

**Севастопольский государственный университет
Институт информационных технологий**

**Методы и системы искусственного
интеллекта**

Бондарев Владимир Николаевич

Продукционные модели.

Продукционные системы

В **системах продукций** знания представляются с помощью наборов правил вида: “**если A , то B** “. Здесь A и B могут пониматься как “ситуация – действие”, “причина – следствие”, “условие – заключение” и т.п. Часто правило-продукцию записывают в виде:

$$A \Rightarrow B.$$

Однако не следует отождествлять правило-продукцию и отношение логического следования.

Примера правила из базы знаний экспертной системы **MYCIN**:

Если

1) место выделения культуры – кровь, и

2) реакция микроорганизма – грамотрицательная, и

3) форма микроорганизма – палочка, и

4) пациент относится к группе риска,

то

5) с уверенностью (0,6) название микроорганизма – *pseudomonas aeruginosa*.

Продукционные системы

В базе знаний системы MYCIN факты представляются с помощью **триплета: объект–атрибут–значение.**

№ факта	Объект	Атрибут	Значение
1)	культура	место	кровь
2)	микроорганизм	реакция	грамотрицательная
3)	микроорганизм	форма	палочка
4)	пациент	принадлежит к группе риска	истина
5)	микроорганизм	название	pseudomonia aeruginosa

Если первые четыре факта окажутся истинными, то в базу знаний будет помещен новый факт, представляемый триплетом объект–атрибут–значение. Хранение фактов в виде триплетов повышает эффективности процедур поиска в базе знаний.

Продукционные системы

Во многих случаях **правило-продукцию** записывают в обобщенной форме

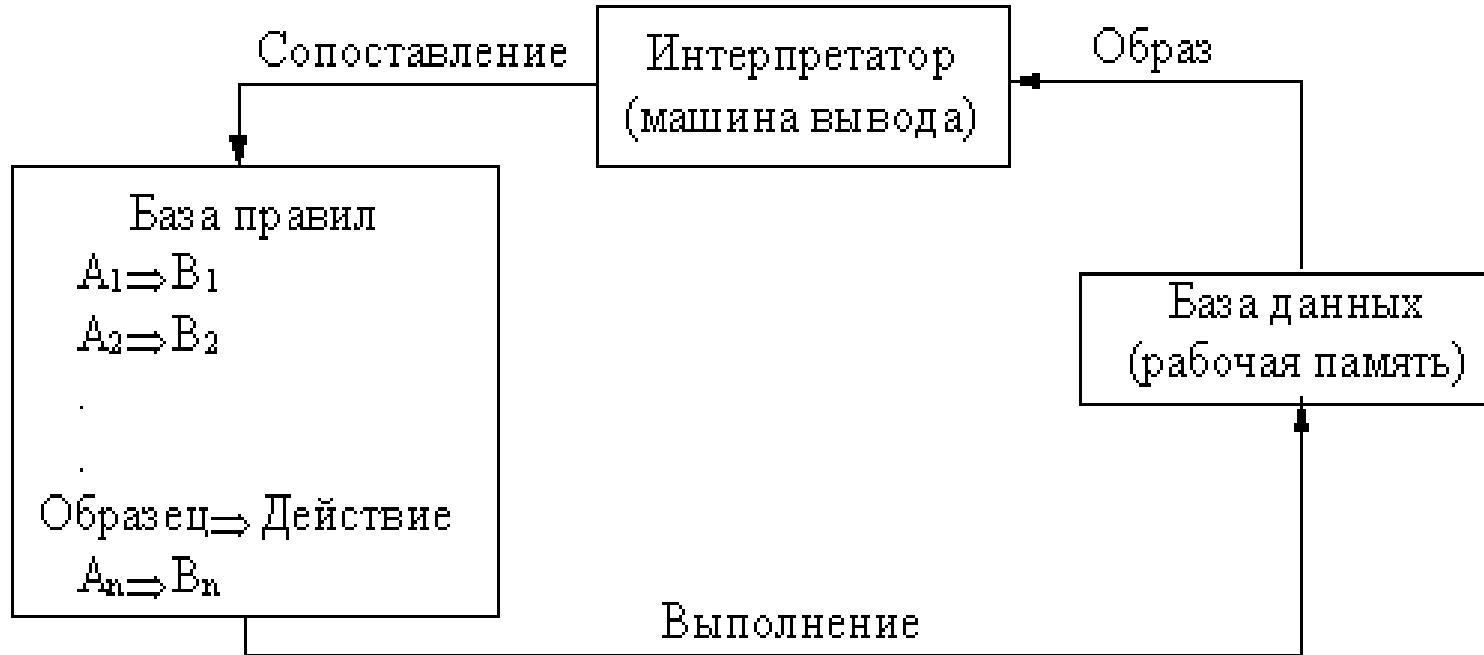
$$Rnj : (Pr, Bc, A \Rightarrow B, Ac) ,$$

