

# Полимеризация

(суть процесса, примеры, применение)



Материал к уроку  
подготовлен Ким Н.В.

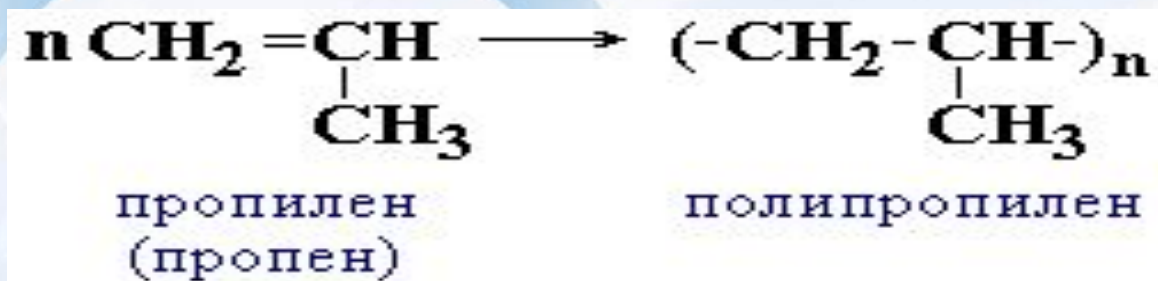




**Полимеры** - высокомолекулярные соединения, молекулы которых состоят из множества повторяющихся структурных звеньев (белки, нуклеиновые кислоты, целлюлоза, крахмал, каучук и другие органические вещества).

# ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

- Низкомолекулярные соединения, из которых образуются полимеры, называются **мономерами**.
- Например, пропилен  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$  является мономером полипропилена:



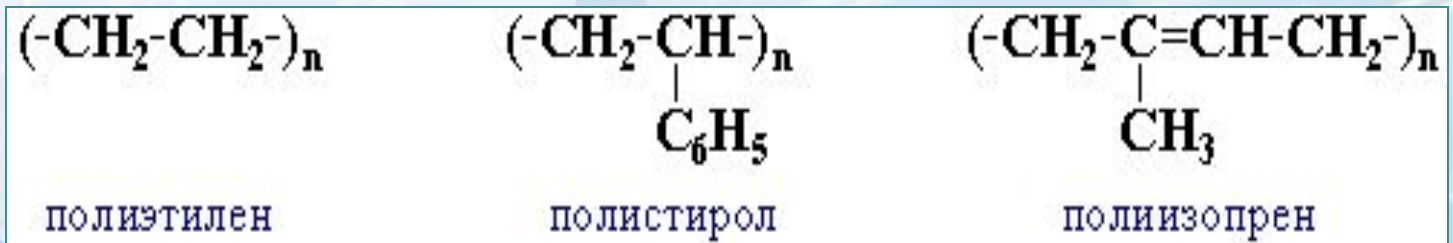
- Группа атомов, многократно повторяющаяся в цепной макромолекуле, называется ее **структурным звеном**.
- ...- $\text{CH}_2$ - $\text{CHCl}$ - $\text{CH}_2$ - $\text{CHCl}$ - $\text{CH}_2$ - $\text{CHCl}$ - $\text{CH}_2$ - $\text{CHCl}$ - $\text{CH}_2$ - $\text{CHCl}$ -...  
В формуле макромолекулы это звено обычно выделяют скобками:  
 $(-\text{CH}_2 - \text{CHCl}-)_n$



# Основные понятия

- **Степень полимеризации** — это число, показывающее сколько молекул мономера соединилось в макромолекулу.
- В формуле макромолекулы степень полимеризации обычно обозначается индексом "n" за скобками, включающими в себя структурное (мономерное) звено:

