

# Лингвистика – точная наука



Зализняк  
Андрей  
Анатольевич

# Дафна Колер

- Есть мыслительные парадигмы, которые очень важны и очень недооценены в современной системе образования.



# Дафна Колер

- Из-за их незнания люди совершают глупые поступки и принимают необоснованные решения



# Дафна Колер

- Во-первых, это «**компьютерное мышление**», которое нужно, даже если вы никогда не будете программировать. Во-вторых, это **теория вероятности** и **статистика**.



# Логика

- наука о правильных формах рассуждений.

Основы логики развил Аристотель в IV веке до Р.Х.

Идеи построения математической логики высказаны Г. В. Лейбницем в начале XVIII века

Джона Буль в 40-х годах XIX в. превратил логику в математическую, создав алгебру, в которой высказывания обозначались буквами..

# Логика высказываний

- раздел математической логики, изучающий построение сложных высказываний из простых, без рассмотрения внутренней структуры последних.

# Высказывание (логика)

- предложение, выражающее суждение (истинное или ложное).

Суждение — форма мышления, в которой что-либо утверждается или отрицается

Истинность и ложность называются логическими значениями высказываний.

# Высказывание (логика)

- Высказывание должно быть повествовательным предложением.
- Высказывания противопоставляются повелительным, вопросительным и любым другим предложениям, оценка истинности или ложности которых невозможна.

# Типы высказываний

- Логические высказывания подразделяются на составные (сложные) и элементарные (атоматрные).
- Составные логические высказывания строятся на основе других высказываний и логических постоянных.

# Логическое значение

- Логическое значение (И или Л) сложного высказывания определяется логическим значением входящих в его состав высказываний и теми логическими постоянными, с помощью которых оно построено.

# Логическая постоянная

- (логическая операция) — логическая константна, сохраняющая одно и то же значение во всех высказываниях и не зависящего от конкретного содержания высказывания.
- Логические постоянные используются для соединения простых высказываний в сложные в научных доказательствах и повседневных рассуждениях

# Типы логических постоянных

- кванторы (общности и существования)
- логические союзы (связки): не; неверно, что; и; или; если..., то; тогда и только тогда, когда; либо..., либо; ни..., ни; не..., но; .....

# Логические операции

операции над элементами из множества двух элементов: «истина» (1) и «ложь» (0).

- **Отрицание** - унарная операция; преобразует «1» в «0», а «0» в «1».
- **Конъюнкция** - бинарная операция; возвращает «1», только если оба аргумента «1».
- **Дизъюнкция** - бинарная операция; возвращает «0», только если оба аргумента «0».

# Импликация

- бинарная логическая связка ( «если... то...» )
- Посылка - условие, достаточное для выполнения следствия;
- Следствие условие, необходимое для истинности посылки.
- «Житейский» смысл - послушание подчиненного начальнику.

# Эквиваленция

- логическая равнозначность - логическое выражение, которое истинно тогда, когда оба простых логических выражения имеют одинаковую истинность.

« $A$  эквивалентно  $B$ »:

- « $A$  то же самое, что  $B$ »
- « $A$  тогда и только тогда, когда  $B$ »

# Язык логики высказываний

- Пропозициональный язык — искусственный формальный язык, предназначенный для анализа логической структуры сложных высказываний.
- Язык логики высказываний есть **множество** пропозициональных формул

# Алфавит

- Алфавит - произвольное непустое множество, элементы которого называются буквами (символами).
- Произвольная конечная последовательность букв данного алфавита называется словом (выражением) в этом алфавите (над этим алфавитом)

# Алфавит ЯЛВ

- множество символов, допустимых для записи слов алгебры высказываний.

Структура алфавита ЯВЛ:

- пропозициональные переменные, (служат для замены элементарных высказываний в формулах):  $p, q, s, t, s_1, t_2, \dots$
- технические знаки (левая и правая скобки):  $( )$
- логические знаки (логические союзы)

# Логические знаки операций

| Символ            | Значение                                    |
|-------------------|---|
| $\neg$            | Знак отрицания                              |
| $\wedge$          | Знак конъюнкции («И»)                       |
| $\vee$            | Знак дизъюнкции («включающее ИЛИ»)          |
| $\dot{\vee}$      | Знак строгой дизъюнкции («исключающее ИЛИ») |
| $\rightarrow$     | Знак импликации                             |
| $\leftrightarrow$ | Знак эквивалентности                        |

# Таблица истинности

Отрицание

| $a$ | $\neg a$ |
|-----|----------|
| 0   | 1        |
| 1   | 0        |

# Таблица истинности

Конъюнкция

| $a$ | $b$ | $a \wedge b$ |
|-----|-----|--------------|
| 0   | 0   | 0            |
| 0   | 1   | 0            |
| 1   | 0   | 0            |
| 1   | 1   | 1            |

