

# Алгебра Логики

*Алгебра логики* – это раздел математики, изучающий высказывания, рассматриваемые со стороны их логических значений (истинности или ложности) и логических операций над ними.

# Логическое высказывание

*Логическое высказывание* – это любое повествовательное предложение, в отношении которого можно однозначно сказать, истинно оно или ложно.

**Пример:** «3 – простое число»

- является высказыванием, поскольку оно истинно.

**Пример:** «Давайте пойдем в кино»

- не является логическим высказыванием.

# Высказывательная форма

*Высказывательная форма* – это повествовательное предложение, которое прямо или косвенно содержит хотя бы одну переменную и становится высказыванием, когда все переменные замещаются своими значениями.

**Пример.** « $x+2>5$ » – высказывательная форма, которая при  $x>3$  является истинной, иначе ложной.

# Логические связки

Алгебра логики рассматривает любое высказывание только с одной точки зрения – является ли оно истинным или ложным.

Слова и словосочетания: «*не*», «*и*», «*или*», «*если..., то*», «*тогда и только тогда*» и другие позволяют из уже заданных высказываний строить новые высказывания. Такие слова и словосочетания называются *логическими связками*.

# Логические связки

Высказывания, образованные из других высказываний с помощью логических связок, называются *составными (сложными)*.

Высказывания, которые не являются составными, называются *элементарными (простыми)*.

**Пример.** Высказывание «Число 6 делится на 2» - *простое* высказывание.

Высказывание «Число 6 делится на 2, и число 6 делится на 3» - *составное* высказывание, образованное из двух простых с помощью *логической связки «и»*.

Истинность или ложность составных высказываний зависит от истинности или ложности элементарных высказываний, из которых они состоят.

Чтобы обращаться к логическим высказываниям, им назначают *имена*.

**Пример:**

Обозначим через **A** простое высказывание

«число 6 делится на 2»,

а через **B** простое высказывание

«число 6 делится на 3».

Тогда составное высказывание:

«Число 6 делится на 2, и число 6 делится на 3»

можно записать как «**A и B**».

Здесь «**и**» – логическая связка, **A, B** – логические переменные, которые могут принимать только два значения – «истина» или «ложь», обозначаемые, соответственно, «1» и «0».

Каждая логическая связка рассматривается как операция над логическими высказываниями и имеет свое название и обозначение

# Основные логические операции

Линия сравнения	<i>Инверсия</i>	<i>Конъюнкция</i>	<i>Дизъюнкция</i>	<i>Импликация</i>	<i>Эквивалентность</i>																																																																		
Название	отрицание	логическое умножение	логическое сложение	логическое следование	логическое равенство																																																																		
Обозначение	$\bar{A}$ или $\neg A$	$A \wedge B$	$A \vee B$	$A \rightarrow B$	$A \leftrightarrow B$																																																																		
Союз	не	и	или	Если А, то В; Когда А, тогда В	А тогда и только тогда, когда В																																																																		
Истинность результата операции	когда исходное высказывание ложно	когда истины одновременно высказывания А и В	когда истинно А, либо В, либо А и В одновременно	всегда, кроме случая, когда А истинно, а В ложно.	когда А и В одновременно истинны или одновременно ложны																																																																		
Таблица истинности	<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th><math>\neg A</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	A	$\neg A$	1	0	0	1	<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th><math>A \wedge B</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	A	B	$A \wedge B$	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th><math>A \vee B</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	A	B	$A \vee B$	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th><math>A \rightarrow B</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	A	B	$A \rightarrow B$	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th><math>A \leftrightarrow B</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	A	B	$A \leftrightarrow B$	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0
A	$\neg A$																																																																						
1	0																																																																						
0	1																																																																						
A	B	$A \wedge B$																																																																					
1	1	1																																																																					
0	0	0																																																																					
0	1	0																																																																					
1	0	0																																																																					
A	B	$A \vee B$																																																																					
1	1	1																																																																					
0	0	0																																																																					
0	1	1																																																																					
1	0	1																																																																					
A	B	$A \rightarrow B$																																																																					
1	1	1																																																																					
0	0	1																																																																					
0	1	1																																																																					
1	0	0																																																																					
A	B	$A \leftrightarrow B$																																																																					
1	1	1																																																																					
0	0	1																																																																					
0	1	0																																																																					
1	0	0																																																																					

# Таблицы истинности

**Таблица истинности** – это таблица, показывающая истинность сложного высказывания при всех возможных значениях входящих переменных

A	B	$\neg A$	$A \wedge B$	$A \vee B$	$A \rightarrow B$	$A \leftrightarrow B$
0	0	1	0	0	1	1
0	1		0	1	1	0
1	0	0	0	1	0	0
1	1		1	1	1	1

# Таблицы истинности

1. Определить количество строк:

- количество строк =  $2^n$  + строка для заголовка,
- $n$  - количество простых высказываний.

2. Определить количество столбцов:

количество столбцов = количество переменных + количество логических операций;

- определить количество переменных (простых выражений);
- определить количество логических операций и последовательность их выполнения.

