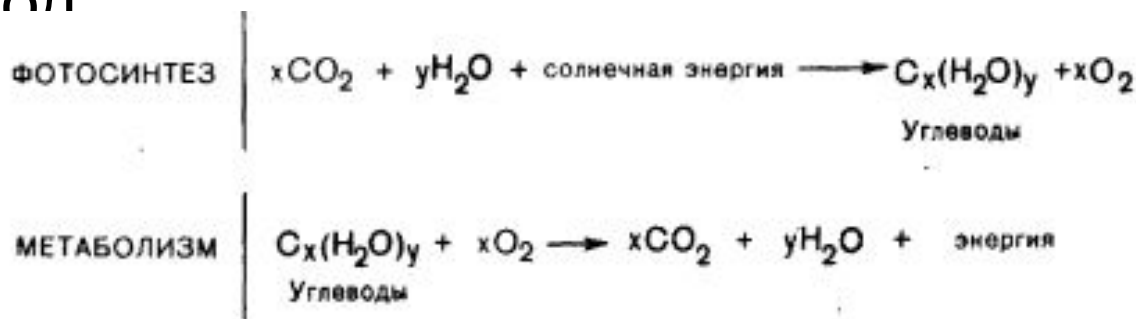


# Углеводы

- Впервые термин «**углеводы**» был предложен профессором Дерптского (ныне Тартуского) университета К.Г. Шмидтом в 1844 г
- В то время предполагали, что все углеводы имеют общую формулу  $C_m(H_2O)_n$   
т.е. углевод + вода
- глюкоза и фруктоза имеют формулу  $C(H_2O)_6$
- тростниковый сахар (сахароза)  $C_{12}(H_2O)_{11}$
- крахмал  $[C_6(H_2O)_5]_n$

# Углеводы

- К классу углеводов относят органические соединения, содержащую альдегидную или кетонную группу и несколько спиртовых гидроксильных групп
- **Углеводы** – органические вещества, которые часто встречаются в живой природе: в растительных и животных организмах.
- Растения производят углеводы путем восстановительной конденсации оксида углерода IV, используя для этого зеленый пигмент хлорофилл и лучистую энергию в процессе фотосинтеза. Наряду с углеводами растения производят при этом кислород



# Функции углеводов в организме

1. Углеводы служат материалом, при окислении которого выделяется энергия, используемая в биохимических реакциях
2. Промежуточные продукты окисления углеводов служат исходными веществами для синтеза многих других органических соединений
3. Углеводы используются для построения субклеточных структур, клеточных оболочек и других образований, выполняющие в организме опорные, защитные и иные функции

# Классификация углеводов

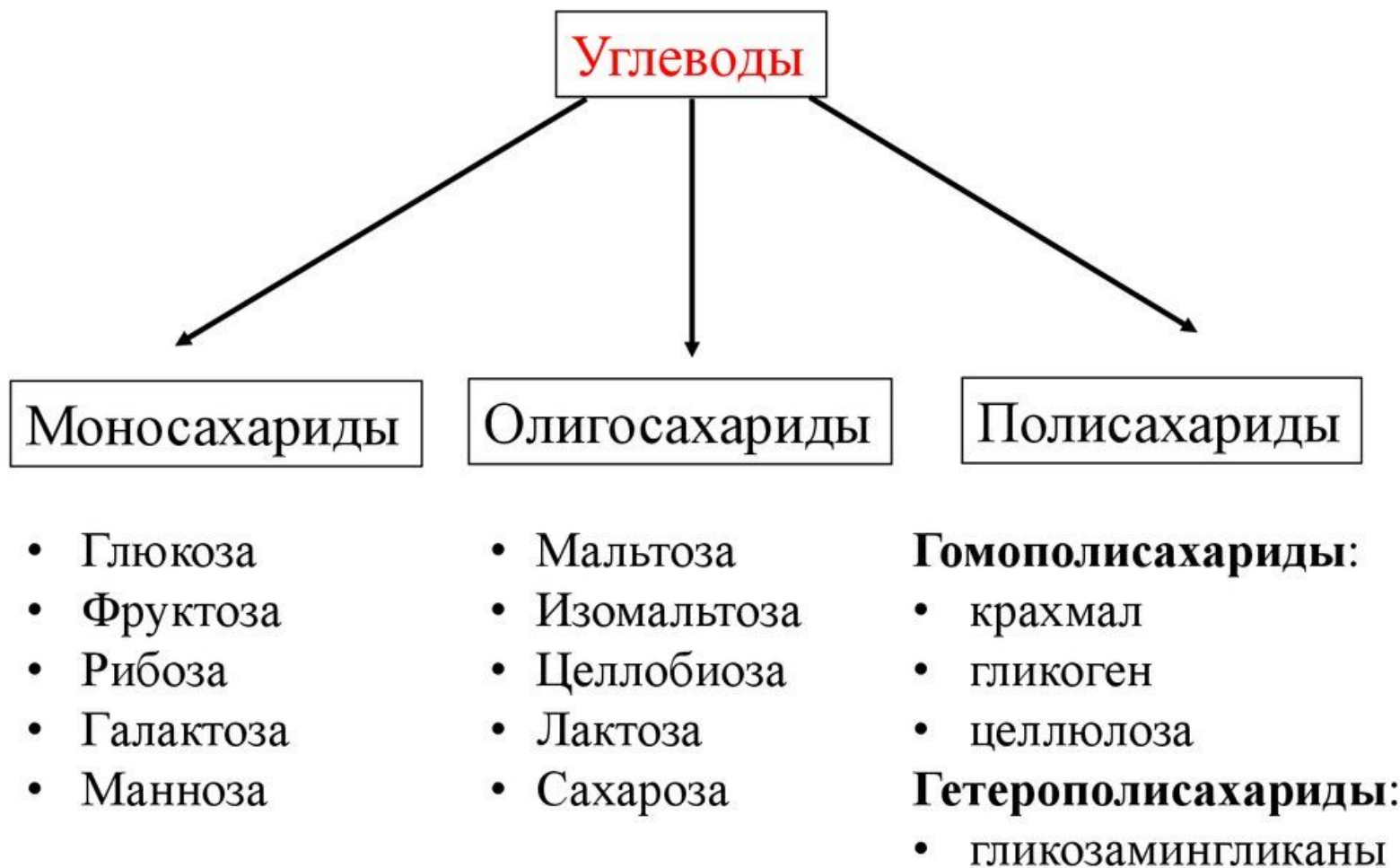
- Низшие углеводы называются сахарами, соединения сложной структуры – сахаридами.
- По правилам номенклатуры название углеводов оканчивается частицей "-оза". Широко применяются тривиальные названия

## Классификацию углеводов ведут по признакам:

- **Количество атомов углерода в цепи:** четыре – тетрозы, пять – пентозы, шесть – гексозы, семь – гептозы, ...
- **Тип карбонильной группы:** альдегидная группа – альдозы, кетогруппа – кетозы
- **Способность окисляться слабыми окислителями** (реактив Толленса, реактив Фелинга): восстанавливающие или не восстанавливающие.
- **Количество углеводов, входящих в состав молекулы:** один – простые сахара, несколько – сложные сахариды.

