

ГБОУ ВПО УГМУ Минздрава РФ  
Кафедра биохимии

**Дисциплина: Биохимия**

## ЛЕКЦИЯ № 6

# Углеводы. Обмен глюкозы

Лектор: Лукаш В.А.

Составитель: Гаврилов И.В.

Факультет: лечебно-профилактический,

Курс: 2

**Екатеринбург, 2014г**

# Определение

- **Углеводы** – вещества с общей формулой  $C_m(H_2O)_n$ , название основано на предположении, что все они содержат 2 компонента — углерод и воду (XIX век).
- **Углеводы** полиоксикарбонильные соединения и их производные.

# Классификация

## Углеводы

### Моносахариды

Альдозы      Кетозы

триозы, гектозы,  
пентозы, гексозы и т.д

- **Функции:**
- энергетическая
- пластическая
- являются фрагментами гликолипидов, НК.
- участвуют в детоксикации ксенобиотиков

### Олигосахариды

- **Функции:**
- Фрагменты гликопротеинов
- фрагменты гликолипидов

### Полисахариды

#### Гомо-

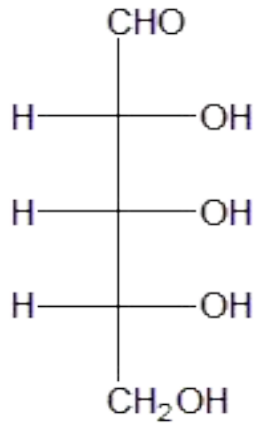
- **Функции:**
- Запасающая
- Пищеварительная

#### Гетеро-

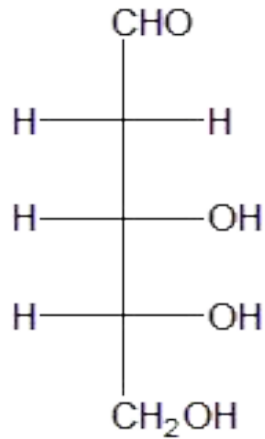
- **Функции:**
- Структурная
- Участвуют в пролиферации и дифференцировке клеток
- Регулируют в гемостазе