•  $n \gg 1$

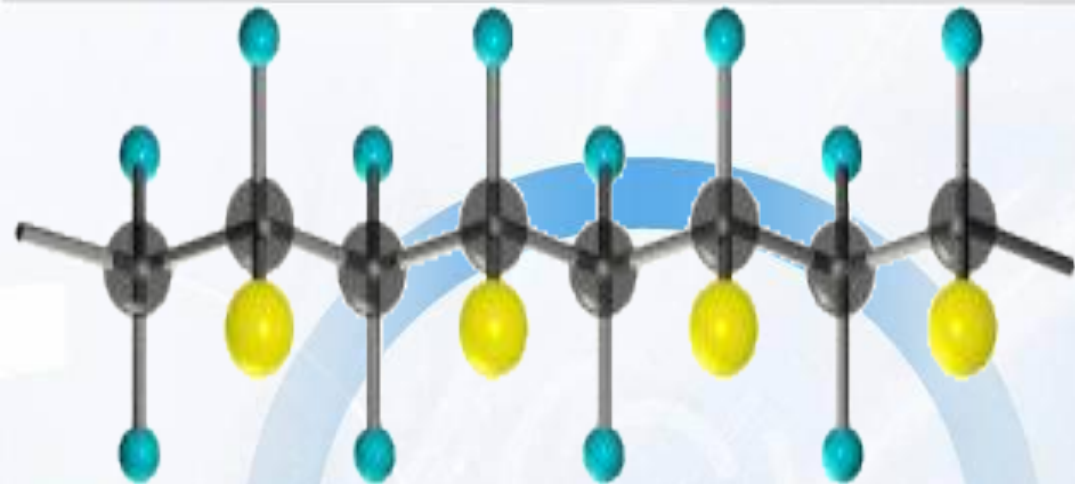


**Молекулярная масса** макромолекулы связана со степенью полимеризации соотношением:

- **$M(\text{макромолекулы}) = M(\text{звена}) \cdot n$** , где n - степень полимеризации, M - относительная молекулярная масса

# Стереорегулярность

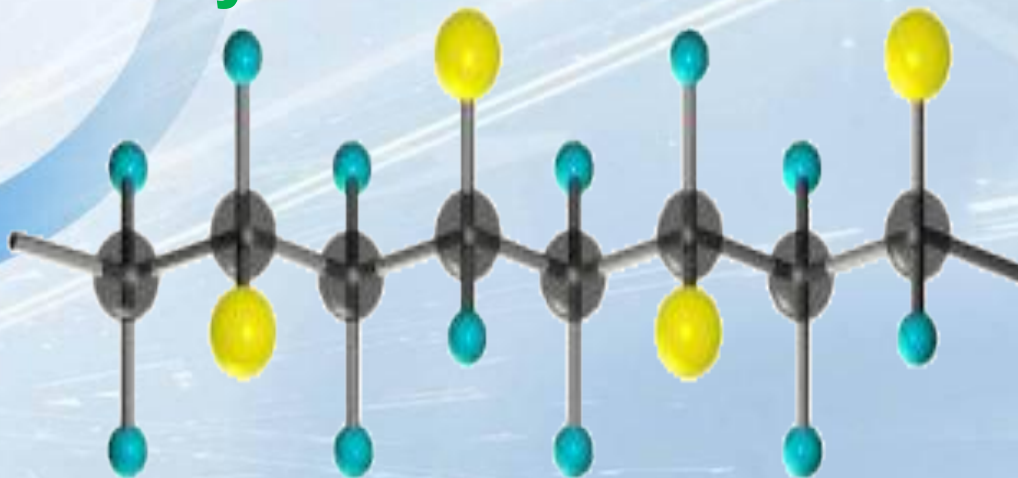




1. Заместители R  
расположены по одну  
сторону от плоскости  
главной цепи:

Пример отрезка цепи, включающего 4 звена,  
соединенных по типу "голова-хвост".

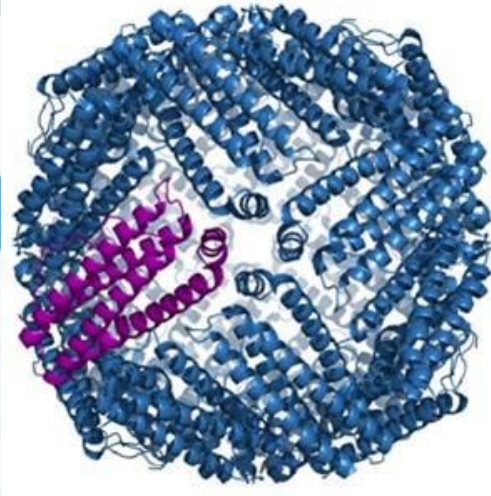
2. Заместители R  
находятся по разные  
стороны от главной  
цепи:



