

Кафедра «КРЭМС»

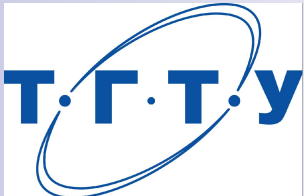
# Дисциплина: Экспертные системы

**Зырянов**

**Юрий Трифонович**

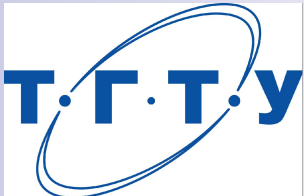
**доктор технических наук**

**профессор**



Кафедра «КРЭМС»

# Лекция 5: Представление знаний в интеллектуальных системах (часть 2)



# Кафедра «КРЭМС»

## Лекция 5. Вопросы:

1. Производственные системы
2. Логический подход

## 1 Основная литература

- 1. Основы искусственного интеллекта [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е. В. Боровская, Н. А. Давыдова. — 3-е изд. (эл.). — Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 130 с.). — М. : Лаборатория знаний, 2016. — Режим доступа: <http://files.pilotlz.ru/pdf/cE421-8-ch.pdf> – Загл. с экрана.
- 2. Информационные технологии : учебник / Ю. Ю. Громов, И. В. Дидрих, О. Г. Иванова, М. А. Ивановский, В. Г. Однолько. [Электронный ресурс]: Учебные пособия – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. – 260 с. – Режим доступа: <http://www.tstu.ru/book/elib/pdf/2015/gromo> – Загл. с экрана.

## 2 Дополнительная литература

- 1. Гаскаров, Д.В. Интеллектуальные информационные системы: учебник для вузов / Д.В. Гаскаров. М.: Высш. шк., 2003. – 431 с. ил.
- 2. Коробова, Б.Л. Принятие решений в системах, основанных на знаниях: учеб. пособие / Б.Л. Коробова, Г. В. Артёмов. Тамбов: ТГТУ, 2005. – 80 с.
- 3. Коробова, И.Л. Методы представления знаний: метод. указания / И.Л. Коробова. Тамбов: ТГТУ, 2003. – 24 с.

## 3 Периодическая литература

- 1. РАДИОТЕХНИКА: науч.-технический журн. / Изд-во «Радиотехника». – Издаётся с 1937 г. – 12 раз в год.
- 2. ЭЛЕКТРОНИКА: науч.-технический журн. / Изд-во «Техносфера». – Издаётся с 1996 г. – 8 раз в год.
- 3. МИКРОЭЛЕКТРОНИКА: науч.-технический журн. / Изд-во «Наука». – Издаётся с 1972 г. – 6 раз в год.
- 4. ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ: науч.-технический журн. / Изд-во «Институт системного анализа РАН». – Издаётся с 2008 г. – 4 раза в год.

## 4 Интернет - ресурсы: выделенные ресурсы представлены ниже.

- 1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам window.edu.ru
- 2. Научная электронная библиотека www.elibrary.ru

# 1. Продукционные системы

Продукции наряду с фреймами являются наиболее популярными средствами представления знаний в ИИ. Продукции, с одной стороны, близки к логическим моделям, что позволяет организовывать на них эффективные процедуры вывода, а с другой стороны, более наглядно отражают знания, чем классические логические модели. В них отсутствуют жесткие ограничения, характерные для логических исчислений, что дает возможность изменять интерпретацию элементов продукции.

## 1.2 Компоненты продукционных систем

В общем виде под продукцией понимается выражение следующего вида:  $(i); Q; P; A \blacksquare B; N$ .

Здесь  $i$  - имя продукции, с помощью которого данная продукция выделяется из всего множества продукций.

Элемент  $Q$  характеризует сферу применения продукции.

Основным элементом продукции является ее ядро:  $A \blacksquare B$ . Интерпретация ядра продукции может быть различной и зависит от того, что стоит слева и справа от знака секвенции  $\blacksquare$ .

Элемент  $P$  есть условие применимости ядра продукции.

Элемент  $N$  описывает постусловия продукции. Они актуализируются только в том случае, если ядро продукции реализовалось.