# Моносахариды

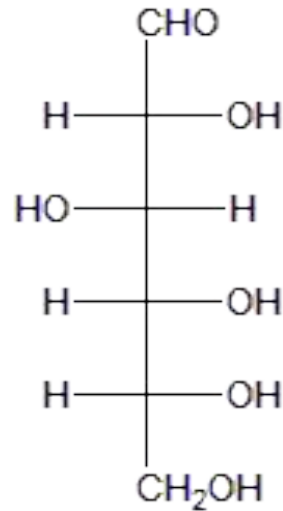
## Пентозы



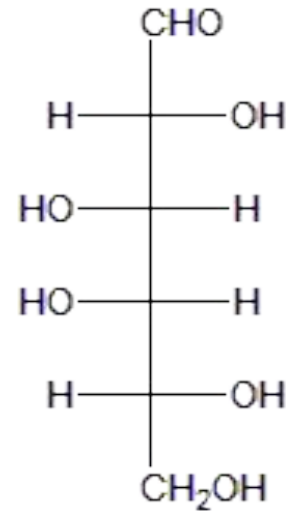
Рибоза



Дезоксирибоза



Глюкоза

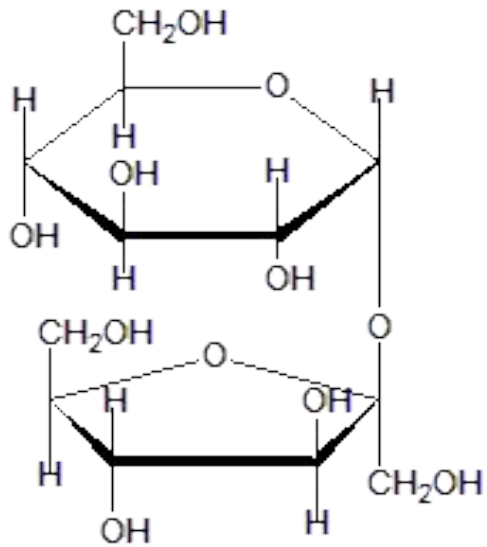


Галактоза

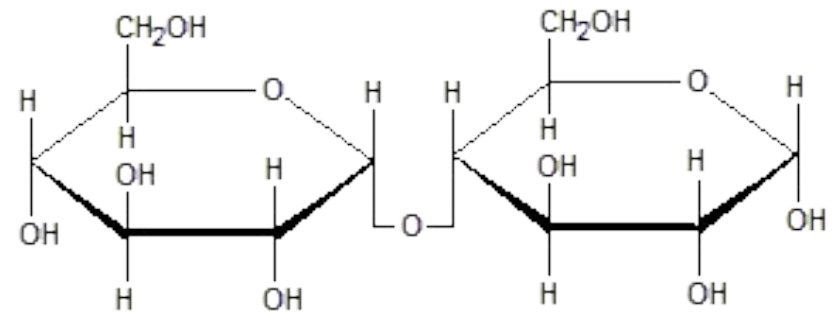


Фруктоза

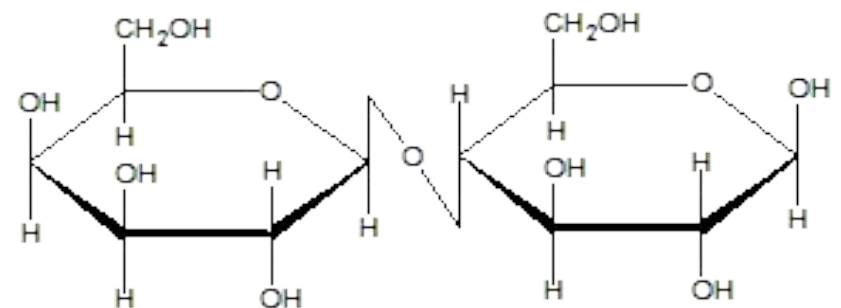
# Дисахариды



Сахароза

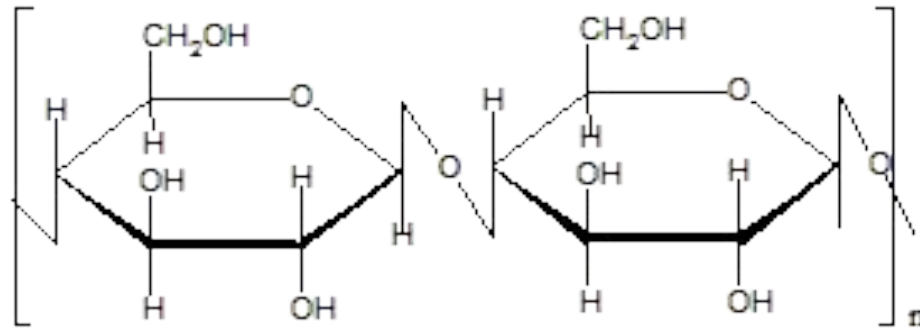


Мальтоза

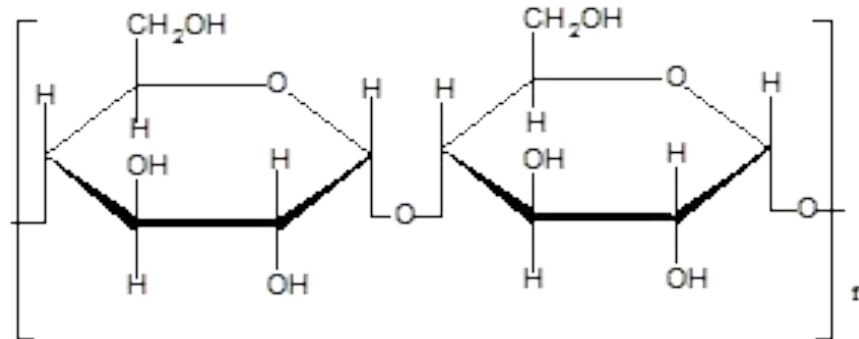


β-лактоза

# Гомополисахариды

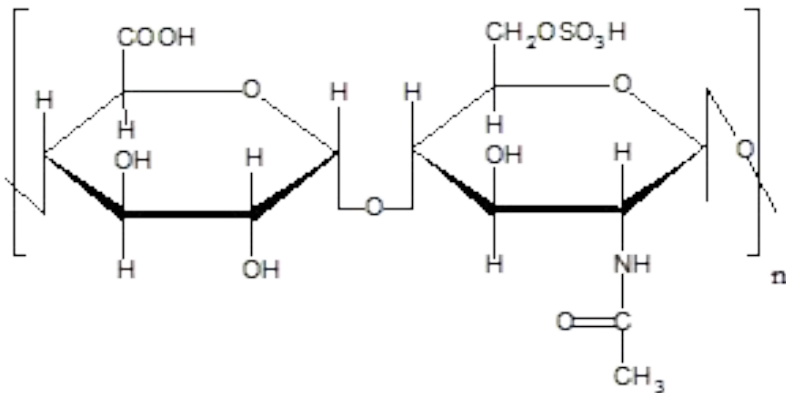


Целлюлоза

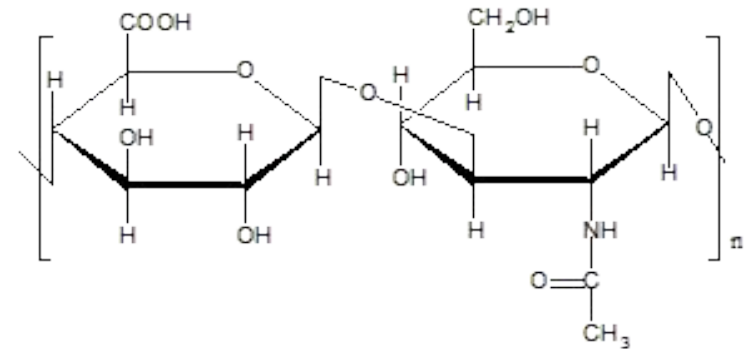


Амилоза  
(компонент крахмала)

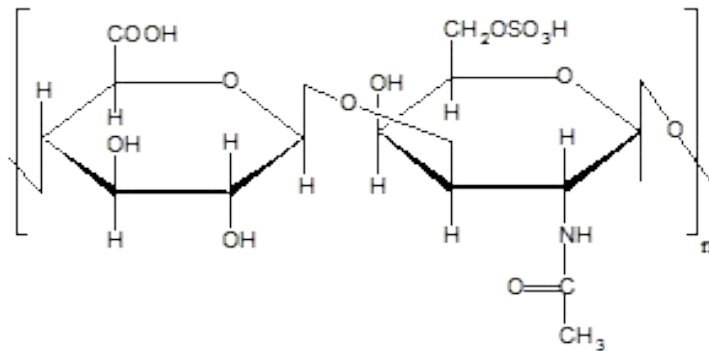
# Гетерополисахариды



Гепарин



Гиалуроновая к-та



Хондроитин-6-сульфат

# Состав углеводов пищи

Основными углеводами пищи являются полисахариды. Моносахаридов и дисахаридов в рационе меньше, они придают пище сладкий вкус.

- Крахмал, целлюлоза – растительного происхождения
- Гликоген, гликозаминогликаны – животного происхождения
- Хитин – грибы, членистоногие.
- Сахароза - сахарная свекла, сахарный тростник
- Мальтоза – пиво.
- Лактоза - молоко
- Фруктоза – мед, фрукты



# Принципы нормирования суточной потребности

- Углеводы составляют 75% массы пищевого рациона.
- Для предотвращения гипергликемии рекомендуется употреблять больше сложных углеводов и меньше простых

	г в сутки	
Взрослые	Муж	425
	Жен	360
Пожилые	Муж	310
	Жен	270

# Роль углеводов в питании

1. **Углеводы пищи являются источником моносахаридов:** большая часть поли-, олиго- и дисахаридов пищи гидролизуются до моносахаридов, которые хорошо всасываются в кишечнике и попадают в кровь.
2. **Целлюлоза пищи не переваривается, но обеспечивает процесс пищеварения** (стимулирует перистальтику кишечника, формирование нормальной микрофлоры, выведение токсинов, токсичных метаболитов, холестерина и его производных из организма)
  - **Всосавшиеся углеводы обеспечивают синтез более 50% макроэргических соединений.**
  - **Часть моносахаридов идет на синтез олиго- и полисахаридов, липидов, белков, НК и других соединений**

# Переваривание

- **Переваривание** – это процесс расщепления веществ до их ассимилируемых форм

- **Переваривание**
  - **Внутриклеточное**
  - **(лизосомальное)**
  - **Внеклеточное**
    - **Полостное**
    - **Пристеночное**