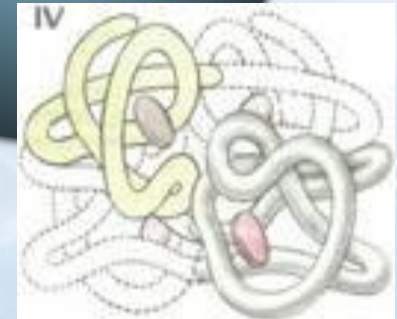


# Состав основной цепи

Элементо-  
Органически  
е  
(силикон)

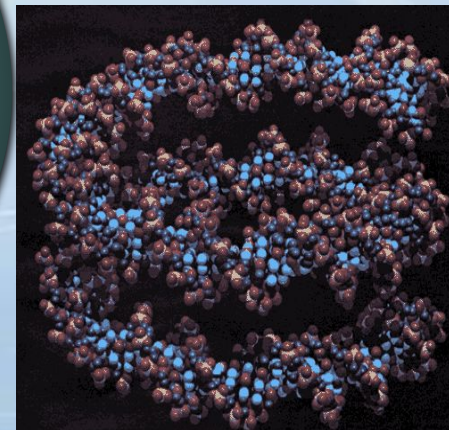


Органические  
(белок)



Неорганически  
(селен,  
теллур)

Это такие  
полимеры, которые  
в основной цепи  
содержат атомы не  
углерода, а других  
химических  
элементов



# Отношение к нагреванию

**Термопластичные  
(обратно твердеют  
и размягчаются)**



**Терморезистивные  
(Вещество нельзя  
возвратить в  
вязко-текучее  
состояние  
нагреванием  
или растворением)**





# Происхождение

Природное



Синтетическое



Искусственно  
е



# Высокомолекулярные соединения

- Особую, очень важную, группу органических веществ составляют **высокомолекулярные соединения (полимеры)**.
- Масса их молекул достигает нескольких десятков тысяч и даже миллионов.
- Какова роль этих соединений?
- Во-первых, полимерные вещества являются основой Жизни на Земле.  
Органические природные полимеры – **биополимеры** – обеспечивают процессы жизнедеятельности всех животных и растительных организмов.

# Биополимеры

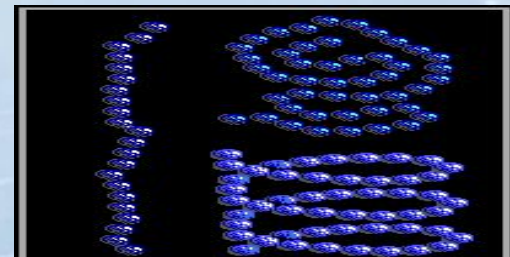
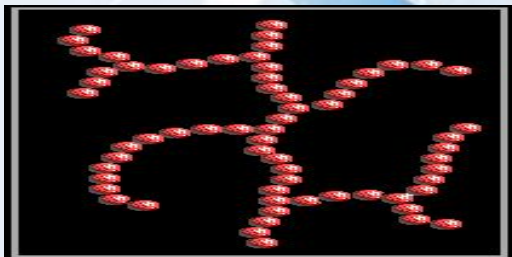
## основные типы биополимеров

нуклеиновые  
кислоты  
(ДНК, РНК)

белки  
полипептиды

полисахариды  
(целлюлоза,  
крахмал,  
гликоген)

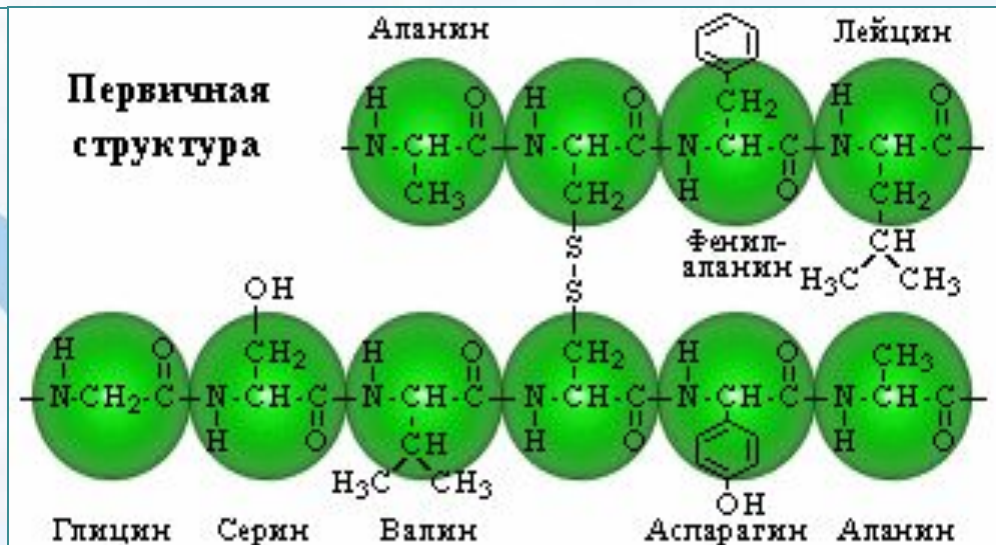
полиизопрены  
(натур.каучук,  
гуттаперча  
и т.д.)





