



# Типы химических реакций

## 3. Кислотность органических соединений

### **3. Кислотность органических соединений**

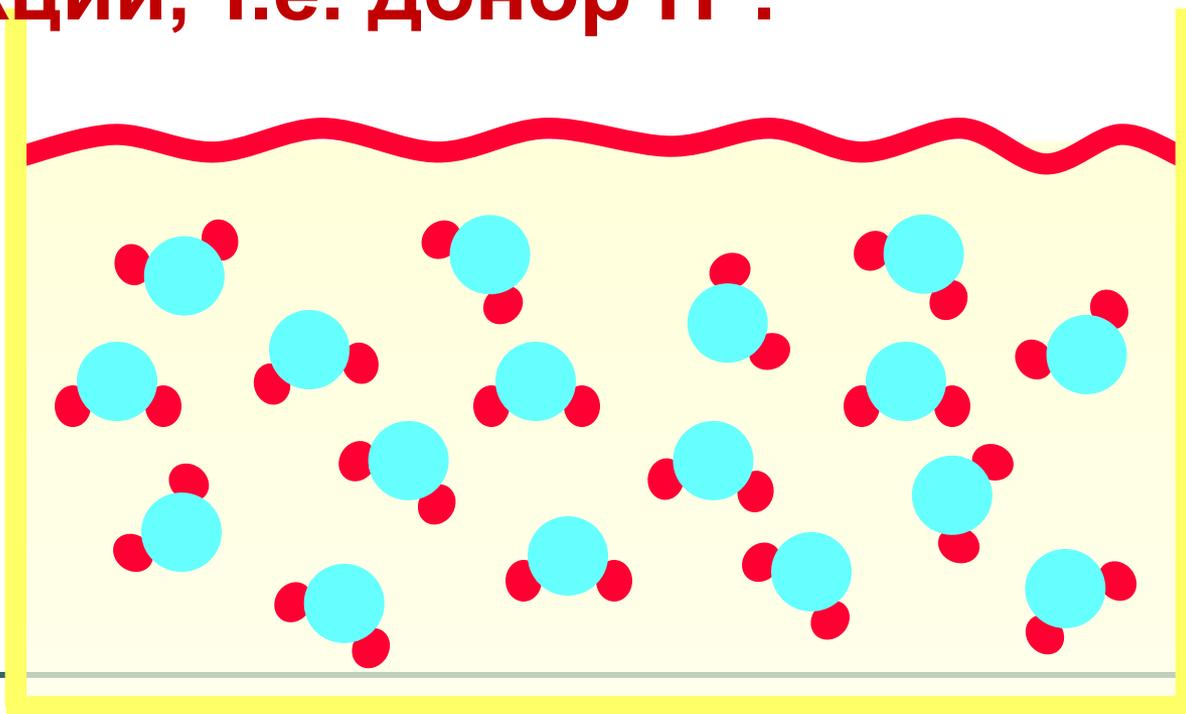
---

**Кислотно-основные свойства органических веществ рассматривают, основываясь на положениях протонной теории кислот и оснований (Бренстед-Лоури, 1913 г.).**