# Переваривание углеводов

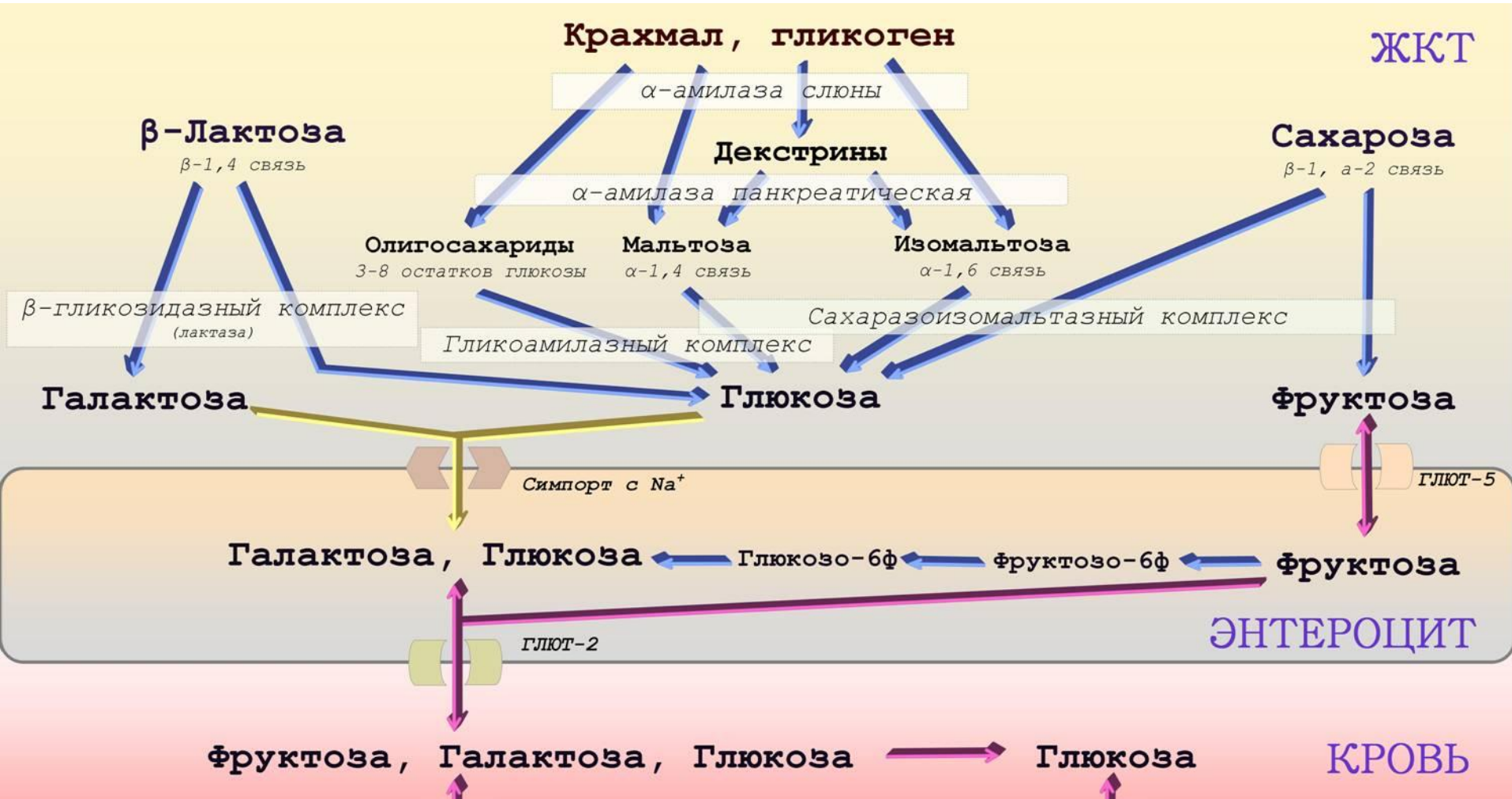


# Транспортеры глюкозы

## GLUT (ГЛЮТ)

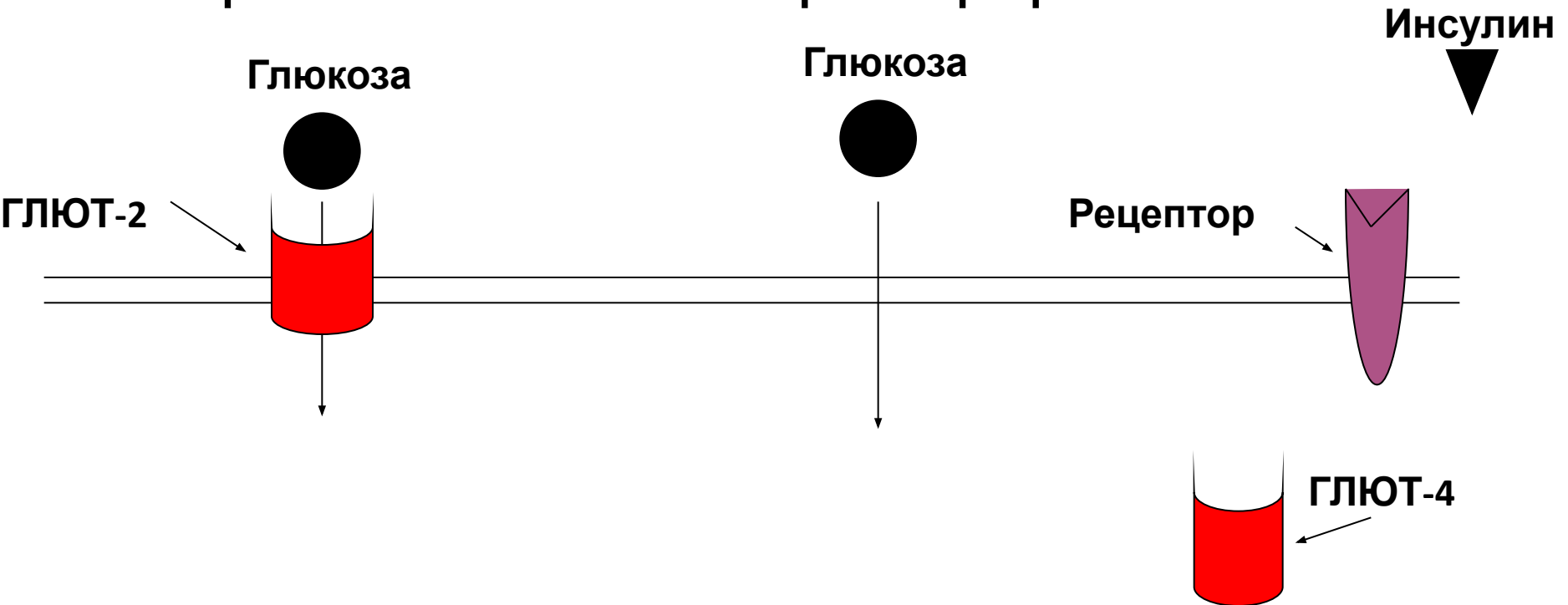
- ГЛЮТ-1 (эритроцитарный тип) – в эритроцитах, эндотелии сосудов гематоэнцефалического барьера. Ген - в 1-й хромосоме
- ГЛЮТ-2 (печеночный тип) - в печени, почках, тонкой кишке и панкреатических  $\beta$ -клетках. Молекула - 524 аминокислотных остатка. Ген - в 3-й хромосоме
- ГЛЮТ-3 (мозговой тип) в мозге, плаценте. Молекула - из 496 аминокислотных остатков. Ген - в 12-й хромосоме
- ГЛЮТ-4 (мышечно-жировой тип) в мышцах, адипоцитах. Молекула - из 509 аминокислотных остатков. Ген - в 17-й хромосоме
- ГЛЮТ-5 (кишечный тип) находится в тонкой кишке, почках. Молекула - из 501 аминокислотного остатка. Ген в 1-й хромосоме. **Всасывание фруктозы**
-

# Всасывание углеводов

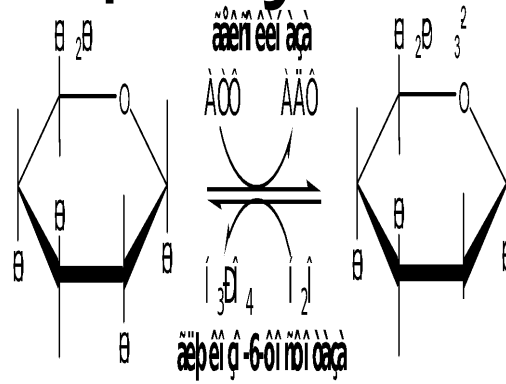


# Транспорт глюкозы

- Глюкоза поступает из кровотока с помощью белков-переносчиков – глюкозных транспортеров - ГЛЮТов.



