подкласс» («множество-подмножество») и «элемент-класс» («элемент-множество») **устанавливается иерархия понятий семантической сети и организуется наследование свойств понятий** более высокого уровня понятиями (объектами) более низкого уровня.

Это делает описание модели более компактным, поскольку информацию о наследуемых свойствах не нужно повторять в понятиях и объектах более низкого уровня.

Пример семантической сети



Функциональная сеть

Функциональная сеть - представляет собой двудольный ориентированный граф, включающий вершины двух типов - объекты (переменные) и операторы (функции).

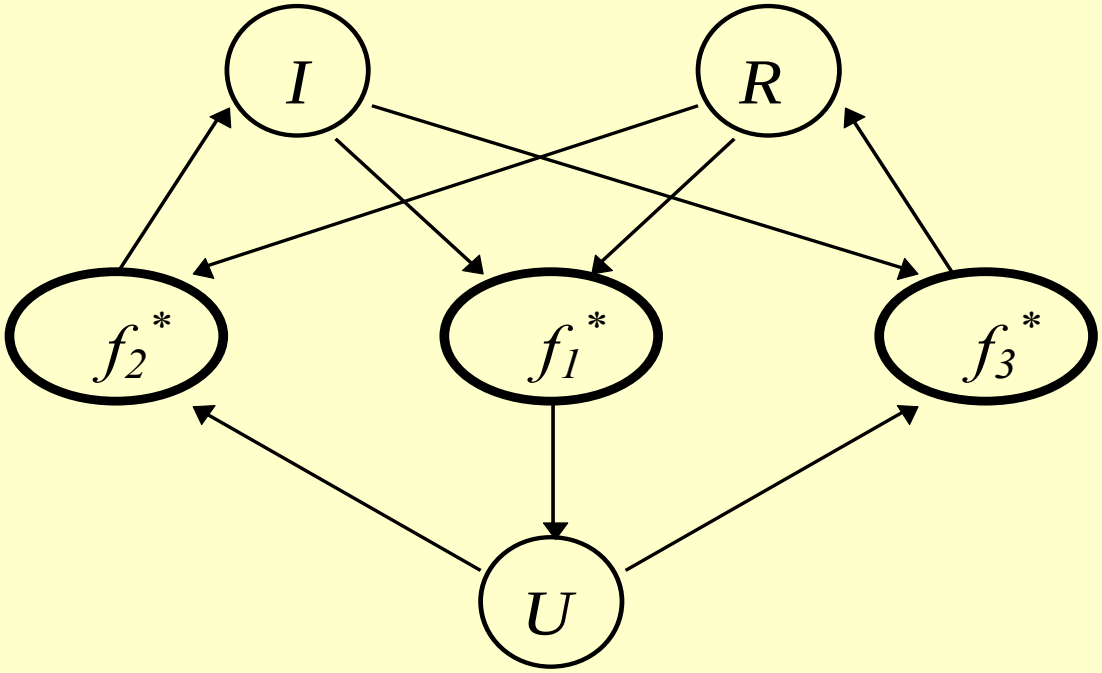
Дуги отражают функциональные связи между операторами и объектами. Дуга, направленная от объекта к оператору, предписывает рассматривать этот объект как аргумент данного оператора, дуга обратной ориентации указывает на то, что объект выступает по отношению к оператору в качестве результата.

Функциональные сети отражают некоторую декомпозицию определенной вычислительной процедуры, а дуги показывают функциональную связь, устанавливаемую между частями, возникшими в результате декомпозиции.

Пример функциональной сети

Функциональная сеть, описывающая уравнение:

U = I * R.



Здесь $f1^* = I * R$, $f2^* = U / R$, $f3^* = U / I$.

Фреймы

- **Фрейм-представления** были предложены **М. Минским** – профессором из МТИ в 1970-е годы.

- «Фрейм – это структура данных, для представления стереотипной ситуации».

- В современных фрейм-системах с каждым фреймом ассоциируется разнообразная информация о некотором понятии, явлении, событии или объекте.

Структура фрейма

- Фрейм по своей организации похож на иерархическую семантическую сеть.
- Фрейм является сетью узлов и отношений, организованных иерархически, где верхние узлы представляют общие понятия, а нижние узлы - более частные случаи этих понятий.
- В системе, основанной на фреймах, понятие в каждом узле определяется набором атрибутов (например, имя, цвет, размер) и значениями этих атрибутов (например, Петя, белый, средний), а атрибуты называются слотами.
- Каждый слот может быть связан с процедурами, которые выполняются, когда информация в слотах меняется.

