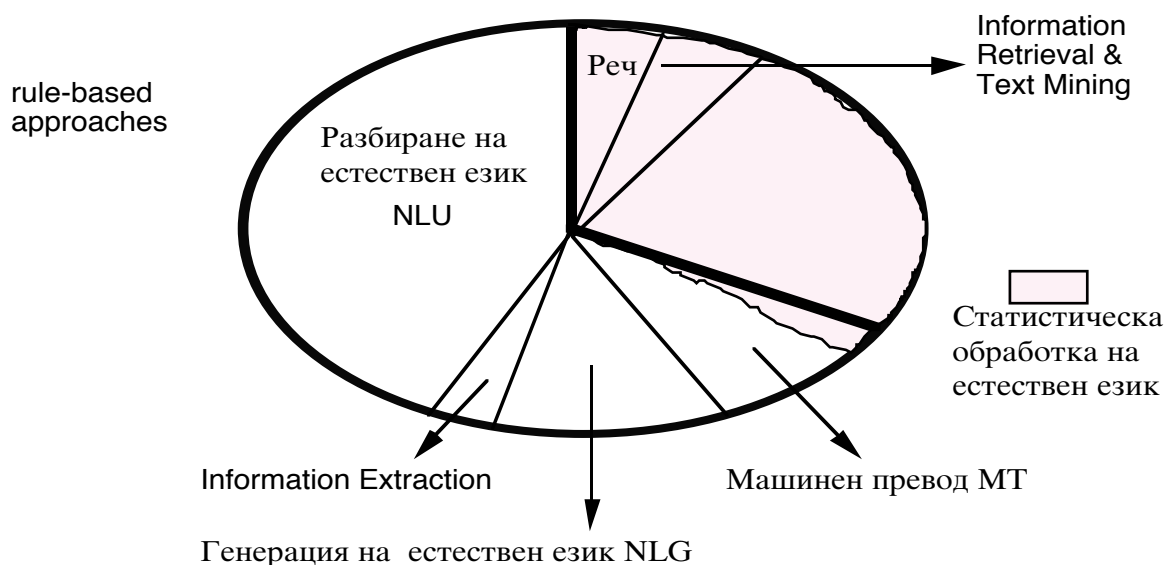


## Уводна лекция

Дискусия за структурата на курса по теми (15 седмици, хорариум 3+1)



**I. Общ увод** - що е ОЕЕ (Обработка на Естествен Език, *Natural Language Processing*) и КЛ (Компютърна Лингвистика, *Computational Linguistics*).

Езикът е един от фундаменталните аспекти на човешкото поведение и компонент с решаващо значение в живота ни. Естественият Език (ЕЕ) се изучава от няколко научни дисциплини, всяка от които дефинира свое множество проблеми и ги изследва със специфични методи:

Дисциплина	Типични проблеми	Примерни средства
лингвистика	Как думите формират фрази и изречения? Какво ограничава възможните значения на едно изречение?	Интуиция за добро формиране и за значение; математически модели на структурата (например формални езици)
психо-лингвистика	Как хората идентифицират структурата на изреченията? Или значенията на думите? Кога е налице разбиране?	Експериментални техники за "измерване" на човешкото поведение; статистически анализ на наблюденията

философия	Що е значение и как думите и изреченията го придобиват? Как думите идентифицират обекти в реалния свят?	ЕЕ-аргументации с използване на интуиция и контра-примери; математически модели (например логика)
компютърна лингвистика	Как се идентифицира структурата на изреченията? Как може да се моделира знанието и умозаклученията? Как може ЕЕ да се използва в дадени приложения?	алгоритми; структури от данни; формални модели за представяне и обработка; техники на изкуствения интелект (ИИ)

Два са мотивите за построяване на компютърни модели на ЕЕ:

- *научен* - за да разберем как работи езикът, понеже методите на другите науки са неформални и може описанията да станат толкова големи и размити, че да са необозрими без компютър. За създаване на общ компютърен модел ще са необходими усилия на различни специалисти. Тази обща цел мотивира интердисциплинарната **когнитивна наука (cognitive science)**;

