

**Обмен углеводов.**

**Основные углеводы**

**животного организма.**

**Пути распада и синтеза**

**гликогена.**

**Углеводы**- альдегиды и кетоны многоатомных спиртов и полимеры этих соединений.  **$C_n(H_2O)_n$**

**Функции углеводов:**

- 1. Энергетическая** (при окислении **1** г углеводов выделяется **17** кДж энергии (**4,1** ккал))
- 2. Пластическая**
- 3. Защитная**
- 4. Из углеводов образуются органические соединения, которые служат исходными субстратами для синтеза липидов, аминокислот, нуклеотидов**
- 5. Резервная**
- 6. Детоксикационная**

# УГЛЕВОДЫ

## Моносахариды

состоят из одной  
структурной единицы,  
производные  
многоатомных спиртов,  
содержащие

**карбонильную группу**

Глюкоза, фруктоза  
крахм

## Олигосахариды

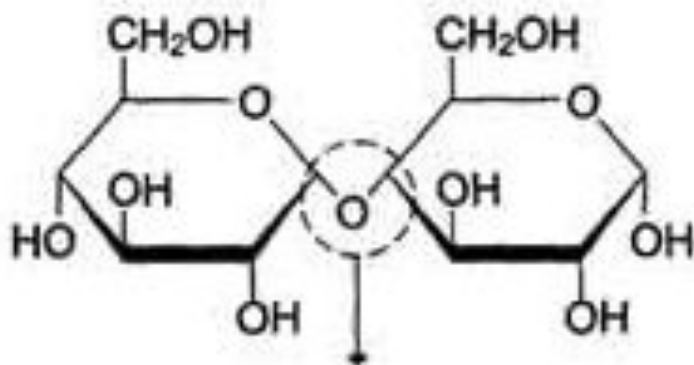
состоят из нескольких  
(от 2 до 10) остатков  
моносахаридов,  
соединённых  
гликозидной связью

Сахароза, лактоза

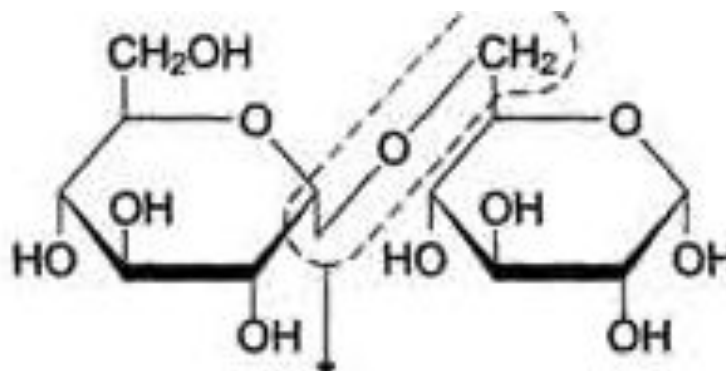
## Полисахариды

содержат от 10-20 до  
нескольких тысяч  
моносахаридных  
остатков, соединённых  
гликозидными связями