Структура фрейма

Формальная структура фрейма:

$$F: [<r_1,v_1>,<r_2,v_2>,...,<r_n,v_n>],$$

где F – имя фрейма, r_i – имя слота, а v_i – значение слота.

В отличие от семантических сетей во фрейм-представлении фиксируется жесткая структура информационных единиц, которая задается в фрейме-прототипе или протофрейме.

Конкретные фреймы или фреймы экземпляры задаются путем конкретизации протофрейма и, следовательно, имеют такую же структуру, как и соответствующий фрейме-прототип.

Структура фрейма

В качестве *значений слотов* фрейма могут выступать **имена других фреймов**, что обеспечивает связывание фреймов между собой. Это позволяет организовать **иерархию фреймов и наследование свойств** вдоль этой иерархии.

Кроме того, **значением слотов** могут быть **имена процедур**, каждая из которых вызывается в определенной ситуации (например, при присваивании слоту нового значения, удалении старого значения слота, выдачи значения слота и т.п.), что делает фреймы активными участниками процесса обработки информации.

Пример структуры фрейма

Frame Имя_фрейма [**is_kind_of** Имя_Родителя].

Слоты;

end.

Слот::= Имя_сл, Тип_сл, Значение_по_умолчанию, [Присоединенные процедуры].

Типы присоединенных процедур ::=

Если добавлено

Если удалено

Если требуется

Системы фреймов

Группы родственных фреймов объединяются в **систему фреймов**.
Благодаря тому, что различные фреймы одной и той же системы используют общее множество слотов, становится возможным координировать информацию, полученную из различных источников.

Системы фреймов, в свою очередь, связаны **информационно-поисковой сетью**.
В тех случаях, когда предложенный фрейм не удается привести в соответствие с имеющейся ситуацией, т.е. когда для его слотов не удается найти требуемых значений, эта сеть поставляет другой, заменяющий его фрейм.