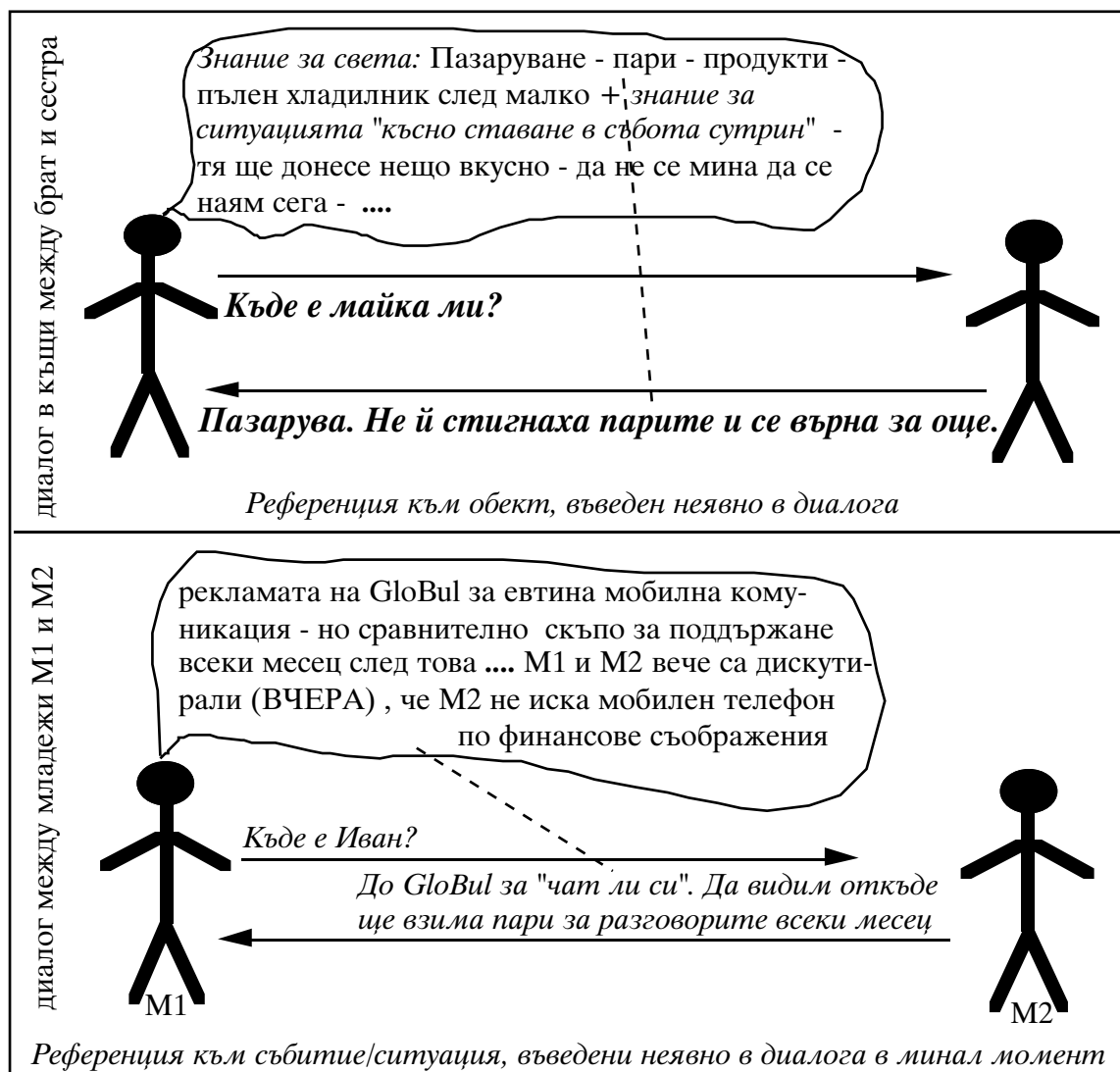
- *приложен (технологичен)* - успехът на КЛ ще промени революционно начина, по който се използват компютрите. В приложен аспект е без значение дали се моделира човешкото поведение; важно е само дали моделът работи.

ЕЕ обаче е толкова сложен, че *ad hoc* техники (без солидни теоретични аргументации) не водят до успешни резултати. Така технологичната цел не може да се постигне без (поне частичен) успех в научните задачи. Освен това, ние сме само в началото на разбирането как функционира ЕЕ при човека. Затова все още се радваме, когато успеем да построим *работещи модели* вместо *модели, които отразяват механизма на човешкото поведение*.

**Компютърната лингвистика** строи *лингвистично-мотивирани* компютърни модели на ЕЕ, които работят добре при специфични приложения. По-общият термин **обработка на ЕЕ**, ОЕЕ (NLP) означава дисциплината, включваща и не-лингвистично мотивирани подходи за компютърна обработка на ЕЕ (например статистически).

Важна особеност на ЕЕ е, че като средство за комуникация той предава само тази информация, която се счита неизвестна на участниците в диалога. Така всеки слушател/говорител в диалога решава колко точно да се каже, в

зависимост от предполагаемите знания на другия участник. Човекът много бързо филтрира правдоподобните и най-вероятни интерпретации. След чуване на едно изречение в диалога, ние “активираме” много асоциирано знание; след чуване на следващото изречение ние като че ли “моментално” подбираме нужното за построяване на коректна интерпретация. Примери:



Комуникация само на "неизвестните" факти; интерпретацията се извършва в контекста на знанието, което се предполага у конкретния слушател

Примери за text-based applications (вж. още *Intro.pdf* и *summary\_fig.pdf*):

•• да се намерят документи по дадена тема в Интернет. Тази задача се решава чрез автоматично **индексиране** на документите с подходящи **дескриптори** (ключови думи, *keywords*) и търсене по ключови думи;

- да се извлече информация от съобщения с цел запълване БД. Т. нар. *message understanding* (Information Extraction) е една вечно актуална и финансирана тема (напр. обработка на мейлове и речеви съобщения в Wall Street Journal и запълване на БД с фирмени данни, коя фирма какво продава/купува). Лингвистичната задача е сравнително проста, но се изисква 100% успех;

- да се преведат документи от един ЕЕ на друг ЕЕ (**машинен превод**);

- автоматично резюмиране на текст (напр., да се направи 3 стр. резюме на правителствен доклад от 1000 страници). Повечето хора не го могат.

Задачи 1-3 не изискват разбиране на ЕЕ (**разбиране** означава да се построи вътрешно *представяне на значението* на входния текст, над което се правят по-нататъшни заключения). Пример 4 е примамлив мираж; да отбележим, че не е естествено да очакваме от машините повече, отколкото от хората?

#### Примери за *dialogue-based applications* :

- question-answering system с ЕЕ използван като език за формулиране на заявките на потребителя към база документи; напр. питаме към Интернет “защо небето не е зелено?” и очакваме отговор в един документ;

- автоматично обслужване на клиенти (напр. в банка) по телефона;

- система за обучение, където машината "разговаря" с обучаващия се;

- управление на устройства с речеви команди;

- кооперативна система за решаване на някакъв проблем (например, компютърът подпомага клиента да си купи билет за пътуване).

В първите 4 примера може и без реален диалог; в петия пример се изисква идентификация на съобщението, адекватна ответна реакция и т.н.

## II. Дискусия по общата схема на компютърното моделиране на човеко-машинната ЕЕ-комуникация (файл levels.pdf)

### Нива на описание на ЕЕ-явления

При моделиране на човешката езикова интелигентност не могат да се пренебрегнат два аспекта: *знанието за света* и *разсъжденията*. Класическите видове знание, които се разграничават доста ясно в ОЕЕ, са:

- **фонетично** знание - описва как думите се конструират от съставлящите ги звуци; особено важно при обработка на реч.

•• **морфологично** знание - описва как думите се конструират от по-малки значещи елементи, наречени **морфем**и. Морфемите са примитивните значещи единици в езика (напр. *приятелски* = *приятел* + *ски*).

