

Ин. яз. им. М. Тореза

# **Новые информационные технологии в лингвистике**

*Харламов  
Александр Александрович*

# Новые информационные технологии в лингвистике

*Лекция № 3а. Экспертная система  
Hearsay II – система распознавания  
речи*

## **Система Hearsay-II**

- Разработана в рамках проекта DARPA
- Система Hearsay-II была разработана в университете Карнеги-Меллона с целью распознавания связной речи на словаре 1000 слов

## **Система Hearsay-II**

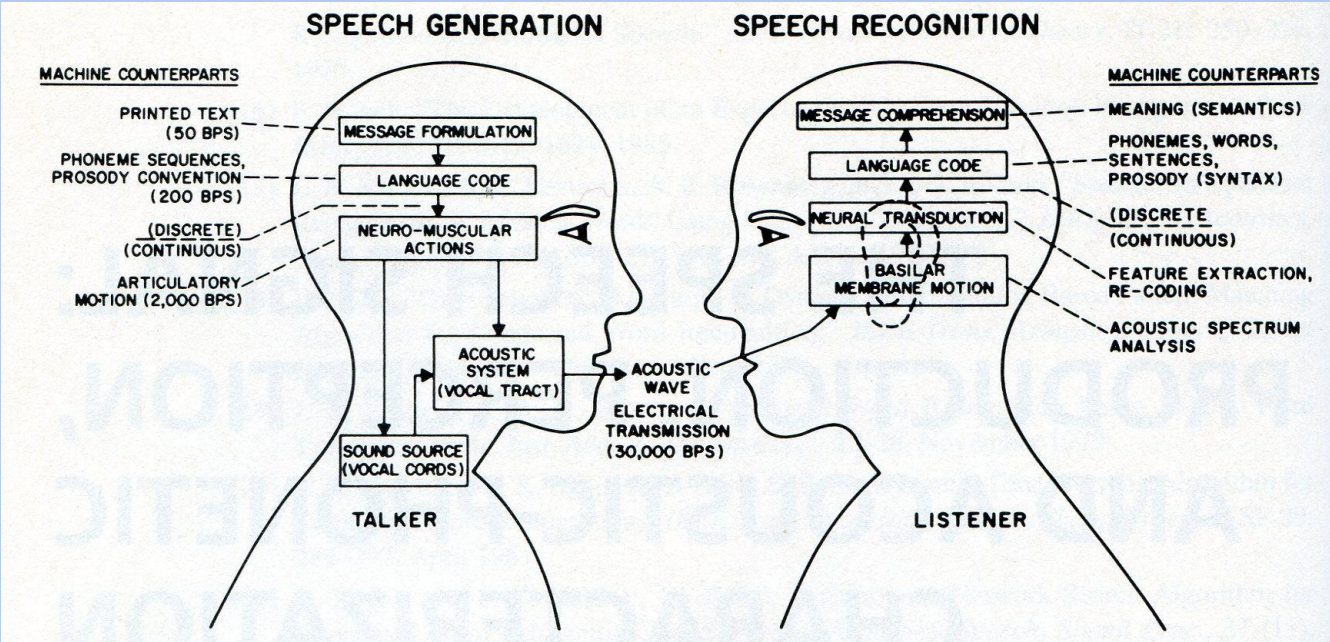
- Это экспертная система, разработанная с целью показать возможности решения специфических проблем понимания речи
- А также возможности координации независимых процессов в рамках кооперативного поведения, направленного на решение проблем

