

*Лекция № 6*  
**Сетевая модель**  
**Network model**

# Основные модели представления знаний

---

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

$$H = \langle I, C, \Gamma \rangle,$$

где  $I = \{ I_1, I_2, \dots, I_n \}$  – множество информационных единиц,  
 $C = \{ C_1, C_2, \dots, C_m \}$  – множество типов связей (отношений) между информационными единицами  $I$ .

$\Gamma$  – 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***.

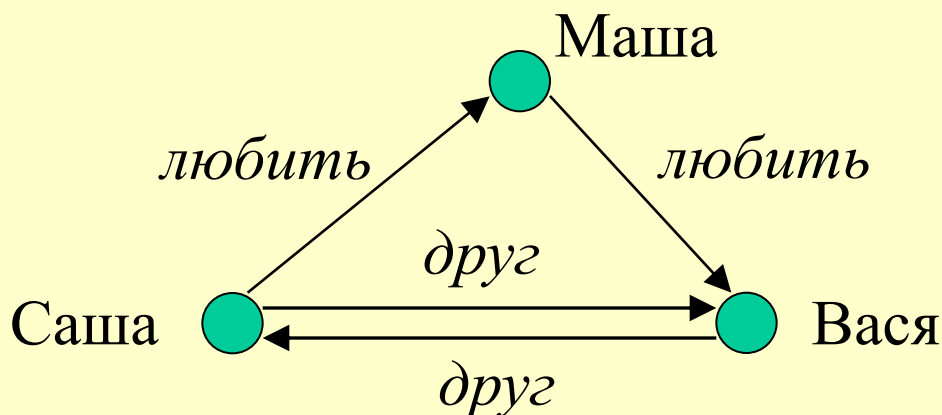
Наиболее известными из них являются семантические сети и фреймы.

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

# Семантические сети (определение)

---

**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.



# Семантические сети (определение)

---

Дадим более строгое определение семантической сети с использованием терминологии, принятой в реляционной модели данных.

## Определение 3.1.

Зафиксируем конечное множество символов  $A = \{A_1, \dots, A_r\}$ , которые будем называть атрибутами.

*Схемой* или *интенсионалом* некоторого отношения  $R_i$  в атрибутивной форме будем называть набор пар

$$\text{INT}(R_i) = \{ \dots \langle A_j, \text{DOM}(A_j) \rangle \dots \},$$

где  $R_i$  – имя отношения местности  $n_i$ ,

$A_j \in A, j = 1 \dots n_i$  – атрибуты отношения  $R_i$ ,

$\text{DOM}(A_j)$  – домен атрибута  $A_j$  (множество значений атрибута  $A_j$  отношения  $R_i$ ).

# Семантические сети (определение)

---

Экстенсионалом отношения  $R_i$  будем называть множество

$$\text{EXT}(R_i) = \{ \dots F_k \dots \}, k=1 \dots p_i,$$

где  $p_i$  – кардинал множества  $\text{EXT}(R_i)$ ,

$F_k$  – факты отношения  $R_i$  записываемые в виде:

$$F_k = M_k : R_i (A_1 v_{i1k} \dots A_j v_{ijk} \dots),$$

где  $M_k$  – метка факта,  $v_{ijk} \in \text{DOM}(A_j)$  – значение атрибута  $A_j$ .

[Примечание. Порядок записи пар "атрибут-значение" (атрибутивных пар) и фактов роли не играет. Все факты и атрибутивные пары внутри каждого факта попарно различны.]

Тогда *семантическая сеть* есть совокупность пар

$$\{ \dots \langle \text{INT}(R_i) \text{ EXT}(R_i) \rangle \dots \} \text{ (для } i = 1 \dots m),$$

где  $m$  – число различных отношений  $R_i$ .

# Типы семантических сетей

---

Большинство известных моделей семантических сетей с той или иной степенью точности описывается моделью, заданной *определением 3.1*, поэтому будем считать эту модель базовой и с учетом этого рассмотрим классификацию 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***.