•• **синтактично** знание - описва как думите се нареждат една след друга, за да формират изречение; каква е структурната роля на всяка дума в изречението и какви подфрази са части на кои други фрази.

•• **семантично** знание - описва значението на думите и как то се комбинира в изречението, за да състави значение на изречението. На това ниво значението се разглежда независимо от контекста.

•• **прагматично** знание - описва употребата на изречения в различни ситуации и как ситуацията променя интерпретацията на изречението.

•• знание за **дискурса** (discourse knowledge) - описва как предишните изречения влияят върху интерпретацията на непосредствено следващо ги изречение. Това е особено важно при интерпретацията на местоимения и при темпоралната информация.

•• знание за **света** (world knowledge) - общо знание за структурата на света, което участниците в диалога използват при комуникация. То включва знание за партньора в разговора, за неговите цели и представи.

### Представяне или разбиране?

Защо говорим за представяне на значението (meaning representation), вместо да работим например със самото изречение като представяне на собственото му значение? Главната причина е, че думите имат повече от едно значение (всяко отделно се нарича на англ. word sense). Така не може да се построи еднозначно значение на изречението. Следователно ни е нужна нотация (система от формули) със следните свойства:

- точност и немногозначност при немногозначни изречения;
- отразяване на многозначността на ЕЕ-изреченията;
- възможности за лесна обработка;
- запазване на синтактичната структура на ЕЕ-изреченията; т.е.

синтактично подобни ЕЕ-изречения да имат "структурно подобни" формули, описващи значенията им.

Разполагаме с хубаво средство за описание на значението: предикатното смятане от първи ред (ПСРП).

**Пример II.1** за 4 изречения, които са неправилни или правилни от синтактична, семантична и прагматична гледна точка, като прагматиката се оценява в ситуацията *“първо изречение в увода на учебник по КЛ”*.

No.	Изречение	Синтакт. правилно?	Семант. правилно?	Прагмат. правилно?
1.	Езикът е един от фундаменталните аспекти на човешкото поведение.	ДА	ДА	ДА
2.	Преходът от тоталитаризъм към демокрация изисква обединените усилия на цялото общество.	ДА	ДА	НЕ
3.	Зелени пчели свирят на пиано “Лунната соната”.	ДА	НЕ	НЕ
4.	Зелен имат големи идеи око.	НЕ	НЕ	НЕ

**Пример II.2.** “John saw the Grand Canion flying to Boston”. Това изречение е двусмислено (многозначно) от *синтактична гледна точка*: не е ясно кой е летял към Бостън. Искаме да преценим дали породената многозначност е семантична или прагматична и съответно да я разрешим. Преглеждаме “света” (базата знания) на нашата ОЕЕ-система: може ли Големият Каньон да лети изобщо?

= Ако не, многозначността е само синтактична и на ниво “семантичен анализ” редуцираме значението на изречението до едно възможно;

= Ако да: има ли ситуация, при която Големият Каньон да може да лети до Бостън и тя ли е текущата ситуация? Така на ниво “прагматичен анализ” ще фиксираме едно от двете възможни четения.

### III. Лексикони

Лексиконите са важни компоненти в ОЕЕ-системите базирани на правила, те са техните “речници”. Съдържат всички думи, които системата знае и набор от граматически характеристики на тези думи. Ще работим с лексикони, основани на т.нар. “признакови структури”: към всяка дума се задават категории (features) и техни свойства (values). Да разгледаме един съвсем малък лексикон, с думите за примерите на част IV по-долу:

*FLIES*  
(ROOT = *fly*,  
NUMBER = *sg*,  
PERSON = *3rd*,  
CAT = *verb*,  
TENSE = *present*,  
MODE = *active*).

or

*FLIES*  
(ROOT = *fly*,  
CAT = *noun*,  
GENDER = *neutrum*,  
NUMBER = *pl*).

Категории-признаци са: NUMBER, PERSON, CAT, TENSE, MODE, GENDER.

#### IV. Безконтекстни граматика, пример на Чомски

Различаваме формални (изкуствени) езици и естествени езици. При моделиране на ЕЕ използваме средства, подобни на прилаганите за описание на формалните езици. Имаме **низове** (strings) от символи, взети от азбука на **терминалните символи** (terminal symbols). Нека засега нашата азбука да бъде от думи: *а, аба, абe, аби, Абисиния, ....*

Има много нотации и формализми за описание както на формални, така и на естествени езици. Повечето са основани на идеята за **фразова структура** (phrase structure): че низовете могат да се декомпозират на поднизове с определено поведение, които наричаме **фрази** (phrase). Например, низовете "*този човек*", "*агентът в ъгъла*", "*човекът*" се държат като съществителни при съчетаване с други низове; те се наричат групи (фрази) на съществителните (**noun phrase, NP**). Две са полезните страни на фразовите описания: първо, фразите са удобна единица, към която може да се асоциира семантика; второ, категоризирането на фрази ни помага да опишем допустимите низове в езика. Например, всяка NP може да се комбинира с група на глагола (**verb phrase, VP** - например, "*ходи*") и така се получава низ с категория изречение (**sentence, S**). Без междинните категории NP и VP е трудно да се обясни защо "*човекът ходи*" е изречение или защо "*агентът в ъгъла пие*" и "*в ъгъла агентът пие*" са две различни изречения. Граматическите категории съществено подпомагат обяснението защо дадено изречение е правилно, а друго - не (поне в сегашната практика).

В BNF-нотацията, както и в пораждащите граматика, категории от вида NP, VP и т.н. са **нетерминални символи** (nonterminal symbols). При построяване модели на синтаксиса работим с категории като напр.: **S** - Sentence; **NP** - Noun Phrase, **VP** - Verb Phrase, **PP** - Prepositional Phrase, и т.н.

Класическият инструмент за анализ и синтез на синтактични структури са формалните езици (**formal languages**). Тази традиция е установена с теорията на Ноъм Чомски за формалния синтаксис (1956). Йерархията на Чомски съдържа 4 вида езици, ние накратко се спираме на безконтекстните езици (тип 2).