# Классификация ядер продукции.

Ядра продукции можно классифицировать по различным основаниям. Прежде всего все ядра делятся на два больших типа: детерминированные и недетерминированные. В детерминированных ядрах при актуализации ядра и при выполнимости  $A$  правая часть ядра выполняется обязательно; в недетерминированных ядрах  $B$  может выполняться и не выполняться.

Детерминированные продукции могут быть однозначными и альтернативными. Во втором случае в правой части ядра указываются альтернативные возможности выбора, которые оцениваются специальными весами выбора. В качестве таких весов могут использоваться вероятностные оценки, лингвистические оценки, экспертные оценки и т.п.

Дальнейшую классификацию ядер продукции можно провести, опираясь на типовую схему СИИ (рис. 1) Если  $x$  и  $y$  обозначают любой из блоков рисунка (О,Д,З,Л), то ядро  $Ax \blacksquare By$  означает, что информация об  $A$  берется из блока  $x$ , а результат срабатывания продукции  $B$  посылает в блок  $y$ . Комбинации  $x$  и  $y$ , осмысленные с точки зрения СИИ, отмечены в табл.1 знаком "+"

Таблица 1

<i>A</i> / <i>B</i>	<i>O</i>	<i>Д</i>	<i>З</i>	<i>Л</i>
<i>O</i>		+		+
<i>Д</i>	+	+	+	+
<i>З</i>	+		+	+
<i>Л</i>	+		+	+