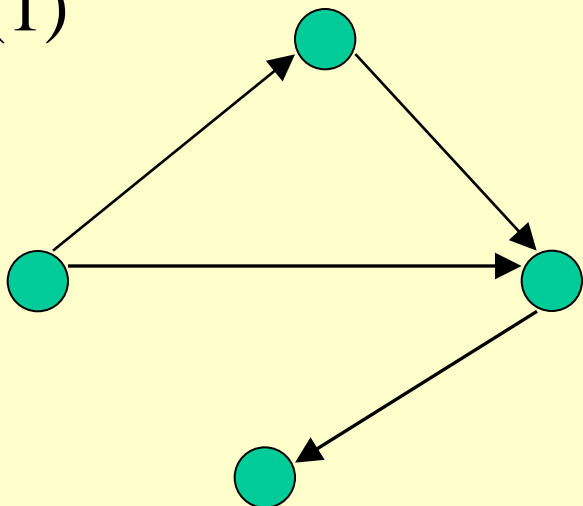


# Типы семантических сетей

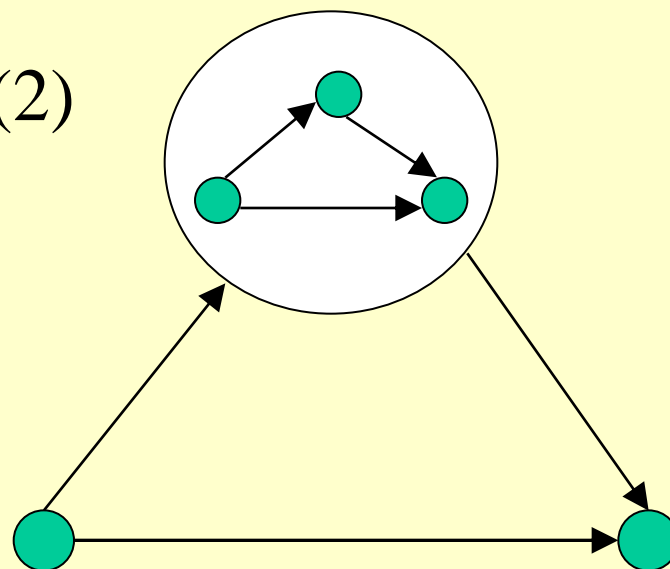
---

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», «одновременно»* 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