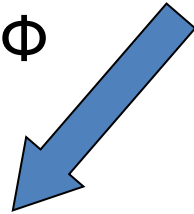
# Активация углеводов



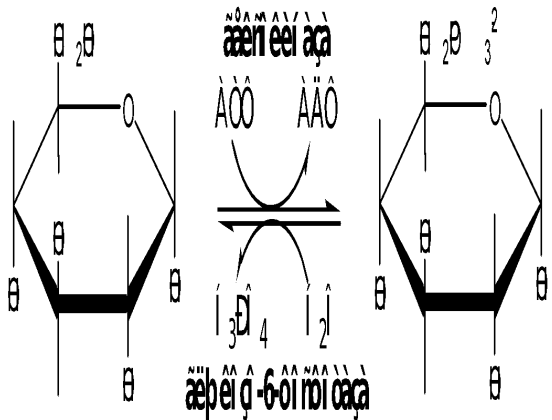
D-глюкоза

D-гли

АТФ

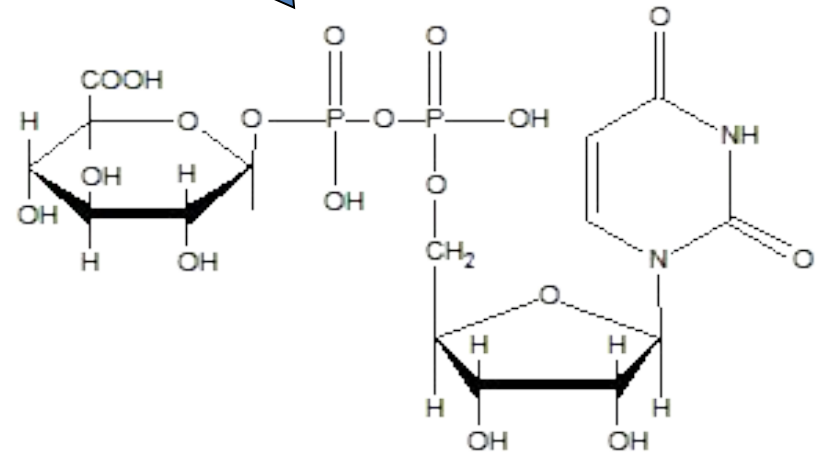


УТФ



D-глюкоза

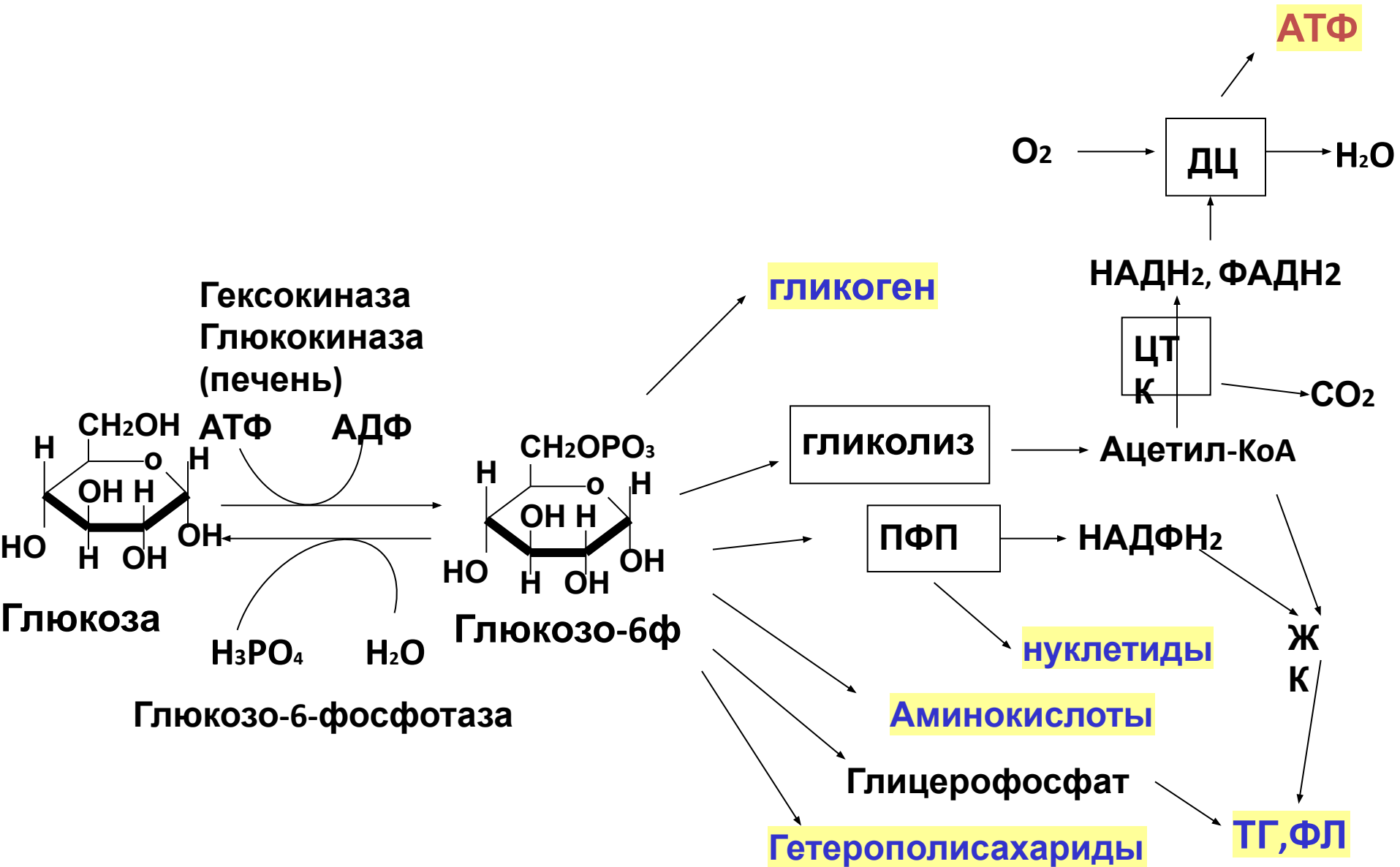