Сложные сахариды различаются на дисахариды, олигосахариды, полисахариды.

# Классификация углеводов

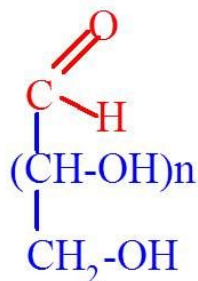


# Моносахариды

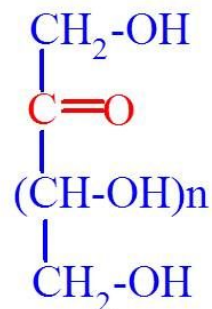
# Моносахариды

- Моносахариды можно рассматривать как производные многоатомных спиртов, содержащие карбонильную (альдегидную или кетонную) группу
- Если карбонильная группа находится в конце цепи, то моносахарид представляет собой альдегид и называется **альдозой**
- при любом другом положении этой группы моносахарид является кетоном и называется **кетозой**

альдозы



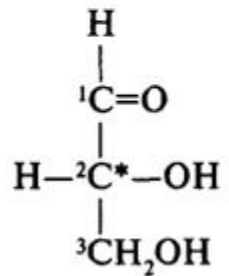
кетозы



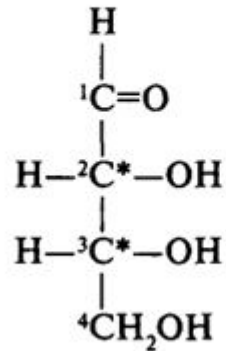


# По числу атомов углерода моносахариды делят на:

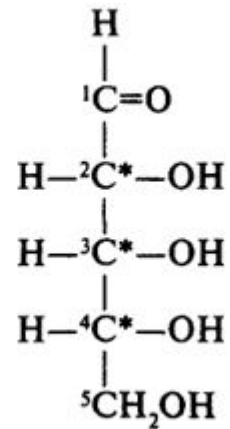
- Треозы (3)
- Тетрозы (4)
- Пентозы (5)
- Гексозы (6)
- Гептозы (7)



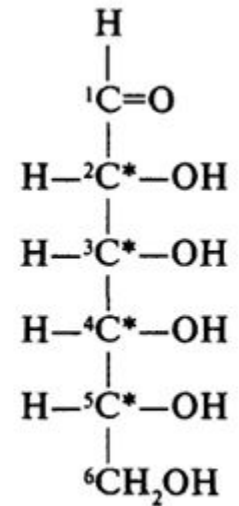
Альдотриоза



Альдотетроза



Альдопентоза



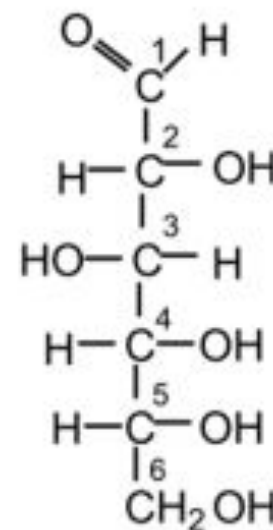
Альдогексоза

# Изомерия моносахаридов

- Моносахариды обладают оптической активностью
- Из шести атомов углерода, составляющих углеродную цепь молекулы глюкозы, четыре являются ассиметричными.
- Глюкозе соответствуют  $(2^4) = 16$  стереоизомеров, которые образуют восемь пар энантиомеров.
- **Эмиль Фишер в 1891 году** (Нобелевская премия 1902 года) предложил простую методику единообразного изображения конфигурации каждого ассиметричного атома углерода.
  - углеродную цепь располагают по вертикали, на ее концах пишут формулы первой и последней функциональных групп (при этом альдегидную группу всегда пишут вверху);
  - атомы водорода и гидроксильные группы располагают слева и справа от цепи в соответствии с тем, как они расположены в молекуле.