Гликоген,



$\alpha(1,4)$ -гликозидная связь



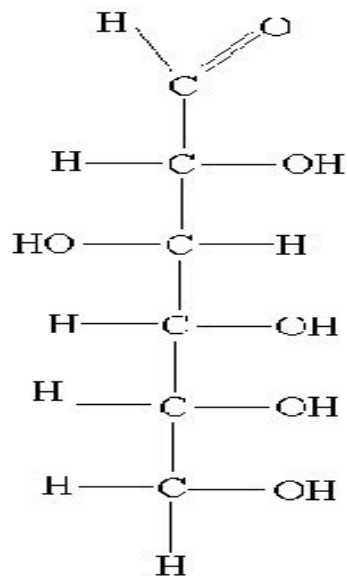
$\alpha(1,6)$ -гликозидная связь

# МОНОСАХАРИДЫ

в зависимости от положения в молекуле карбонильной группы

## АЛЬДОЗЫ

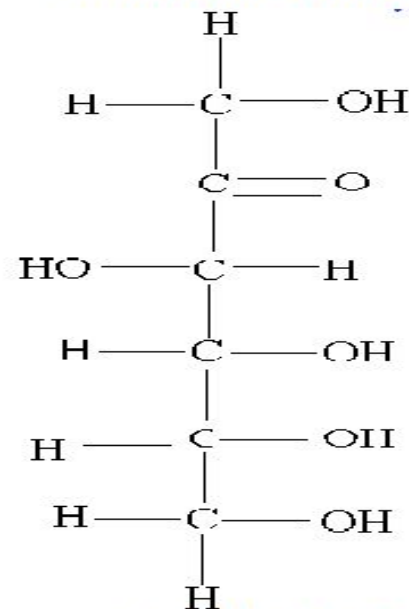
содержат функциональную альдегидную группу  $-HC=O$



глюкоза

## КЕТОЗЫ

содержат кетонную группу  $>C=O$



фруктоза

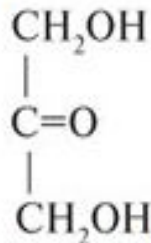
в зависимости от числа углеродных атомов

### C3:ТРИОЗЫ

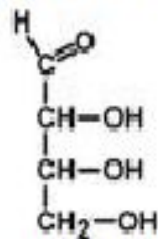


глицеральдегид

### C4:ТЕТРОЗЫ

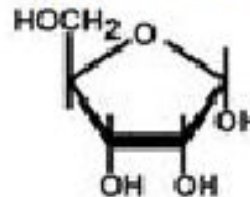


дигидроксиацетон



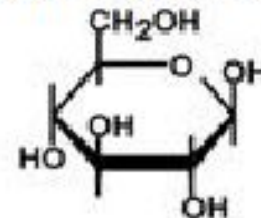
эритроза

### C5:ПЕНТОЗЫ



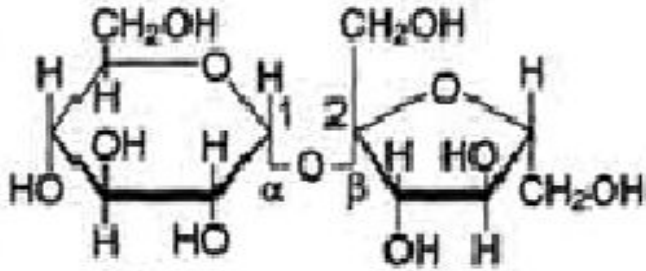
рибоза

### C6:ГЕКСОЗЫ

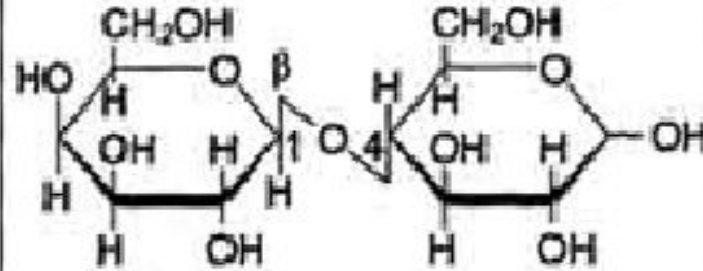
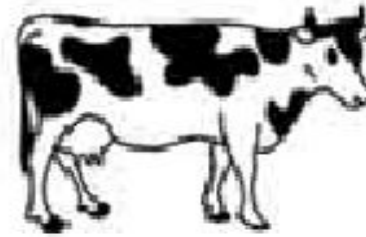