## **Система Hearsay-II**

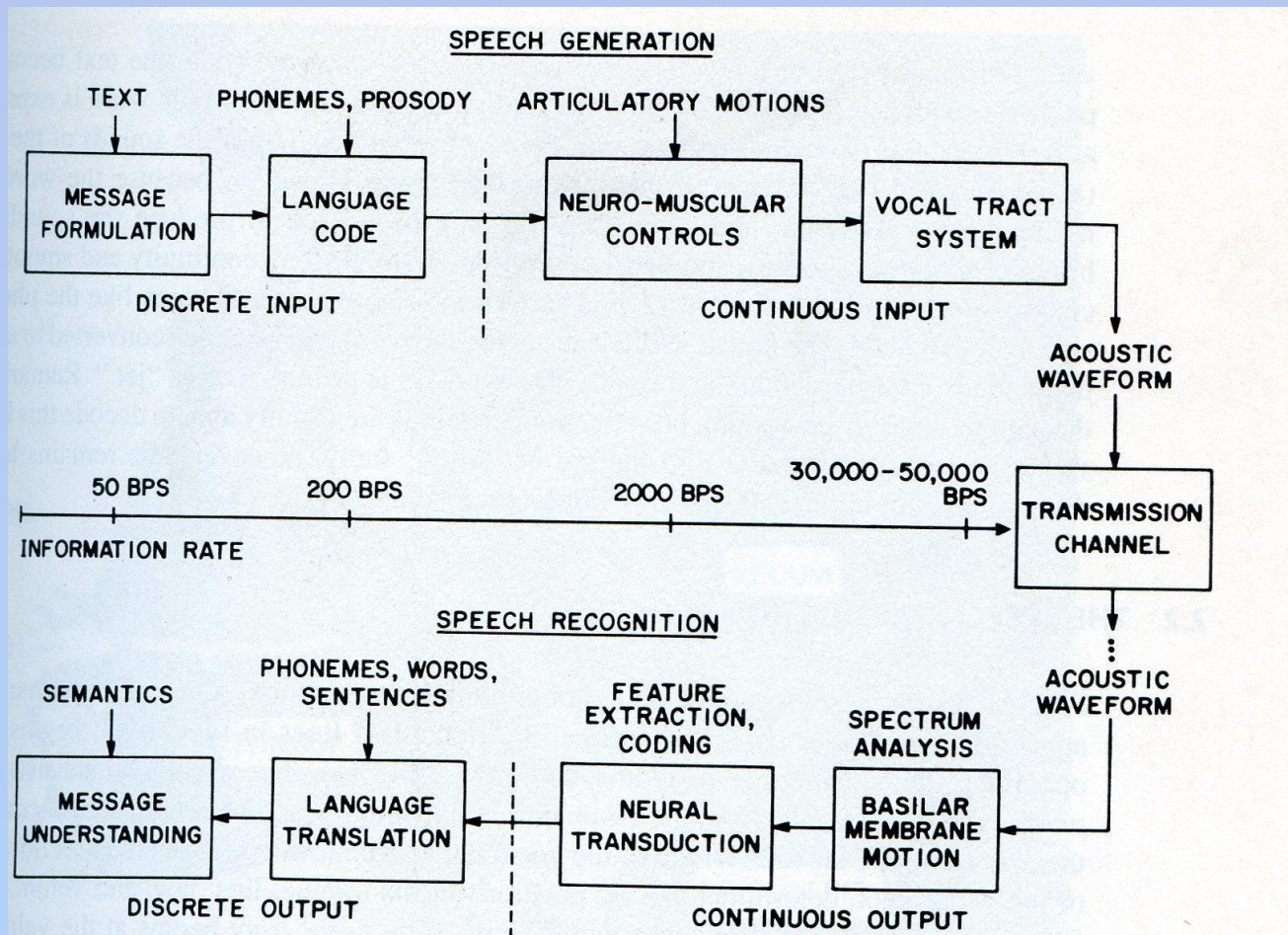
- Базовые технологии, используемые в системе, включают как оперирование символами (верхние уровни), так и обработку сигналов (нижние уровни)
- Объединение искусственно-интеллектуальных механизмов со специфическими акустическими и лингвистическими знаниями, было необходимо для решения задач понимания речи

Речевые звуки есть следствие множества последовательных трансформаций от намерения, через семантические и синтаксические структуры, к речевой волне

# Структура коммуникационной системы для организации речевого поведения



# Структура коммуникационной системы для организации речевого поведения





# Информационно-кодированная модель коммуникации Шеннона и Уивера



В случае понимания речи осуществляется обратный процесс: от речевой волны – к пониманию намерения автора речевого сообщения. На каждом этапе понимания возникают неясности и неопределенности

Эффективно работающая система распознавания речи, основанная на знаниях, должна удовлетворять следующим требованиям:

(1) Из всех возможных последовательностей операций (частных решений) хотя бы одна должна приводить к корректной интерпретации

(2) Процедура анализа имеющихся вариантов интерпретации должна давать корректному варианту более высокую оценку, чем другим конкурирующим вариантам

(3) Вычислительные ресурсы (память и время вычислений), необходимые для отыскания правильной интерпретации, не должны превышать определенный порог

- Представьте себе группу экспертов, которые сидят возле классной доски и пытаются решить какую-либо проблему
- Каждый эксперт является специалистом в какой-то определенной области, имеющей отношение к решению проблемы
- Формулировка проблемы и исходные данные записаны на доске

- Каждый из экспертов думает над тем, чем он может помочь в решении проблемы
- Если кто-либо из них чувствует, что ему есть что сказать по этому поводу, он записывает свои соображения на доске
- Эти соображения могут позволить другим экспертам внести определенный вклад в решение проблемы

- Процесс прекращается (а эксперты расходятся по домам), когда проблема будет решена

Такая методика совместного решения проблем эффективна, если соблюдаются определенные соглашения:

- все эксперты должны говорить на одном и том же языке
- должен существовать протокол определения очередности выступлений, когда сразу несколько экспертов хватаются за мел и направляются к доске



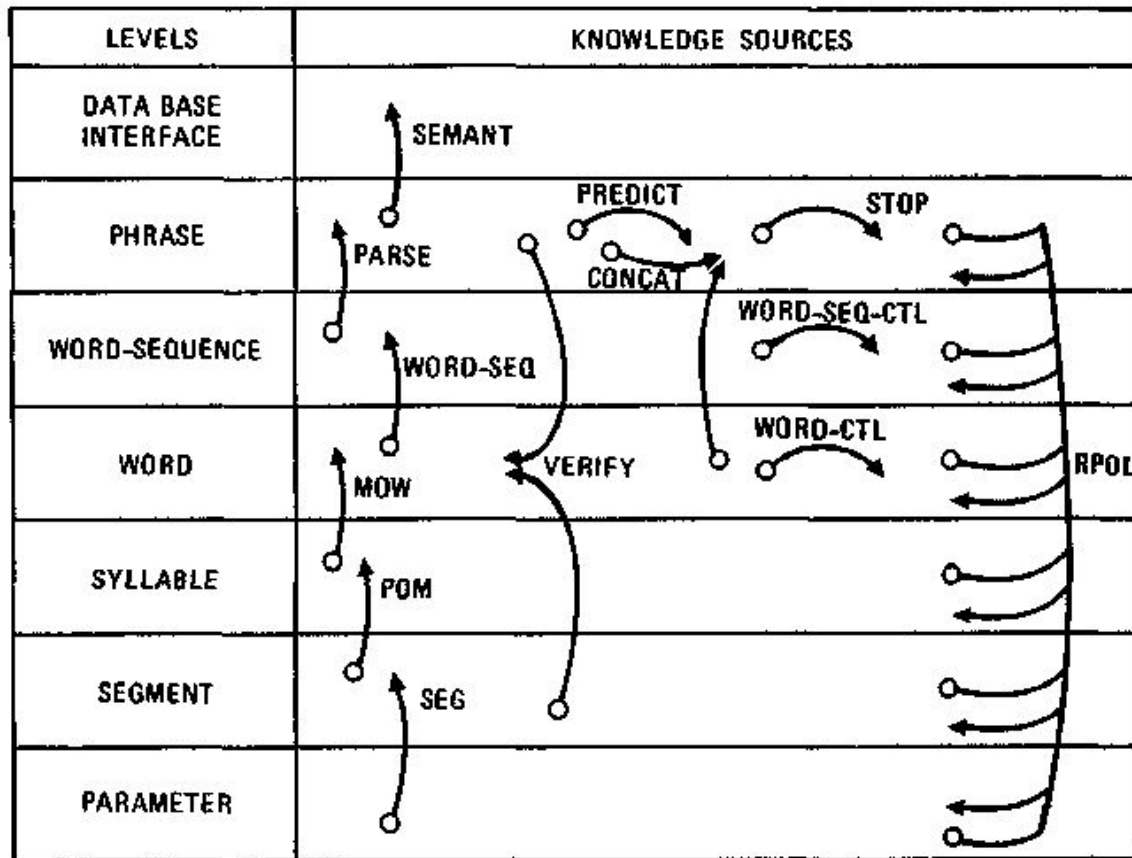
## **Использование источников знаний в HEARSAY-II**