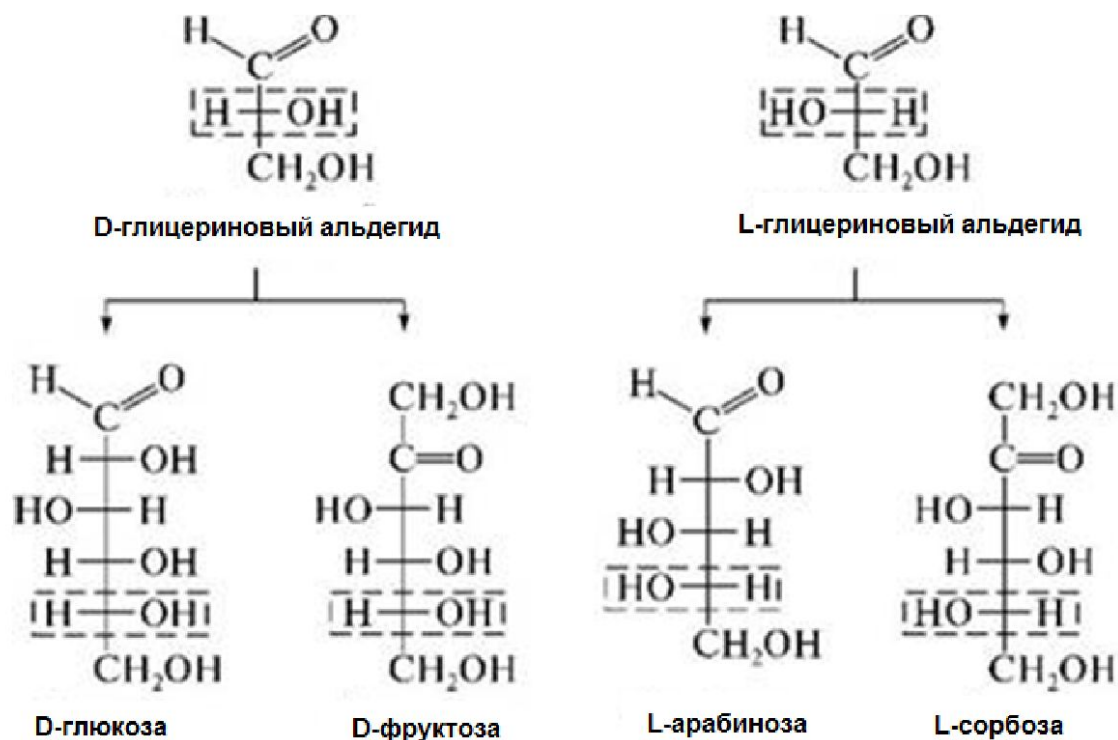
Герман Эмиль Фишер

нем. Hermann Emil Fischer



D-Глюкоза

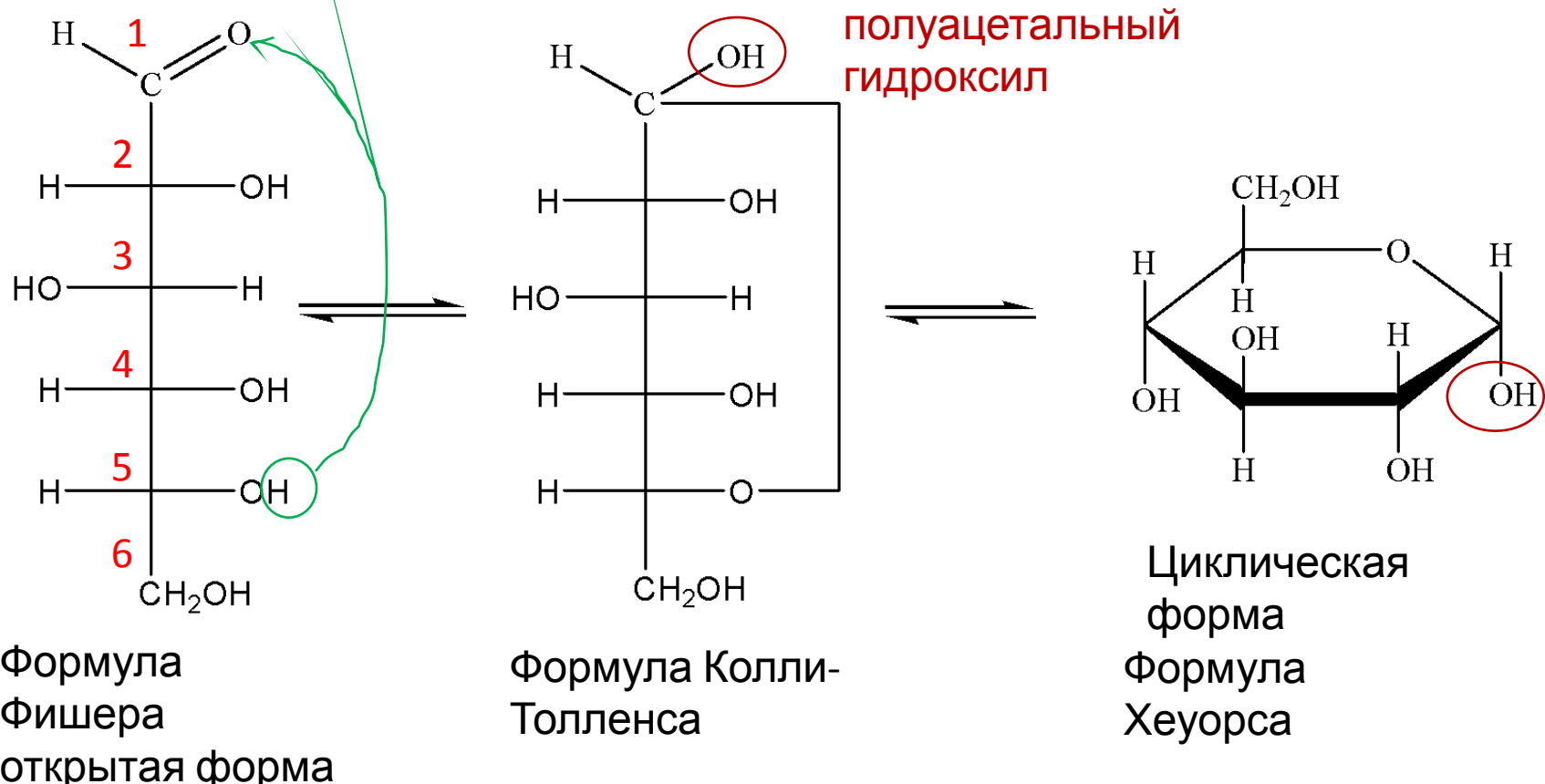
- Э. Фишер предложил сравнивать расположение водорода и гидроксильной группы при втором снизу углеродном атоме в молекуле моносахарида со строением этой группы в глицериновом альдегиде. Глицериновый альдегид – глицероза существует в виде двух оптических антиподов – **правовращающего (D – dextrum – правый)** и **левовращающего (L – levae – левый)**. Все альдозы, у которых конфигурация нижнего стереоцентра такая же, как у D-глицерозы, относятся к D-ряду, а их антиподы – к L-ряду.