Пример

О Т Ч Е Т

является ↑ ↑ ***является***

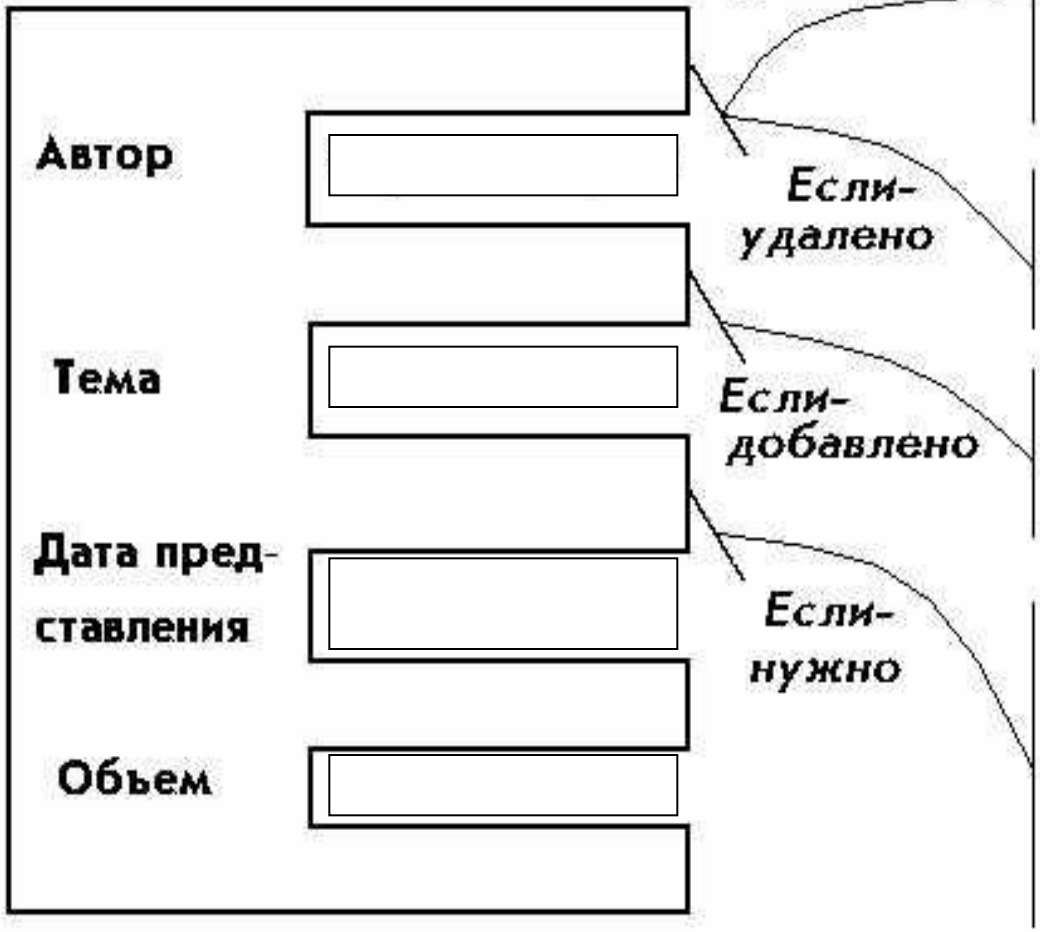
ОТЧЕТ О ПРОДВИЖЕНИИ

ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ

является ↑

Отчет № 2

Фрейм отчета о продвижении



Если-добавлено

Уведомить лицо из слота **Автор**, что отчет по *тема* из слота **Тема** объемом *число страниц* из слота **Объем** должен быть представлен к *дата* из **Дата представления**.

Если-удалено

Уведомить лицо из слота **Автор**, что отчет по *тема* из слота **Тема** отменяется.

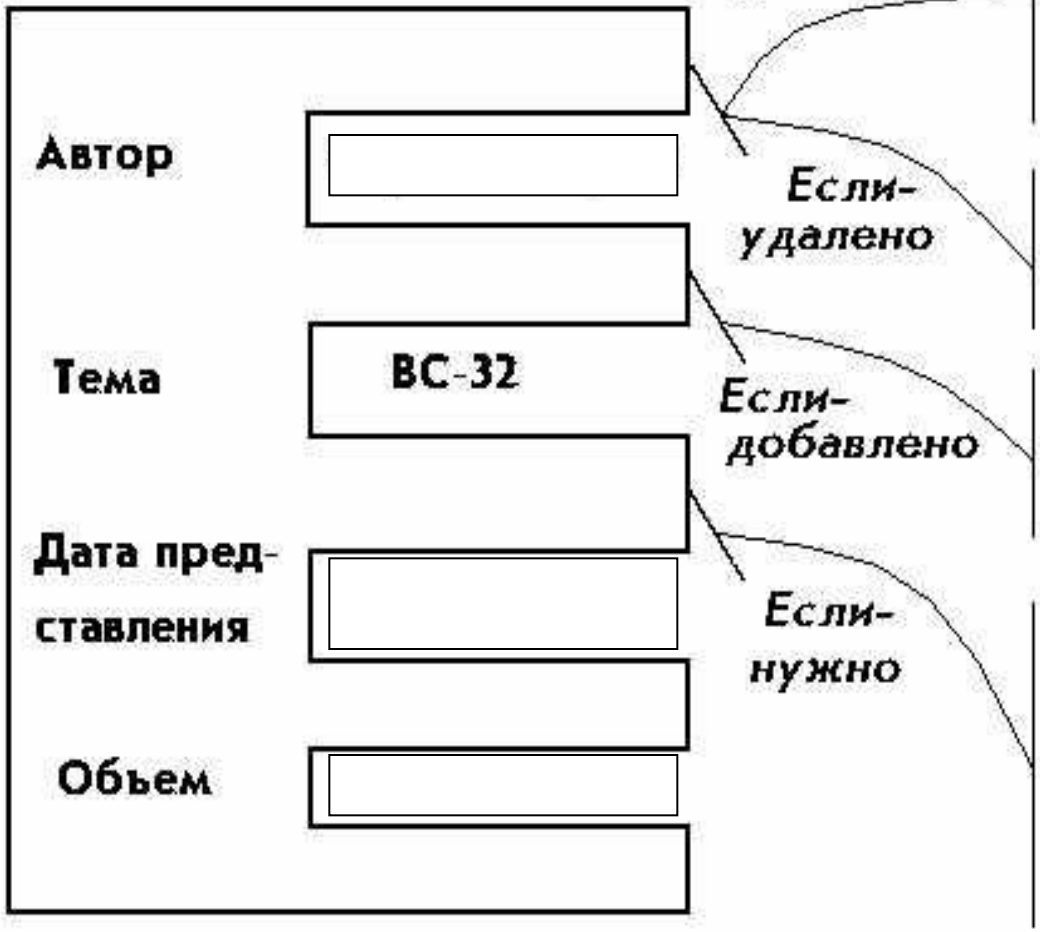
Если-добавлено

Поместить в слот **Автор** имя руководителя проекта для *проект* из слота **Тема**.

