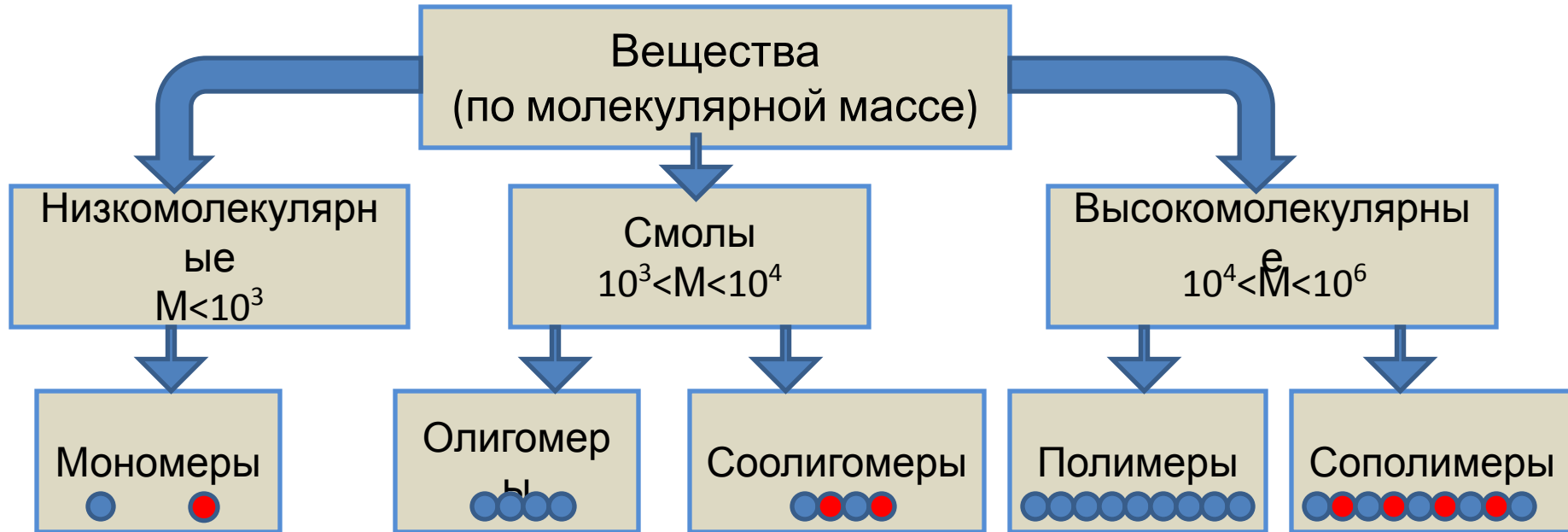


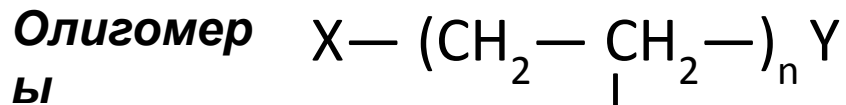
# Особенности полимерного состояния вещества