- Для генерации, комбинирования и развития гипотез интерпретации в системе HEARSAY-II используется несколько источников знаний (разных уровней)
- Созданные гипотезы (интерпретации) разного уровня абстракции сохраняются на доске объявлений

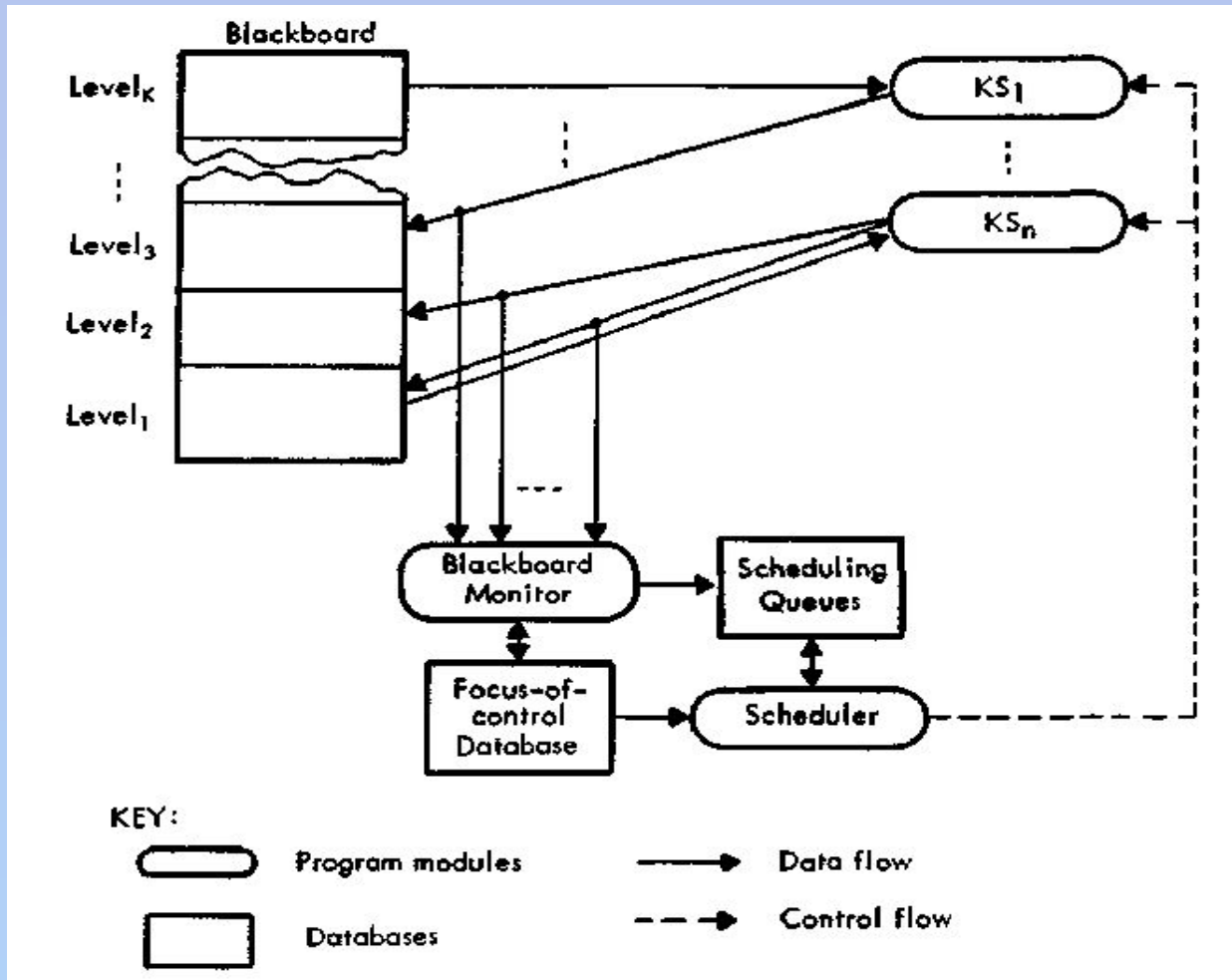
- Каждый источник знаний можно считать в первом приближении набором пар "условие-действие"
- Система управляется прерываниями, что напоминает использование демонов во фреймовых системах
- Источники знаний загодя объявляют об активизированных в них условиях, извещая, какой вид модификации данных будет влиять на выполнение этих условий