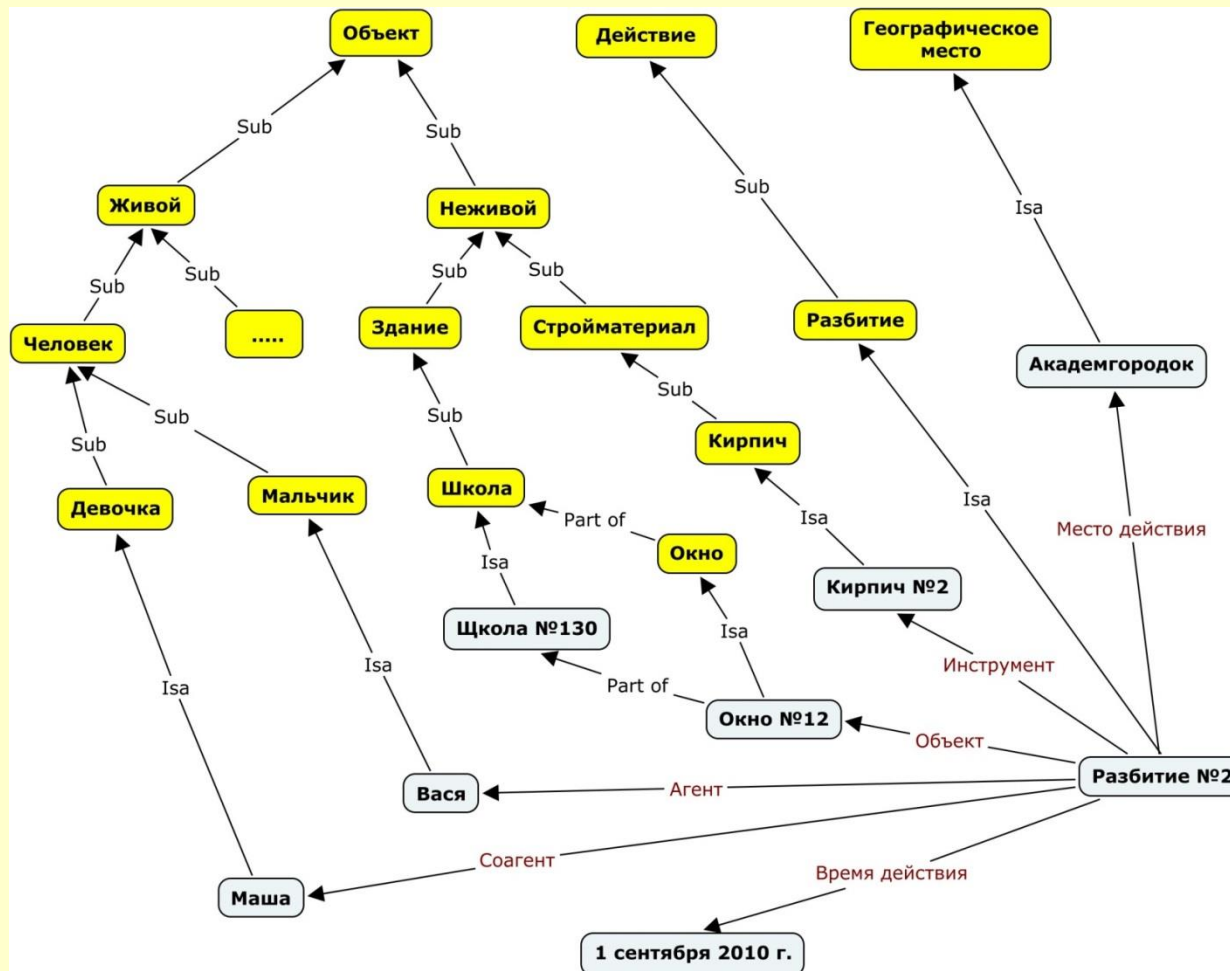
---

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.**

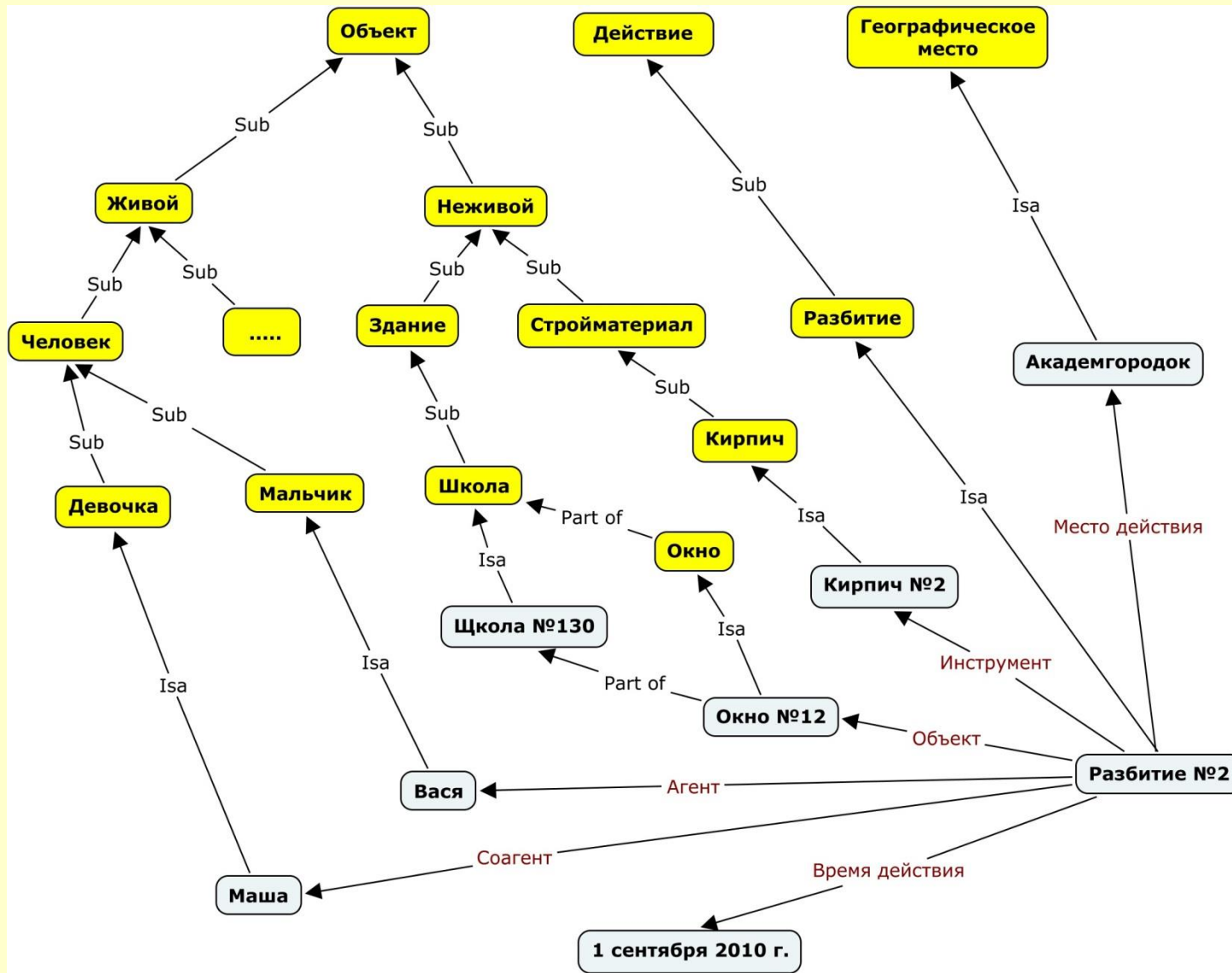
**Это делает описание модели более компактным, поскольку информацию о наследуемых свойствах не нужно повторять в понятиях и объектах более низкого уровня.**

# Пример семантической сети



1 сентября 2010 года в Академгородке Вася и Маша разбили кирпичом окно в школе № 130.

# Пример семантической сети





# Достоинства и недостатки сетей

---

## Достоинства:

- высокая выразительность и гибкость в представлении информации;
- универсальность (выбрав соответствующий набор отношений можно представить любую информацию);
- наглядность представления знаний в виде графа;
- соответствие современным представлениям об организации долговременной памяти человека.

# Достоинства и недостатки сетей

---

## Недостатки:

- при росте числа отношений сеть становится запутанной и трудной для понимания и управления человеком;
- поиск решения в семантической сети сводится к задаче поиска фрагмента сети, соответствующего образцу (подсети), отражающему поставленный запрос, а это очень ресурсоемкая задача, зависящая от размера 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.