Если-нужно

Поместить в слот **Дата представления** либо *31 марта*, либо *30 июня*, либо *30 сентября*, либо *31 декабря* в зависимости от того, какая дата ближе, но не более раннюю, чем текущая дата.

Фрейм отчета о продвижении



Если-добавлено

Уведомить лицо из слота **Автор**, что отчет по *тема* из слота **Тема** объемом *число страниц* из слота **Объем** должен быть представлен к *дата* из **Дата представления**.

Если-удалено

Уведомить лицо из слота **Автор**, что отчет по *тема* из слота **Тема** отменяется.

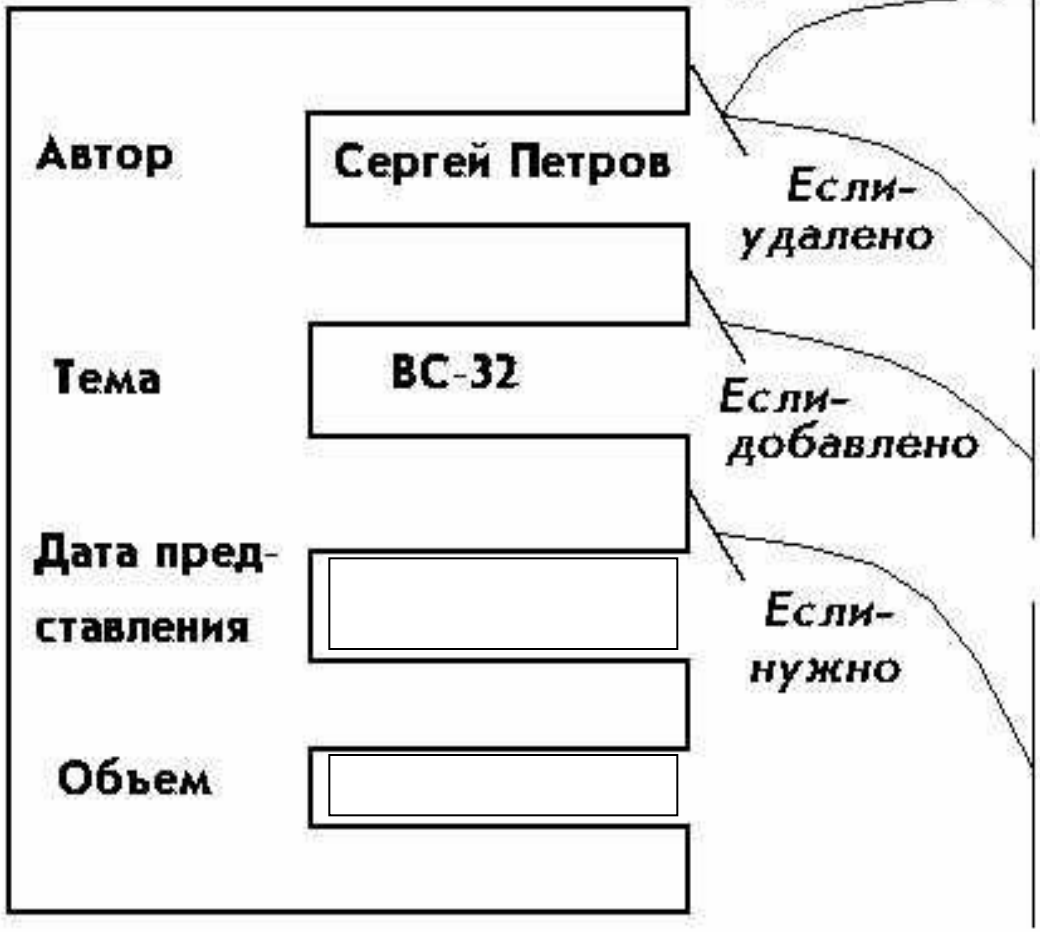
Если-добавлено

Поместить в слот **Автор** имя руководителя проекта для *проект* из слота **Тема**.