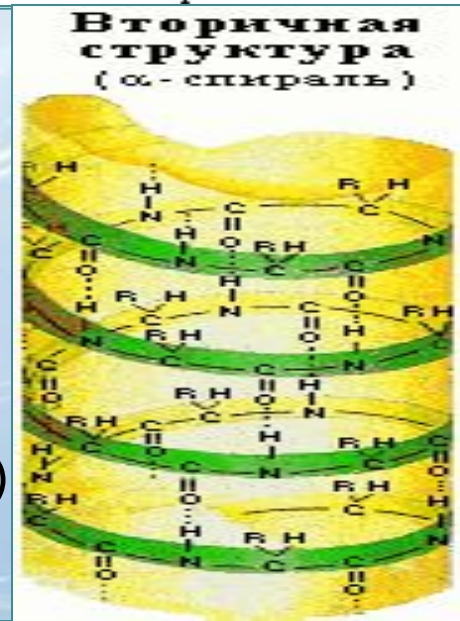
# Структурная организация белков.

- Первичная структура - определенная последовательность  $\alpha$ -аминокислотных остатков в полипептидной цепи.



Вторичная структура - конформация полипептидной цепи, закрепленная множеством водородных связей между группами N-H и C=O. Одна из моделей вторичной структуры -  $\alpha$ -спираль.

Другая модель -  $\beta$ -форма ("складчатый лист"), в которой преобладают межцепные (межмолекулярные) N-связи.



# Структурная организация белков.

- Третичная структура - форма закрученной спирали в пространстве, образованная главным образом за счет дисульфидных мостиков -S-S-, водородных связей, гидрофобных и ионных взаимодействий.

**Третичная структура**



**Четвертичная структура**



Четвертичная структура - агрегаты нескольких белковых макромолекул (белковые комплексы), образованные за счет взаимодействия разных полипептидных цепей



# Высокомолекулярные соединения

- Интересно, что из множества возможных вариантов Природа "выбрала" всего 4 типа полимеров:
- Во-вторых, благодаря особым, только для них характерным свойствам, полимеры (синтетические, искусственные и некоторые природные) широко используются при изготовлении самых разнообразных материалов:

полимерные материалы

пластмассы

каучуки

волокна

плёнки

лаки

клеи



# Композиционные материалы

- Полимеры применяются для получения композиционных материалов Полимеры применяются для получения композиционных материалов, ионообменных смол (полиэлектролитов) ...
- **Композиционный материал (композит) - это материал, в котором наряду с основным веществом содержатся упрочняющие или модифицирующие компоненты.**
- **В состав композита входят: связующее вещество (обычно полимер), наполнитель, пластификаторы, свето- и термостабилизаторы, красители и т.п.**
- **Прочность полимерных композиций, содержащих наполнитель, обусловлена дополнительными силами, связывающими наполнитель с полимером**

# Композиционные материалы

- Вот некоторые примеры наполнителей в композитах:
- сажа в резине,
- ткань в текстолите,
- бумага в гетинаксе,
- стеклоткань и стекловолокно в стеклопластиках,
- металлы (порошок или нити) в металлополимерах,
- взрывчатые вещества (порох) в твердом ракетном топливе,
- нитевидные монокристаллы  $Al_2O_3$ , карбидов кремния и бора, графита и т.д. в особо прочных материалах для космической техники.

\*



# Способы получения

**Поликонденсация**

Это химический процесс соединения исходных молекул мономера в макромолекулы полимера, идущий с образованием побочного низкомолекулярного продукта (чаще всего воды)

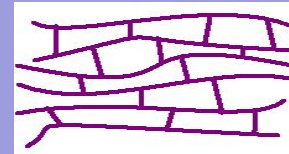
Это химический процесс соединения множества исходных молекул низкомолекулярного вещества (мономера) в крупные молекулы (макромолекулы) полимера.