где **Rnj** – идентификатор j -продукции в n -наборе продукции; **Pr** – приоритет правила продукции; **Bc** – предусловие применимости ядра продукции, представляющее предикат, при выполнении которого активизируется ядро продукции; **Ac** – постусловия продукции, определяющие действия и процедуры, которые необходимо выполнить после выполнения ядра продукции.

В общем случае **продукционная система** включает следующие компоненты:

- базу производных правил;
- базу данных (рабочую память);
- интерпретатор.

Продукционные системы

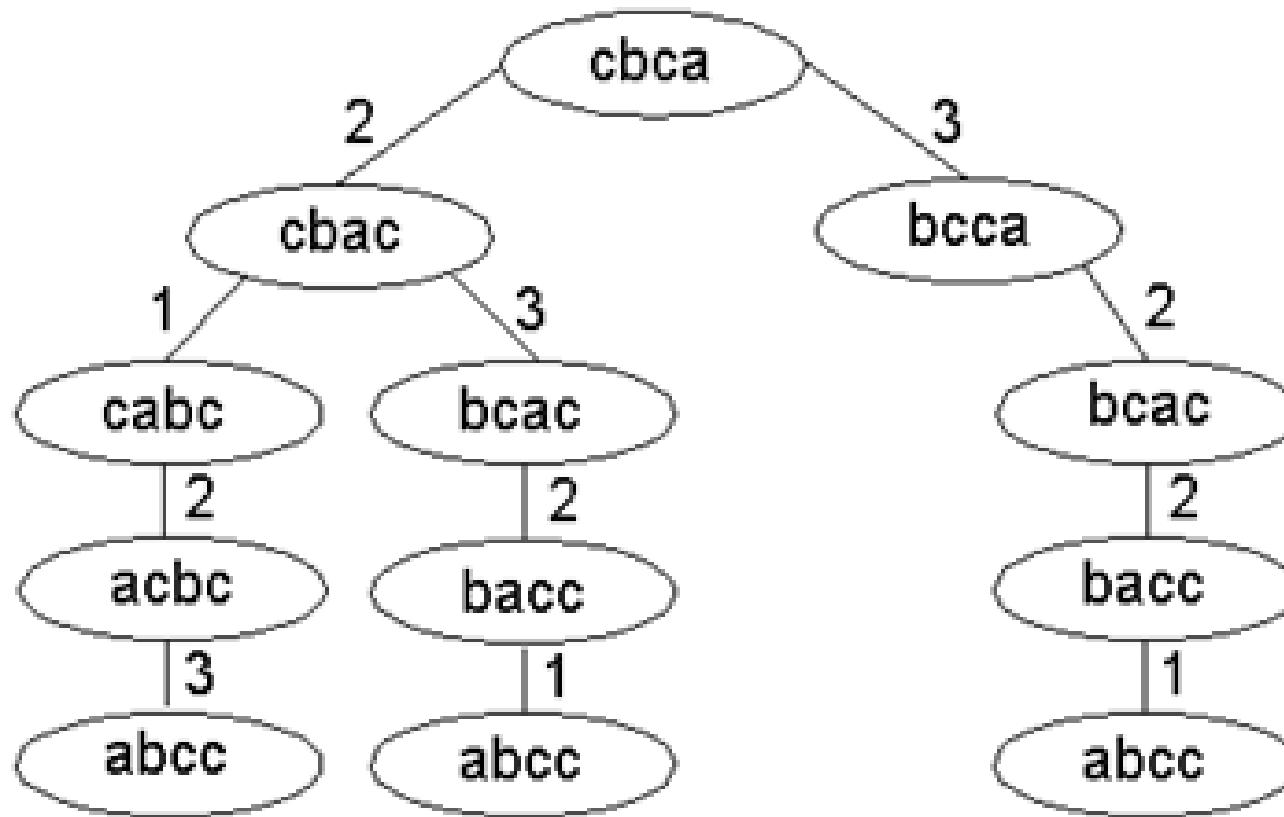


Процесс вывода, основанный на поиске по образцу, состоит из четырех шагов: 1) выбор образа; 2) сопоставление образа с образцом и формирование конфликтного набора правил; 3) разрешение конфликтов; 4) выполнение правила.