3. Заполнить столбцы результатами выполнения логических операций в обозначенной последовательности с учетом таблиц истинности основных логических операций.

# Таблицы истинности

## Пример.

Составить таблицу истинности для формулы И–НЕ, которую можно записать так:  $\neg(A \& B)$ .

1. Определить количество строк:

На входе два простых высказывания: А и В, поэтому  $n=2$  и количество строк  $=2^2+1=5$ .

2. Определить количество столбцов:

Выражение состоит из двух простых выражений (А и В) и двух логических операций (1 инверсия, 1 конъюнкция), т.е. количество столбцов таблицы истинности = 4.

3. Заполнить столбцы с учетом таблиц истинности логических операций (табл. 3).

# Таблицы истинности

A	B	A&B	¬(A&B)
1	1	1	0
1	0	0	1
0	1	0	1
0	0	0	1

Подобным образом можно составить таблицу истинности для формулы ИЛИ–НЕ, которую можно записать так:  $\neg(A \vee B)$ .

A	B	A ∨ B	¬(A ∨ B)
1	1	1	0
1	0	1	0
0	1	1	0
0	0	0	1

# Логические схемы

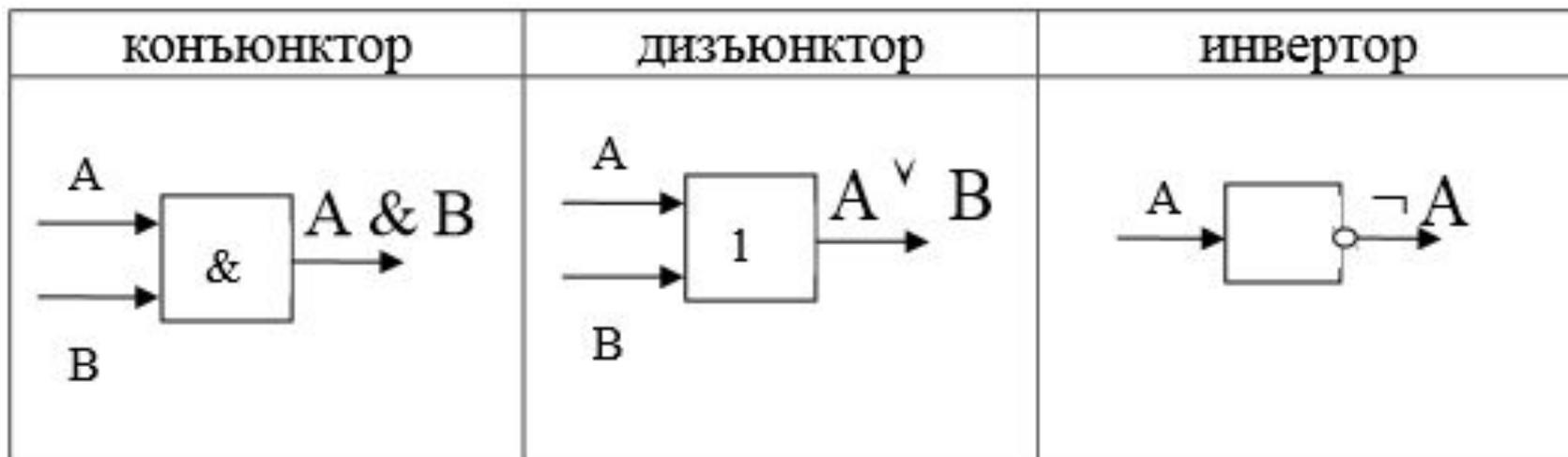
Логические формулы можно также представлять с помощью языка логических схем.

Существует три базовых логических элемента, которые реализуют три основные логические операции:

логический элемент «**И**» – логическое умножение – конъюнктор;

логический элемент «**ИЛИ**» – логическое сложение – дизъюнктор;

логический элемент «**НЕ**» – инверсию – инвертор.



Алгоритм построения логических схем.

1. Определить число логических переменных.
2. Определить количество логических операций и их порядок.
3. Изобразить для каждой логической операции соответствующий ей логический элемент.
4. Соединить логические элементы в порядке выполнения логических операций.

Пример.

По заданной логической функции  $F(A,B)=\neg A \& B \vee A \& \neg B$  построить логическую схему.

Решение.

1. Число логических переменных = 2 (A и B).
2. Количество операций = 5 (2 инверсии, 2 конъюнкции, 1 дизъюнкция). Сначала выполняются операции инверсии, затем конъюнкции, в последнюю очередь операция дизъюнкции.
3. Схема будет содержать 2 инвертора, 2 конъюнктора и 1 дизъюнктор.
4. Построение надо начинать с логической операции, которая должна выполняться последней. В данном случае такой операцией является логическое сложение, следовательно, на выходе должен быть дизъюнктор. На него сигналы подаются с двух конъюнкторов, на которые, в свою очередь, подаются один входной сигнал нормальный и один инвертированный (с инверторов).

# Логические схемы