**Полимеризация**





# Форма макромолекул



(резина,  
кварц)

Пространствен  
ная

Разветвлён  
ная

Линейная



(крахмал,  
полиэтилен)



Изогнутая  
(волокна,  
сера)



Скрученная  
(каучуки)



# Каучуки

- **Каучуки** — натуральные или синтетические материалы, характеризующиеся эластичностью, водонепроницаемостью и электроизоляционными свойствами, из которых путём специальной обработки получают резину. Природный каучук получают из жидкости молочно-белого цвета, называемой *латексом*, — млечного сока каучуконосных растений.
- В технике из каучуков изготавливают шины для автотранспорта, самолётов, велосипедов; каучуки применяют для электроизоляции, а также производства промышленных товаров и медицинских приборов.



# Открытие натурального каучука

- Каучук существует столько лет, сколько и сама природа. Окаменелые остатки каучуконосных деревьев, которые были найдены, имеют возраст около трёх миллионов лет. Каучук на языке индейцев тупи-гуарани означает «слёзы дерева». Каучуковые шары из сырой резины найдены среди руин цивилизаций инков и майя в Центральной и Южной Америке, возраст этих шаров не менее 900 лет.
- Первое знакомство европейцев с натуральным каучуком произошло пять веков назад. Собственно, история каучука началась, как ни странно, с детского мячика и школьной резинки.

- В 1770 году британский химик Джозеф Пристли (Joseph Priestley) впервые нашёл ему применение: он обнаружил, что каучук может стирать то, что написано графитовым карандашом. Тогда такие куски каучука называли гуммиэластиком («смолой эластичной»).
- В 1791 году английский фабрикант Самуэль Пил (Samuel Peal) запатентовал способ сделать одежду водонепроницаемой с помощью обработки её раствором каучука в скипидаре.
- Во Франции к 1820 г. научились изготавливать подтяжки и подвязки из каучуковых нитей, сплетённых с тканью.

# Первая резина

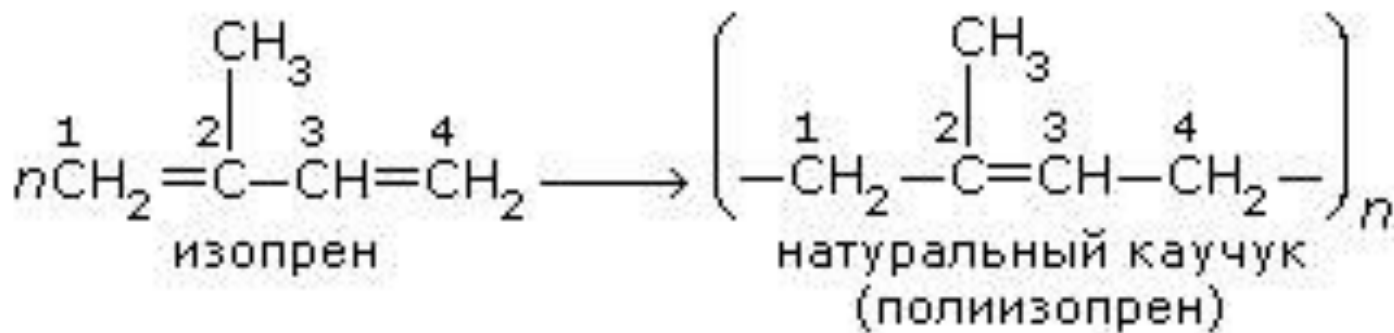
- В 1834 году немецкий химик Фридрих Людерсдорф (Friedrich Ludersdorf) и американский химик Натаниель Хейвард (Nathaniel Hayward) обнаружили, что добавление серы к каучуку уменьшает или даже вовсе устраняет липкость изделий из каучука. Через некоторое время он обнаружил кожеподобный материал — резину. Этот процесс был назван *вулканизацией*. Открытие резины привело к широкому её применению: к 1919 году было предложено уже более 40 000 различных изделий из резины.