# Основные положения теории:

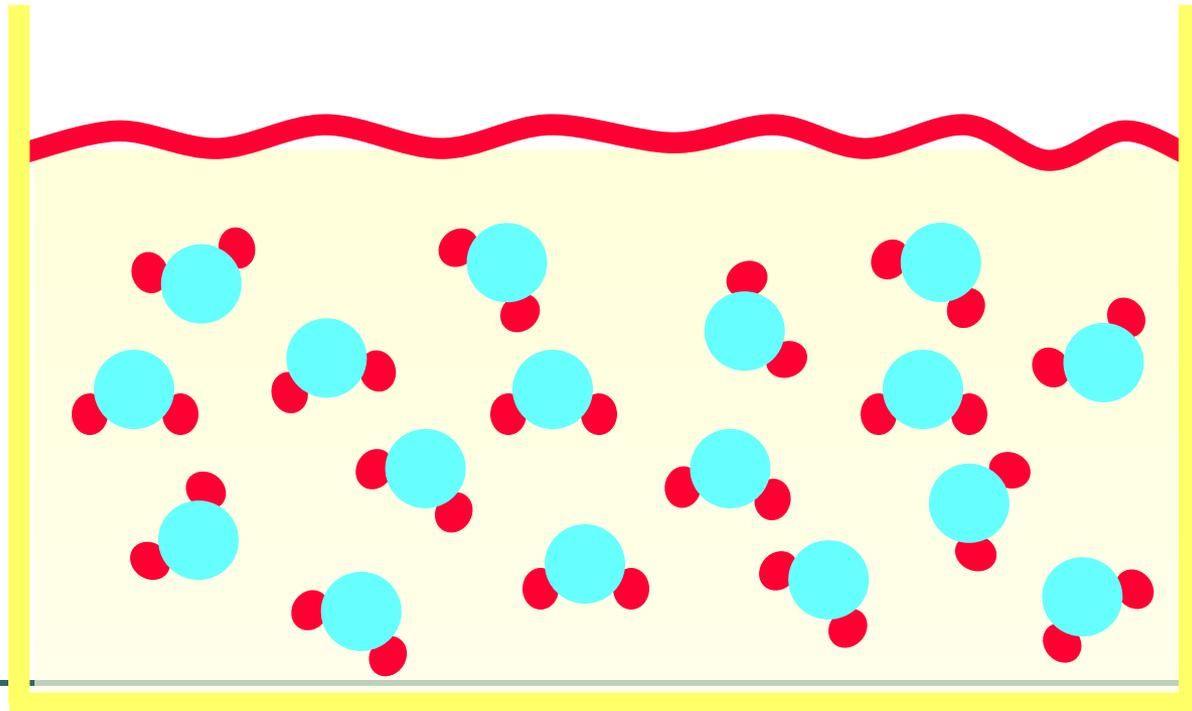
---

**1. Кислота – частица (молекула или ион), отдающая протон в данной реакции, т.е. донор  $H^+$ .**

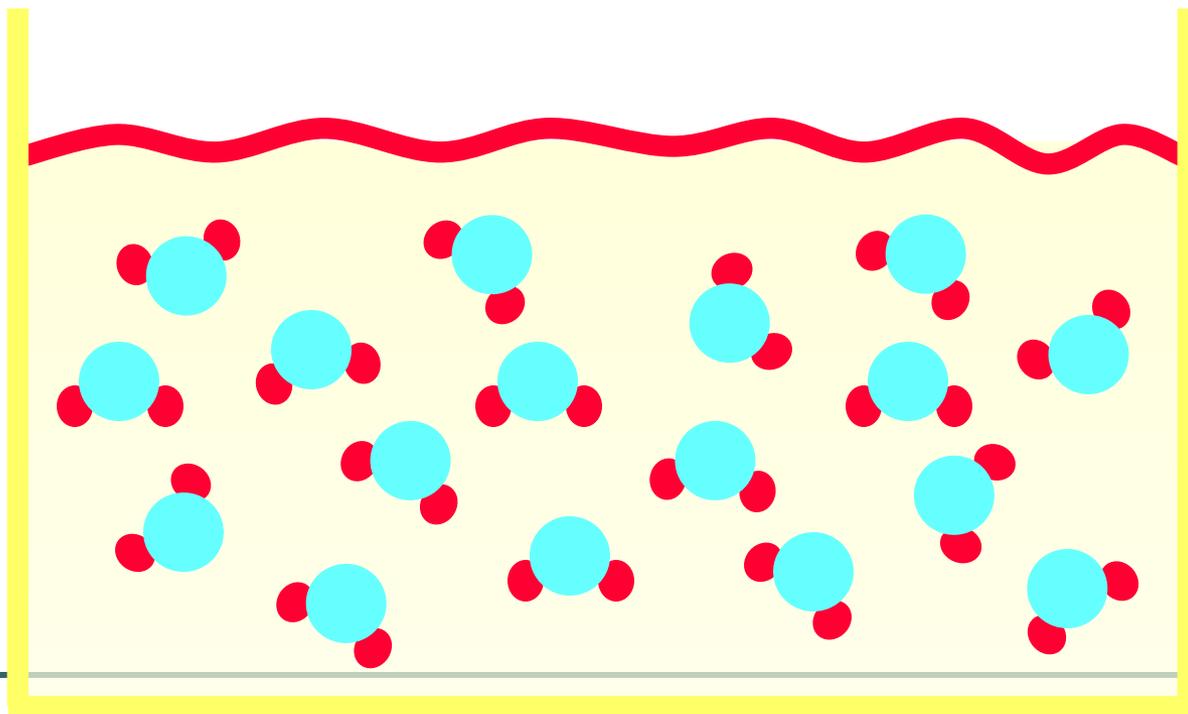


**2. Основание – частица (молекула или ион), присоединяющая протон в данной реакции, т.е. акцептор  $H^+$ .**

---



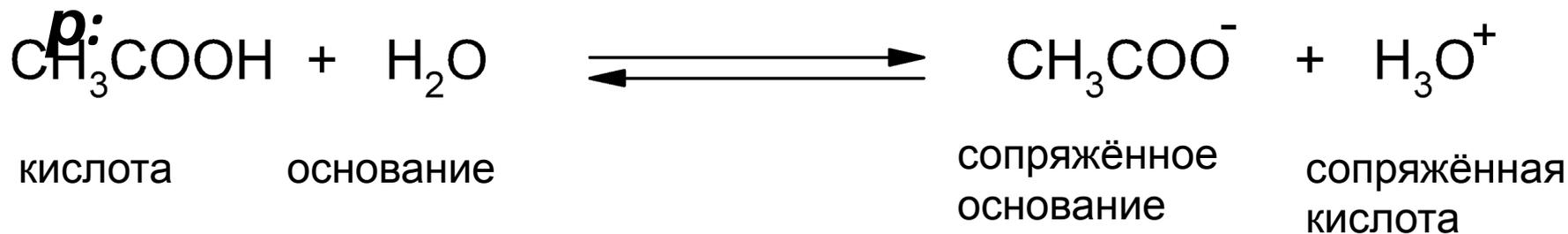