Безконтекстната граматика е наредена четворка:

**{Non\_term, Term, Rules, S}**, където

- **Non\_term** е крайно множество от нетерминали (променливи, категории),
- **Term** е крайно множество от терминални символи (за нас - думи),

- **Rules** е крайно множество от правила за извод от вида  $A \rightarrow \alpha$ , където  $A$  е символ от **Non\_term** и  $\alpha$  е (непразен) низ от символи на **Non\_term** и **Term**;
- **S** принадлежи на **Non\_term** и се нарича начален символ.

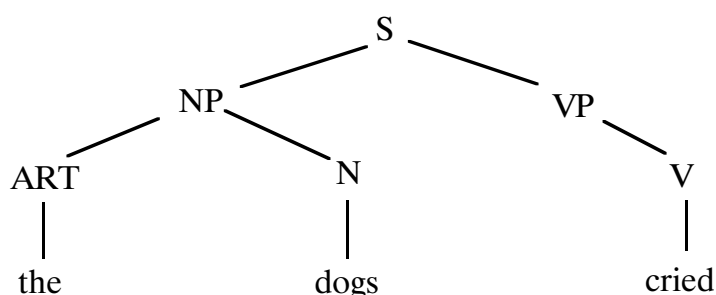
**Извод (Derivation):** започни от **S** и прилагай правилата за извод докато е възможно. Получените низове, които се състоят само от терминали, образуват *формалния език генериран/разпознаван от граматиката*.

**Пример IV.1:** нека

$G: (\{S, NP, VP, ART, ADJ, V, N\}, \{\text{cried, dogs, the}\}, \mathbf{Rules}, S)$ ,  
където **Rules** се дефинира както следва:

- |                               |                                 |           |
|-------------------------------|---------------------------------|-----------|
| 1. $S \rightarrow NP VP$      | 6. $V \rightarrow \text{cried}$ | (lexicon) |
| 2. $NP \rightarrow ART N$     | 7. $ART \rightarrow \text{the}$ | (lexicon) |
| 3. $NP \rightarrow ART ADJ N$ | 8. $N \rightarrow \text{dogs}$  | (lexicon) |
| 4. $VP \rightarrow V$         |                                 |           |
| 5. $VP \rightarrow V NP$      |                                 |           |

**Дърво на извода:** показва кои правила са прилагани и как са прилагани за да се получи извода на изречението *The dogs cried*.



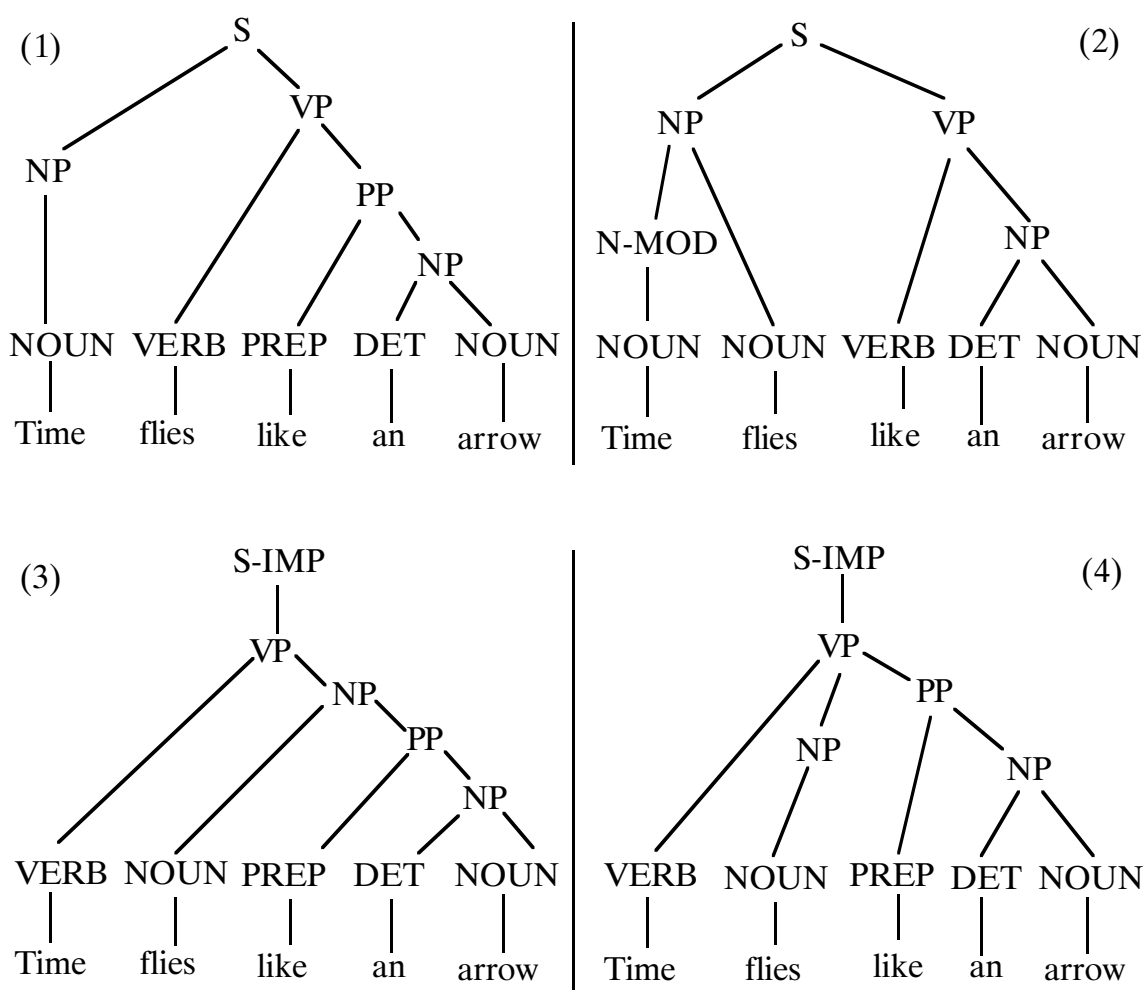
Граматиката  $G$  генерира две изречения, едно от тях неправилно от гледна точка на естествения език: езикът ѝ се състои от  $\{\text{the dogs cried, the dogs cried the dogs}\}$ . Второто изречение има коректна синтактична структура - напр. *the dogs hate the cats*, но то няма смисъл и за жалост в граматиката  $G$  не може да се избегне неговото пораждање, тъй като поради безконтекстния ѝ характер няма как да се зададат зависимости от типа кои думи с кои правила се употребяват и т.н.