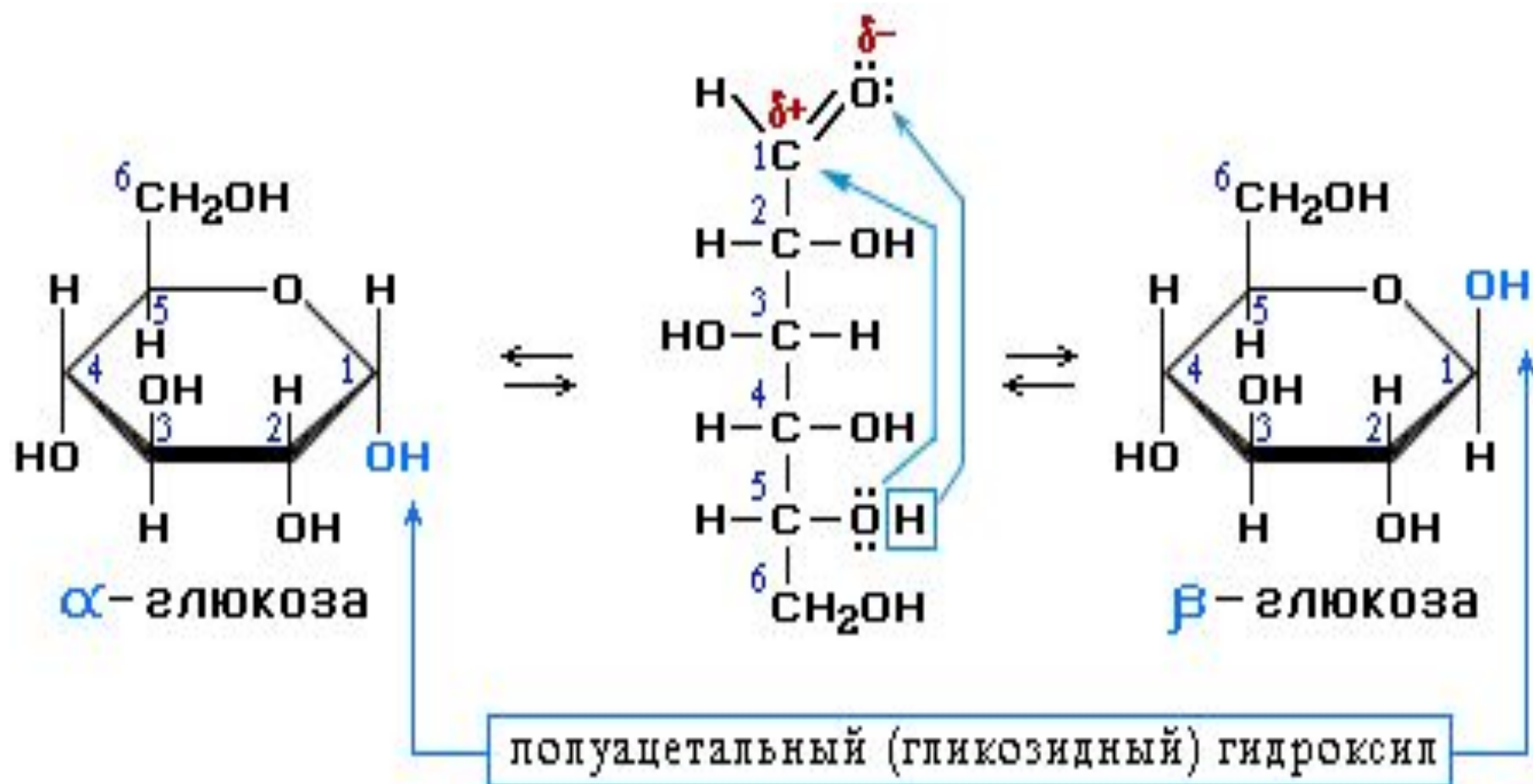


Handwritten text on lined paper, consisting of approximately 15 lines of cursive script. The text is mostly illegible due to the angle and blurriness of the scan. The lines are separated by horizontal ruling lines, with dashed lines above and below each solid line. The handwriting is dense and fills most of the page.

# Изомерия моносахаридов

- Характерной особенностью моносахаридов является способность к таутомерным превращениям
- **Кольчато-цепная таутомерия**

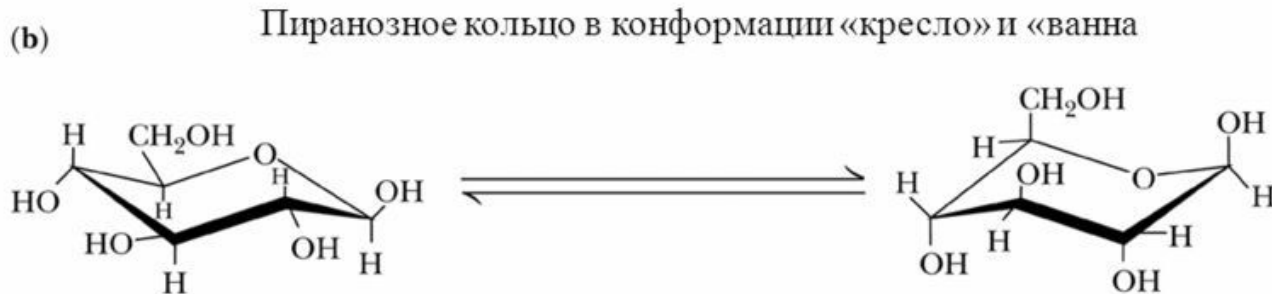




# Конформационная изомерия моносахаридов



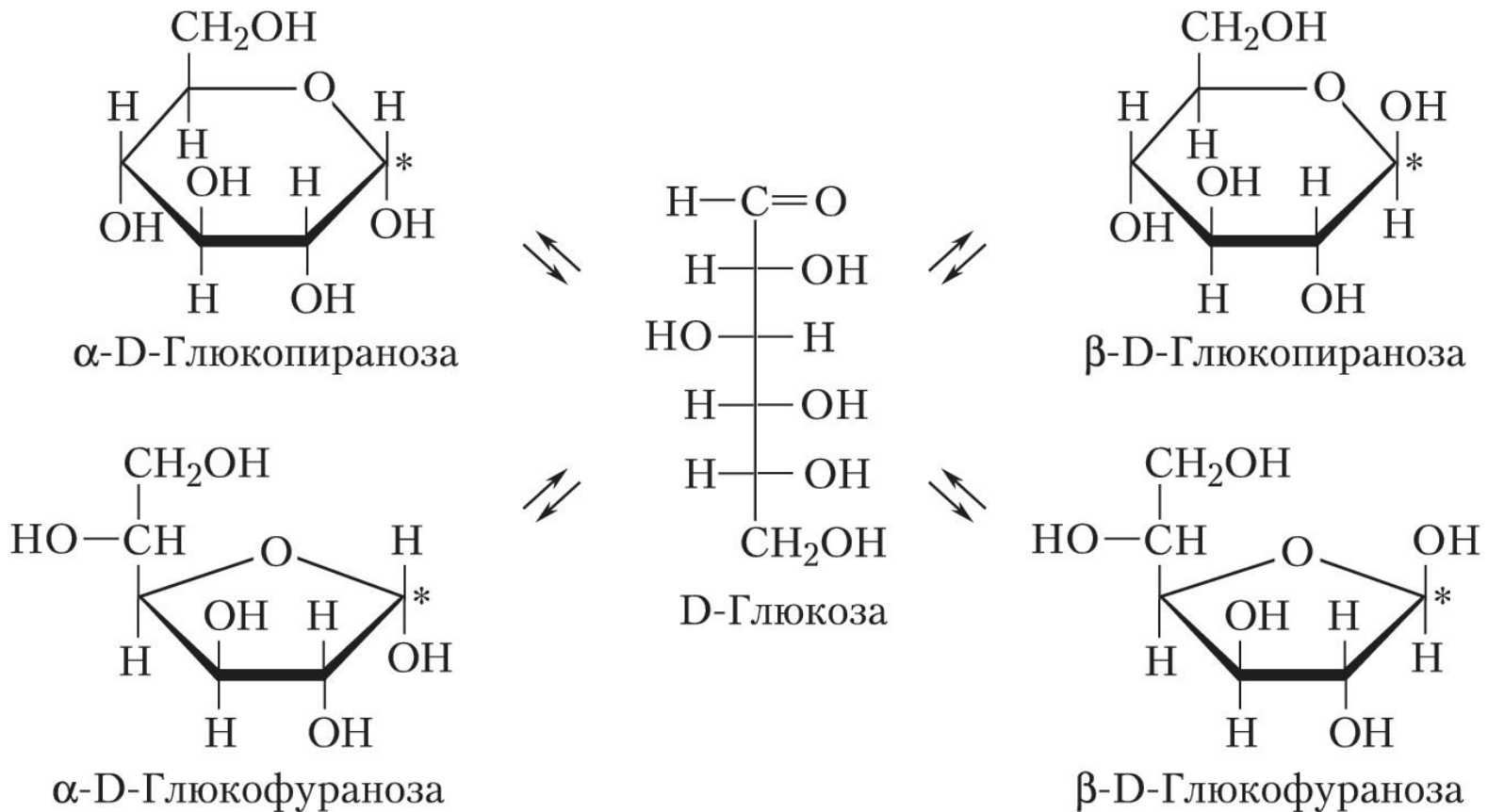
a = axial bond  
e = equatorial bond



Возможные состояния  
 $\beta$ -D-глюкозы в конформации  
«кресло»