D-глюкозо-6ф



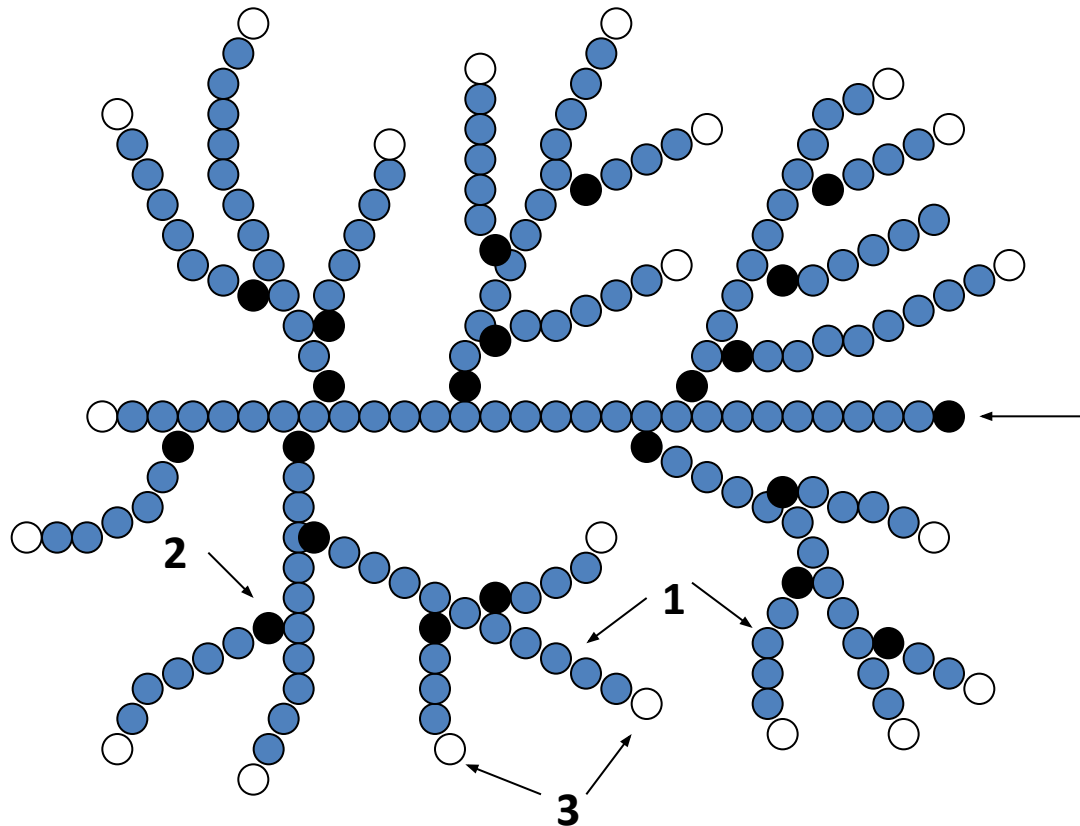
УДФ-глюкуроновая кислота



# Пути обмена глюкозо-6ф в клетке



# Гликоген



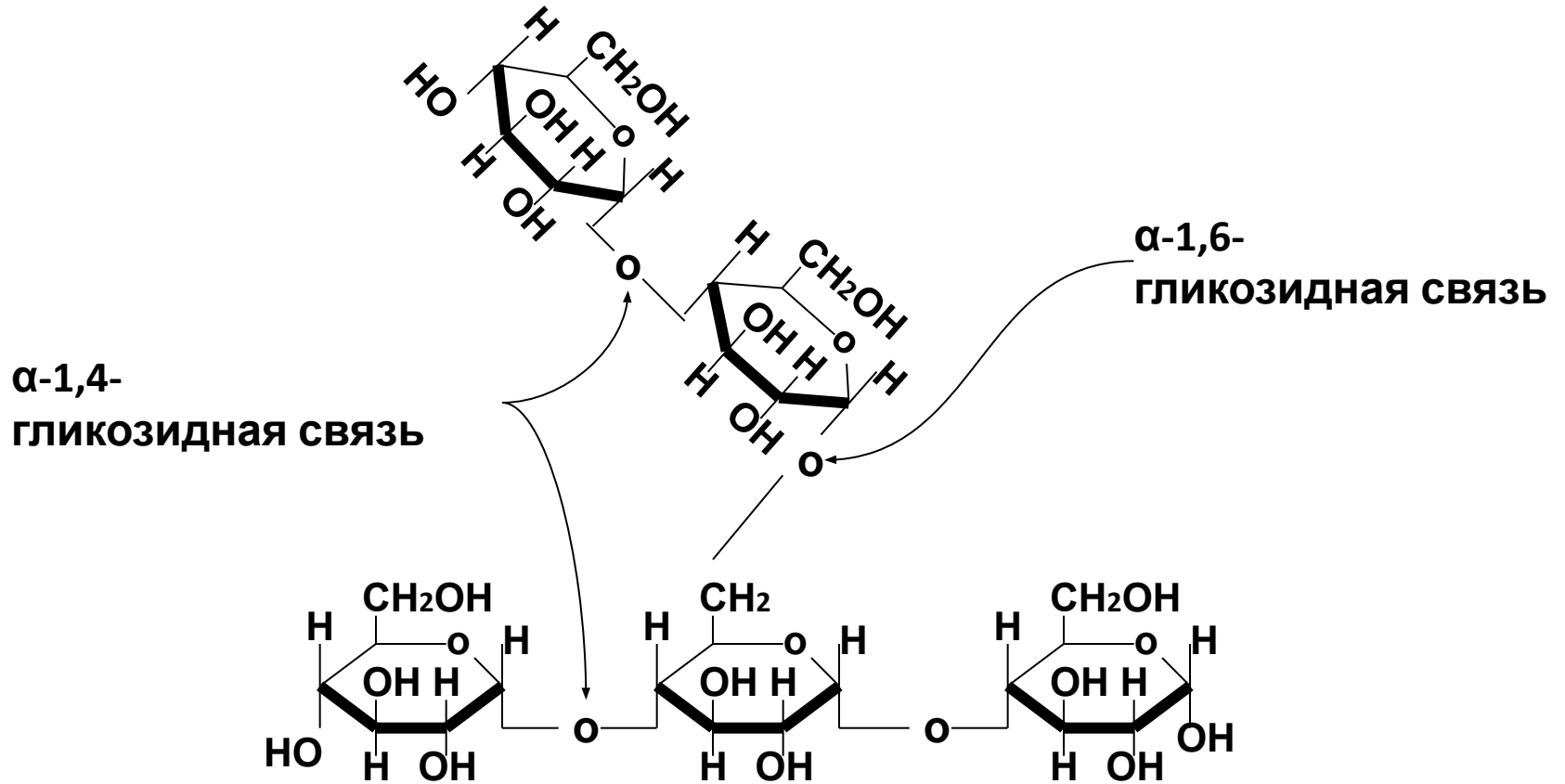
1-остатки глюкозы,  
соединенные  $\alpha$ -1,4-  
гликозидной связью