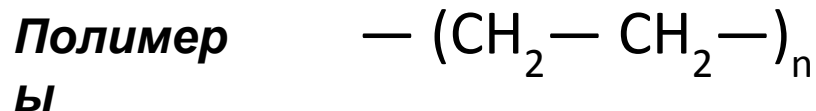
# Химическое строение полимеров

## Поливинил

ы



ы



ы

**Элементарное звено**  $(CH_2 - CH_2 -)$

**Функциональная группа**

Z

например,  $-COOH$ ,  $-OH$ ,  $-H$ ,  
 $-CH_3$ , галоген,  $-CN$  и др

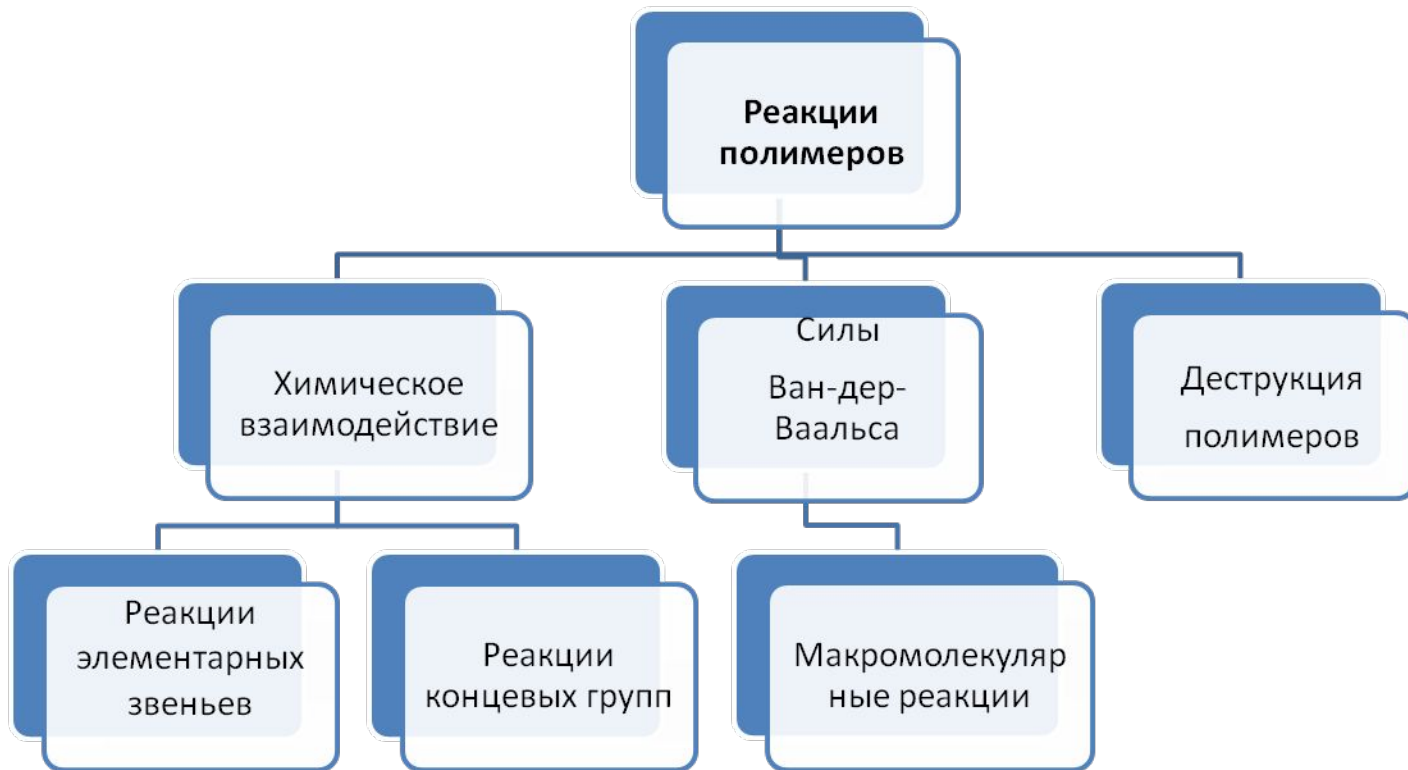
**Концевые группы**

X, Y

**Степень полимеризации**

$n$  - число повторяющихся в  
макромолекуле структурных звеньев

# Химические свойства полимеров

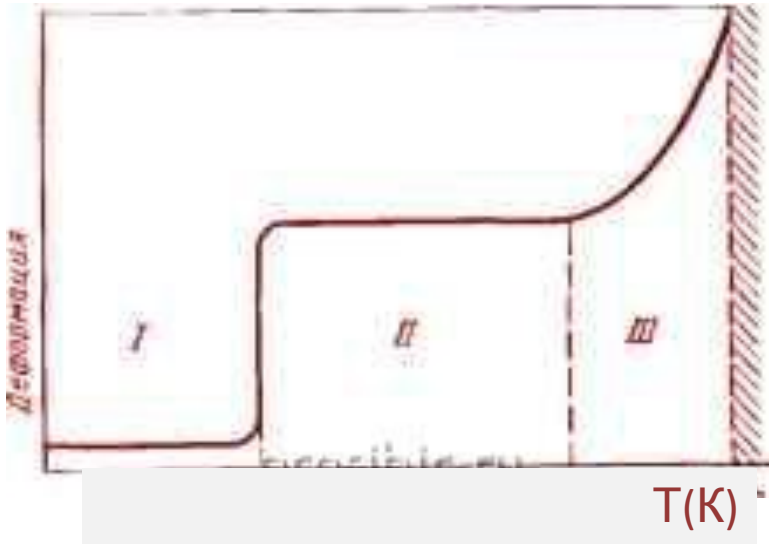


Простейшей «частицей», самостоятельно участвующей в химических реакциях, является элементарное звено макромолекулы полимера. Реакции функциональных групп полимеров - это химические реакции элементарных звеньев. Моль - молекулярный вес элементарного звена полимера,

# Физические свойства полимеров

1. Анизотропия свойств кристаллических, жидкокристаллических, и ориентированных аморфных полимеров
2. Способность к волокну- и пленкообразованию
3. Высокоэластичность (обратимые деформации) (каучук, резина)
4. Вязкотекучесть (обратимые и необратимые деформации) (пластики)
5. Набухание в растворителях (Увеличение объема в несколько раз) (желатин)
6. Способность к гелеобразованию (Увеличение вязкости при небольшом количестве полимера)