# Важнейшие представители моносахаридов

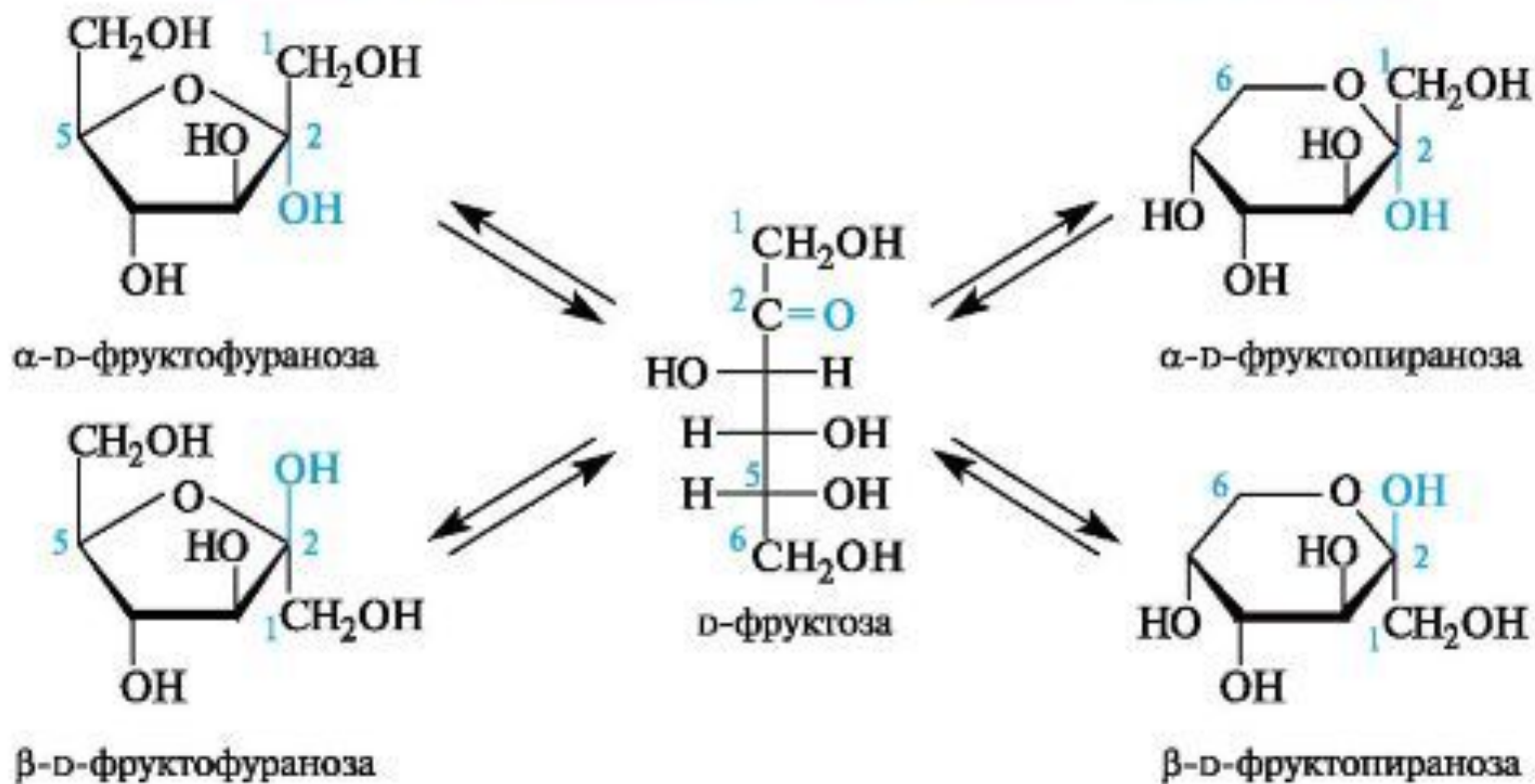
- Глюкоза





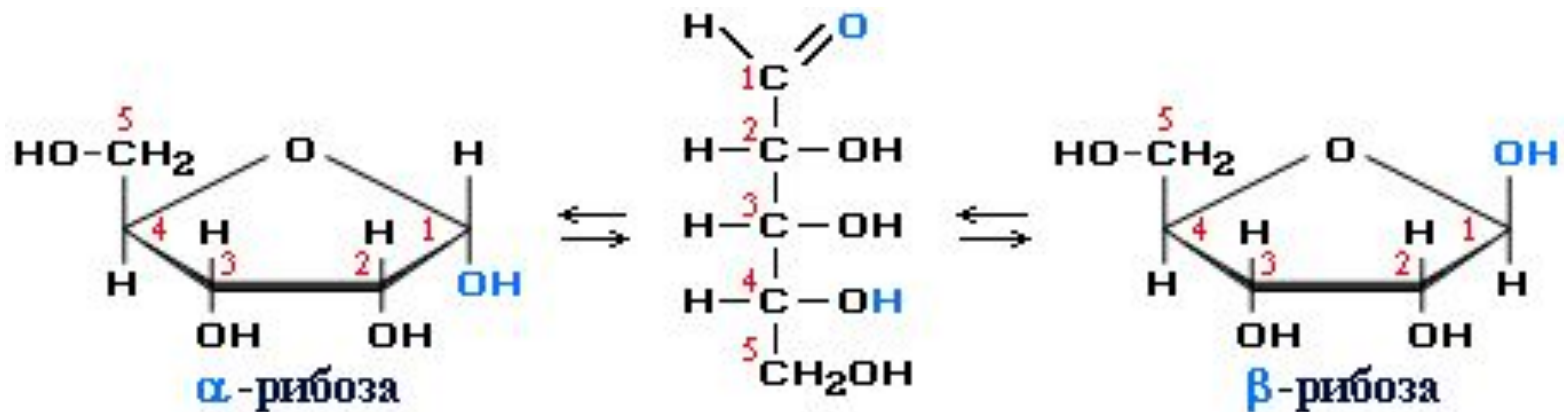
# Важнейшие представители моносахаридов

- Фруктоза



# Важнейшие представители моносахаридов

## •Рибоза

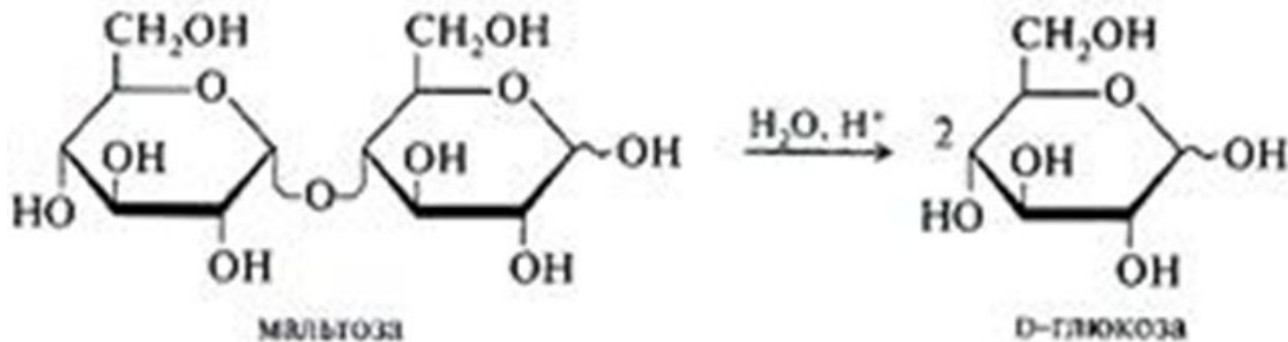


# Получение моносахаридов

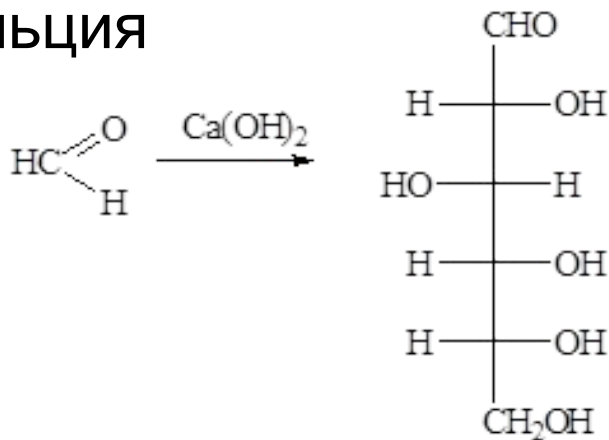