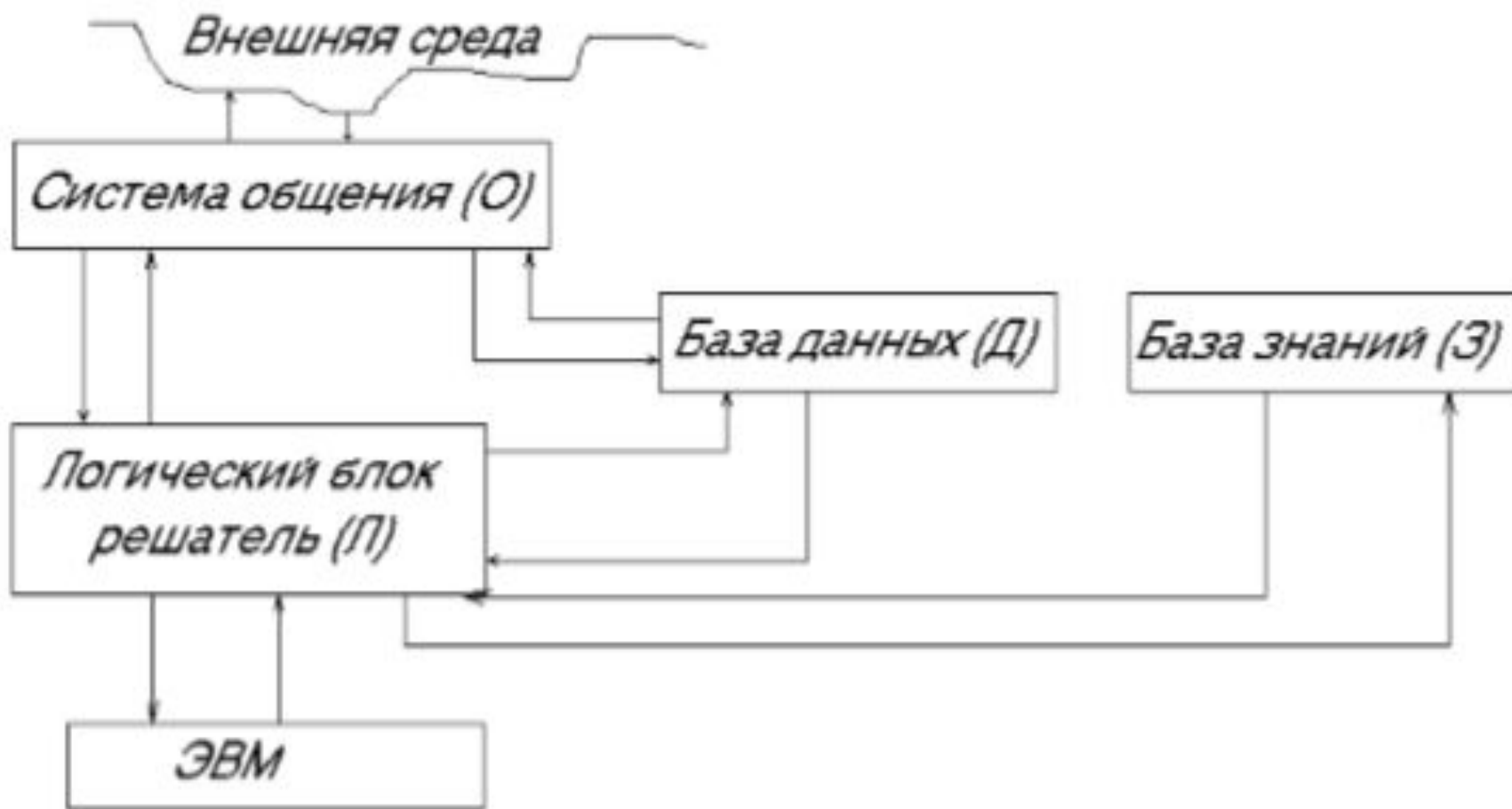
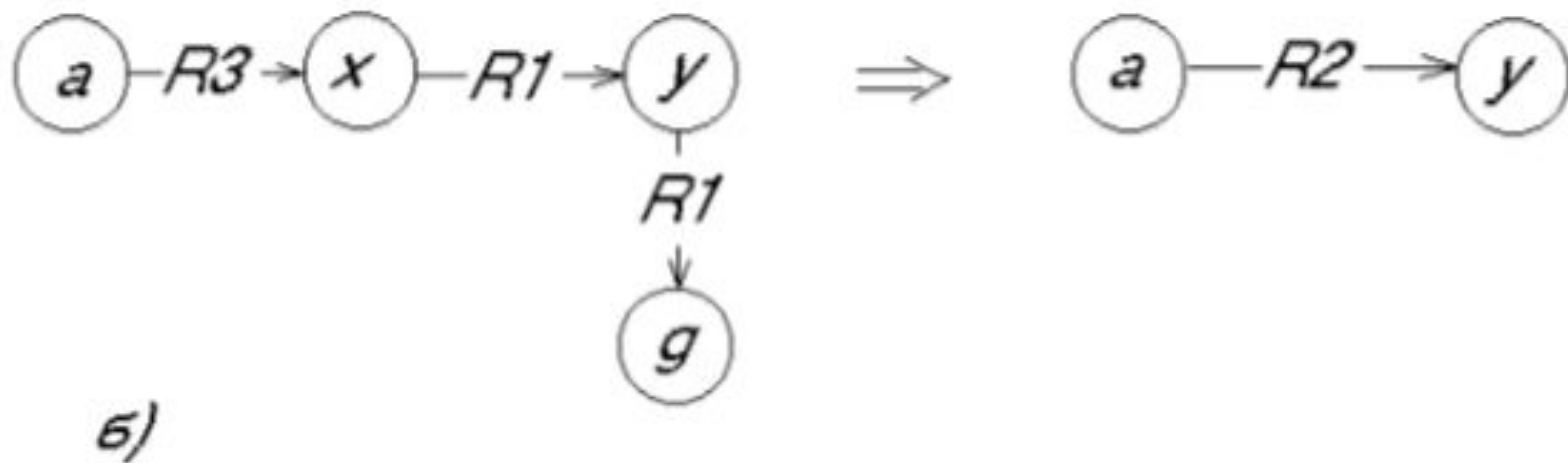