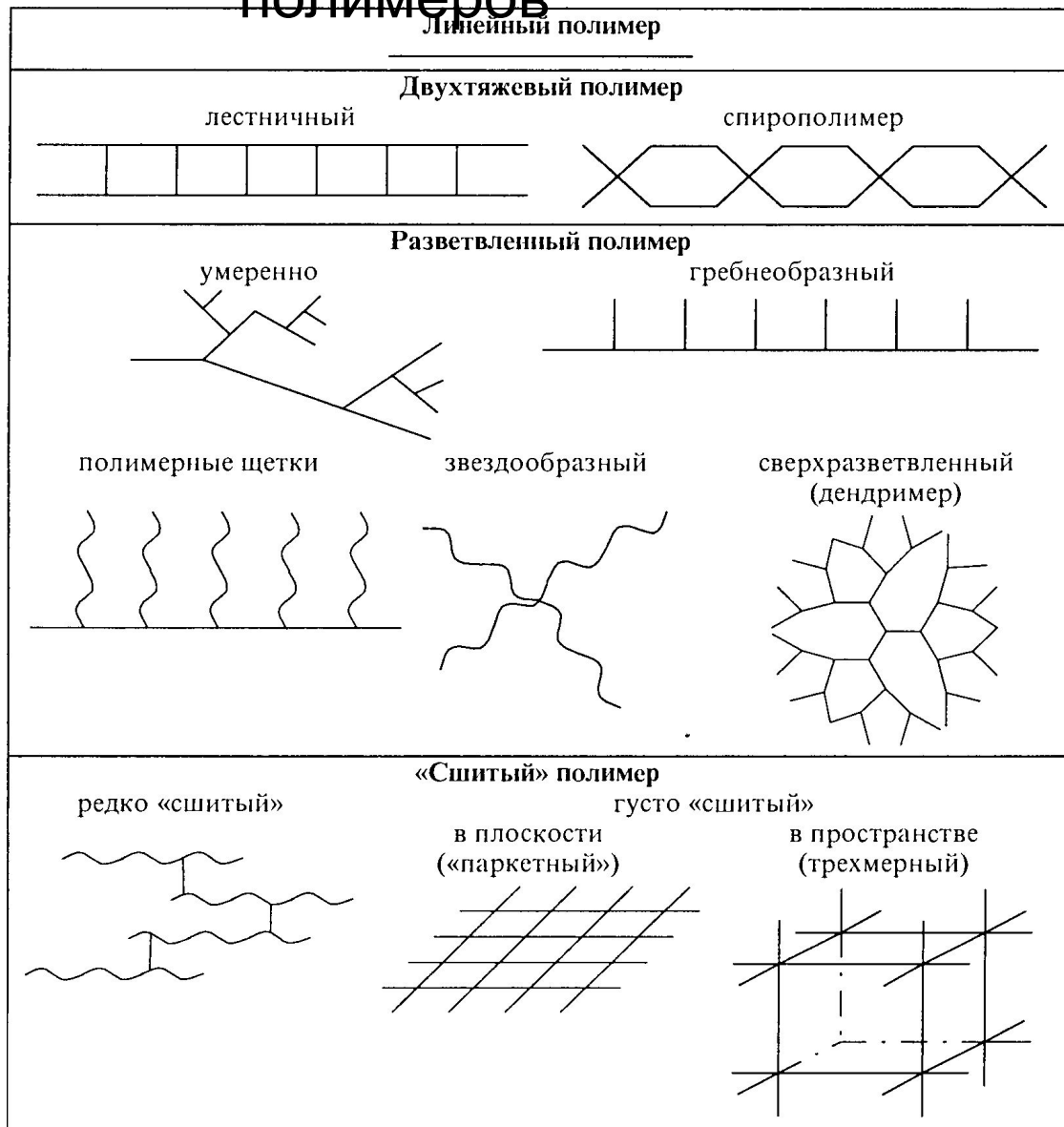
Зависимость деформации полимеров от температуры (термопластичный аморфный полимер): I- стеклообразное состояние; II - высокоэластичное состояние; III - вязкотекучее состояние;



Полимеры  $T_{\text{перехода}} < 298\text{K}$  (из стеклообразного в высокоэластичное состояние) – **эластомеры (каучук, резина)**,  $T_{\text{перехода}} > 298\text{K}$  – **пластики (эбонит)**.

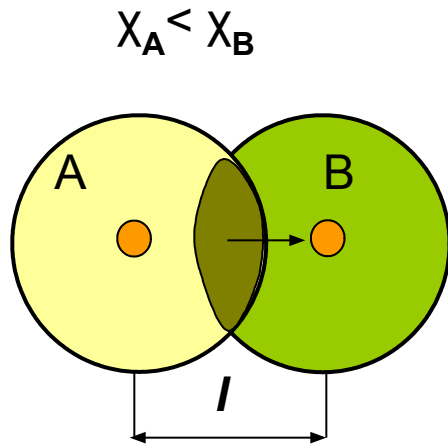
Способность к деформации:  
эластомеры >> пластики > волокна

# Пространственная структура полимеров

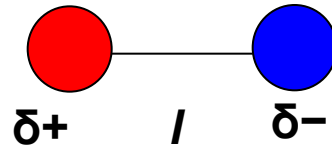


# Межмолекулярное взаимодействие

- Полярность связи

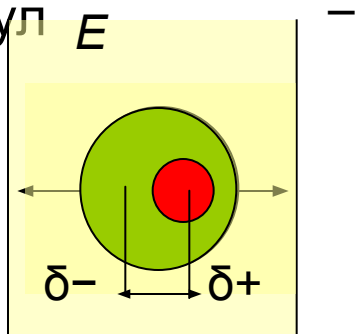


Диполь



Дипольный момент  
 $\mu = \delta \cdot l$   
 [Кл·м], Дебай (D)  
 $1 D = 3,33 \cdot 10^{-30}$   
 Кл·м

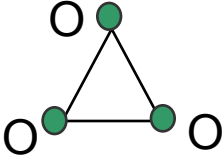
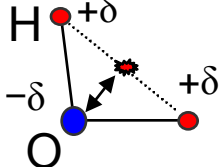
- Поляризуемость молекул



$$\mu_{и} \propto \alpha \cdot E$$

$\alpha$  - коэффициент поляризуемости (поляризуемость)  
 $E$  - напряженность электрического поля

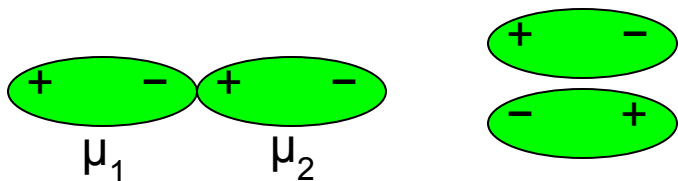
# Дипольный момент молекулы

Молекула	Дипольный момент связи, $D$	Дипольный момент молекулы, $D$	Строение молекулы
$O_3$	0	0	
$H_2O$	1,5	1,84	
$CO_2$	2,7	0	



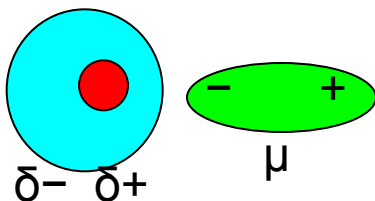
# Силы Ван-дер-Ваальса

1. Ориентационный эффект (диполь – диполь).