Сортировка строки с помощью правил-продукций

Множество производств

1. $ba \Rightarrow ab$
2. $ca \Rightarrow ac$
3. $cb \Rightarrow bc$



Т.о. поиск решения в производственных системах соответствует поиску в пространстве состояний.

Управление выводом в продукционных системах

Управление выводом в продукционных системах предполагает решение двух вопросов :

- 1) с чего следует начинать процесс вывода;
- 2) как поступить, если на некотором шаге вывода возможен выбор различных вариантов его продолжения.

Ответ на первый вопрос приводит к **прямой и обратной** цепочке рассуждений, а на второй вопрос – к **механизмам разрешения конфликтов** в продукционных системах.

Прямой вывод начинается с задания исходных данных решаемой задачи, которые фиксируются в виде фактов в рабочей памяти системы. Правила, применяемые к исходным данным, обеспечивают генерацию новых фактов, добавляемых в рабочую память. Процесс продолжается, пока не будет получено целевое состояние рабочей памяти.

Прямой вывод в продукционных системах

Множество правил-продукций

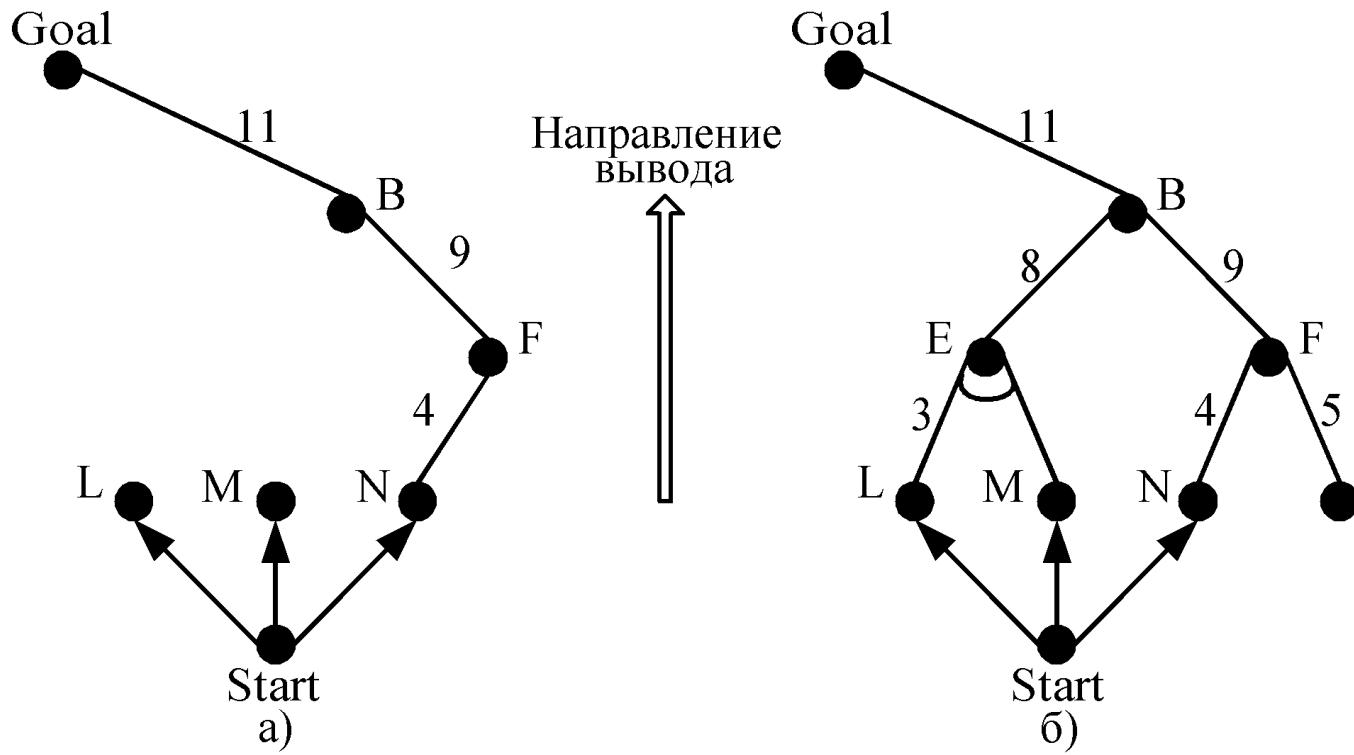
- | | | | | |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------|----------------------|
| 1) $G \wedge H \rightarrow C$ | 2) $I \wedge K \rightarrow D$ | 3) $L \wedge M \rightarrow E$ | 4) $N \rightarrow F$ | 5) $O \rightarrow F$ |
| 6) $C \rightarrow A$ | 7) $D \rightarrow A$ | 8) $E \rightarrow B$ | 9) $F \rightarrow B$ | |
| 10) $A \rightarrow goal$ | 11) $B \rightarrow goal$ | | | |