Дизъюнкция

| $a$ | $b$ | $a \vee b$ |
|-----|-----|------------|
| 0   | 0   | 0          |
| 0   | 1   | 1          |
| 1   | 0   | 1          |
| 1   | 1   | 1          |

# Таблица истинности

Импликация

| $a$ | $b$ | $a \rightarrow b$ |
|-----|-----|-------------------|
| 0   | 0   | 1                 |
| 0   | 1   | 1                 |
| 1   | 0   | 0                 |
| 1   | 1   | 1                 |

Эквиваленция

| $a$ | $b$ | $a \leftrightarrow b$ |
|-----|-----|-----------------------|
| 0   | 0   | 1                     |
| 0   | 1   | 0                     |
| 1   | 0   | 0                     |
| 1   | 1   | 1                     |

# Свойства операций

- Коммутативность (переместительное свойство)
- Антикоммутативность
- Ассоциативность (сочетательное свойство)
- Дистрибутивность (распределительное свойство)
- Идемпотентность — если повторная операция уже не изменяет объект
- .....

# Табличная визуализация

- Если множество  $A$  конечно, алгебраическую операцию на этом множестве можно определить в виде таблицы.
- Если операция бинарная, то такое определение особенно удобно.

# Метаязык для ЯЛВ

- Заглавные латинские буквы **A, B, C** и др. (метабуквы) в определении формулы, принадлежат **метаязыку**, используемому для описания самого ЯЛВ.
- Содержащие метабуквы выражения — не пропозициональные формулы, а схемы формул.

# Альфред Тарский

- При обсуждении проблемы определения истины и вообще любых проблем из области семантики мы должны использовать два разных языка.
- Первый из них есть язык, который «о чём-то говорит» и который является предметом всего нашего обсуждения, ибо искомое определение истины как раз и применяется к предложениям этого языка.

# Альфред Тарский

- Второй язык - тот, в котором мы «говорим о» первом языке и в терминах которого мы хотим, в частности, построить определение истины для первого языка.
- Первый язык мы будем называть «объектным языком», второй - «мета-языком».

# Слова и дела Тарского

А. Тарский доказал неопределимость понятия истинности средствами предметного языка и предложил семантическое определение истины, как метаязыковой категории.

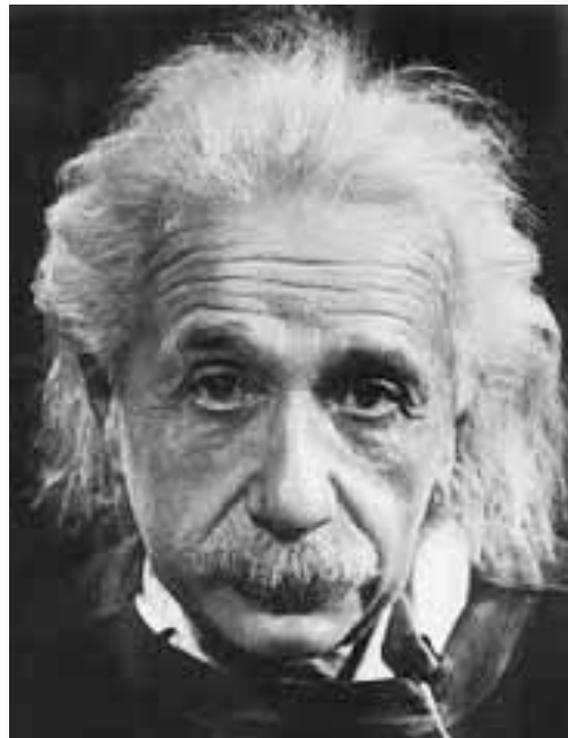


# Простота как совершенство

Вы думаете, всё так просто?

Да, всё просто.

Но совсем не так.



# Смешное смешение

Смешение терминов (слов) и высказываний (осмысленных утверждений) метаязыка и соответствующего языка-объекта порождает трудности в понимании и использовании языков человеческого общения и нередко приводит к серьёзным парадоксам.

# Всё просто

- Для создания модели предметной области сначала строится модель наших представлений.
- Описание наших представлений содержится в метамодели
- Наши представления имеют очень непростую структуру, которая до сих пор не имеет формального описания.

# Всё просто

- Наши представления имеют очень непростую структуру, которая до сих пор не имеет формального описания.
- Поэтому построение метамодели и метаметамодели сильно затруднено.
- Попытку описать эту структуру предприняли греки, когда придумали основы логики.

# Языковые парадоксы...

Курт Гёдель показал, что парадокс Лжеца возникает даже в таком элементарном языке, как арифметика.



# Разделяй и властвуй!

Метаязык позволяет разрешить самореферентные парадоксы

«Лошадь — это существительное»?

В данном предложении «лошадь» — это термин языка-объекта, а «существительное» — метаязыковой термин.

«Слово «лошадь» — это существительное»!

# Победа над лжецом

Эпименид Кносский (VII в. до Р.Х.):

- Один критянин сказал, что все критяне всегда лгут. Что он сказал — истину или ложь?