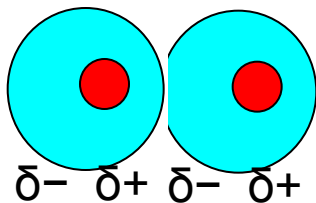
$$E_{\text{ор}} \propto \frac{\mu_1 \cdot \mu_2}{r^6}$$

2. Индукционный эффект (диполь – наведенный диполь).



$$E_{\text{инд}} \propto \frac{\mu^2 \cdot a}{r^6}$$

3. Дисперсионный эффект (мгновенных диполи).



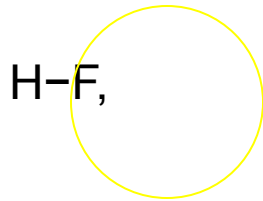
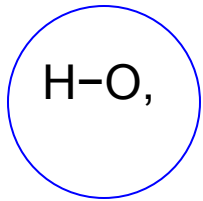
$$E_{\text{дис}} \propto \frac{a_1 \cdot a_2}{r^6}$$

Относительный вклад каждой составляющей в энергию  
межмолекулярного взаимодействия для различных  
молекул

Молекула	Ориентационное	Индукционное	Дисперсионное	$\mu$ Кл·м	$\alpha$ м <sup>3</sup>
	%			$\times 10^{30}$	
CO	< 0,01	0,1	99,9	0,33	1,926
HCl	14,4	4,2	81,4	3,47	2,561
NH <sub>3</sub>	44,9	5,3	49,7	4,94	2,145
H <sub>2</sub> O	76,9	4,0	19,0	6,10	1,444

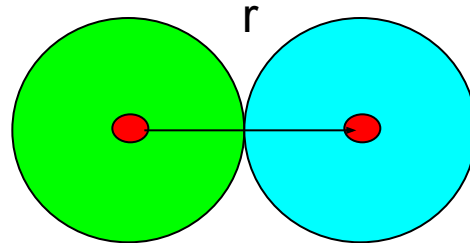
# Водородная связь

- межмолекулярное взаимодействие



$$E \propto \frac{\delta^2}{r^6}$$

1.  $r \ll$



2.  $\delta \gg$

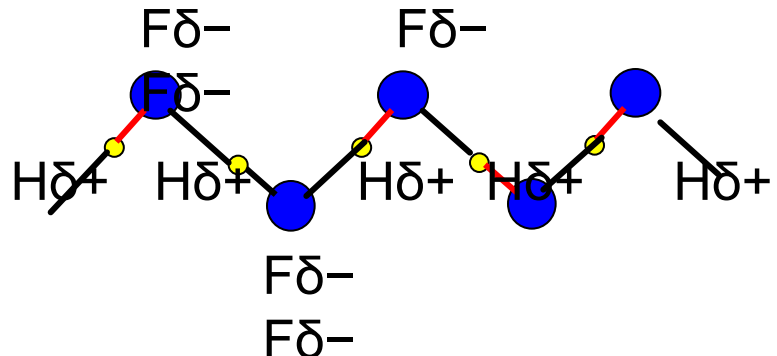
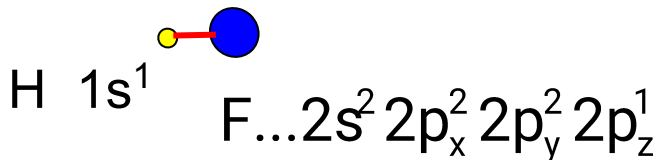
$\chi_{O,F,N}$  – max - сильная поляризация связи

3. частично ковалентная связь по донорно-акцепторному механизму

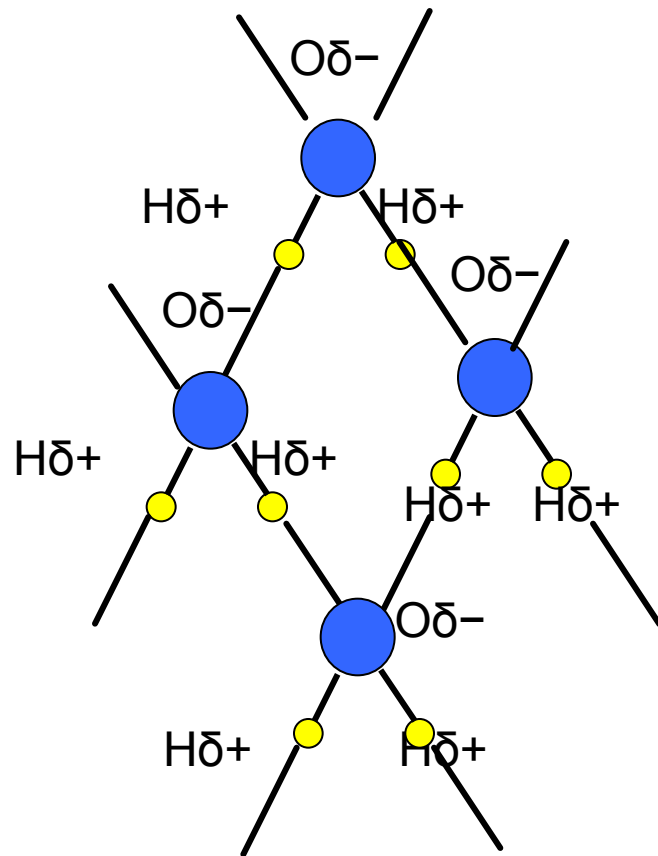
• энергия ~100 кДж/моль (силы Ван-дер-Ваальса ~ 10-20 кДж/моль)