- Большинство источников знаний в системе HEARSAY-II организовано так, что они распознают данные на определенном уровне лингвистического анализа, а выполняемые ими операции относятся к следующему по порядку уровню
- Например, некоторый источник активизируется данными на силлабическом уровне и формирует лексическую гипотезу на уровне слов

# Взаимодействие между источниками знаний



# Архитектура системы



- Решатель проблем системы Hearsay-II реконструирует намерение из гипотетических интерпретаций, формулируемых на разных уровнях абстрагирования
- Вычислительные ресурсы концентрируются на наиболее перспективных вычислениях

- Окончательная конфигурация системы включает решающие компоненты с целью генерации и оценки речевых гипотез, а также для фокусировки управляющих механизмов с целью выявления наиболее значимых гипотез

Выполнение трех требований  
позволяет построить эффективный  
решатель:

- Только одна последовательность  
применения источников знаний может  
быть корректной
- Выбирается только одна правильная  
общая интерпретация



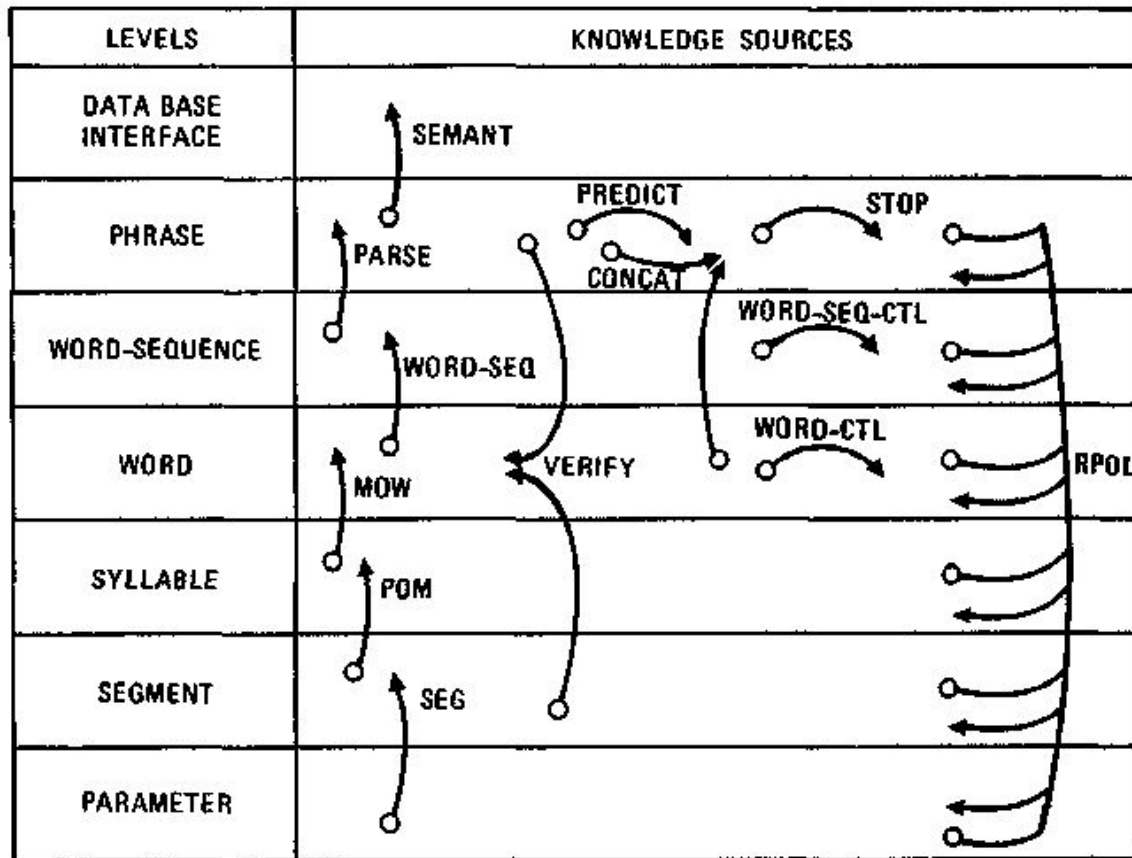
- Стоимость принятия решения ограничивается разумными пределами
- Это ведет к ограничениям на число частичных интерпретаций
- Чем больше неопределенность, тем больше должно порождаться гипотез
- Тем лучше должно быть качество выбора из имеющихся гипотез