Если-нужно

Поместить в слот **Дата представления** либо *31 марта*, либо *30 июня*, либо *30 сентября*, либо *31 декабря* в зависимости от того, какая дата ближе, но не более раннюю, чем текущая дата.

Фрейм отчета о продвижении



Если-добавлено

Уведомить лицо из слота **Автор**, что отчет по *тема* из слота **Тема** объемом *число страниц* из слота **Объем** должен быть представлен к *дата* из **Дата представления**.

Если-удалено

Уведомить лицо из слота **Автор**, что отчет по *тема* из слота **Тема** отменяется.

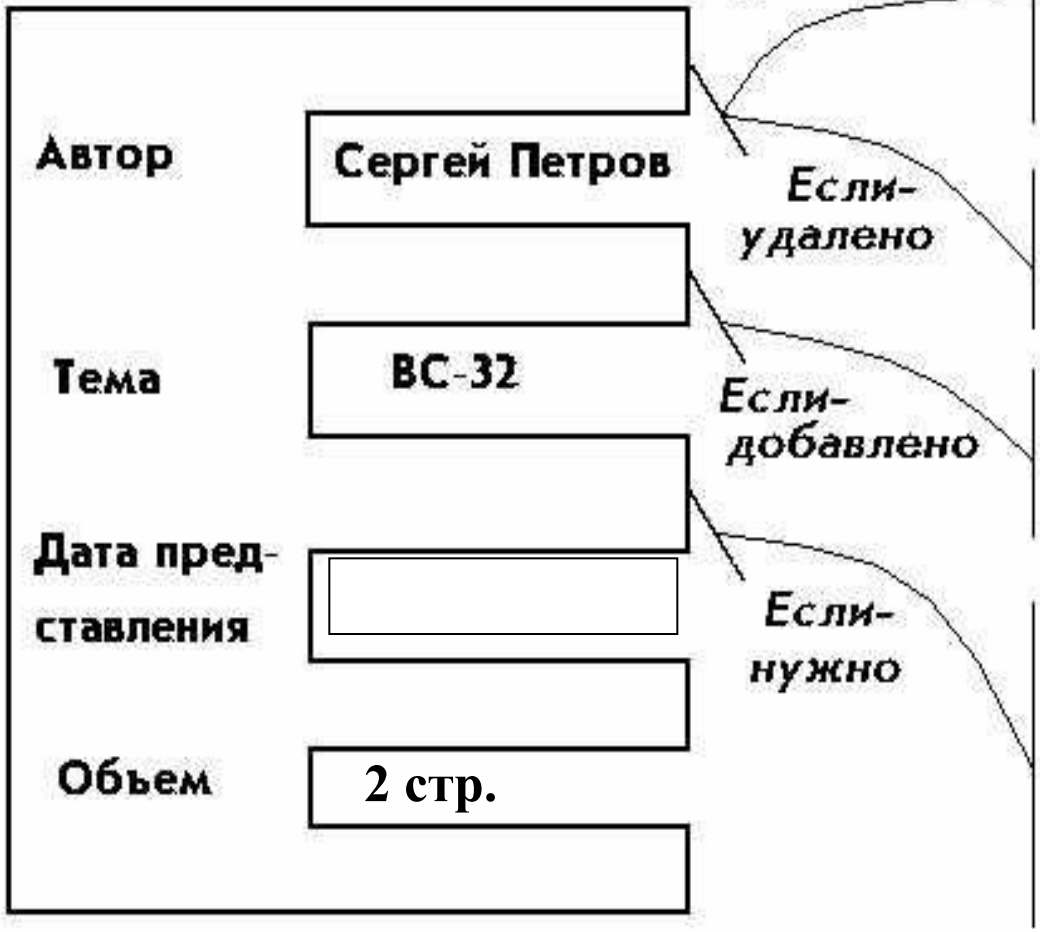
Если-добавлено

Поместить в слот **Автор** имя руководителя проекта для *проект* из слота **Тема**.

Если-нужно

Поместить в слот **Дата представления** либо *31 марта*, либо *30 июня*, либо *30 сентября*, либо *31 декабря* в зависимости от того, какая дата ближе, но не более раннюю, чем текущая дата.