2- остатки глюкозы,  
соединенные  $\alpha$ -1,6-  
гликозидной связью

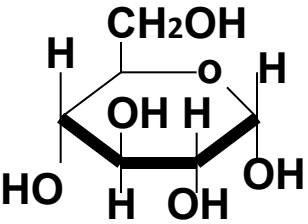
3- нередуцирующие  
концевые мономеры

4-редуцирующий  
концевой мономер

# Фрагмент молекулы гликогена



# Метаболизм гликогена



Глюкоза



Глюкозо-6фосфотаза

АТФ

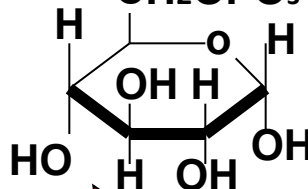
АДФ

Глюкокиназа

или

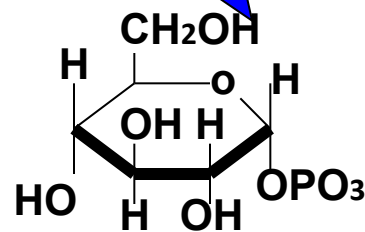
Гексокиназа

Глюкозо-6ф



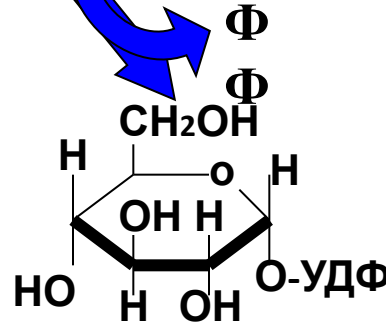
Фосфоглюкомутаза

Глюкозо-1ф



УТФ

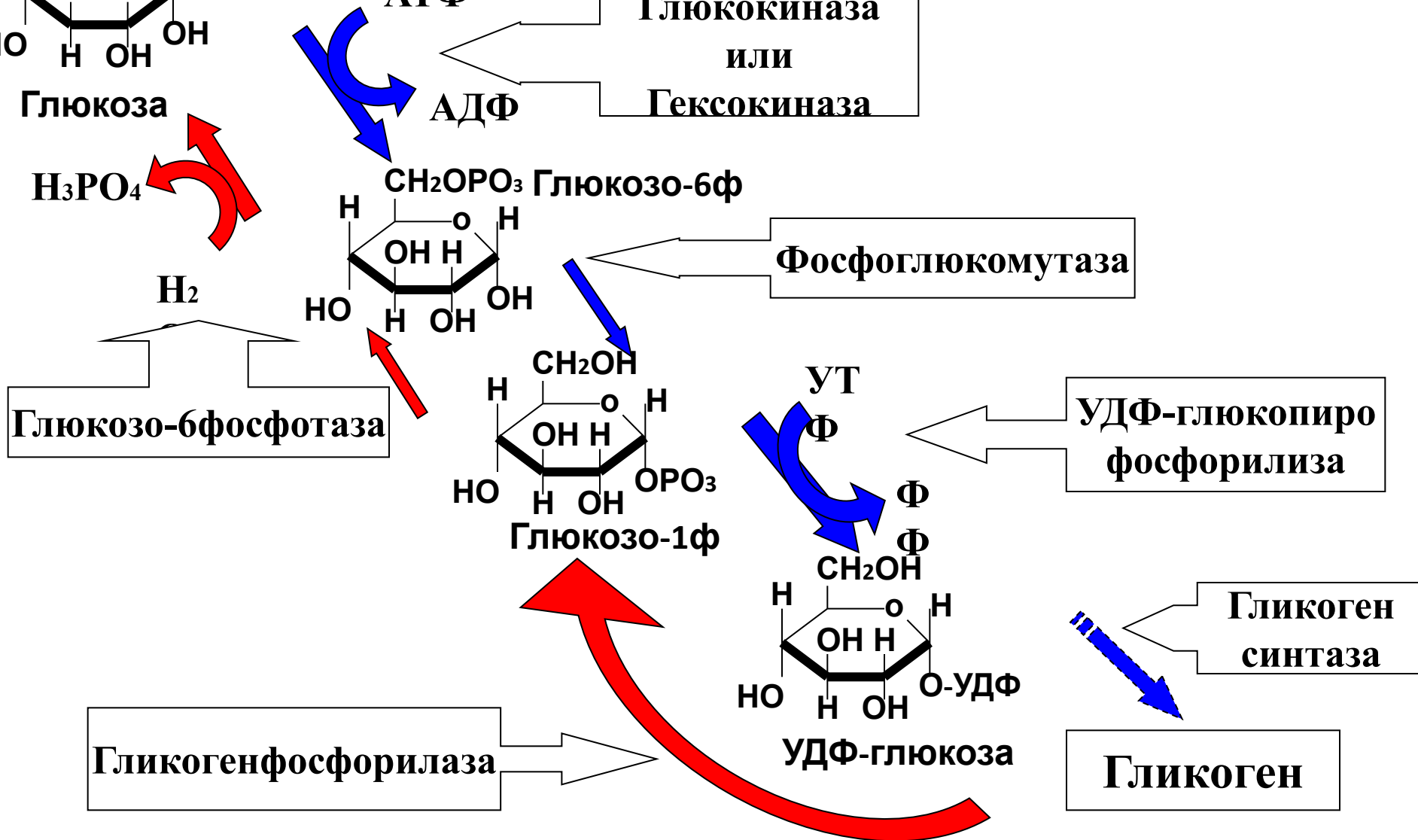
УДФ-глюкопирирофосфорилиза



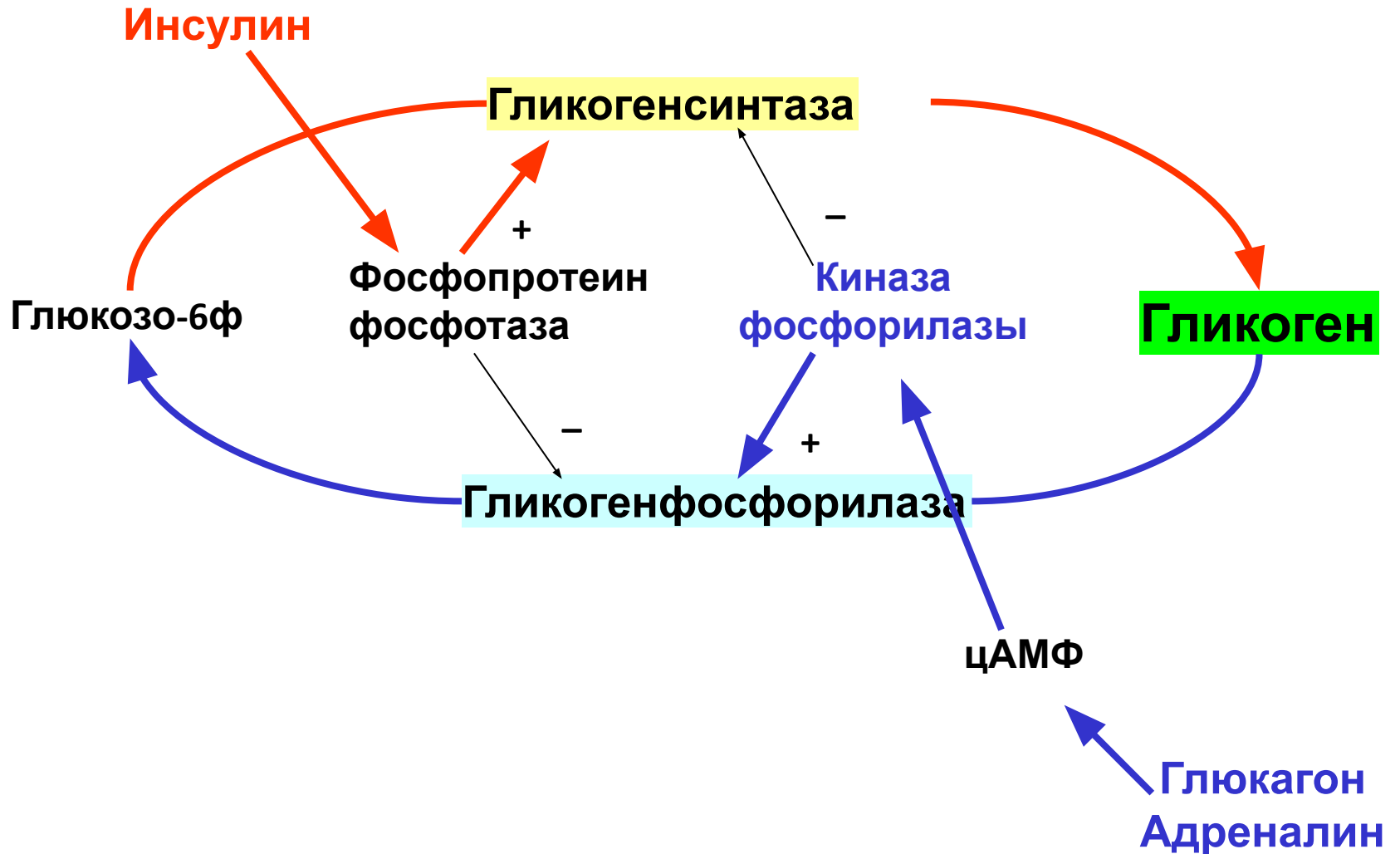
Гликоген синтаза

Гликоген

Гликогенфосфорилаза



# Гормональная регуляция



# Нарушения обмена гликогена

## Гликогеновые болезни

```