За дадено входно изречение, **синтактичният анализ (syntactic analysis)** цели разпознаване на неговата структура. **Синтактичният разбор (parsing)** е процедура, която търси в пространството на различните начини за комбиниране на правила за извод с цел намиране на комбинация, по която може да бъде конструирано дърво, съответстващо на структурата на входното изречение. При безконтекстни граматики разборът е ефективен,



дървото на извода се построява за сравнително кратко време (вж. ихvw-теоремата за безконтекстни езици). Когато разборът успее, ние (i) разпознаваме изречението като граматически правилно и (ii) знаем структурата му във вид на конституенти (категории) **които са части от други конституенти**. Синтактичната структура (**parse tree**) на дадено изречение играе важна роля в по-нататъшната му компютърна обработка.

**Синтактична многозначност (syntactic ambiguity):** дадено изречение може да има повече от един разбор. **Пример IV.2:** много известен пример на Чомски: *Time flies like an arrow* с четири структури (и пет четения).



(1) *времето* (съществително) *лети* (глагол) *като стрела* (предложна фраза).

(2) "*временни мухи*" (някакъв вид мухи) *харесват* (глагол) *една стрела*.

(3) заповедна структура 1: *измервай* (глагол) *мухи* (съществително) (които изглеждат) *като стрела*.

(4) заповедна структура 2: предложната фраза *like an arrow* модифицира глагола *time*. Има две семантични интерпретации на тази синтактична структура: *Измервай мухи както* (би измервал) *една стрела*; *Измервай мухи както една стрела* (би ги измервала).

## V. Логическа граматика

Целта при **разбирането на ЕЕ** (NLU) е да се дефинира значението (семантиката) и да се научим как се строи вътрешно семантично представяне на значението на изречението, във вид на предикатно-аргументна структура. Най-хубаво би било да можем да строим семантичната структура заедно със синтактичната структура, за да използваме предимствата на т.нар. композиционна семантика.

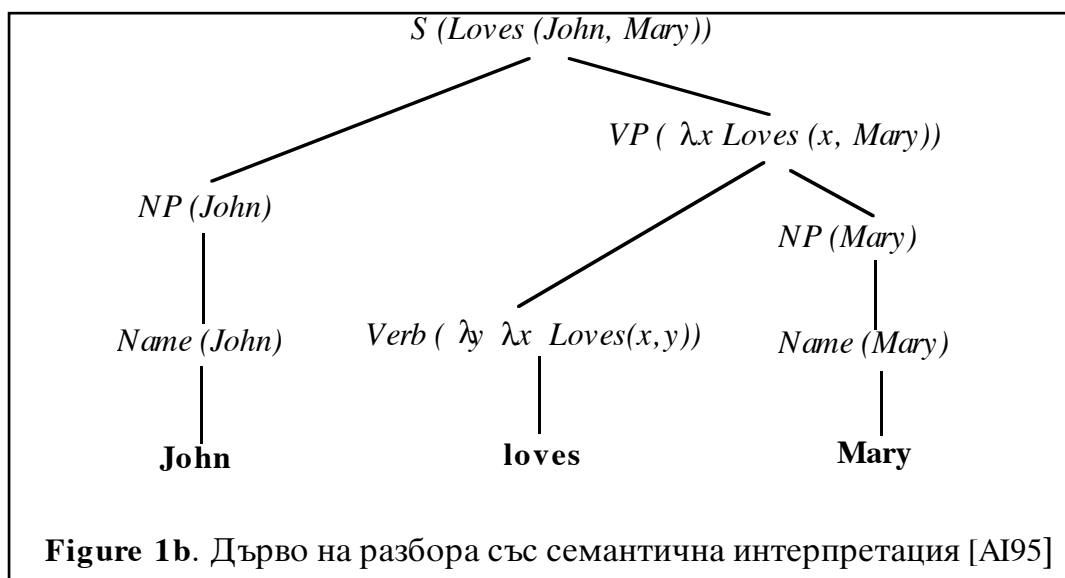
Нека дискутираме първо семантиката на формалните езици. В аритметиката е лесно да се дефинира семантиката на израз от типа  $X+Y$  (както и на  $X&Y$  в логиката) - понеже те имат **композиционна семантика** (compositional semantics). Това означава, че семантиката на всяка фраза е функция на семантиката на съставките ѝ ( $X$ ,  $Y$ ,  $+$  или  $&$ ) и не зависи от контекста. Макар и по-сложни, проблемите с езиците за програмиране се решават предимно чрез композиционна семантика. Например  $10+10$  има различни стойности според конвенциите; но можем да кажем, че семантиката е "добави  $X$  към  $Y$  в текущата бройна система". Изобщо, композиционната семантика има ред преимущества подобно на безконтекстните граматики (такава граматика описва безкраен език чрез крайно множество от правила, чиито формат позволява лесен анализ).

Ако разгледаме внимателно семантичните интерпретации на ЕЕ-фрази, виждаме по колко сложен начин значението зависи от контекста. Но виждаме също така, че интерпретацията на изолирани изречения *не ни дава сигурност* кое е правилното значение на фразата. Така че процесът на разбиране може да се раздели на две фази: първо семантичната интерпретация *композира* възможните значения на фразите, а след това се избира най-подходящото значение чрез разрешаване на многозначността. Въпреки че някои ЕЕ-конструкции (квантори и техния обхват) създават проблеми за композиционния подход, той се използва успешно при повечето модерни системи за ОЕЕ.