Фрейм отчета о продвижении



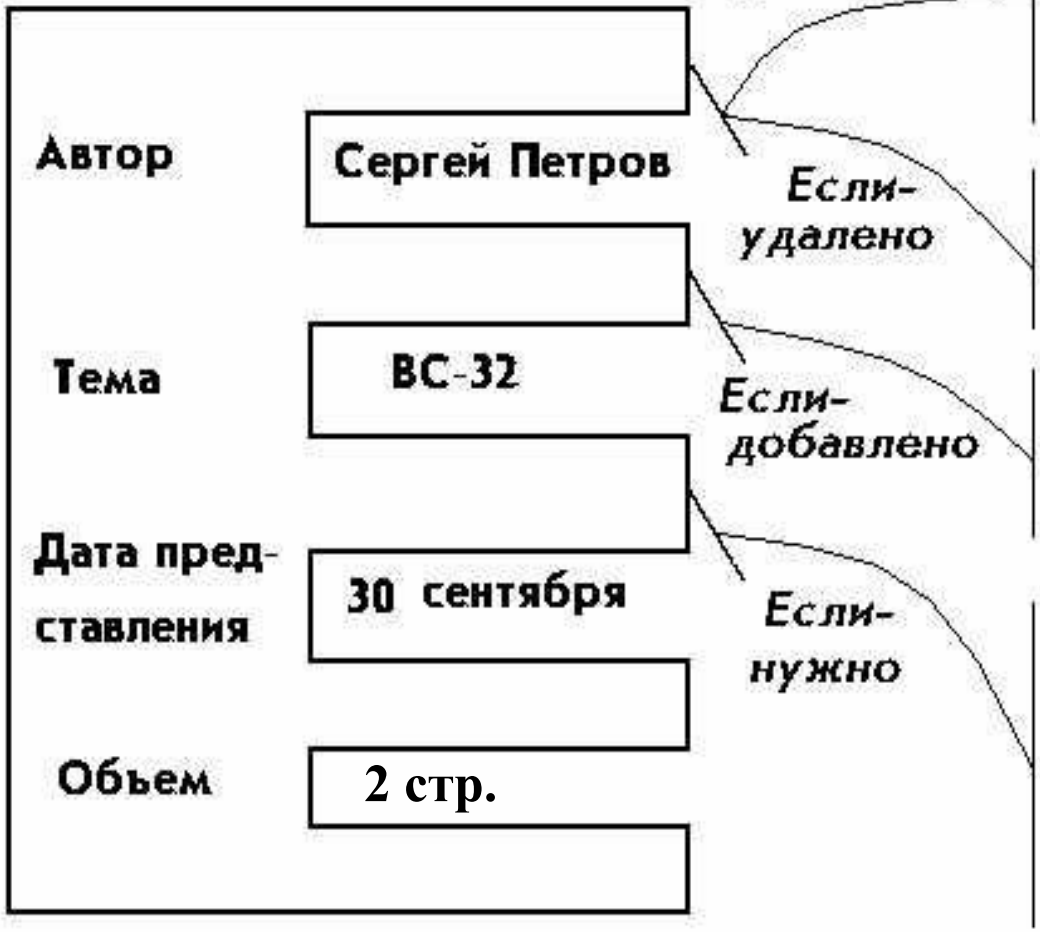
Уведомить лицо из слота **Автор**, что отчет по *тема* из слота **Тема** объемом *число страниц* из слота **Объем** должен быть представлен к *дата* из **Дата представления**.

Уведомить лицо из слота **Автор**, что отчет по *тема* из слота **Тема** отменяется.

Поместить в слот **Автор** имя руководителя проекта для *проект* из слота **Тема**.

Поместить в слот **Дата представления** либо *31 марта*, либо *30 июня*, либо *30 сентября*, либо *31 декабря* в зависимости от того, какая дата ближе, но не более раннюю, чем текущая дата.

Фрейм отчета о продвижении



Уведомить лицо из слота **Автор**, что отчет по *тема* из слота **Тема** объемом *число страниц* из слота **Объем** должен быть представлен к *дата* из **Дата представления**.

Уведомить лицо из слота **Автор**, что отчет по *тема* из слота **Тема** отменяется.

Поместить в слот **Автор** имя руководителя проекта для *проект* из слота **Тема**.

Поместить в слот **Дата представления** либо *31 марта*, либо *30 июня*, либо *30 сентября*, либо *31 декабря* в зависимости от того, какая дата ближе, но не более раннюю, чем текущая дата.

Использование фрейм-представления

Разработаны различные языки представления знаний на основе фреймов.

Наиболее известными среди них являются:

-**KRL** (Knowledge Representation Language)

-**FRL** (Frame Representation Language).