Пример:

HF



# Вода $\text{H}_2\text{O}$

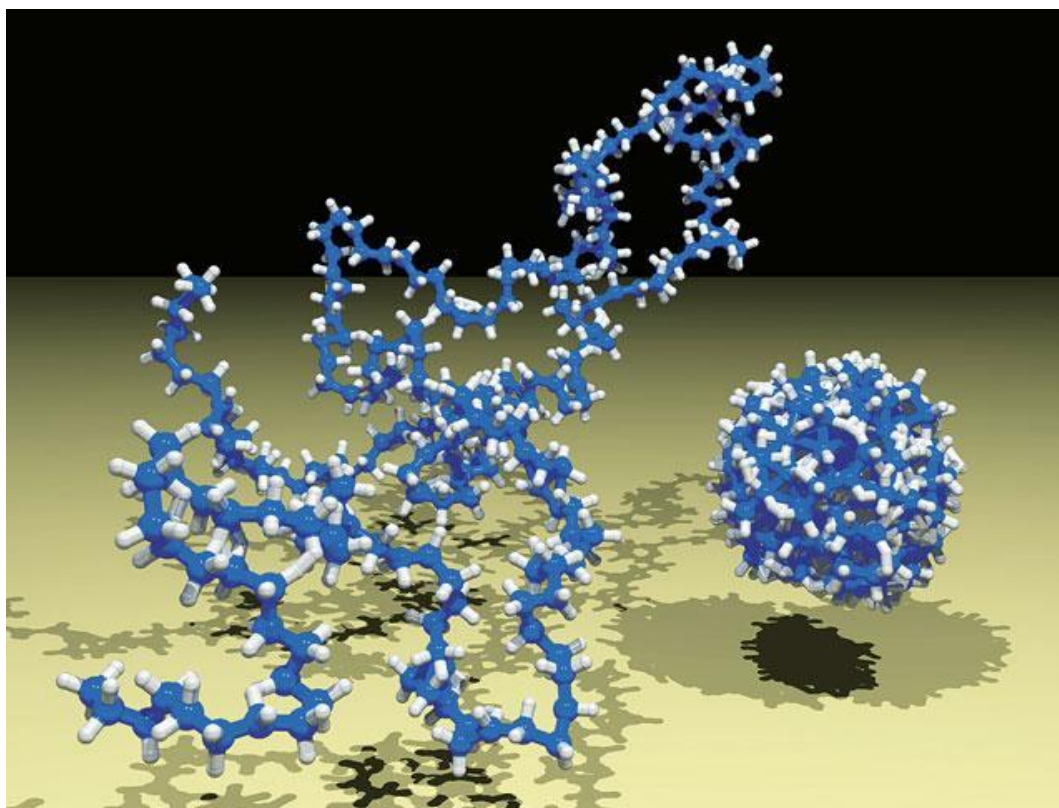


Длина связи  $\text{O}-\text{H}$  0,99 А

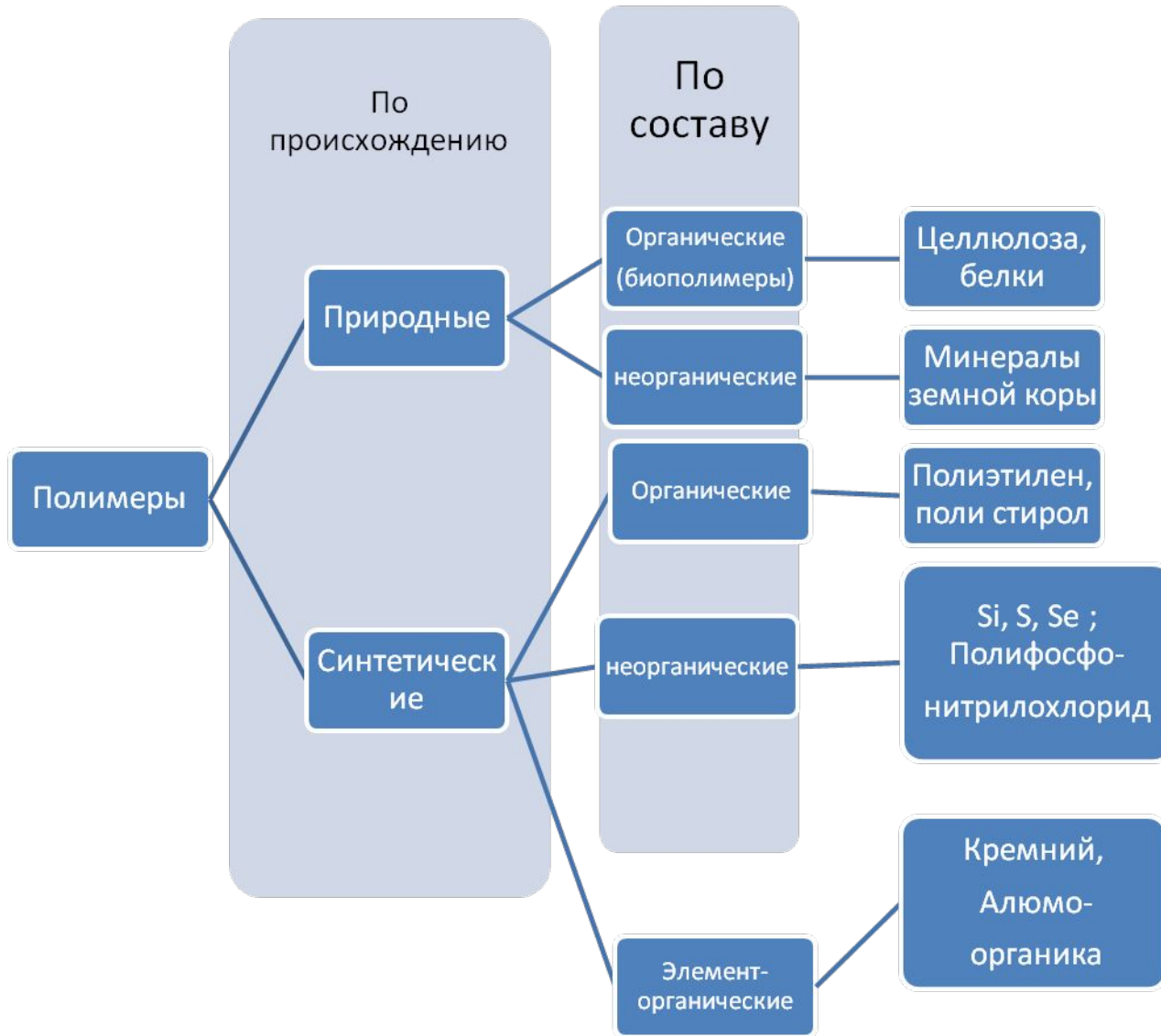
Длина связи  $\text{O}-\text{H}$  1,77 А