# Решающая модель системы Hearsay-II

- Каждый источник знаний представлен как множество пар условие-действие
- Условный компонент описывает ситуацию, в которой источник знаний может принять участие в принятии решения, деятельный компонент содержит информацию о том, какое действие производится, и как оно интегрируется в ситуацию

- Источники знаний извлекают из сигнала акустические параметры, классифицируют акустические сегменты в фонетические классы, распознают слова, оценивают фразы, а также генерируют и оценивают гипотезы для нераспознанных слов или слогов

# Взаимодействие между источниками знаний



# Функциональное описание источников знаний системы понимания речи

*Уровень получения сигнала,  
извлечения параметров,  
сегментации, и разметки*

Осуществляет оцифровку сигнала,  
измерение параметров, и разметку

# Функциональное описание источников знаний системы понимания речи

## *Уровень разметки слов*

Создает гипотезы слогового уровня из сегментов

Создает гипотезы-слова из слогов

# Функциональное описание источников знаний системы понимания речи

## *Уровень генерации фраз- островков*

Создает гипотезы последовательностей слов, которые представляют потенциальные фразы из слов-гипотез и слабых грамматических знаний

Пытается интерпретировать последовательность слов, и, если возможно, создать гипотезу-фразу

# Функциональное описание источников знаний системы понимания речи

## *Уровень расширения фраз*

Предсказывает все возможные слова,  
которые синтаксически могут  
предшествовать или последовать фразе