глюкоза

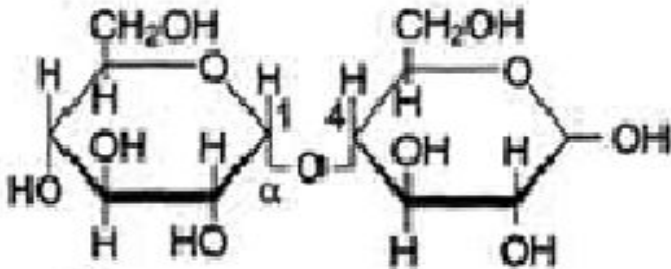
# ОЛИГОСАХАРИДЫ



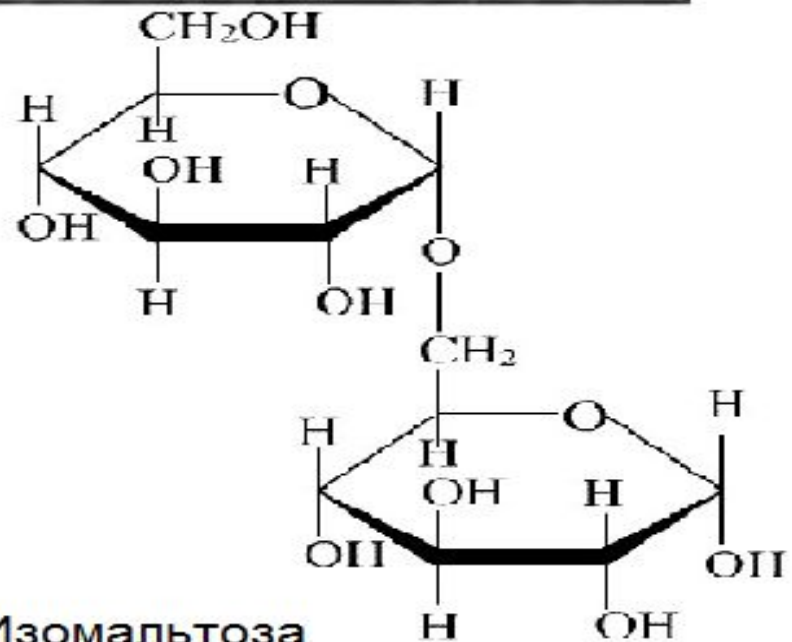
Сахароза



Лактоза



Мальтоза



Изомальтоза

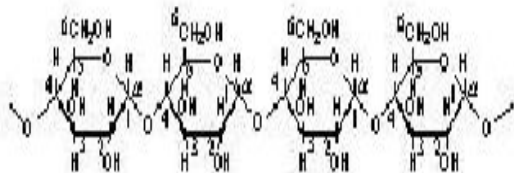
# ПОЛИСАХАРИДЫ

В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТРОЕНИЯ ОСТАТКОВ МОНОСАХАРИДОВ