Угол связи  $104,5^\circ$

# Конформация клубок-глобула



# Классификация полимеров



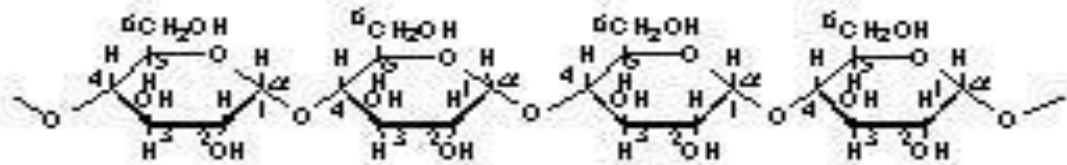


# Крахмал

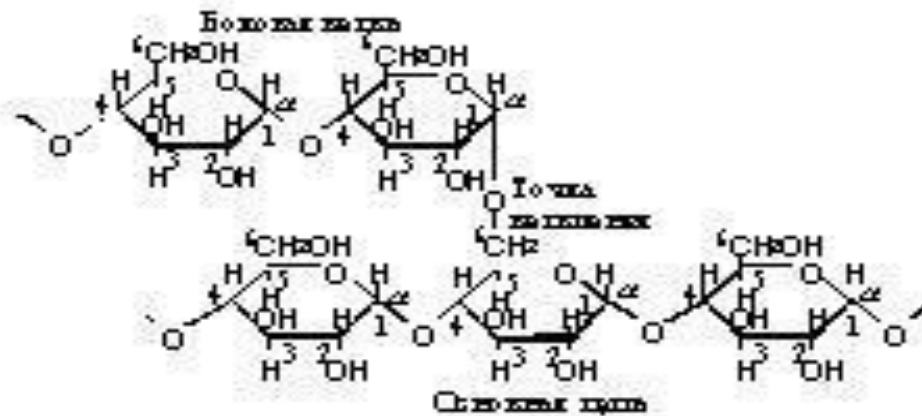
л

## Составляющие компоненты крахмала - амилоза и амилопектин

**амилоза**

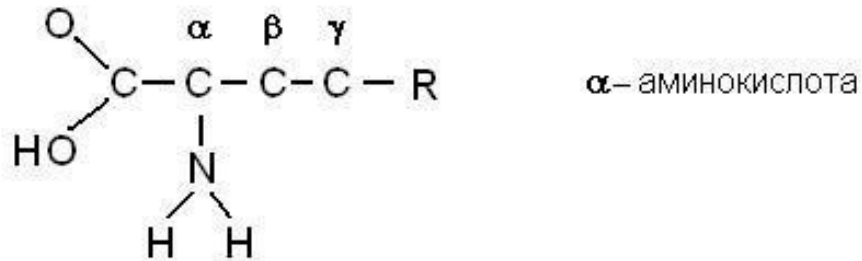


**амилопектин**





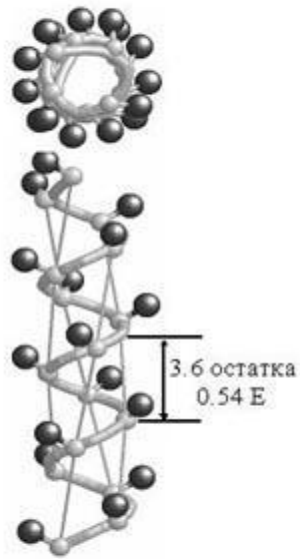
**Белки:** гемоглобин, инсулин, ферменты, энзимы и др.  
Состоят из 20 типов аминокислот.