**Пример V.1:** строеж на композиционна семантика в логическа граматика:

$$\begin{aligned}
 S(\text{relation } (object)) &\rightarrow NP(object) VP(\text{relation}) \\
 VP(\text{relation } (object)) &\rightarrow Verb(\text{relation}) NP(object) \\
 NP(object) &\rightarrow Name(object) \\
 Verb(\lambda x \lambda y \text{ Loves}(x, y)) &\rightarrow \text{loves} \\
 Name(John) &\rightarrow \text{John} \\
 Name(Mary) &\rightarrow \text{Mary}
 \end{aligned}$$

**Figure 1a.** Логическа граматика [AI95]



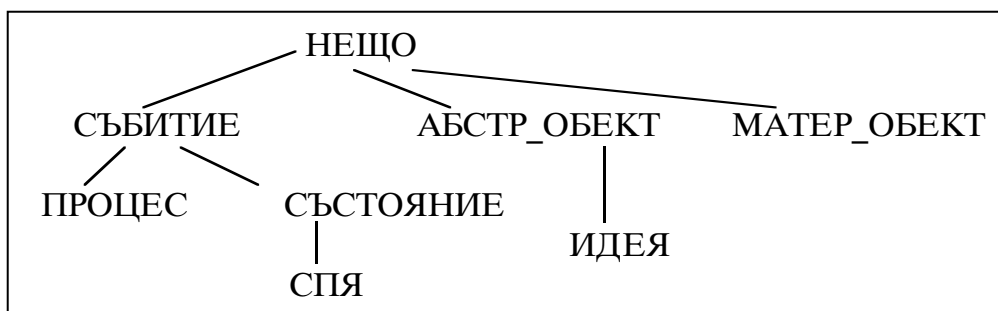
**Figure 1b.** Дърво на разбора със семантична интерпретация [AI95]

Ламбда-изрази: начин за записване на променливите аргументи в предикатите. Например, **двуместен** предикат “с различен пол и един и същ адрес” може да се запише като:

$$\lambda x, y \text{ Gender}(x) \neq \text{Gender}(y) \wedge \text{Address}(x) = \text{Address}(y).$$

Във Фиг. 1a виждаме, че “love” е “двуместен глагол”, като чрез граматика се задават правилата за поведение на неговите аргументи - кой аргумент ще стане “подлог” в едно правилно изречение, кой - допълнение и т.н..

Получената формула за значението на изречението в ПСПР може да се проверява за “семантична правилност”. **Пример** по Чомски: “зелената идея яростно спи”. В дадения по-долу “свят от аксиоми на значенията” това изречение не е семантично правилно:



Аксиома 1: Ако  $x$  е ЗЕЛЕН, то  $x$  е МАТЕР\_ОБЕКТ

Аксиома 2: Ако  $x$  е ЯРОСТЕН, то  $x$  е ПРОЦЕС

## VI. Референция, scoping

Хората си служат с ЕЕ, за да цитират (реферират към) обекти от реалността или обекти въведени в текста преди това. За да се “разбере” ЕЕ от компютър, необходимо е да се установят правилните референции. Очевидно тази информация зависи от контекста и има некомпозиционна семантика. Например:

Трябва да се разрешат т. нар. **indexicals**, които са фрази директно свързани със ситуацията. Например, в изречението "Аз днес съм в София" интерпретацията на indexicals "аз" и "днес" зависи от това, кой е изказал твърдението и кога. Слушателят, който възприема изказването, възприема и кой говори.

Друг пример за референции е явлението **анафора** (anaphor) - фрази, заместващи или отнасящи се до по-рано употребени други фрази. Например: "Иван беше гладен. Той отиде на ресторант". Освен с местоимение, "Иван" може да се замени и с цяла по-обща фраза (човекът). Има много сложни анафори: "Иван и Мария се харесаха, намериха свещеник и се венчаха. За медения месец те заминаха на Хавай". Тук "те" не включва свещеника, а "меден месец" е понятие, което може да се свърже с "женитба" само при наличие на достатъчно знание за света.

Когато местоименията се отнасят към нещо в самото изречение - например възвратните на български - синтаксисът може поне да подскаже възможна референция, например "Той се видя в огледалото". В общия случай обаче **антецедентът** на местоименията се търси в предишни изречения.

Анафората често въвежда многозначност, която се разрешава със знание за света, например:

*До джипа ти има боклук, трябва да го изхвърлиш.  
Ако бебето не харесва неварено мляко, свари го.*

Часто пъти само дълбокият семантичен анализ на второто изречение показва как да бъде разрешена анафората, например:

*“Чантата беше пълна с вода. [Тя дойде от придошлата река].  
[Тя беше мокра и неизползваема]”.*

Разрешаването на местоименната анафора се счита задължително при NLU, тъй като не се допуска във вътрешната семантична интерпретация да стои “нищо” или променлива, подлежаща на допълнителна инстанциация.

Scoping е явление, при което семантиката на една дума се разпростира некомпозиционно върху цялото изречение (и околните). Например:

*Едно куче влизаше с всяко дете. (колко кучета влизат?)  
Той мисли, че най-хубавото момиче в София е моя приятелка. (какъв е обхватът на “мисли”?).*

Това явление се наблюдава по-често, отколкото човек може да допусне - тъй като хората го разрешават без да се замислят.

## VII. Дискурс

**Дискурс** (discourse): *семантично свързан фрагмент от ЕЕ (по-специално говорим език), обикновено по-дълъг от едно изречение, който се разглежда като взаимодействие между говорещи хора или между читател и писател.*

Но примерите по-долу показват, че понятието "текстова единица" само по себе си не е достатъчно за разбиране и моделиране на дискурса.

### Пример VII.1: Структура на дискурса и сегменти

#### Случай 1:

1. А. Сега вече поправихме машината.
2. Можеш да поставиш макарата.
3. Между другото, купи ли мляко днес? (cue phrase, вметната фр.)
4. Б. Да, когато отивах за конци.
5. Бях си забравила бутилката, но купих нова.
6. А. Скъпо ли струваше?
7. Б. Не, и така ще имам една резервна.
8. А. Добре. Сложи ли я вече?