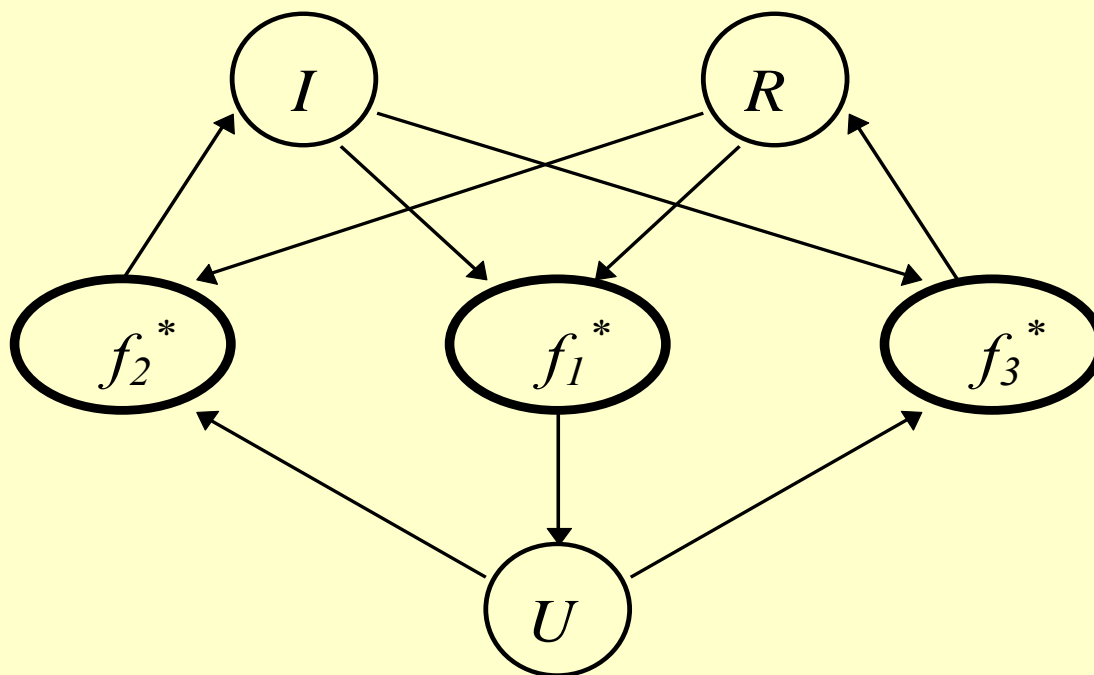
Функциональные сети отражают некоторую декомпозицию определенной вычислительной процедуры, а дуги показывают функциональную связь, устанавливаемую между частями, возникшими в результате декомпозиции.

# Пример функциональной сети

---

Функциональная сеть, описывающая уравнение:

$$U = I * R.$$



# Фреймы

---

- Стремление разработать средство представления знаний, соединяющее в себе достоинства различных моделей, привело к созданию фрейм-представления.
- **Фрейм-представления** были предложены **М. Минским** – профессором из МТИ в 1970-е годы.
- «Фрейм – это структура данных, представляющая стереотипную ситуацию».
- Существенно, что фрейм является совокупностью знаний о некотором понятии или явлении, например, событии, ситуации, 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 (*присоединенные процедуры*), которые выполняются, когда информация в слотах меняется.

# Структура фрейма

---

**Frame** Имя\_фрейма [**is\_kind\_of** Имя\_Родителя].

Слоты;

**end.**

Слот ::= Имя\_слота, Тип\_слота,  
Значение\_по\_умолчанию,  
[Присоединенные процедуры].

Присоединенные процедуры ::=

*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.

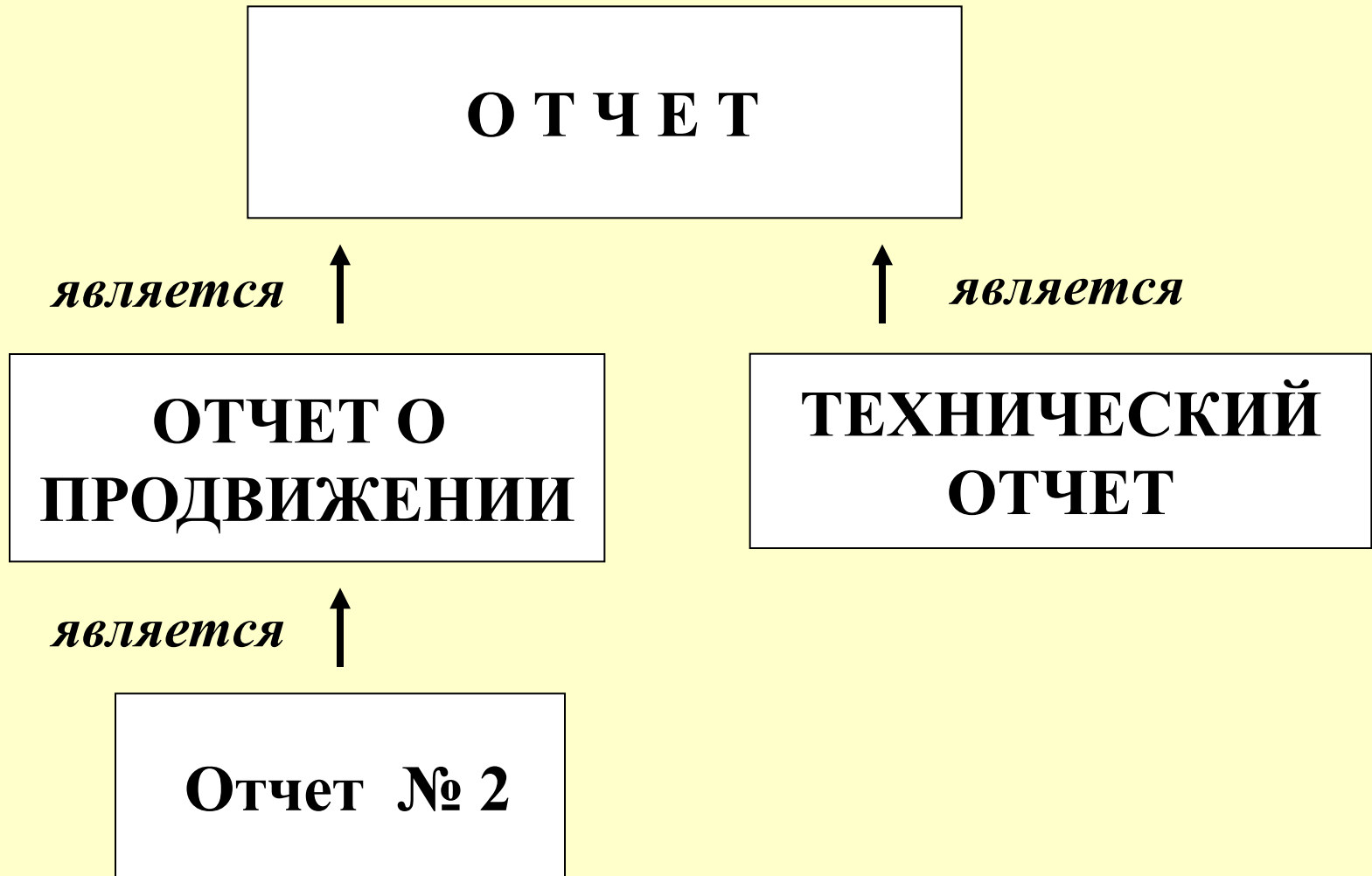
Системы фреймов, в свою очередь, связаны **информационно-поисковой сетью**.