graph TD; A[Гликогеновые болезни] --> B[Гликогенозы]; A --> C[Агликогенозы];
```

### Гликогенозы

дефект  
ферментов  
распада гликогена

### Агликогенозы

дефект  
гликоген  
синтазы

MedicalPlanet.su

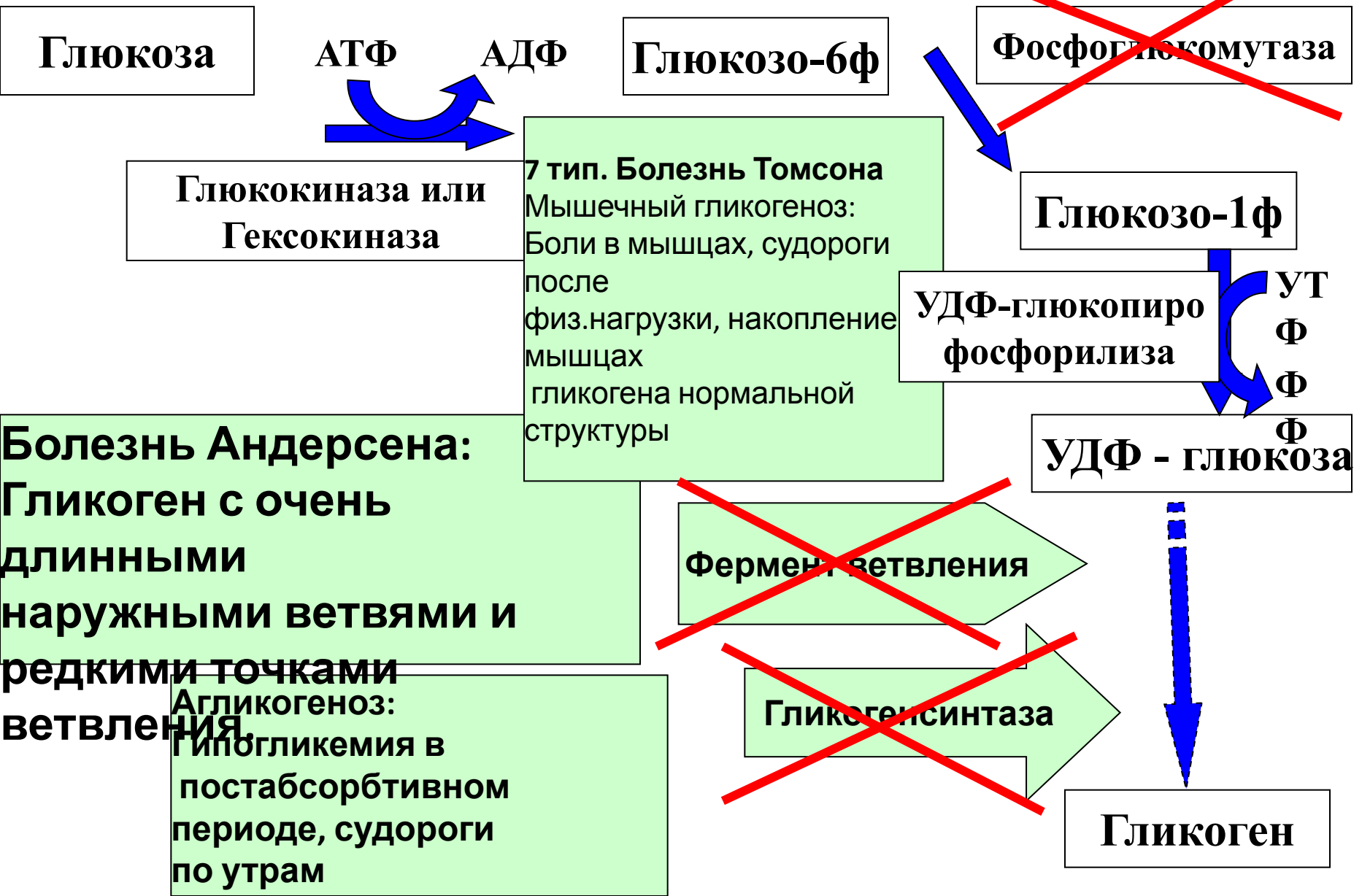
- медицина для вас.

Дефект фермента

Тип гликогеноза

Глюкозо-6-фосфатазы	→	1-й тип (болезнь Гирке)
Альфа-1,4-глюкозидазы	→	2-й тип (болезнь Помпе)
Амило-1,6-глюкозидазы	→	3-й тип (болезнь Кори)
D-1,4-глюкано- $\alpha$ -глюкозилтрансферазы	→	4-й тип (болезнь Андерсен)
Гликогенфосфорилазы миоцитов	→	5-й тип (болезнь МакАрдля)
Гликогенфосфорилазы гепатоцитов	→	6-й тип (болезнь Гирса)
Фосфоглюкомутазы	→	7-й тип (болезнь Томпсона)
Фосфофруктомутазы	→	8-й тип (болезнь Таруи)
Киназы фосфорилазы в гепатоцитах	→	9-й тип (болезнь Хага)