## 1) Фотосинтез



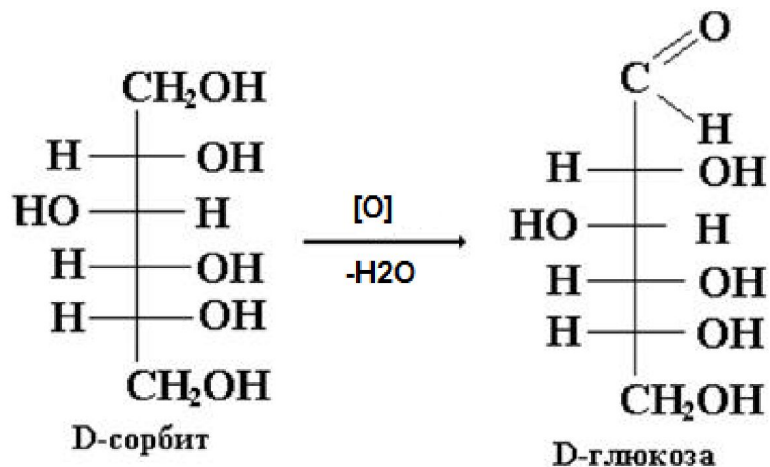
## 2) Гидролиз ди- и полисахаридов, который происходит под действием кислот или ферментов



**3) Альдольная конденсация формальдегида –** первый синтез сахаров был произведен еще А.М. Бутлеровым, в качестве катализатора используют гидроксид кальция