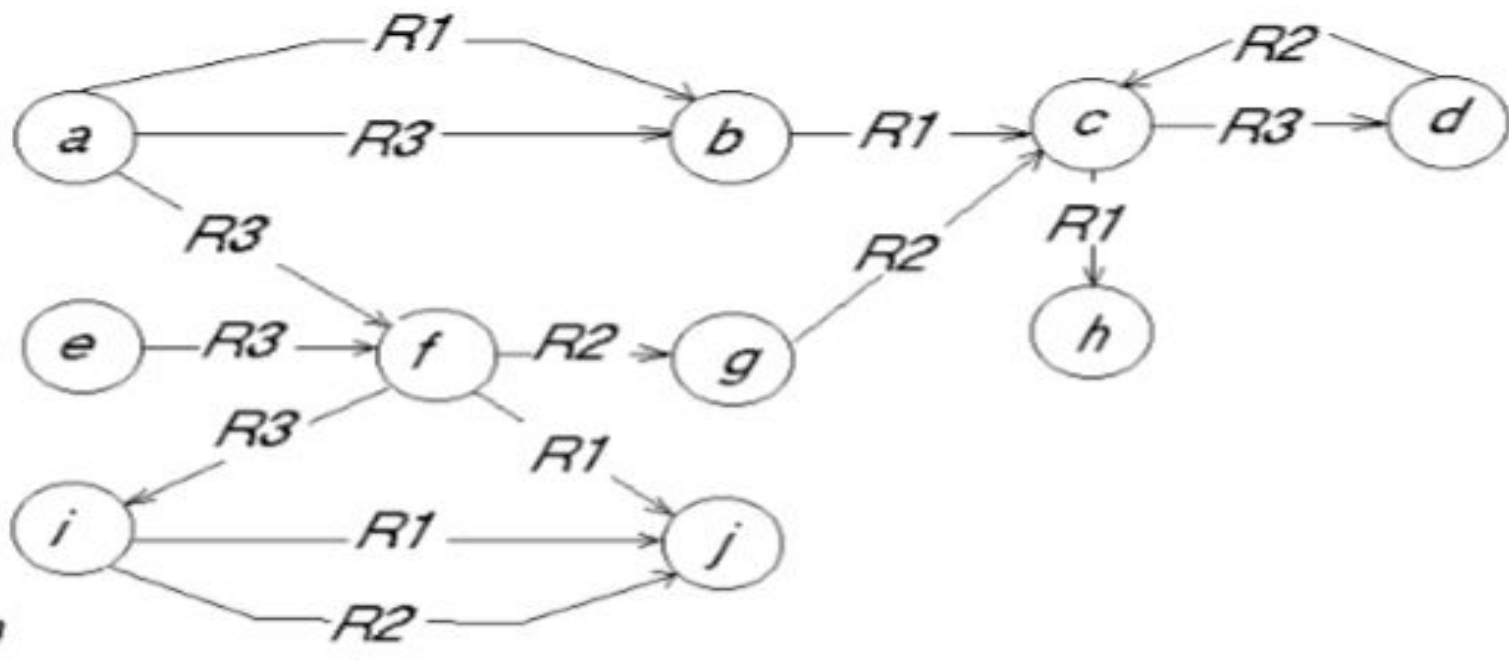
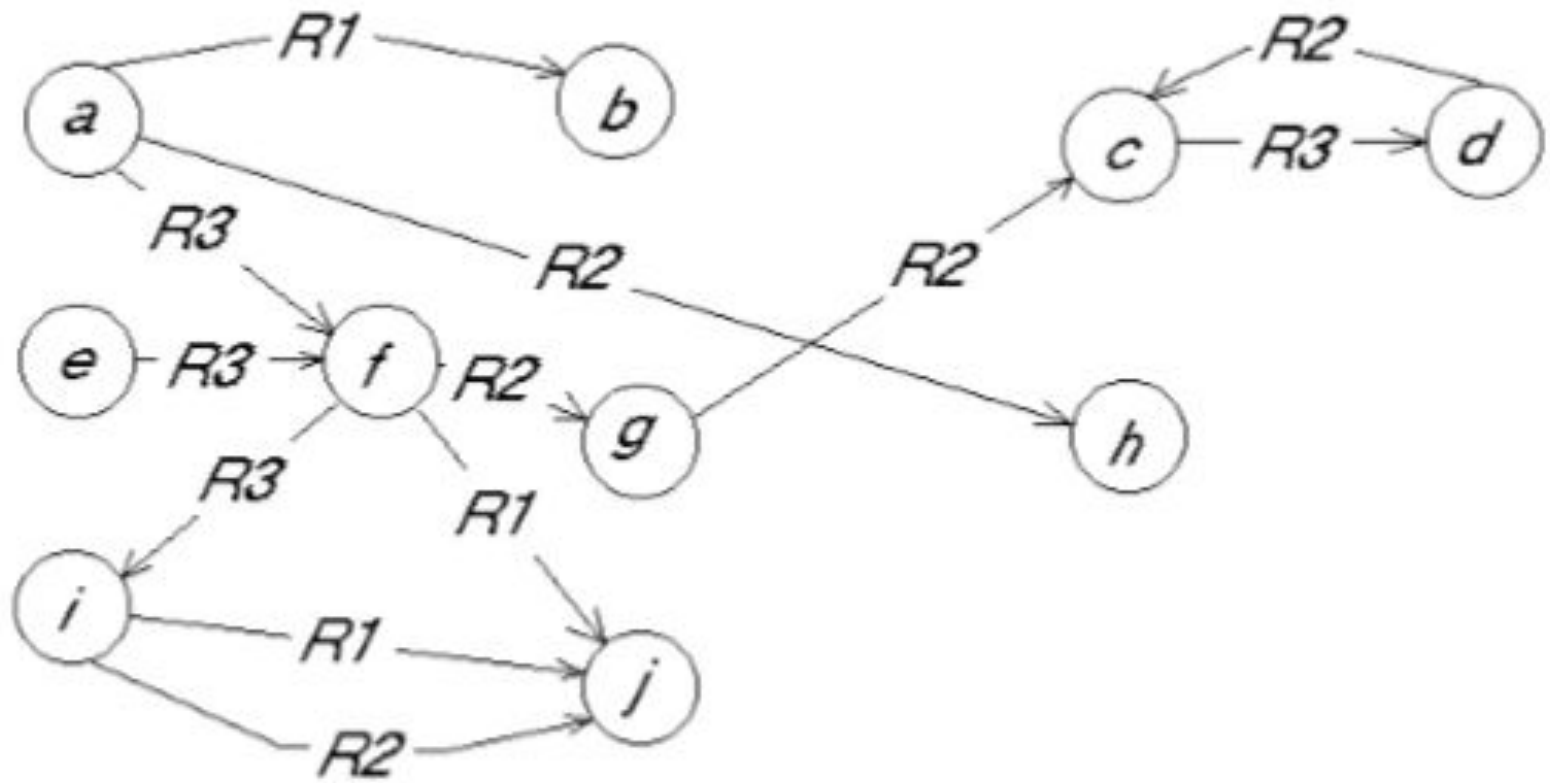