("я" се отнася не към бутилката, а към макарата от изр. 2).

### Случай 2:

#### *Сегмент1:*

1. Иван и Мария отидоха да купят нова гума,
2. понеже тяхната резервна гума беше открадната.

#### *Сегмент2:*

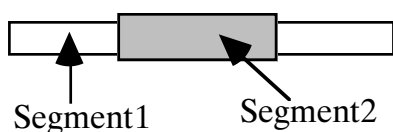
3. Мария видяла мъжете, които я взели, и
4. се опитала да ги проследи по улицата,
5. но те избягали бързо с кола.
6. След като гледаха по магазините,
7. те разбраха, че не могат да си купят нова.

#### *Сегмент3:*

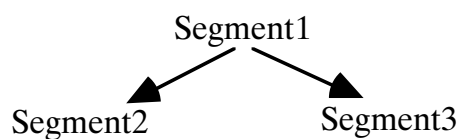
8. Между другото, Иван е безработен,
9. така че те не разполагат с много пари.
10. Той търси работа,
11. но досега не е имал късмет.
12. На края си взеха употребявана гума от един гараж.

Структура на дискурса в двата случая:

Случай 1:



Случай 2:



Комуникацията не може да успее без разбиране на структурата на дискурса. В компютърните модели структурата е дърво от сегменти.

**Пример VII.2.** Значението на текста зависи от реда на клаузите, пренаареждането им може да доведе до драстични промени. Това се дължи на **дискурсните релации (discourse relations)**, които съществуват (много често неявно) между клаузите.

- 7.1. Zurab and Maria had a fight last night.
- 7.2. Maria was found dead this morning.

Най-естествената интерпретация: комбинираме

- реда на изреченията,
- липсата на контекст,
- знание за света



### VIII. Видове многозначности по нивата на схемата от фиг. figure1.pdf

В реалните диалози слушателят иска допълнително обяснение. Но това би усложнило диалога и хората разрешават многозначността по гъвкав и динамичен начин. В ОЕЕ-системите обаче това не е възможно.

**Лексическа многозначност** (lexical ambiguity) имаме при думи с повече от едно значение. Например, *горещ* е "топъл" или "темпераментен". Този вид **омонимичност** може да е свързан и с различни категории: "бели моми", "стига с тези бели" и "бели царевица". Изисква се разпознаване на граматическата категория (с последващо идентифициране на значението). На английски език този етап е особено труден. Лексическата многозначност често води до семантична многозначност.

**Синтактична (структурна) многозначност** - случва се и без лексическа. Например "Иван обича Мария" на български има две дървета на разбора (на английски едно). Синтактичната многозначност води до семантична. От друга страна, семантичната многозначност може да се случи без лексическа и без синтактична - "Every dog has a day".

**Referential ambiguity** - например "това" може да се отнася почти към всичко. Тази многозначност е много честа, понеже ЕЕ се състои от думи за категории, а не от думи за индивидуални обекти (например, няма една дума за описание на "ябълката-която-изядох-на-обяд").

**Прагматична многозначност** имаме, когато участниците в диалога не подразбират една и съща ситуация. Например, ако в сряда кажем: "ще се видим другия петък", дали това е след 2 или след 9 дни.

Има **локална многозначност** - на синтактично ниво, когато подфразата има няколко дървета на разбора "the radio broadcasts". Понякога само едно от под-дърветата е удачно за цялостен анализ: "the radio broadcasts inform" и "the radio broadcasts information" (NP inform) (NP broadcasts NP). Друг път синтактичната многозначност не води до семантична ( $x+y+z$  има два разбора, но една семантика).

ЕЕ е неясен, неопределен (**vague**). "Навън е горещо" не представя точна информация за температурата.

Накрая, има многозначност в тълкуването какъв е речевият акт. Слушателят може да каже "Да" на въпроса "Знаеш ли колко е часът?" (актът е интерпретиран като "въпрос" вместо "request for information").

Разрешаването на многозначността е нещо като *диагноза*, кое е най-вероятното значение в текущата ситуация. Например "Джон видя големия каньон, когато летеше към Ню Йорк" едва ли означава, че големият каньон е летял към Ню Йорк. За разрешаване на многозначността един комуникаращ агент се нуждае от четири модела:

(1) модел на света



(2) модел на интелигентно поведение (mental model): откъдето да се пресметне вероятността говорителят да има намерение да каже нещо относно случването на даден факт в света. Тук се изисква модел на убежденията на говорителя, на неговите убеждения относно убежденията на слушателя и т.н.

(3) модел на ЕЕ и

(4) акустичен модел при обработка на реч.

Освен това да не забравяме, че много шегги са построени върху "игра с многозначност", така че може би самото намерение е да има такава.

Като цяло, **разбирането на ЕЕ** (NL understanding) е подобно на другите задачи за разпознаване: имаме многозначен вход в системата за разбиране и тя трябва да пресметне кои състояния на света биха могли да създадат този вход. Но част от задачата е специфична за ЕЕ: за да разберем защо един агент изпълнява даден речев акт, ние трябва да знаем нещо за синтаксиса и семантиката на езика. Освен това е необходимо **разпознаване на плановете** (plan recognition), за да разберем с каква цел е действал агентът. Част от проблемите по разпознаването се решават с **логически изводи** (logical reasoning) или чрез **uncertainty reasoning techniques**. Тук ще разгледаме най-общо само тази част от разбирането на ЕЕ, която се занимава с изучаване и моделиране на самия ЕЕ (това е реално съществуващ обект). Няма да повдигаме въпроса, дали компютърната лингвистика и ОЕЕ са части от ИИ (и информатиката), от математиката, от лингвистиката и т.н.