Смешение предметных терминов с метаязыковым понятием «истина», причём не только для оценки соответствующего предметного высказывания, но и по отношению ко всему этому утверждению в целом.

# Лестница метаязыков

В исходном языке отсутствует «ложь» и «истина». Оценка истинности утверждений об объектах, требует метаязыка — следующей ступеньки лестницы.

- L0 Утверждение 1
  - L1 Утверждение 1 истинно.
    - L2 Утверждение 2 истинно.
      - L3 Утверждение 3 истинно.

# Метаязыковая относительность

Различение языков-объектов и соответствующих метаязыков является относительным:

- любой из метаязыков (в этом случае он является языком-объектом) может стать объектом описания метаязыка более высокого уровня (мета-метаязыка).

# Метаязыковое богатство

Для описания языка-объекта в соответствующем метаязыке необходимо, чтобы:

- метаязык был логически более богатым, чем описываемой с его помощью язык-объект
- обладал большими выразительными возможностями

Метаязык должен содержать объектный язык как свою часть.

# От чистого истока...

С середины 1930-х годов различение понятий «язык-объект» и «метаязык» стало активно использоваться в исследованиях проблем математической логики и оснований математики.

Позже его стали применять в лингвистике, семиотике, в философии и методологии науки.

# И тут и там ... метязык

- язык исследования языков  
логико-математических исчислений
- язык описания языка-объекта
- метаданные, служащие для описания  
имеющихся данных.

# Дискурс-анализ

- понимание языка на основе социально-конструкционистских подходов

Наши знания о мире и самих себе — не есть отражение реальности, но есть результат её исторически и культурно обусловленной категоризации

Язык - продукт дискурсов - способов понимания и репрезентации мира через саморепрезентацию

# В шорах специализации...

- Дискурс (от фр. discours — речь, выступление) — речь, привязанная к говорящему (в отличие от récit (как речь безотносительно к говорящему)).
- Дискурсивный анализ — изучение языка, используемого членами некоторого языкового сообщества на основе разговорной речи и письменных текстов...

# Метаязык для ЯЛВ

- Заглавные латинские буквы **A, B, C** и др. (метабуквы) в определении формулы, принадлежат **метаязыку**, используемому для описания самого ЯЛВ.
- Содержащие метабуквы выражения — не пропозициональные формулы, а схемы формул.

# Пушкин Александр Сергеевич



## Дон Гуан:

- **Когда б я был безумец**, я б хотел  
В живых остаться, я б имел надежду  
Любовью нежной тронуть ваше сердце;  
**Когда б я был безумец**, я бы ночи  
Стал провождать у вашего балкона,  
Тревожа серенадами ваш сон,  
Не стал бы я скрываться, я напротив  
Старался быть везде б замечен вами;  
**Когда б я был безумец**, я б не стал  
Страдать в безмолвии...

# Вопросы перевода

- Всякое высказывание на естественном языке, может быть записано логической формулой.
- Для этого необходимо в высказывании выделить атомарные высказывания и, используя чтения логических операций, записать исходный текст формулой.

## Выделяем атомарные высказывания:

- А - «Я был бы безумец»;
- Б - «Я б хотел в живых остаться»;
- В - «Я б имел надежду любовью нежной тронуть ваше сердце»;
- Г - «Я бы ночи стал провождать у вашего балкона»;
- Д - «Я бы тревожил серенадами ваш сон»;
- Е - «Я бы стал скрываться»;
- Ж - «Я бы старался быть везде замечен вами»;
- З - «Я бы стал страдать в безмолвии»

# Первая часть

А - «Я был бы безумец»

Б - «Я б хотел в живых остаться»

В - «Я б имел надежду любовью нежной тронуть ваше сердце»

$$A \rightarrow BV$$

# Вторая часть

А - «Я был бы безумец»

Г - «Я бы ночи стал провождать у вашего балкона»;

Д - «Я бы тревожил серенадами ваш сон»;

Е - «Я бы стал скрываться»;

Ж - «Я бы старался быть везде замечен вами»;

*A → ГДЕЖ*

# Третья часть

А - «Я был бы безумец»

З - « Я бы стал страдать в безмолвии»

$$A \rightarrow \bar{Z}$$

$$(A \rightarrow BV)(A \rightarrow \Gamma D \bar{E} J)(A \rightarrow \bar{3}).$$

Когда б я был безумец, я б хотел  
В живых остаться, я б имел надежду  
Любовью нежной тронуть ваше сердце;  
Когда б я был безумец, я бы ночи  
Стал провождать у вашего балкона,  
Тревожа серенадами ваш сон,  
Не стал бы я скрываться, я напротив  
Старался быть везде б замечен вами;  
Когда б я был безумец, я б не стал  
Страдать в безмолвии...

# Лингвистика – точная наука



Зализняк  
Андрей  
Анатольевич