Рис 1

## 1.3 Стратегии решений организации поиска

Для иллюстрации поиска предположим, что в базе знаний для представления знаний используется семантическая сеть (рис.2а) и продукция (рис.2б). Поиск  $A$  в базе знаний организуется различными способами. Можно, например, сначала искать вершину  $a$ . Если в базе знаний такой вершины нет, то поиск заканчивается неудачей. Если вершина  $a$  найдена, то ищутся все выходящие из нее дуги, помеченные отношением  $R3$ , так как в образце справа от этой дуги стоит вершина  $x$ , на месте которой в базе знаний может находиться любая вершина. Если из  $a$  не выходит ни одной дуги, помеченной отношением  $R3$ , то поиск заканчивается неудачей. Но если такие дуги есть, то происходит переход во все вершины, с которыми вершину  $a$  связывает отношение  $R3$ , т.е. возникает параллельный процесс поиска. В примере произойдет переход от вершины  $a$  к вершинам  $b$  и  $f$ , из которых начинается поиск выходящих из них дуг, помеченные отношением  $R1$ , ведущих в любую вершину, так как в образце далее стоит вершина, которой соответствует свободная переменная  $y$ . Далее процесс продолжается аналогичным образом. В примере поиск оказывается успешным. После нахождения  $A$  в семантической сети происходит замена, которая определяется правой частью образца. В результате возникает трансформированная сеть (рис. 2в).