Оценивает соответствия между  
гипотезами-сегментами и парами  
слово-фраза

Создает гипотезы-фразы из  
верифицированных соответствий пар  
слово-фраза



# Функциональное описание источников знаний системы понимания речи

## *Уровень оценки, запрета, интерпретации*

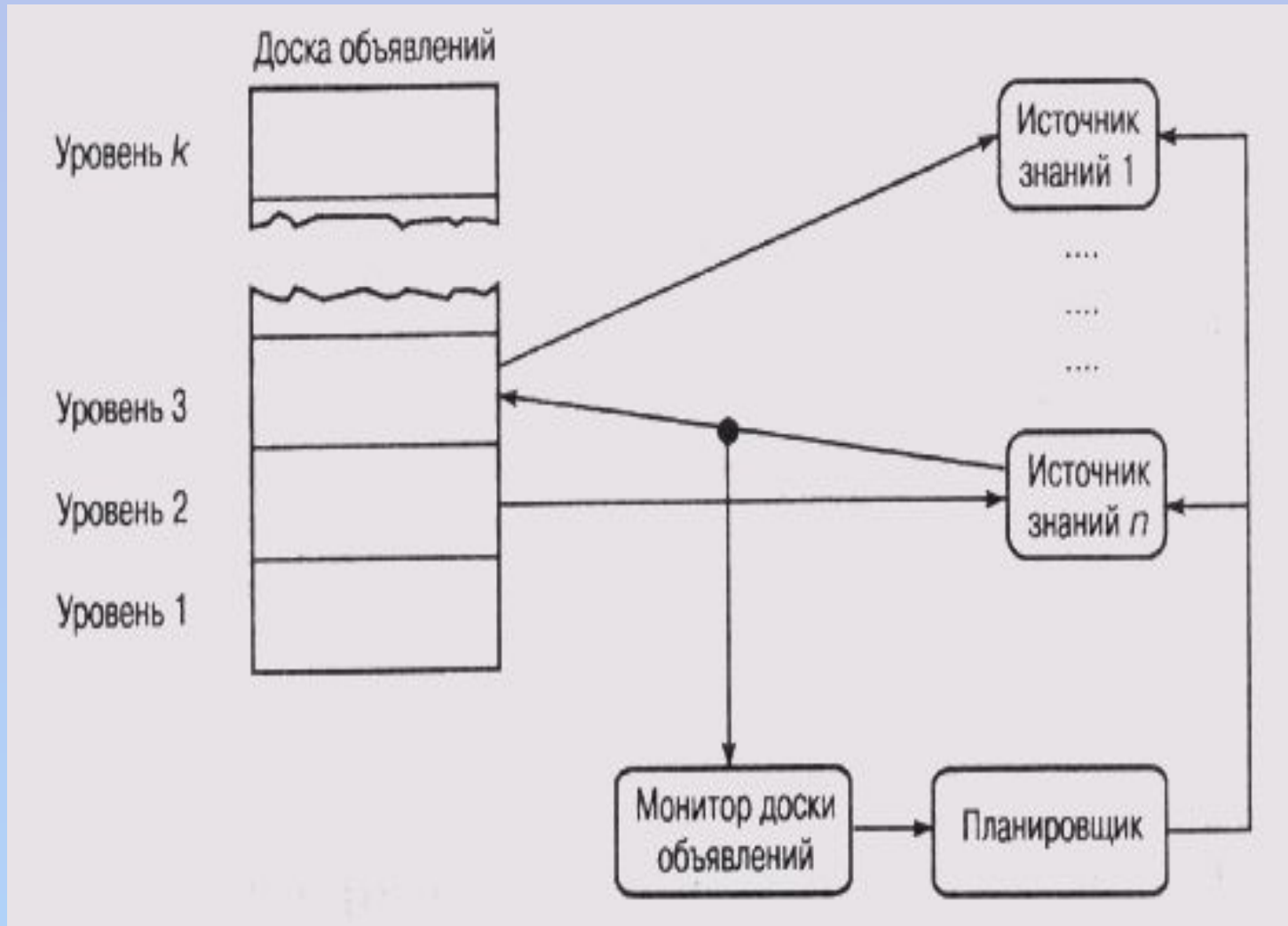
Оценивает правильность новой, или модифицированной гипотез с использованием информации, из других источников знаний

# Функциональное описание источников знаний системы понимания речи

## *Уровень оценки, запрета, интерпретации*

Принимает решение об остановке процесса (в случае наличия лучшего решения, или израсходования доступных ресурсов) и осуществляет выбор лучшей гипотезы-фразы в качестве выхода

# Архитектура системы



# Архитектура системы

Архитектура с классной доской не диктует проектировщику определенный режим управления знаниями в системе, например нисходящую или восходящую стратегию построения рассуждений

## Пример

Система работает в предметной области ответов на вопросы при поиске документов из коллекции рефератов статей по компьютерным наукам. Например распознаются фразы:  
«Which abstracts refer to theory of communication?»  
«List those articles»  
«What has McCarthy written since nineteen seventy-four».

# Пример

Словарь системы содержит 1011 слов,  
включая все словоформы

## Пример

Грамматика устроена так, что семантические и прагматические ограничения содержатся прямо в грамматике

Так вместо просто категории «имя», грамматика системы включает такие категории как: «тема», «автор», «год» и «издатель»