В тех случаях, когда предложенный фрейм не удастся привести в соответствие с имеющейся ситуацией, т.е. когда для его слотов не удастся найти требуемых значений, эта сеть поставляет другой, заменяющий его фрейм.

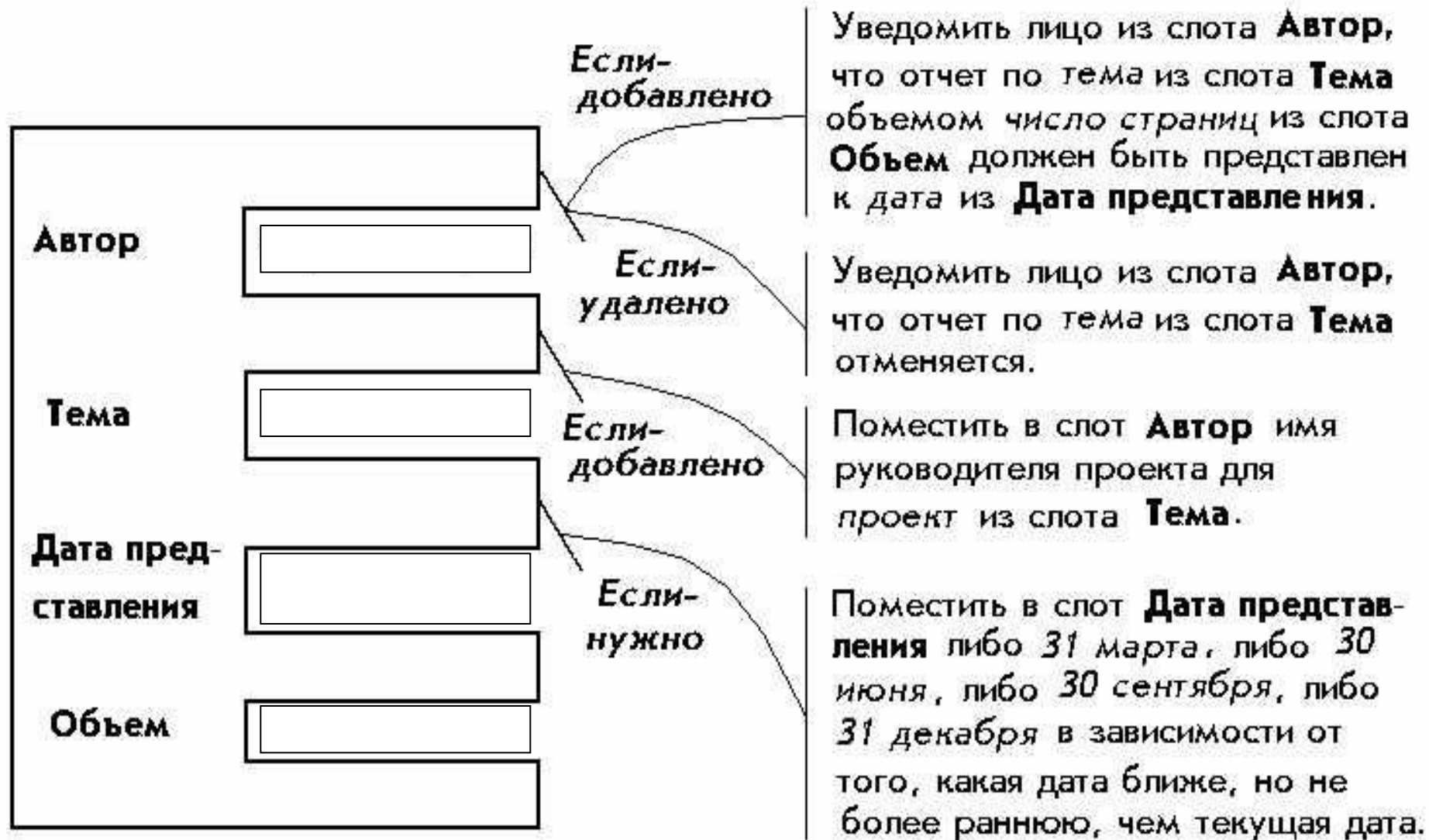


# Пример

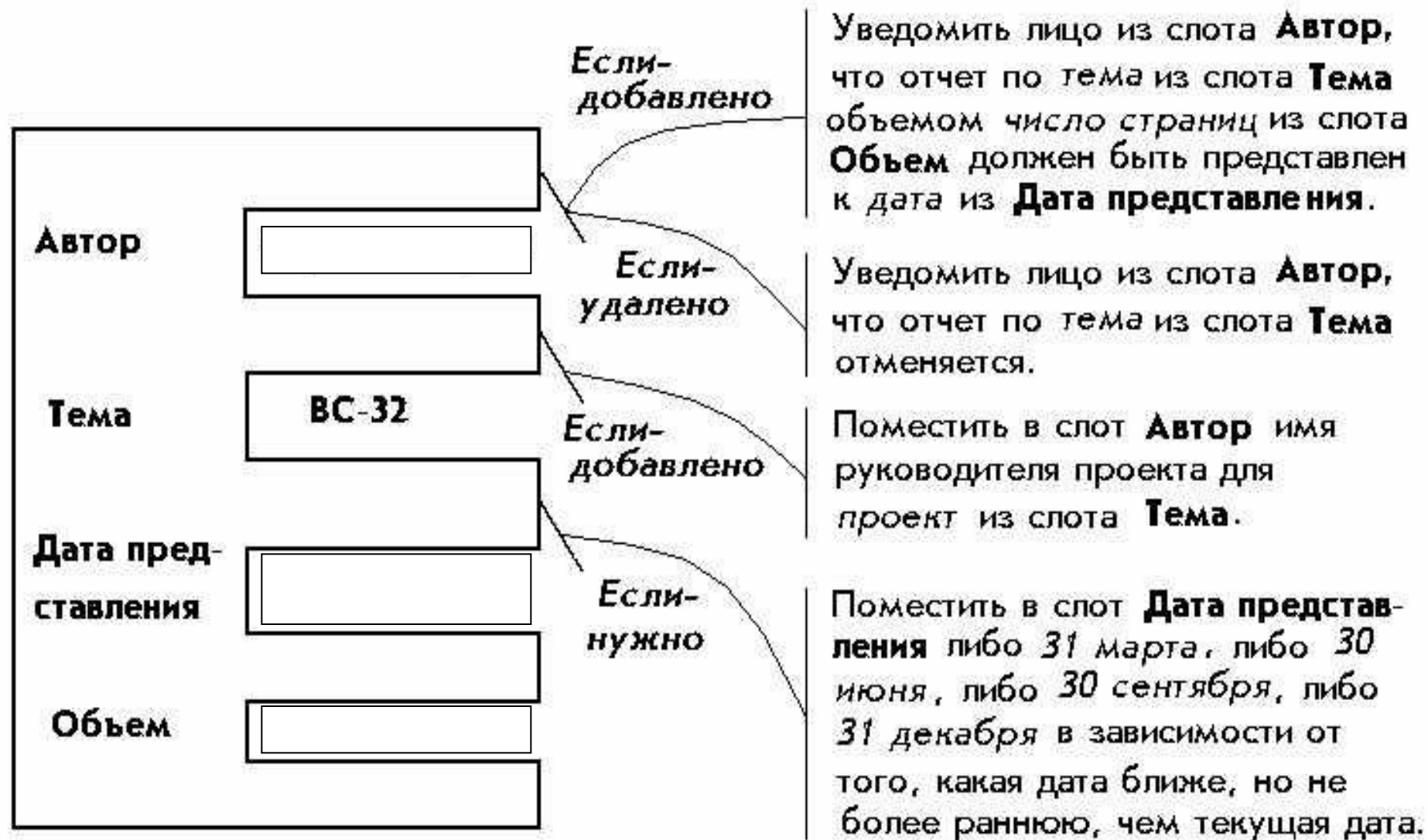