**Основание** – частица (молекула или ион),  
присоединяющая протон в данной  
реакции, т.е. акцептор  $H^+$ .



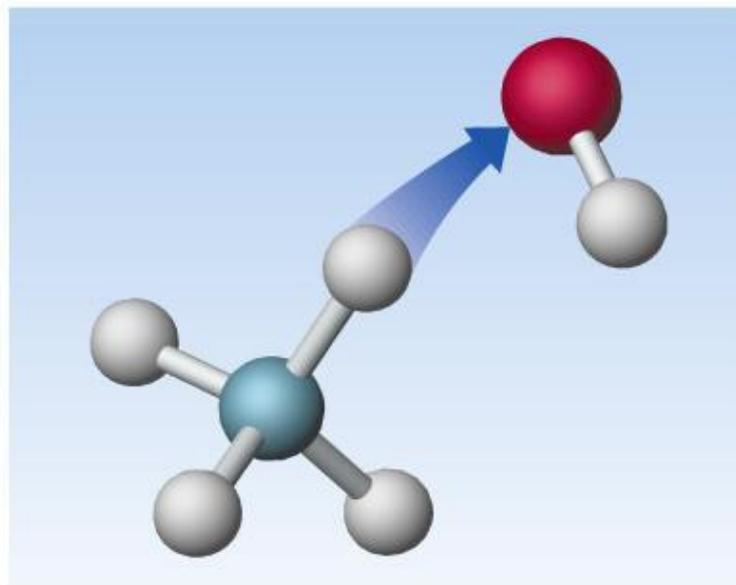
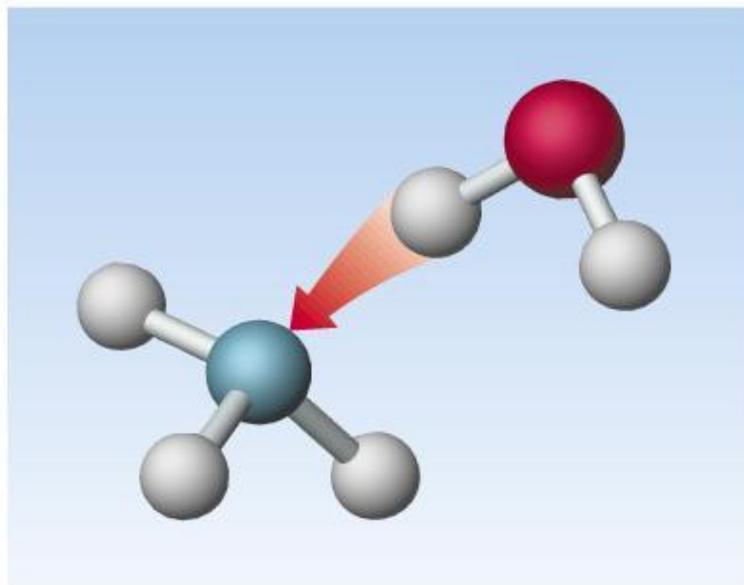
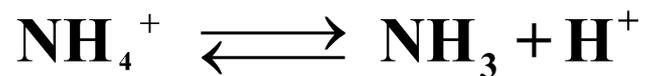
3. Кислота и основание связаны в сопряженную пару протолитов, частицы которой отличаются по составу на один передаваемый протон ( $H^+$ ):