## Пример

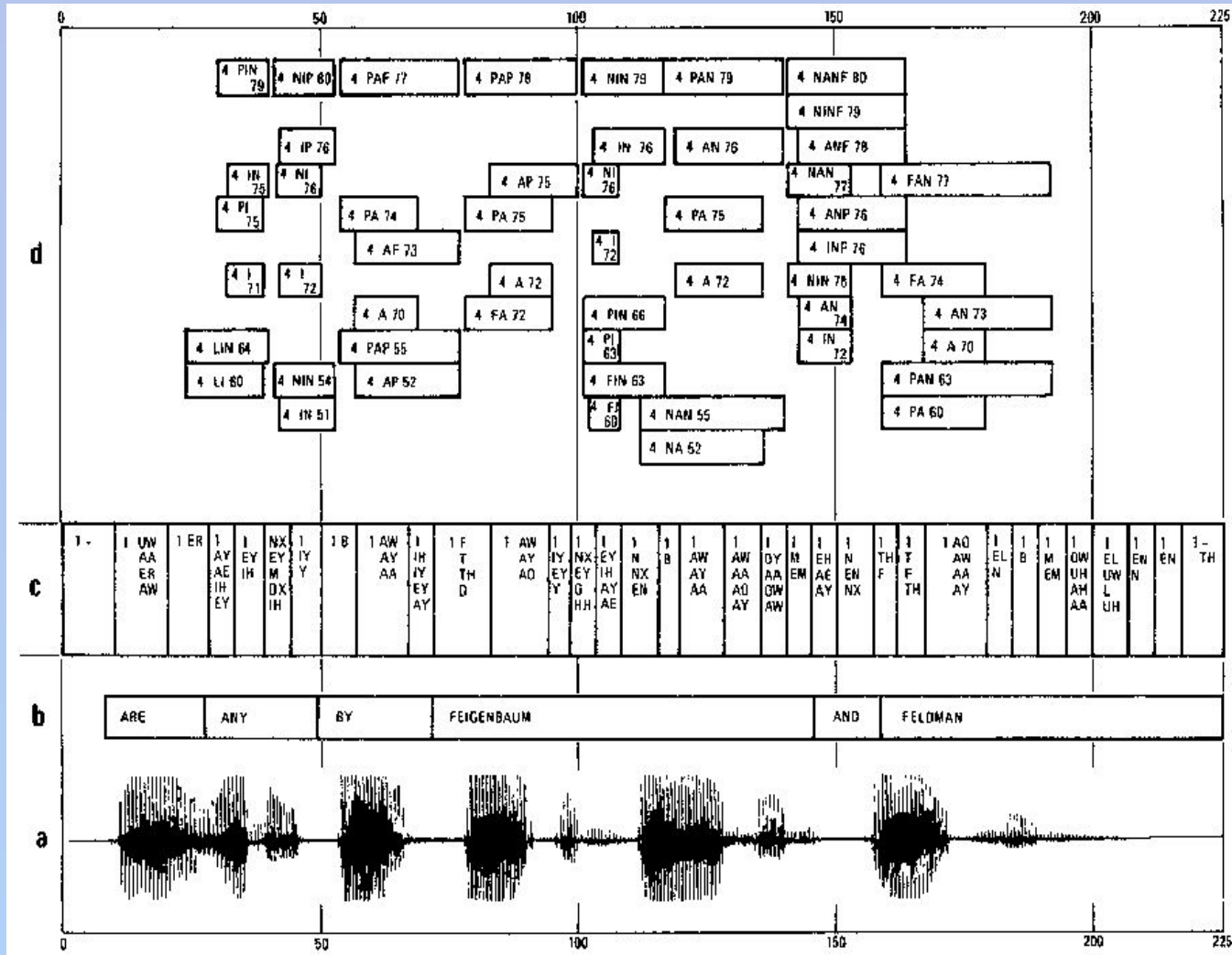
Такие грамматики называются семантическими грамматиками  
В этой грамматике за каждым словом может следовать 17 других слов из словаря  
В обычной грамматике коэффициент ветвления значительно выше – 51 слово в среднем



# Пример

Работу системы рассмотрим на примере распознавания последовательности «ARE ANY BY FEIGENBAUM AND FELDMAN?»  
Каждый основной шаг системы, как правило, соответствует действию одного источника знаний

# Пример



## Пример

Речевая волна фразы представлена в нижней части рисунка

Выше - правильные границы слов, определенные экспертами

Остальные уровни представляют гипотезы (представлены прямоугольниками), порожденные источниками знаний

Гипотезы сгруппированы по уровням: сегменты, слоги, слова, последовательности слов и фразы