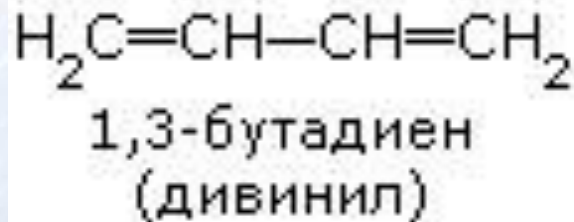
# Состав и строение натурального каучука

- *Натуральный (природный) каучук* (НК) представляет собой высокомолекулярный непредельный углеводород, молекулы которого содержат большое количество двойных связей; состав его может быть выражен формулой  $(C_5H_8)_n$  (где величина  $n$  составляет от 1000 до 3000); он является полимером изопрена:



# Получение синтетического каучука

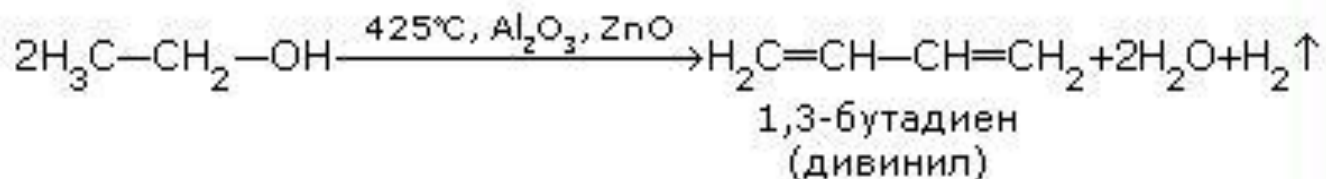
- В разработке синтеза каучука Лебедев пошёл по пути подражания природе. Поскольку натуральный каучук — полимер диенового углеводорода, то Лебедев воспользовался также диеновым углеводородом, только более простым и доступным — бутадиеном



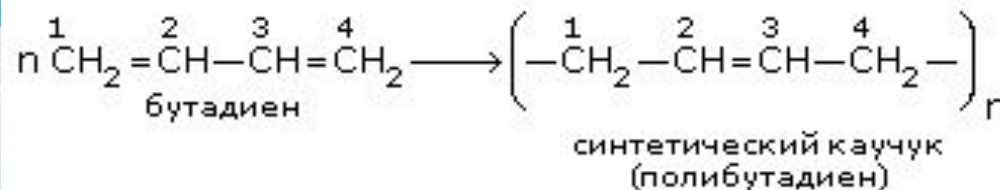
- Сырьём для получения бутадиена служит этиловый спирт. Получение бутадиена основано на реакциях дегидрирования и дегидратации спирта.

# Получение синтетического каучука

- Эти реакции идут одновременно при пропускании паров спирта над смесью соответствующих катализаторов:



В качестве катализатора полимеризации 1,3-бутадиена С. В. Лебедев выбрал металлический натрий, впервые применённый для полимеризации непредельных углеводородов русским химиком А. А. Кракау.





# Пластмассы и волокна

Обычно полимеры редко используют в чистом виде. Как правило из них получают полимерные материалы. К числу последних относятся **пластмассы и волокна**.

**Пластмасса** – это материал, в котором связующим компонентом служит полимер, а остальные составные части – наполнители, пластификаторы, красители, противопоокислители и др. вещества.

# Пластмассы

Особая роль отводится наполнителям, которые добавляют к полимерам. Они повышают прочность и жёсткость полимера, снижают его себестоимость.

В качестве наполнителей могут быть стеклянные волокна, опилки, цементная пыль, бумага, асбест и др.

Поэтому такие пластмассы, как, например, **полиэтилен, поливинилхлорид, полистирол, фенолформальдегидные**, широко применяются в различных отраслях

и сфер деятельности,  
в быту, промышленности,  
в сельском хозяйстве,  
в бытовом хозяйстве,  
в культуре,  
в быту.



# Волокна

Волокна – это вырабатываемые из природных или синтетических полимеров длинные гибкие нити, из которых изготавливается пряжа и другие текстильные изделия.

Волокна подразделяются на **природные и химические.**

*Природные, или натуральные, волокна* - это материалы животного или растительного шёлк, шерсть, х.



ШЕЛКОВЫЕ ТКАНИ



# Волокна

*Химические волокна* получают путём химической переработки природных (прежде всего целлюлозы) или синтетических полимеров.

К химическим волокнам относятся вискозные, ацетатные волокна, а также капрон, нейлон, лавсан и многие другие.



**БАРХАТНЫЕ ТКАНИ**



# Используемый материал

- <http://www.chemistry.ssu.samara.ru/>