*Наприме*



**Например:**



$\text{NH}_3$

+

$\text{H}_2\text{O}$



$\text{NH}_4^+$

+

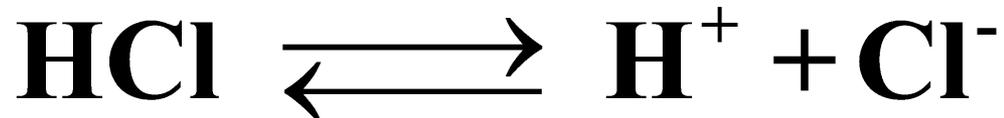
$\text{OH}^-$

Основание (1)    Кислота (2)

Кислота (1)

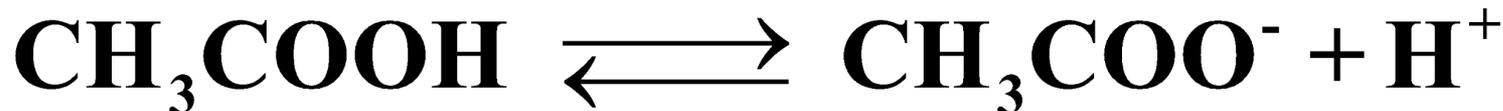
Основание (2)

**4. Сильной сопряженной кислоте  
соответствует слабое сопряженной  
основание и наоборот:**



**сильная к-та**

**слабое осн-е**



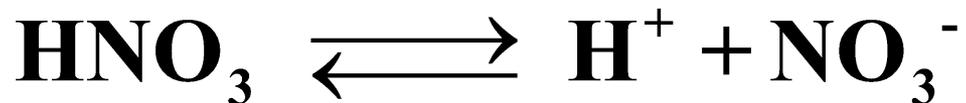
**слабая к-та**

**сильное основание**

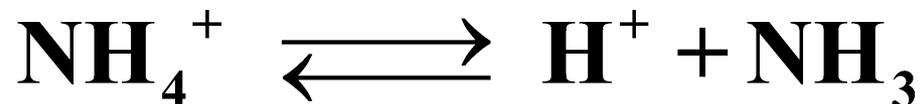
## 5. Кислоты-протолиты делят на 3 класса:

---

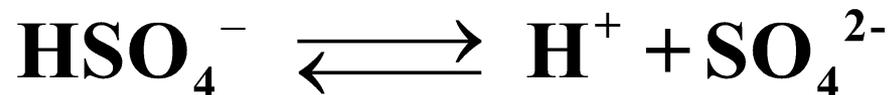
**А) нейтральные**



**В) катионные**



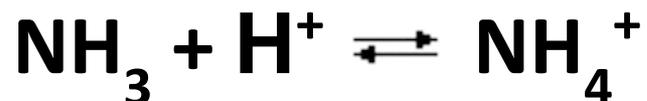
**С) анионные**



**Основания-протолиты также делятся на 3 класса:**

---

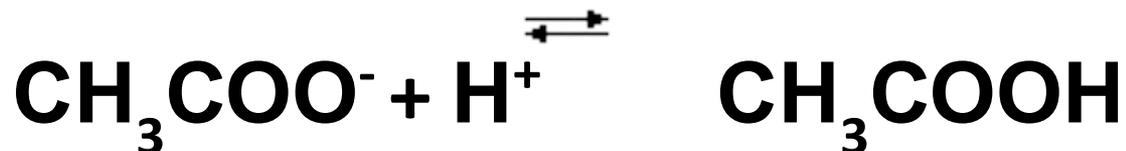
**А) Нейтральные**



**В) Катионные**



**С) Анионные**





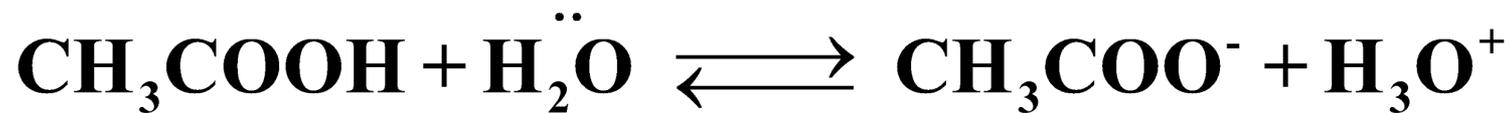
---

**7. Количественно сила кислот-протолитов оценивается величиной константы кислотности ( $K_a$ ).**

**$K_a$  характеризует момент химического равновесия в процессе переноса протона и определяется на основании закона действующих масс.**

**Пример:**

---



$$K_{\text{равн}} = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}] \cdot [\text{H}_2\text{O}]}$$

---

$$K_a = K_{равн} \cdot [H_2O]$$

**Таким образом, чем выше концентрация сопряженных частиц продуктов протонного переноса, тем больше значение  $K_a$ , а значит тем сильнее кислота-протолит.**

---

**На практике используют  
показатель константы кислотности  
( $pK_a$ ):**

$$pK_a = -\lg K_a$$

**Чем меньше значение  $pK_a$ , тем  
сильнее кислота.**

---

**Кислотным центром называется элемент (C, S, O, N) и связанный с ним атом водорода.**

**Органические кислоты соответственно классифицируются по кислотному центру на O-H; S-H; N-H; C-H кислоты.**

## Формулы и названия веществ

**pKa**

---

<b>18</b>	<b><math>C_2H_5OH</math></b>	<b>этанол</b>
<b>10,5</b>	<b><math>C_2H_5SH</math></b>	<b>этантиол</b>
<b>30</b>	<b><math>C_2H_5NH_2</math></b>	<b>этанамин</b>
<b>9,9</b>	<b><math>C_6H_5OH</math></b>	<b>фенол</b>

**Чем больше значение pKa, тем слабее кислота.**

**На стабильность аниона оказывают влияние следующие факторы:**

---

***1. Природа элемента в кислотном центре.***

***а) электроотрицательность элемента***

**Сравним кислотные свойства веществ с одинаковыми радикалами:**



---

**кислород более электроотрицательный элемент  
связь O-H более полярна, чем N-H,  
что способствует более легкой  
отщепляемости в O-H кислотном  
центре по сравнению с N-H центром.**

**Амины более слабые кислоты, чем спирты.**

***б) поляризуемость элемента в кислотном центре.***

---

**Сравним кислотные свойства веществ с одинаковыми радикалами:**



Благодаря большему радиусу и более высокой поляризуемости атома серы, отрицательный заряд в анионе  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-S}^-$  (меркаптид-ион) делокализован в большем объёме, чем в алкоксид-ионе  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-O}^-$ .

Это обуславливает более высокую стабильность меркаптид-иона по сравнению с алкоксид-ионом.