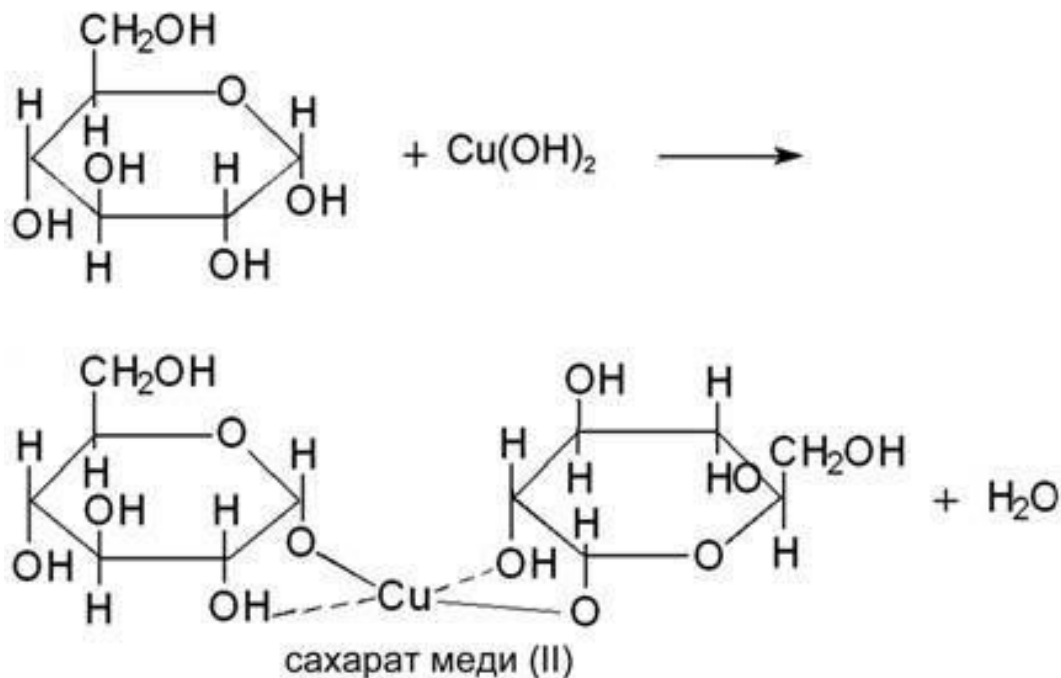


**4) Окисление многоатомных спиртов**



# Химические свойства

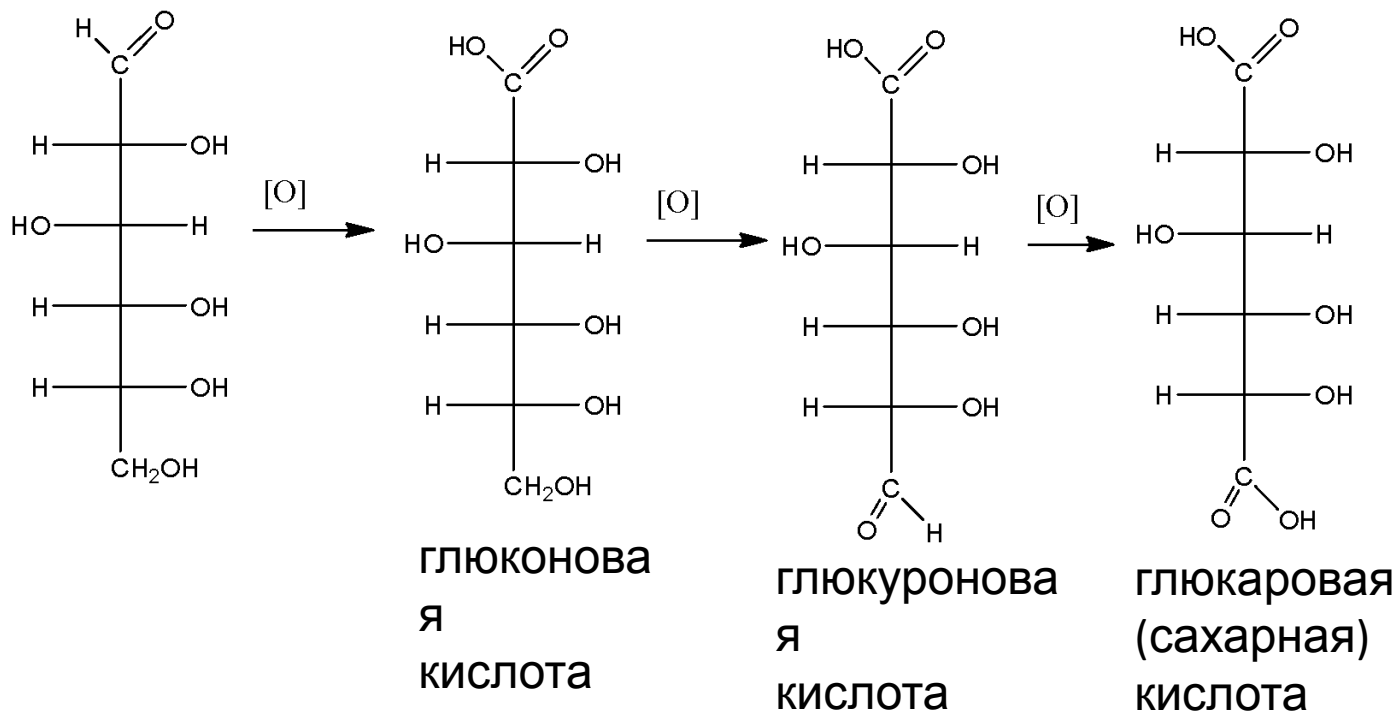
## 1) Реакции как многоатомных спиртов. Взаимодействие с $\text{Cu}(\text{OH})_2$



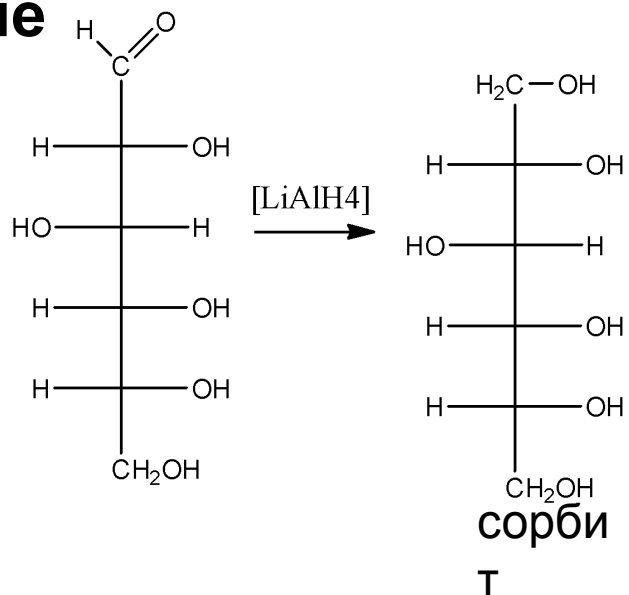
# Химические свойства

## 2) Реакции по альдегидной группе

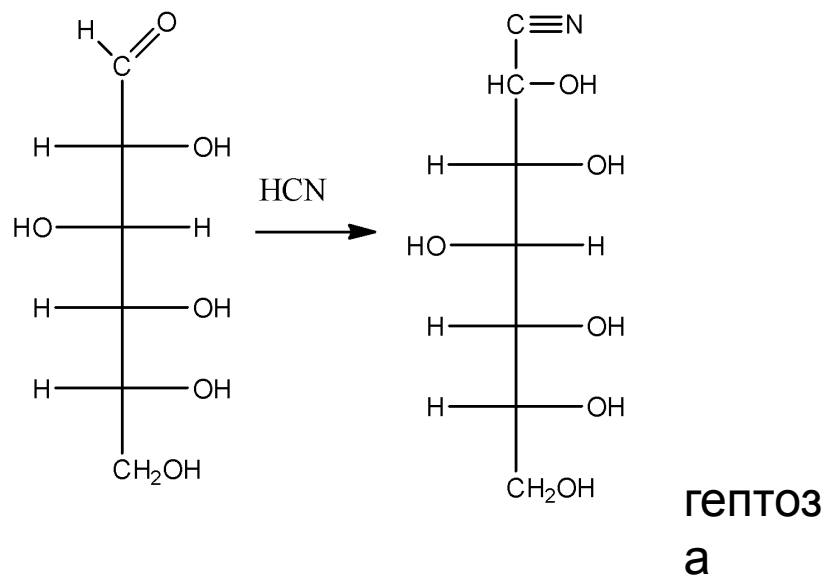
**Окисление** (реакция серебряное зеркало, Троммера, с жидкостью Фелинга)