Исходные данные:

$START = \{L, M, N\}$

№ шага	Рабочая память	Конфликтное множество	Активизируемое правило
0	L, M, N	-	-
1	L, M, N	3,4	4
2	L, M, N, F	3,9	9
3	L, M, N, F, B	3,11	11
4	$L, M, N, F, B, Goal$	3	Остановка

Прямой вывод в продукционных системах



Поиск в глубину (а) и поиск в ширину (б).

Обратный вывод в производственных системах

Обратный вывод начинается с целевого утверждения, которое фиксируется в рабочей памяти. Затем отыскивается правило-продукция, заключение которого сопоставимо с целью. Условия данного правила помещаются в рабочую память и становятся новой подцелью. Процесс повторяется до тех пор, пока в рабочей памяти не будут найдены факты, подтверждающие целевое утверждение.

Проиллюстрируем обратный вывод на множестве продукции предыдущего примера. Процесс вывода начинается с того, что в рабочую память помещается целевое утверждение *Goal*, а также множество исходных фактов $\{L, M, N\}$, которые считаются истинными утверждениями.

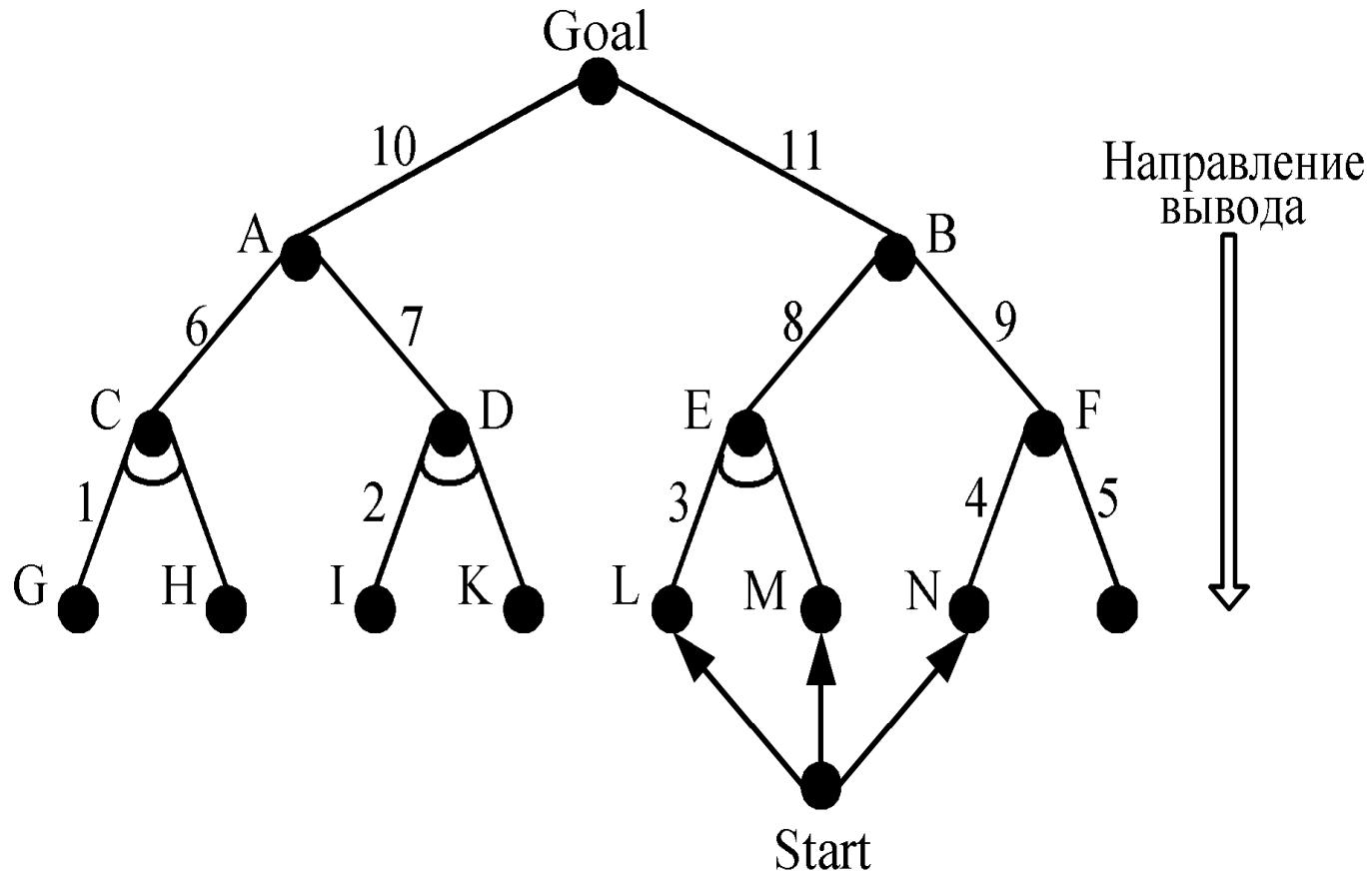
Переменные в правилах могут принимать три возможных значения: “**не определено**”, “**ложь**”, “**истина**”. В этом случае начальное значение переменной *Goal* – “**не определено**”, а факты *L*, *M*, и *N* имеют значение “**истина**”.

Обратный вывод в производственных системах

- 1) $G \wedge H \rightarrow C$ 2) $I \wedge K \rightarrow D$ 3) $L \wedge M \rightarrow E$ 4) $N \rightarrow F$ 5) $O \rightarrow F$