---



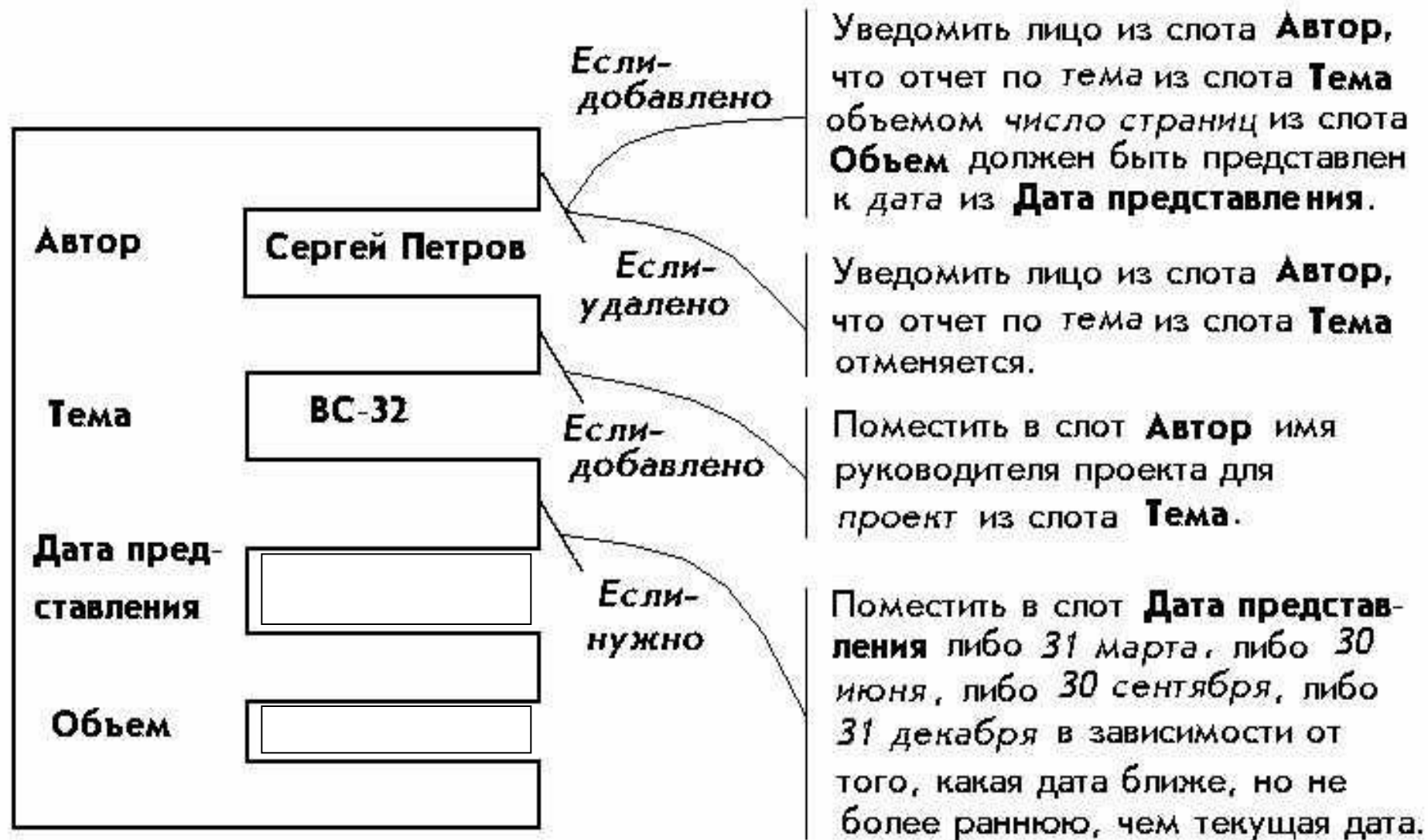
# Фрейм отчета о продвижении



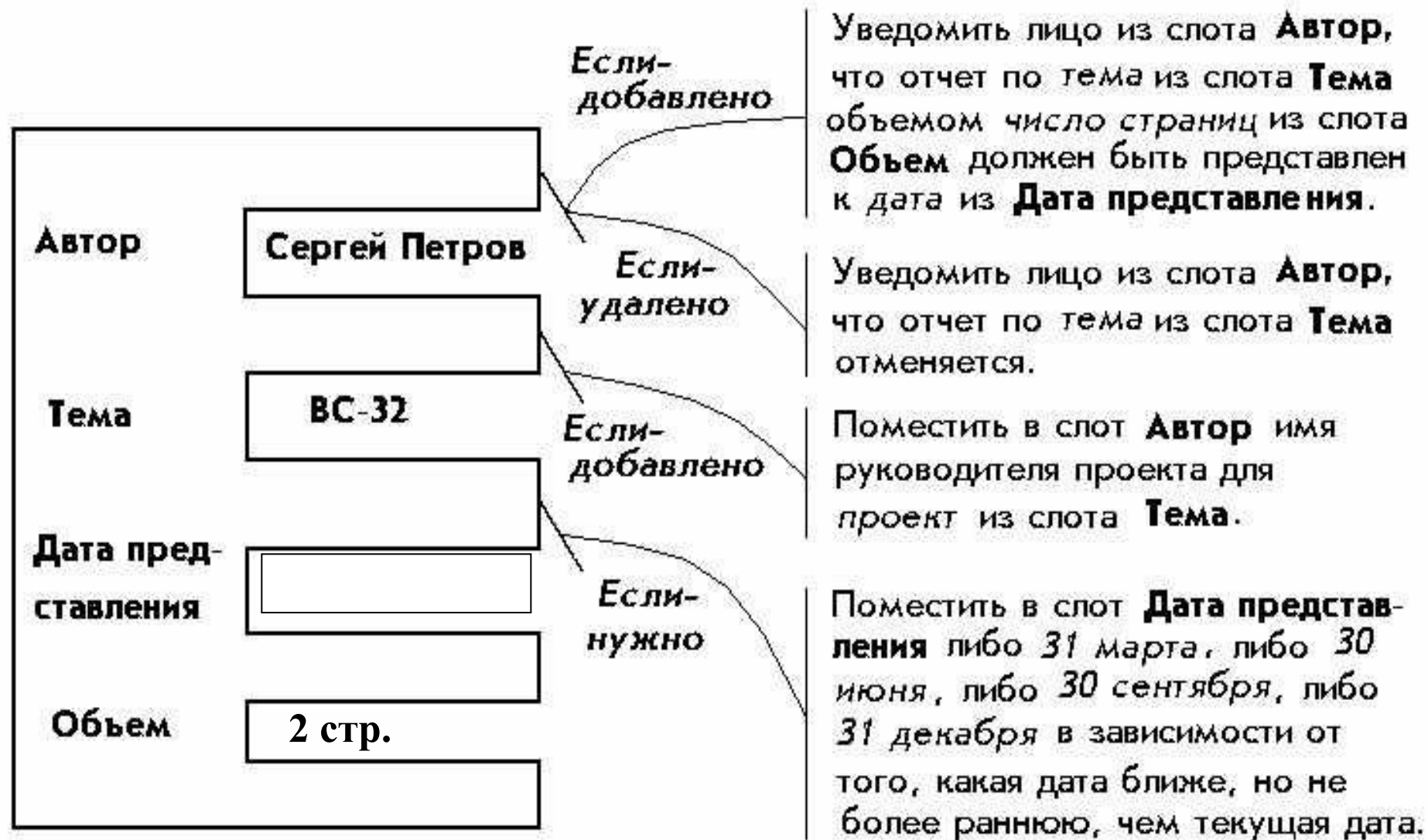
# Фрейм отчета о продвижении



# Фрейм отчета о продвижении

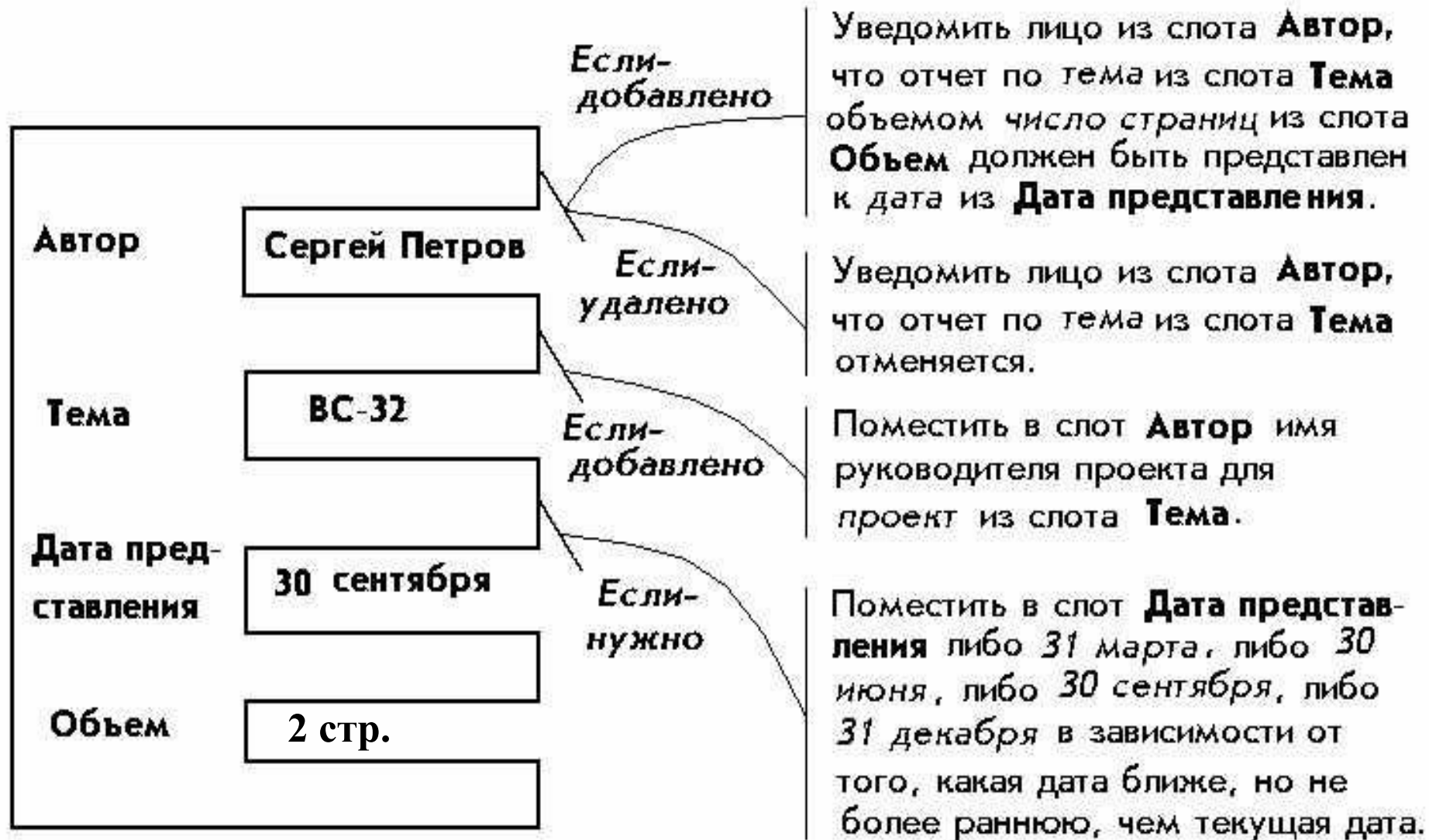


# Фрейм отчета о продвижении





# Фрейм отчета о продвижении



# Использование фрейм-представления

---

На основе фрейм-представления разработаны различные языки представления знаний.

Наиболее известными из них являются:

-**KRL** (Knowledge Representation Language)

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

# Достоинства и недостатки фрейм-представления

---

## **Достоинства:**

- иерархичность описания понятий предметной области;
- достаточно естественное объединение в рамках одного средства как декларативного, так и процедурного компонентов представления знаний.

## **Основной недостаток:**

- слабая формализация, отсутствие общей теории.