## ГОМОПОЛИСАХАРИДЫ

мономеры идентичны



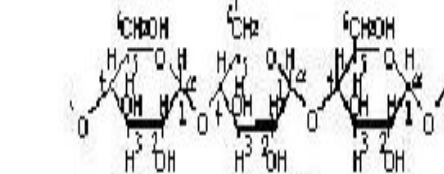
амилоза

компоненты  
крахмала



амилопектин

$(C_6H_{10}O_5)_n$



Гликоген, целлюлоза

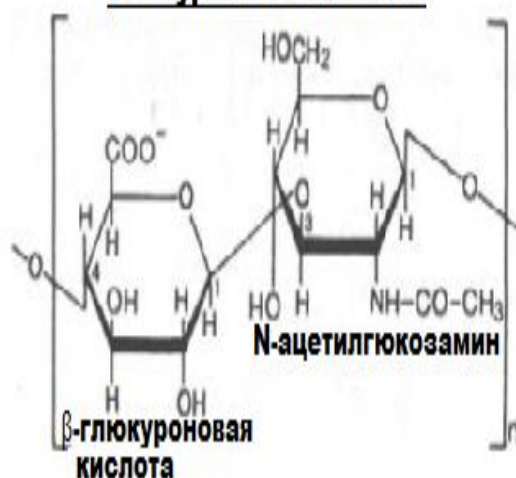


## ГЕТЕРОПОЛИСАХАРИДЫ

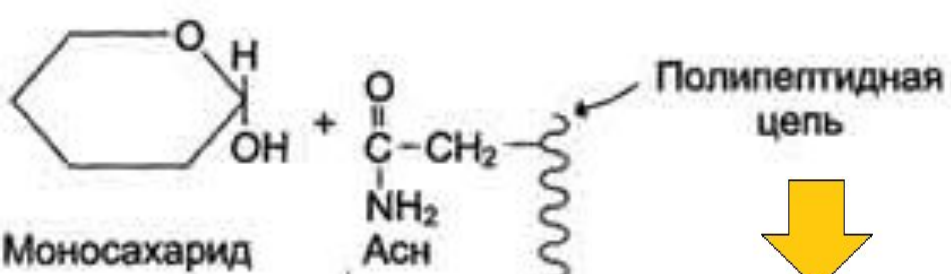
мономеры различны

Гликозаминогликаны- построены  
из повторяющихся дисахаридных  
единиц

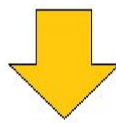
Гиалуруоновая кислота



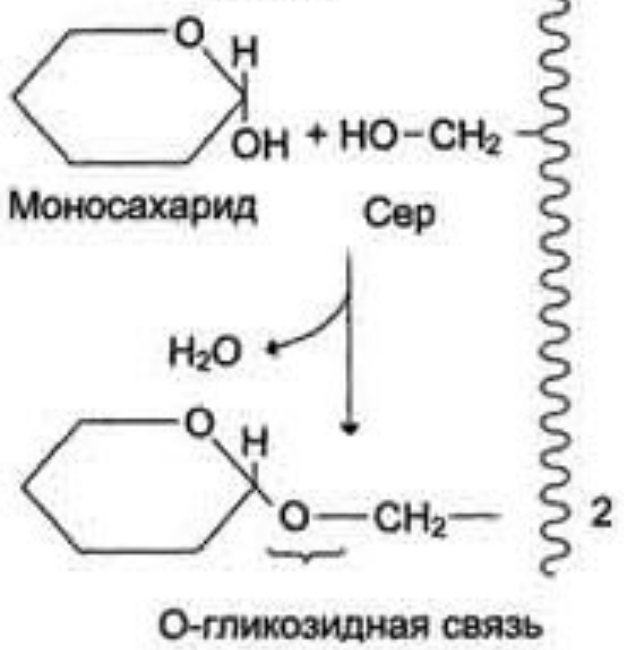
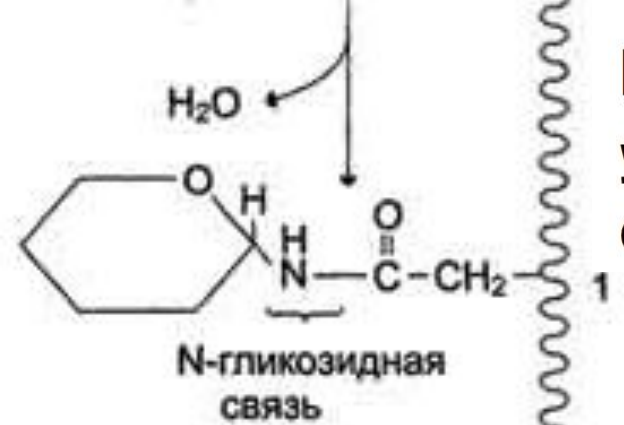
1. Гиалуруоновая к-та
2. Хондроитинсульфаты
3. Дерматансульфаты
4. Кератансульфаты
5. Гепарансульфаты
6. Гепарин

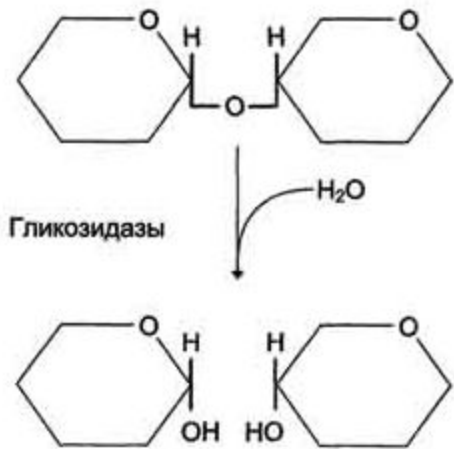


**ГЛИКОПРОТЕИНЫ**  
 углеводный компонент-5-40%  
 олигосахариды



**ПРОТЕОГЛИКАНЫ**  
 углеводный компонент-до 95%  
 гликозаминогликаны





Переваривание углеводов, имеющих олиго- или полисахаридное строение, заключается в гидролизе **1,2** или **1,4** или **1,6**-гликозидных связей под действием ферментов класса гидролаз подкласса гликозидаз