# Формы гликогенозов



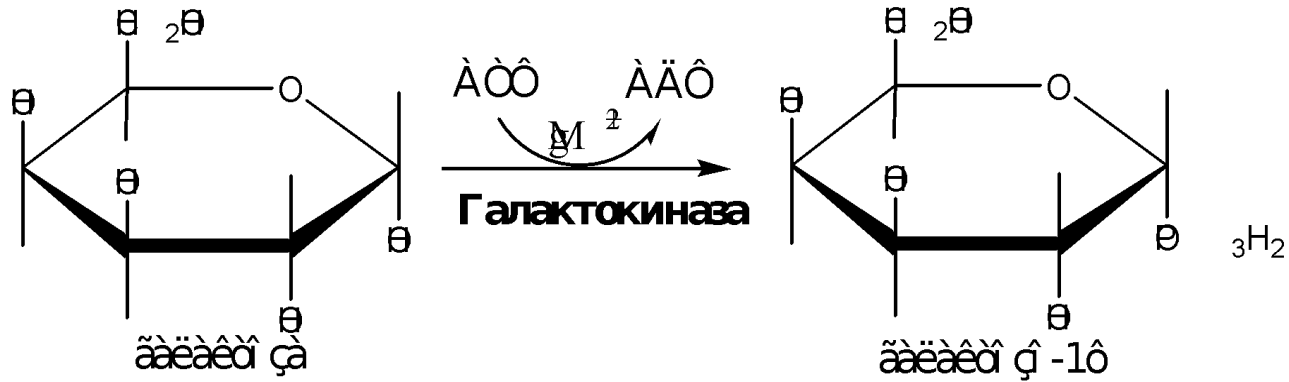


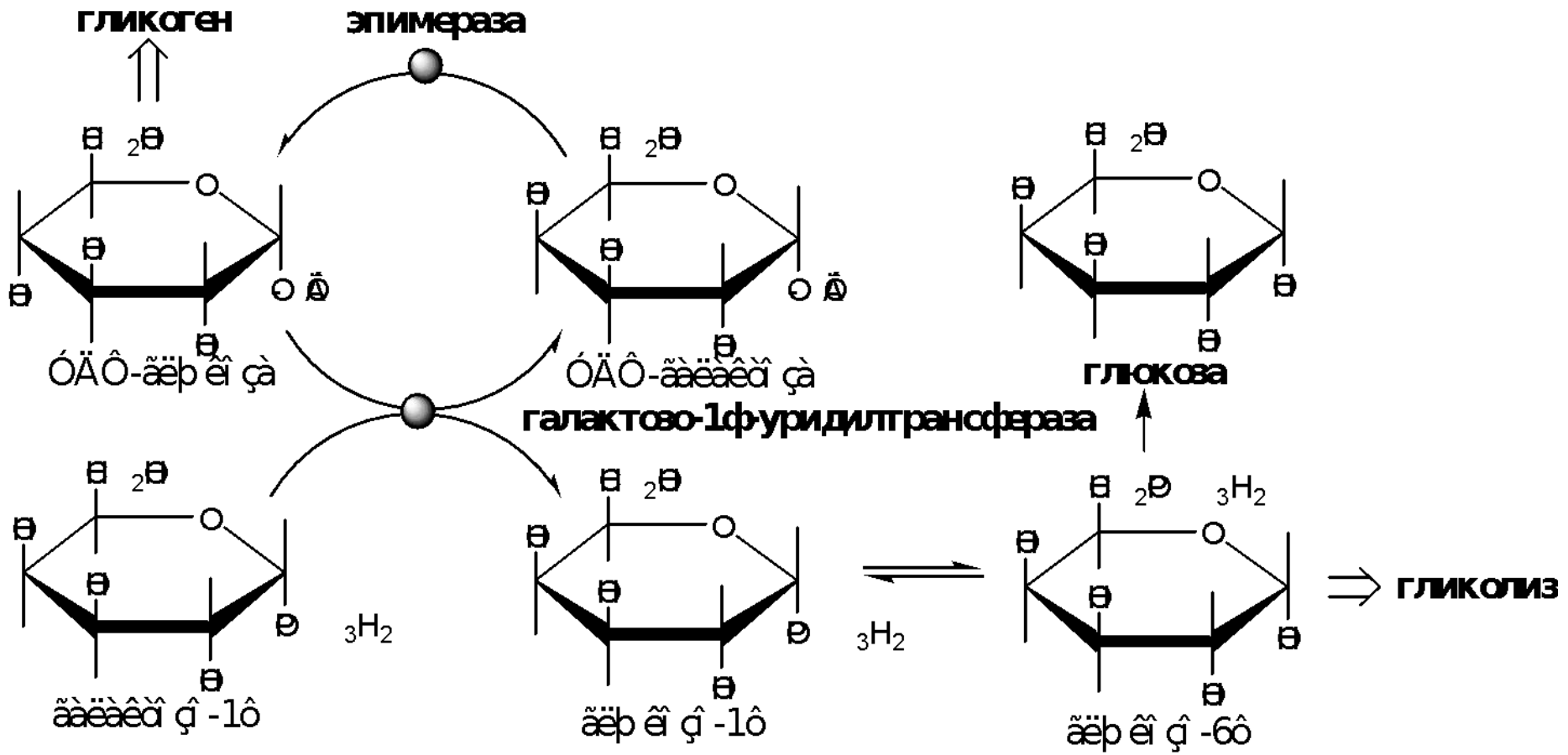
# Формы гликогенозов



# Метаболизм галактозы

Галактоза образуется в кишечнике в результате гидролиза лактозы.  
Превращение галактозы в глюкозу происходит в печени





**Галактозо-1ф-уридилтрансфераза** замещает галактозой остаток глюкозы в УДФ-глюкозе с образованием УДФ-галактозы.

**Эпимераза** — НАД-зависимый фермент, катализирует эпимеризацию ОН группы по С4 углеродному атому, обеспечивая взаимопревращения галактозы и глюкозы в составе УДФ

**Переутомлен  
ие  
Голодание**

**инсули  
н**



5,5

**Глюкоза**  
в норме

**Гиперглике  
мия**

6,1

~~ммоль/л.~~

**Адренал  
ин**



**Стрес  
с**

3,3

**Гипоглике  
мия**

3,3

~~ммоль/л.~~

**Глюкаго  
н**

**Кортизо  
л  
Глюкаго**

**Спасибо за внимание!**

# Виды регуляции углеводного обмена

## быстрая

### Активность ферментов

метаболическая

гормональная

Тип

профермент-фермент

цАМФ

зависимая

Не цАМФ  
зависимая

## медленная

### Количество ферментов

метаболическая

гормональная

**Переутомлен  
ие  
Голодание**

**инсули  
н**



5,5

**Глюкоза**  
в норме

3,3

**Глюкаго  
н**



3,3

**Гиперглике  
мия**

6,1

~~ммоль/л.~~

**Стрес  
Адренал  
ин**



3,3  
ммоль/л.  
**Гипоглике  
мия**

**Кортизо  
л  
Глюкаго**



**Глюкоза сыворотки крови в в разные возрастные периоды в зрелом, пожилом и старческом возрасте у практически здоровых лиц (ммоль/л)**

<b>Возраст (годы)</b>	<b>Мужчины</b>	<b>Женщины</b>
<b>20-29</b>	<b>3,4-6,7</b>	<b>3,5-6,7</b>
<b>30-39</b>	<b>3,5-6,7</b>	<b>3,5-6,7</b>
<b>40-49</b>	<b>3,4-7,0</b>	<b>3,4-7,0</b>
<b>50-59</b>	<b>3,6-7,1</b>	<b>3,6-7,1</b>
<b>60-69</b>	<b>3,3-7,4</b>	<b>3,4-7,4</b>
<b>70 и более</b>	<b>2,9-7,5</b>	<b>2,9-7,5</b>



# Изменение уровня глюкозы в крови

## ГИПЕРГЛИКЕМИЯ

### Причины физиологической :

- 1) алиментарная, при употреблении легкоусвояемых углеводов;
- 2) стрессорная, под действием катехоламинов, глюкокортикоидов, вазопрессина;
- 3) кратковременные физические нагрузки.

### Причины патологической:

- 1) судороги при эпилепсиях, столбняке;
- 2) Эндокринные нарушения. Гиперпродукция контринсулярных гормонов (гипертириоз, синдромы Кушинга и Кона), абсолютный или относительный дефицит инсулина (сахарный диабет).

## ГИПОГЛИКЕМИЯ

### Причины физиологической :

- 1) алиментарная, при голодании;
- 2) длительная физическая нагрузка.

### Причины патологической:

- 1) эндокринные нарушения при избытке инсулина (инсулинома, передозировка инсулина у больных СД) или недостаточности контринсулярных гормонов;
- 2) гликогенозы, агликогенозы, препятствующие гликогенолизу;
- 3) печеночная недостаточность, связанная с низкой активностью глюконеогенеза;
- 4) почечная недостаточность, связанная с врожденной патологией реабсорбции глюкозы (почечный диабет);
- 5) отравления монойодацетатом (вызывает глюкозурию).