

# Основы логического вывода

# Основы логического вывода

## Понятие логического вывода

**Логический вывод** – процесс получения новых утверждений (заключений) из имеющихся утверждений (посылок) на основе правил логики.

### Компоненты логического вывода:

- **Посылки (предпосылки)** – исходные утверждения
- **Правила вывода** – логические правила
- **Заключение** – выводимое утверждение

# Основы логического вывода

## Типы логического вывода

### Прямой вывод (дедукция)

Вывод от общего к частному, от посылок к заключению.

#### Пример:

- Посылка 1: Все люди смертны
- Посылка 2: Сократ – человек
- Заключение: Сократ смертен

### Обратный вывод (абдукция)

Вывод наиболее вероятного объяснения наблюдаемых фактов.

#### Пример:

- Наблюдение: У пациента высокая температура
- Объяснение: Пациент болен инфекционным заболеванием

# Пропозициональная логика

## Основные понятия

**Пропозиция (высказывание)** – утверждение, которое может быть истинным или ложным.

**Примеры пропозиций:**

- "У пациента температура выше 38°C"
- "Пациент принимает антибиотики"
- "Симптомы указывают на пневмонию"

# Пропозициональная логика

## Логические связи

### Конъюнкция (И, AND, $\wedge$ )

$A \wedge B$  – истинно, когда оба высказывания истинны

A	B	$A \wedge B$
И	И	И
И	Л	Л
Л	И	Л
Л	Л	Л

Пример: "У пациента кашель И температура"

# Пропозициональная логика

## Логические связи

### Дизъюнкция (ИЛИ, OR, v)

$A \vee B$  – истинно, когда хотя бы одно высказывание истинно

A	B	$A \vee B$
И	И	И
И	Л	И
Л	И	И
Л	Л	Л

Пример: "Пациент принимает антибиотики ИЛИ противовирусные препараты"

# Пропозициональная логика

## Логические связи

### Отрицание (НЕ, NOT, $\neg$ )

$\neg A$  – истинно, когда A ложно

A	$\neg A$
И	Л
Л	И

Пример: "НЕ (у пациента аллергия на пенициллин)"

# Пропозициональная логика

## Логические связи

### Импликация (ЕСЛИ...ТО, $\rightarrow$ )

$A \rightarrow B$  – истинно, когда из истинности A следует истинность B

A	B	$A \rightarrow B$
И	И	И
И	Л	Л
Л	И	И
Л	Л	И

Пример: "ЕСЛИ у пациента пневмония, ТО у него кашель"

# Пропозициональная логика

## Логические связи

**Эквивалентность (ТОГДА И ТОЛЬКО ТОГДА,  $\leftrightarrow$ )**

$A \leftrightarrow B$  – истинно, когда  $A$  и  $B$  имеют одинаковое значение истинности

$A$	$B$	$A \leftrightarrow B$
И	И	И
И	Л	Л
Л	И	Л
Л	Л	И

# Пропозициональная логика

## Правила логического вывода

### Правило модус поненс (утверждающий модус)

**Форма:**

Если А, то В

А

---

Следовательно, В

**Пример:**

Если у пациента пневмония, то у него кашель  
У пациента пневмония

---

Следовательно, у пациента кашель

# Пропозициональная логика

## Правила логического вывода

### Правило модус толленс (отрицающий модус)

**Форма:**

Если А, то В

Не В

---

Следовательно, не А

**Пример:**

Если у пациента пневмония, то у него кашель  
У пациента нет кашля

---

Следовательно, у пациента нет пневмонии

# Пропозициональная логика

## Правила логического вывода

### Цепное правило (силлогизм)

**Форма:**

Если А, то В

Если В, то С

---

Следовательно, если А, то С

**Пример:**

Если у пациента инфекция, то повышается температура

Если повышается температура, то назначают жаропонижающие

---

Следовательно, если у пациента инфекция, то назначают жаропонижающие

# Пропозициональная логика

## Законы логического вывода

### **Закон тождества**

$A \rightarrow A$  – любое высказывание следует из самого себя

### **Закон непротиворечия**

$\neg(A \wedge \neg A)$  – высказывание не может быть одновременно истинным и ложным

### **Закон исключенного третьего**

$A \vee \neg A$  – высказывание либо истинно, либо ложно

### **Закон контрапозиции**

$(A \rightarrow B) \leftrightarrow (\neg B \rightarrow \neg A)$  – импликация эквивалентна контрапозиции

#### **Пример:**

"Если пневмония, то кашель" эквивалентно

"Если нет кашля, то нет пневмонии"

# Пропозициональная логика

## Ограничения пропозициональной логики

1. Недостаточная выразительность
  - Нельзя выразить количественные отношения
  - Нельзя работать с переменными
2. Отсутствие структуры
  - Нельзя выразить отношения между объектами
  - Нельзя работать с предикатами

### Пример проблемы:

- В пропозициональной логике: "Пациент1 болен" и "Пациент2 болен" – разные пропозиции
- Нужна логика предикатов: "Болен(Пациент1)" и "Болен(Пациент2)"

# Логика предикатов первого порядка

## Основные понятия

**Предикат** – функция, которая принимает аргументы и возвращает истинность или ложность.

### Примеры предикатов:

- Болен( $x$ ) – " $x$  болен"
- Выше( $x, y$ ) – " $x$  выше  $y$ "
- Принимает( $x, y$ ) – " $x$  принимает лекарство  $y$ "

# Логика предикатов первого порядка

## Кванторы

### Квантор всеобщности ( $\forall$ )

$\forall x P(x)$  – "для всех  $x$  выполняется  $P(x)$ "

Пример:  $\forall x (\text{Человек}(x) \rightarrow \text{Смертен}(x))$  "Все люди смертны"

### Квантор существования ( $\exists$ )

$\exists x P(x)$  – "существует  $x$ , для которого выполняется  $P(x)$ "

Пример:  $\exists x (\text{Пациент}(x) \wedge \text{Болен}(x))$  "Существует пациент, который болен"

# Логика предикатов первого порядка

## Примеры использования в медицине

### Пример 1: Правило диагностики

$$\forall x (\text{Пациент}(x) \wedge \text{Температура}(x, \text{высокая}) \wedge \text{Кашель}(x) \rightarrow \text{Возможна\_пневмония}(x))$$

### Пример 2: Правило лечения

$$\forall x \forall y (\text{Пациент}(x) \wedge \text{Диагноз}(x, \text{пневмония}) \wedge \text{Аллергия}(x, \text{пенициллин}) \rightarrow \text{Назначить}(x, \text{альтернативное\_лекарство}(y)))$$

# Логика предикатов первого порядка

## Преимущества логики предикатов

1. Выразительность – можно описать сложные отношения
2. Структурированность – работа с объектами и их свойствами
3. Универсальность – применима к различным доменам

# Применение логических методов в СПР

## Экспертные системы

**Экспертные системы** – системы, использующие знания экспертов в виде правил.

### Структура:

- База знаний – набор правил
- База фактов – текущие данные
- Механизм вывода – логический вывод

### Пример правила:

ЕСЛИ температура > 38°C

И кашель = да

И рентген показывает затемнение

ТО диагноз = пневмония (уверенность = 0,8)

# Применение логических методов в СПР

## Системы правил

**Система правил** – набор правил вида "ЕСЛИ условие ТО действие"

### **Преимущества:**

- Понятность и интерпретируемость
- Легкость модификации
- Возможность объяснения решений

### **Недостатки:**

- Сложность работы с неопределенностью
- Проблема конфликтов правил
- Сложность масштабирования