## УГЛЕВОДЫ ПИЩИ

### ПЕРЕВАРИВАЕМЫЕ

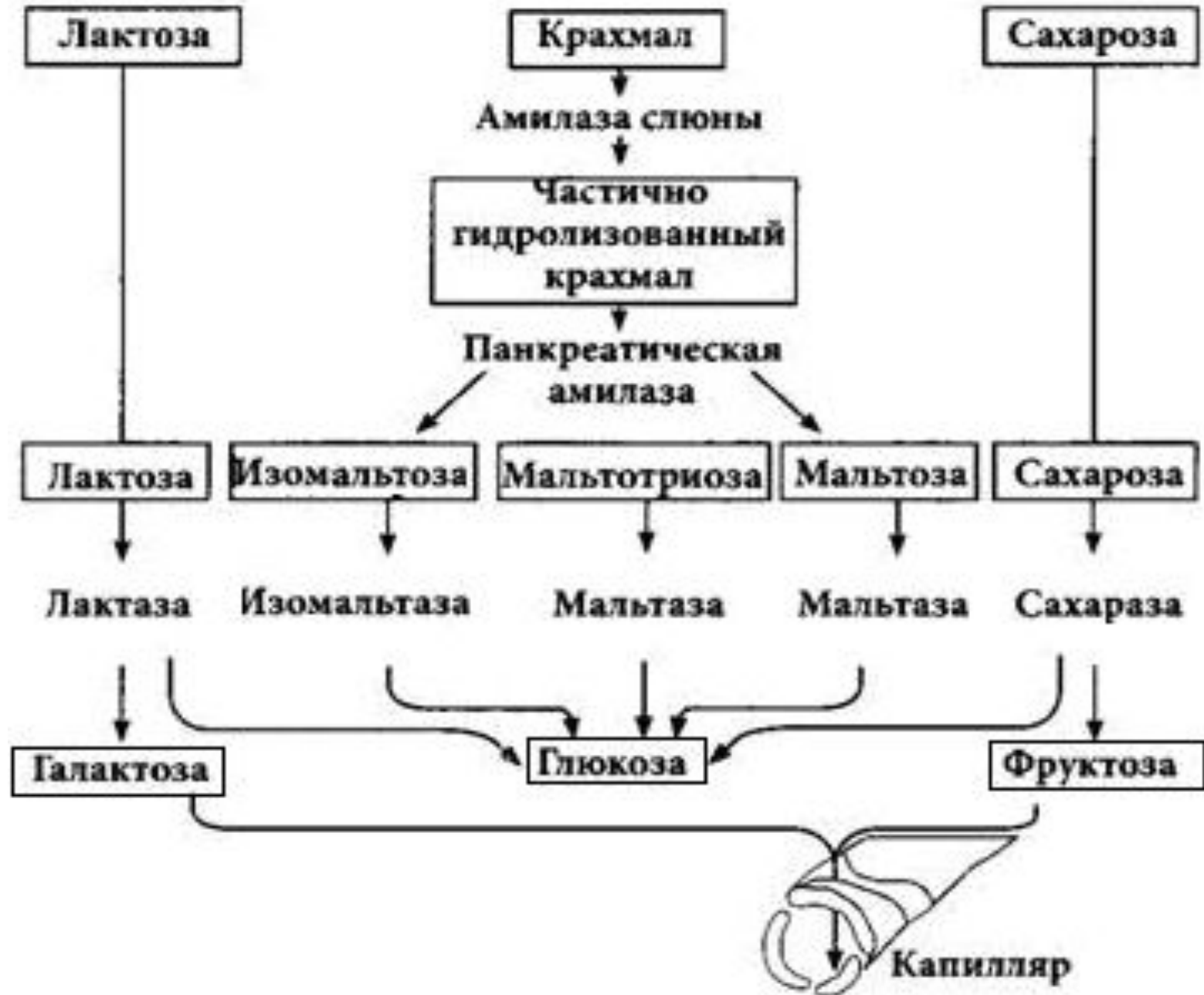
- Крахмал (основной углевод пищи)
- Сахароза
- Лактоза
- Мальтоза
- Глюкоза
- Фруктоза