6) $C \rightarrow A$ 7) $D \rightarrow A$ 8) $E \rightarrow B$ 9) $F \rightarrow B$
10) $A \rightarrow goal$ 11) $B \rightarrow goal$

№ шага	Рабочая память	Конфликтное множество	Активизируемое правило
0	Goal, L, M, N	10,11	10
1	Goal, A, L, M, N	11,6,7	11
2	Goal, A, B, L, M, N	6,7,8,9	6
3	Goal, A, B, C, L, M, N	7,8,9,1	7
4	Goal, A, B, C, D, L, M, N	8,9,1,2	8
5	Goal, A, B, C, D, E, L, M, N	9,1,2,3	9
6	Goal, A, B, C, D, E, F, L, M, N	1,2,3,4,5	1
7	Goal, A, B, C, D, E, F, G, H, L, M, N	2,3,4,5	2
8	Goal, A, B, C, D, E, F, G, H, I, K, L, M, N	3,4,5	3
9	Goal, A, B, C, D, E, F, G, H, I, K, L, M, N	4,5	Остановка

Обратный вывод в производственных системах



При активизации правила 3 устанавливается, что его посылки **L** и **M** являются фактами. Следовательно, фактом является и заключение **E**. Далее, если верно **E**, то верно и **B** (правило 8). И наконец, если верно **B**, то справедливо и целевое утверждение **Goal** (правило 11).

Управление разрешением конфликтов

Порядок активизации правил конфликтного множества определяется выбранной **стратегией разрешения конфликтов**.

Кроме простых стратегий (выбор первого или последнего правила) разрешений конфликтов используют также:

- принцип “стопки книг”;
- принцип наиболее длинного условия;
- принцип метапродукций;
- принцип приоритетного выбора.

Достоинства продукционных моделей:

- универсальность;
- модульность;
- декларативность;
- естественность процесса вывода заключений;
- асинхронность и естественный параллелизм.