**Этантиол является более сильной кислотой, чем этанол.**

## **2. Влияние сопряжения на стабильность аниона.**

---

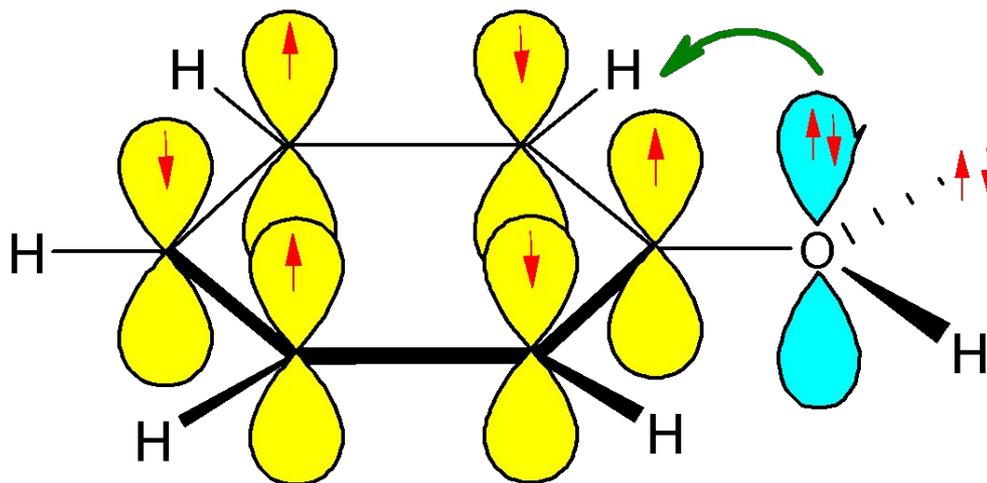
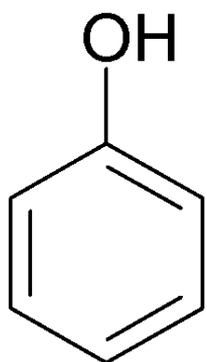
**Пример:**

**Этанол     $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$      $\text{pK}_a=18$**

**Фенол     $\text{C}_6\text{H}_5\text{-OH}$      $\text{pK}_a=9,9$**

**В молекуле фенола под влиянием ЭД-заместителя электронная плотность смещена от заместителя и делокализована по ароматическому кольцу.**

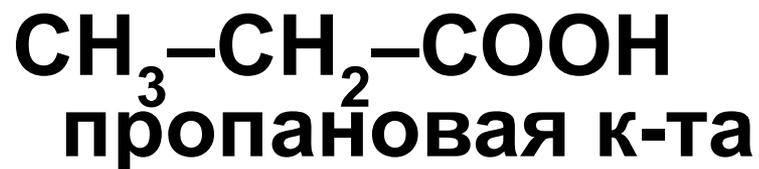
**Образующийся при отщеплении иона  $\text{H}^+$  феноксид-ион  $\text{C}_6\text{H}_5\text{-O}^-$ , является p,  $\pi$ -сопряжённой системой и обладает высокой стабильностью.**



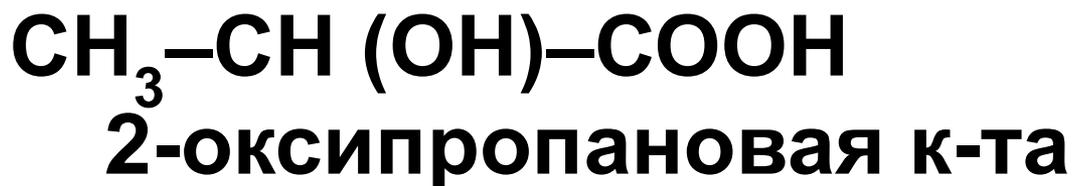
**Фенол проявляет более  
выраженные кислотные свойства,  
чем одноатомные спирты.**

### **3. Влияние заместителей на стабильность аниона.**

---



$\text{pK}_a=4,9$



$\text{pK}_a=3,83$

---

**Наличие в радикале кислоты ЭА заместителя –ОН-группы способствует делокализации отрицательного заряда в лактат-анионе, что повышает его стабильность по сравнению с пропионат-анионом.**

**ЭА-заместители усиливают кислотность, а ЭД - снижают.**

#### **4. Влияние растворителя на стабильность аниона.**

*Чем меньше радикал аниона, тем он более гидратирован и стабилен.*

Муравьиная кислота

$pK_a=3,7$

Уксусная кислота

$pK_a=4,76$

Пропионовая кислота

$pK_a=4,90$

**Так как формиат-ион имеет малые размеры, он наиболее гидратирован и стабилен, по сравнению с ацетат-ионом и пропионат-ионом.**

---

**Спасибо за  
внимание!**