## IX. Защо ЕЕ не е формален език [AI95]

Грамматиката в част IV по-горе е ограничен формален случай, но всъщност илюстрира реалния подход за представяне и обработка на ЕЕ. Компютърната лингвистика създава и изследва формални модели на ЕЕ, макар и много по-големи и по-съвършени разгледаните тук примери. Все пак да отбележим защо един ЕЕ не е формален език:

- **носителите на езика** имат различни мнения кои са възможните правилни (граматични) изречения (т.е., ЕЕ има размита граница);

- ЕЕ се променя с времето по неясни правила;

- има неграматични изказвания, които са разбираеми (например говорът на малки деца);

- носителите на езика степенуват степента на "правилност".

Например, "колко" е правилно изречението "Мария му го даде на Иван в библиотеката". Възможно е нашето мнение за правилността му да се мени с времето.

Но дори и да се съгласим кои са синтактично правилните изречения, остава семантичната интерпретация и разрешаването на многозначността. Интерпретацията на речевия акт - на синтактично, семантично и прагматично ниво - също затруднява общата картина. Докато във формалните езици (например език за програмиране) всяко изказване е команда, то в ЕЕ слушателят решава дали това е команда, въпрос, съобщение, обещание или нещо друго.

*Така че, теорията на формалните езици ни дава само рамка (среда) за дискутиране на всички тези проблеми, но не ни дава техните отговори.*

## Х. Оценка на системи за разбиране на ЕЕ: ЕЛИЗА

Тест на Тюринг:

(1) формулирано от Тюринг през 1936 г. предложение как да се измерва интелигентността на компютрите: в две стаи се “затварят” човек А и компютър и друг човек Б води диалог с тях, без да ги вижда. Когато Б не може да познае дали разговаря с А или с компютъра, тогава компютърът е “интелигентен”.

(2) име на състезание за интелигентни програми.

Най-популярната ЕЕ-система (и може би ИИ-система, печелила много пъти състезанието за теста на Тюринг) е ELIZA (вж. диалога по-долу). ELIZA работи по таблица с (1) ключови думи, (2) съответни цели числа приоритет, (3) образци за съпоставяне на структурата и (4) отговори:

Кл. дума	Приоритет	Образец	Изходен отговор
alike	10	?X	In what way? What resemblance do you see?
are	3 3	?X are you ?Y ?X are ?Y	Would you prefer it if I weren't ?Y? What if they were not ?Y?
always	5	?X	Can you think of a specific example? When? Really, always?
what	2	?X	Why do you ask? Does that interest you?

Знакът “?” в образците стои пред променлива, което може да се инстанциира с произволна поредица от думи. Например изречението на говорещия *Why are you looking at me?* ще съвпадне с образаца “?X are you ?Y”, като X=Why и Y=looking at me. Изходните отговори (т.е. реакциите на ELIZA в диалога) могат да включват същите променливи. ELIZA прави и

прости синтактични трансформации (напр. you->me). Трик, създаващ илюзия за интелигентност, е задаването на въпроси във всеки неудобен момент, напр. *Why do you ask?* Удивително е, че хората приемат това.

Въпреки известността си, ELIZA е успешна само при т. нар. **black box evaluation** - оценява се поведението на системата, без оглед на вътрешната структура и без оценка как работят компонентите. Другата техника е наречена **glass box evaluation**. Тя е много важна за оценка на ОЕЕ-проекти, понеже в ранните фази на проектите може да има начален успех за кратко време (например, 50% адекватност спрямо 30% за друга система), като обаче за по-дълъг период от време се постигне обратен резултат. Затова ЕЕ-системите се оценяват по отделни компоненти.

### Диалог между ELIZA (психотерапевт) и пациент (P)

P.: Men are all alike.  
IN WHAT WAY  
P.: They're always bugging us about something or other.  
CAN YOU THINK OF A SPECIFIC EXAMPLE  
P.: Well, my boyfriend made me come here.  
YOUR BOYFRIEND MADE YOU COME HERE  
P.: He says I'm depressed much of the time  
I AM SORRY TO HEAR YOU ARE DEPRESSED  
P.: It's true. I am unhappy.  
DO YOU THINK COMING HERE WILL HELP YOU NOT TO BE UNHAPPY  
P.: I need some help, that much seems certain.  
WHAT WOULD IT MEAN TO YOU IF YOU GOT SOME HELP  
P.: Perhaps I could learn to get along with my mother.  
TELL ME MORE ABOUT YOUR FAMILY  
P.: My mother takes care of me.  
WHO ELSE IN YOUR FAMILY TAKES CARE OF YOU  
P.: My father.  
YOUR FATHER  
P.: You are like my father in some ways.  
WHAT RESEMBLANCE YOU SEE  
P.: You are not very aggressive but I think you don't want me to notice that.  
WHAT MAKE YOU THINK I AM NOT VERY AGGRESSIVE.  
P.: You don't argue with me.  
WHY DO YOU THINK I DON'T ARGUE WITH YOU  
P.: You are afraid of me.  
DOES IT PLEASE YOU TO BELIEVE I AM AFRAID OF YOU  
P.: My father is afraid of everybody.  
WHAT ELSE COMES TO MIND WHEN YOU THINK OF YOUR FATHER  
P.: Bullies.  
DOES THAT HAVE ANYTHING TO DO WITH THE FACT  
THAT YOUR BOYFRIEND MADE YOU COME HERE

Джозеф Вейценбаум, създател на ELIZA (1964-66 ). Пример от книгата му "Computer Power and Human Reason", изд. Freeman and Co., 1976. (репликите на ELIZA са с главни букви). За по-нови реализации на ЕЛИЗА виж:

=== Mark Humphrys, "How my program passed the Turing test",  
<http://www.cl.cam.ac.uk/users/mh10006/eliza.html>  
=== <http://www-cgi.cs.cmu.edu/afs/cs.cmu.edu/project/ai-repository/ai/areas/classics/eliza/0.html>

#### Литература:

1. James Allen, *Natural Language Understanding*. The Benjamin/Cummings Publ. Co., 1994.
2. St. Russel, P. Norvig. *AI- a Modern Approach*. Prentice Hall, 1995.