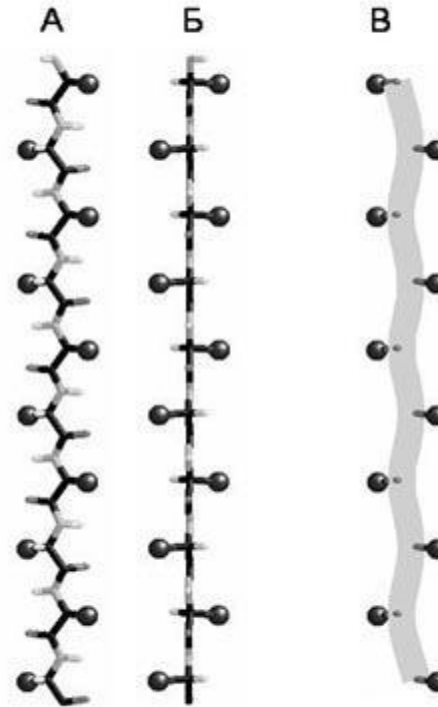
Инсулин состоит из 60 аминокислотных звеньев,  $M = 12000$ .

Последовательность аминокислот, соединенных пептидной связью составляет **первичную структуру белка**.  
Вторичные структуры -  $\alpha$ -спираль,  $\beta$ -структура

## Вторичная структура полипептидной цепи



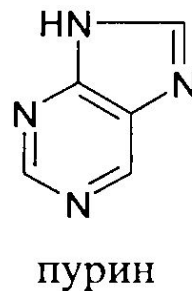
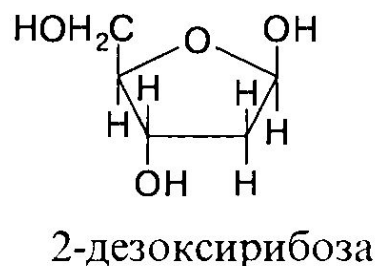
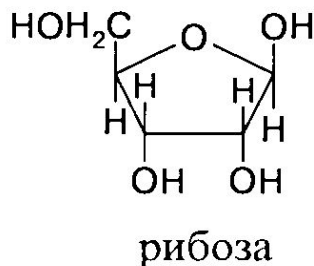
$\alpha$ - спираль



$\beta$ - структура

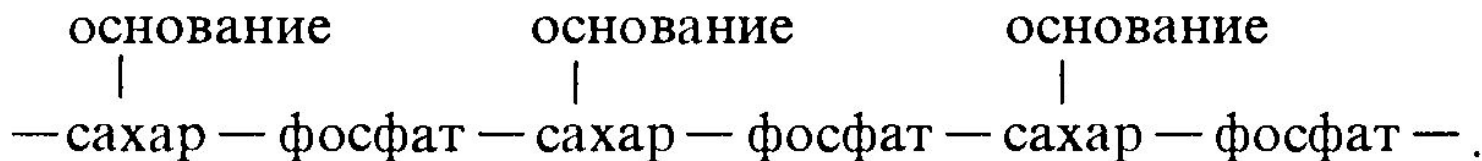
Расположение элементов вторичной структуры ( $\alpha$  - спиралей и других элементов) в пространстве относительно друг друга называется **третичной структурой белка**.

**Нуклеиновые кислоты:** рибонуклеиновая и дезоксирибонуклеиновая кислоты  $M = 10^5 - 10^6$



гуанин (G), аденин (A) (пурины), тимин (T) и цитозин (C) (пиримидины),

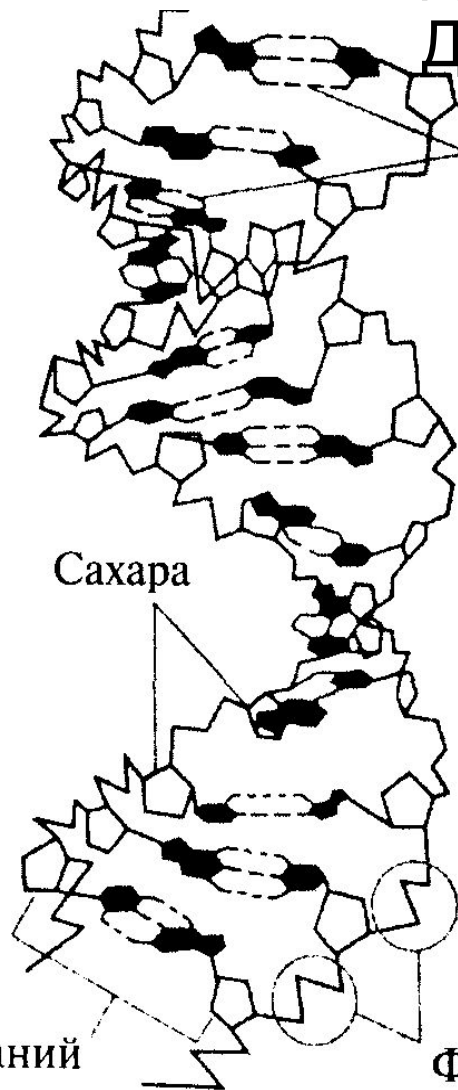
Нуклеиновые кислоты подобно белкам имеют **первичную структуру** - последовательность нуклеотидов. Расположение нуклеотидов задает последовательность аминокислот в кодируемых белках. **Вторичную структуру** - две комплиментарные цепи, и **третичную** - пространственную структуру