B)

## 2. Логический подход. Представление простых фактов.

Представление - это действие, делающее некоторое понятие воспринимаемым посредством фигуры, записи, языка или формализма. Теория знаний изучает связи между субъектом (изучающим) и объектом. Знание (в объективном смысле) - то, что известно (то, что знаем после изучения).

Представление знаний- формализация истинных убеждений посредством фигур, записей или языков. Нас особенно интересуют формализации, воспринимаемые (распознаваемые) ЭВМ. Возникает вопрос о представлении знаний в памяти ЭВМ, т.е. о создании языков и формализмов представления знаний. Они преобразуют наглядное представление (созданное посредством речи, изображением, естественным языком, вроде английского или немецкого, формальным языком, вроде алгебры или логики, рассуждениями и т.д.) в пригодное для ввода и обработки в ЭВМ. Результат формализации должен быть множеством инструкций, составляющих часть языка программирования.



Представлению знаний присущ пассивный аспект: книга, таблица, заполненная информацией память. В ИИ подчеркивается активный аспект представления: знать должно стать активной операцией, позволяющей не только запоминать, но и извлекать воспринятые (приобретенные, усвоенные) знания для рассуждений на их основе. Следовательно, истоки представления знаний - в науке о познании, а его конечная цель - программные средства информатики. Во многих случаях подлежащие представлению знания относятся к довольно ограниченной области, например:

- описание состояния человека
- описание ситуации в игре (например, расположение фигур в шахматах)
- описание размещения персонала предприятия
- описание пейзажа

В силу всех этих причин математическая логика лежит в основе различных представлений в ИИ. Данный раздел посвящен представлению простых фактов с помощью логики предикатов. Логическое представление служит также отправной точкой для других представлений (таких как "сетевые" и "объективные"), используемых в ИИ.

# Синтаксис логики предикатов.

Язык логики предикатов задается синтаксисом. Для представления знаний базисные синтаксические категории языка изображаются такими символами, которые несут достаточно четкую информацию и дают довольно ясную картину об области рассуждений (экспертизы).

Логика предикатов, называемая также логикой первого порядка, допускает четыре типа выражений.

-Константы. Они служат именами индивидуумов (в отличие от имен совокупностей): объектов, людей или событий. Константы представляются символами вроде Жак\_2 (добавление 2 к слову Жак указывает на вполне определенного человека среди людей с таким именем), Книга\_22, Посылка\_8.

- Переменные. Обозначают имена совокупностей, таких как человек, книга, посылка, событие. Символ Книга\_22 представляет вполне определенный экземпляр, а символ книга указывает либо множество "всех книг", либо "понятие книги". Символами x,y,z представлены имена совокупностей (определенных множеств или понятий).

- Предикатные имена. Они задают правила соединения констант и переменных, например правила грамматики, процедуры, математические операции. Для предикативных имен используются символы наподобие следующих: Фраза, Посылать, Писать, Плюс, Разделить. Предикатное имя иначе называется предикатной константой.

- Функциональные имена представляют такие же правила, как и предикаты. Чтобы не спутать с предикатными именами, функциональные имена пишут одними строчными буквами: фраза, посылать, писать, плюс, разделить. Их называют так же функциональными константами.

Представление должно исключать всякую двусмысленность языка. Поэтому имена индивидуумов содержат цифры, приписываемые к именам совокупностей. Жак\_1 и Жак\_2 представляют двух людей с одинаковыми именами. Эти представления суть конкретизации имени совокупности "Жак". Предикат - это предикатное имя вместе с подходящим числом термов. Предикат называют так же предикатной формой.



# Пример применения логики для представления знаний.

Проиллюстрируем синтаксис логики предикатов, сопоставляя русским фразам их перевод на язык логического формализма.

- По русски: Жак посылает книгу Мари,

Логически: Посылка (Жак\_2, Мари\_4, Книга\_22).

## Вопросы следующей лекции:

1. Основные определения
2. Комплексная схема нечеткого планирования
3. Особенности планирования целенаправленных действий
4. Оценка сложности задачи планирования