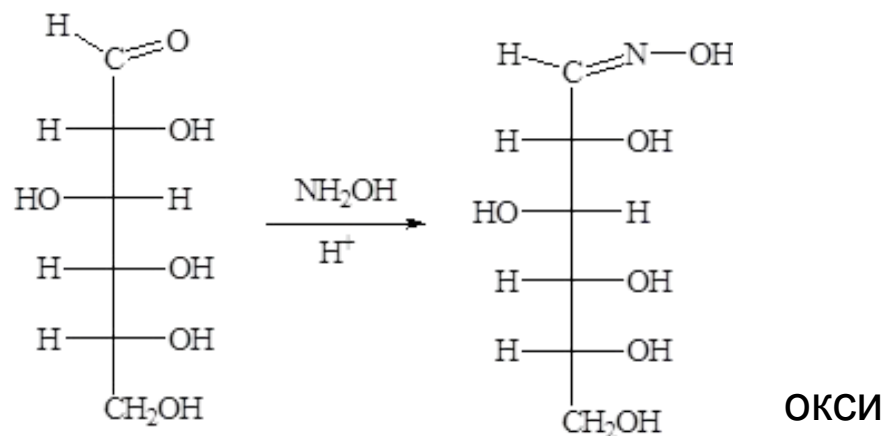
## • Восстановление



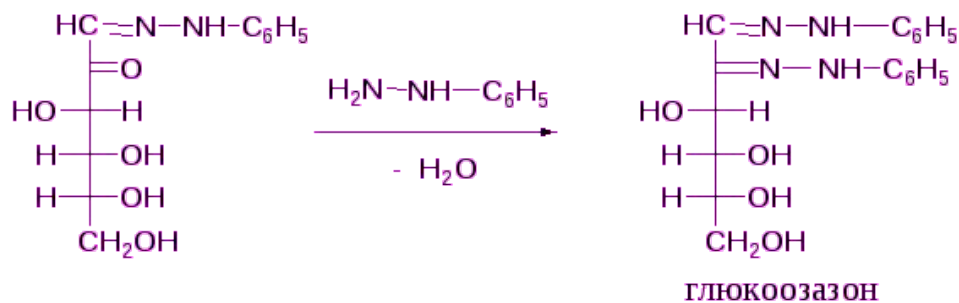
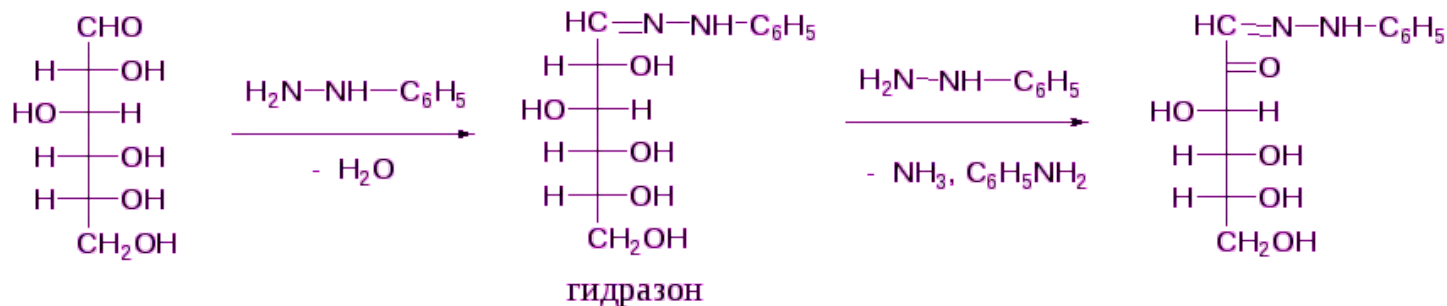
## • Взаимодействие с HCN



# • Взаимодействие с гидроксиламином



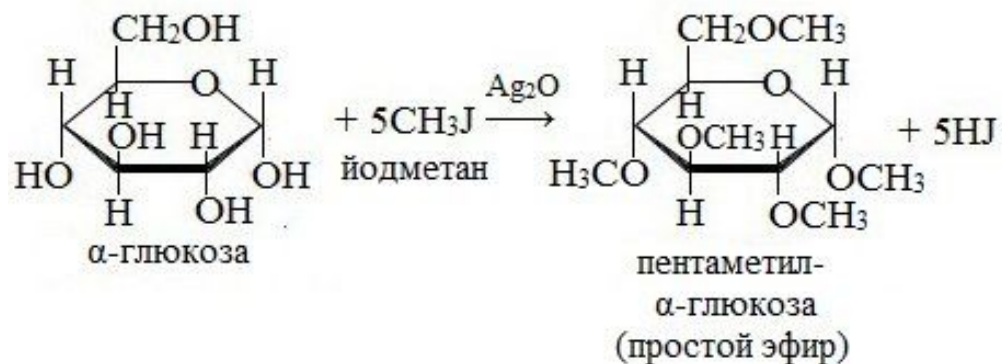
# • Взаимодействие с фенилгидразин<sup>М</sup>ом





### 3) Реакции циклической формы

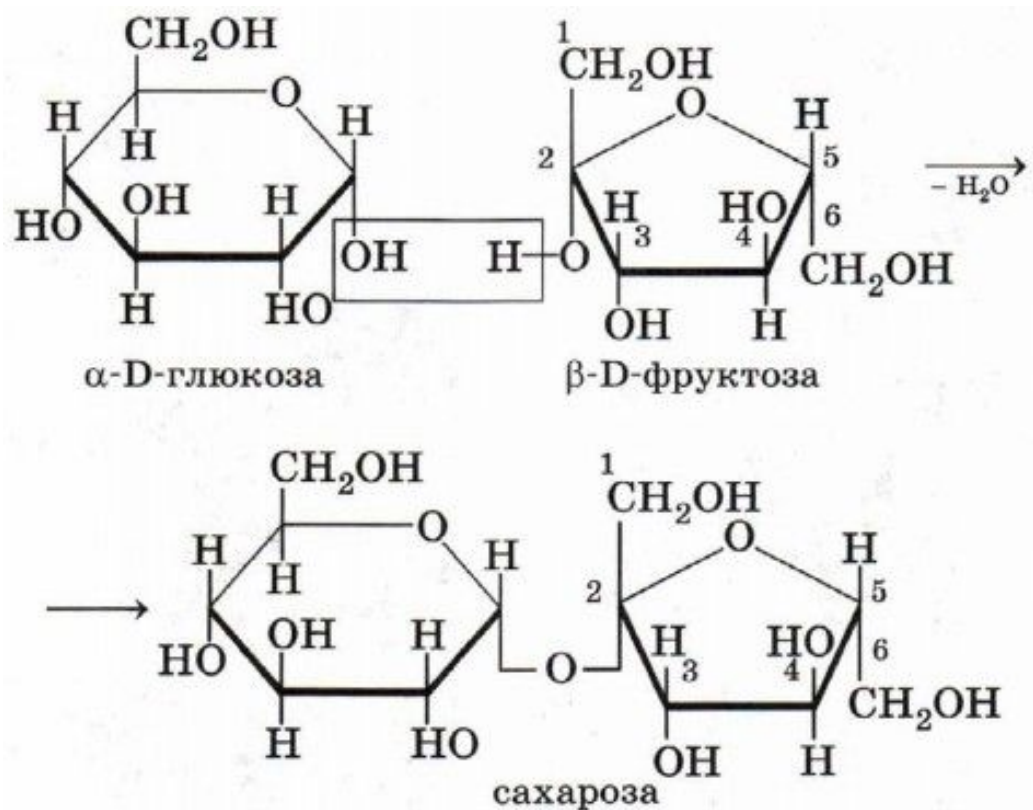
## Алкилирование



## Ацилирование

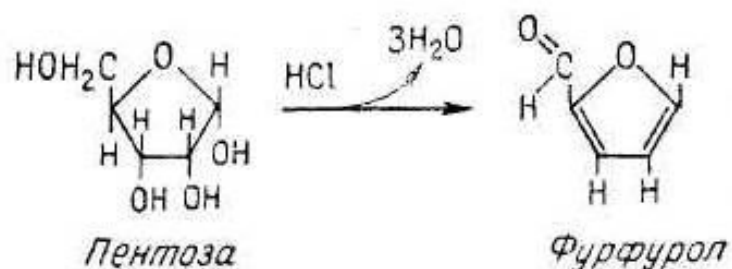


# •Образование дисахаридов



# • Реакции образование фурфурола и его производных

- Пентозы при нагревании с минеральными кислотами образуют фурфурол



- Реакция Селиванова на фруктозу