# Двойная спираль

ДНК

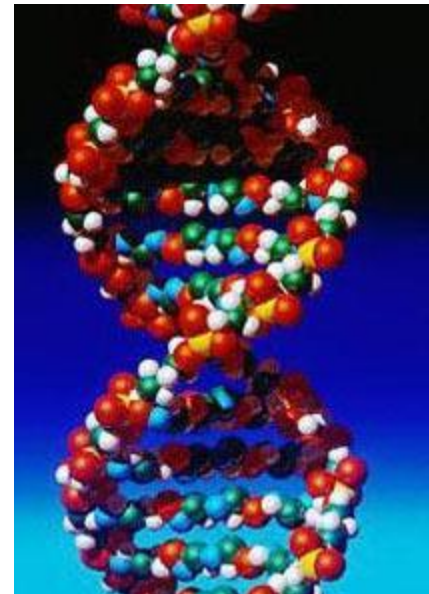
Водородные связи



Сахара

Пара оснований

Фосфаты



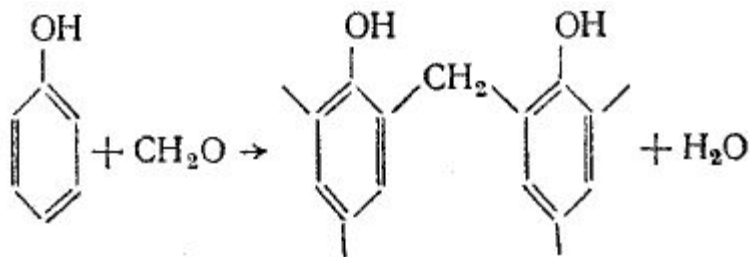
## ***Функции ДНК***

- 1. ДНК является носителем генетической информации. Функция обеспечивается фактом существования генетического кода.**
- 2. Воспроизведение и передача генетической информации в поколениях клеток и организмов. Функция обеспечивается процессом репликации.**
- 3. Реализация генетической информации в виде белков, а также любых других соединений, образующихся с помощью белков-ферментов. Функция обеспечивается процессами транскрипции и трансляции.**



# Методы синтеза полимеров

**Поликонденсация** — метод синтеза полимеров, основанный на реакциях замещения или обмена между функциональными группами исходных веществ (мономеров). В результате поликонденсации образуются макромолекулы и отщепляются простые вещества, напр. вода, аммиак, спирт, хлористый водород.

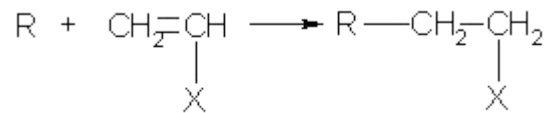


Фенол + формальдегид = фенолформальдегидная смола

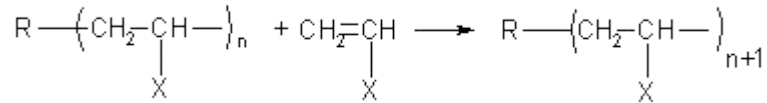
При реакции поликонденсации из  $n$  молекул мономера выделяется  $(n - 1)$  молекула воды

**Полимеризация** — химическая реакция соединения одинаковых молекул в сложные молекулы большой молекулярной массы. Продукт полимеризации имеет такой же элементный состав, что и исходное вещество (мономер).

1. Зарождение  
цепи



2. Рост цепи



3. Обрыв цепи

Полимеризации не образуются какие-либо иные вещества, кроме молекулы полимера.



## Деструкция полимеров

**Крекинг**— способ переработки нефти и нефтепродуктов, основанный на расщеплении больших молекул углеводородов нефти и ее фракций нагреванием до 400—500°С с целью получения низкокипящих углеводородов (бензина и др.).

**Пиролиз**— расщепление полимеров при высокой температуре. При пиролизе, помимо деструкции, происходят также реакции уплотнения молекул, изомеризация их и т. п. В применении к переработке углеводородных полимеров под понятием пиролиз обычно понимают крекинг при температуре ~700° С без доступа воздуха и часто в присутствии катализатора, а также сухая перегонка древесины, торфа и углей.

## **Сферы применения:**

**Транспорт** - используется в автомобилестроении, включая производство кузовов автомобилей, грузовиков, автобусов, мотоциклов, запчастей для них, также двигателей и систем зажигания, Кроме того полимеры также активно используются в строительстве авиатехники, кораблей, железнодорожного, военного и космического оборудования.

**Упаковка** – бутылки, контейнеры, коробки, чашки, тарелки, пленки, гибкая упаковка (мешки, кульки, пакеты), паллеты, ящики, кассеты, бобины, бечевки, ленты и т.д.

**Строительство** - применяются в производстве труб, акведуков, дренажных и ирригационных систем, изоляции, водопроводных систем, софитов, вывесок, напольных покрытий, крыш, панелей, дверей, окон, оконных рам, подоконников, сантехники, лестниц, решеток, оград, перил, чехлов для передвижных строений и т.д.

**Электроника и электротехника** - стиральные и сушильные машины, кондиционеры, осветительные приборы, морозильники, холодильники и рефрижераторы, радиоприемники, телевизоры, телефоны, офисная техника, электрооборудование, измерительное оборудование, средства связи, компоненты электротехники, включая полупроводники, резисторы, батареи, провода, кабели, телефонные аппараты (мобильные и какие угодно) и т.д.

**Потребительская сфера** - одноразовая посуда, багаж, кнопки, ручные сумки, одежда, украшения, садовое оборудование (для газонов и лужаек), коробки для льда, горшки для цветов, медицинское оборудование, шприцы, игрушки и спортивные товары, кредитные карточки и т.д.

**Машиностроение** - все мыслимые виды промышленного оборудования, двигатели и части турбин; фермерские и садовые машины, строительные машины, буровые установки, нефтяное оборудование, оборудование для химической промышленности, артиллерийское и огнестрельное оружие и т.д.

**Клеи/Краски/Покрытия** - клеи, материал для уплотнения, покрытия бумаг (так называемое мелование), печатные краски, рисовальные краски, лаки, изоляционные лаки, эмали и т.д.