### НЕПЕРЕВАРИВАЕМЫЕ

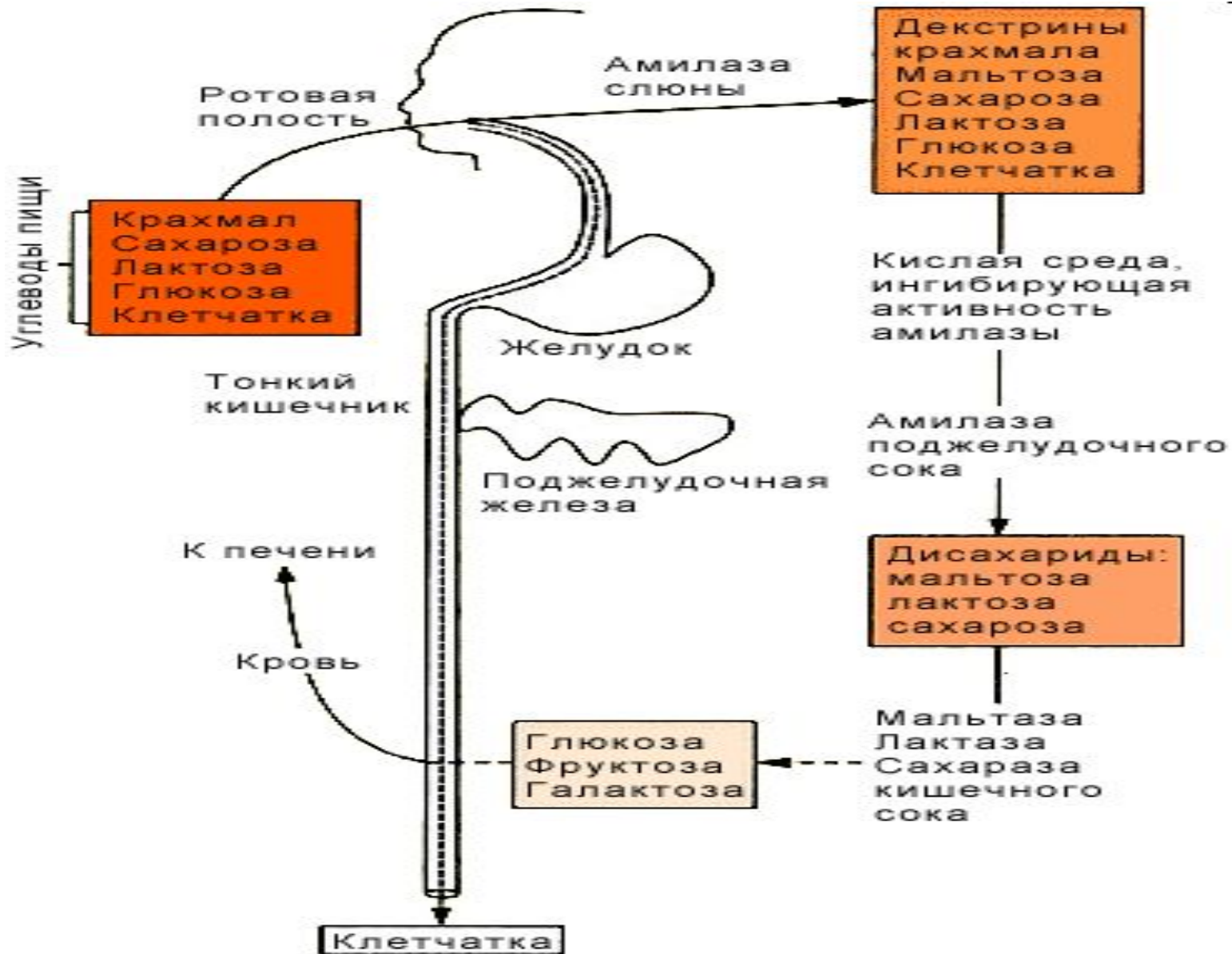
- В организме нет ферментов, которые участвовали бы в их переваривании.
- Целлюлоза
  - Пектин
  - Гемицеллюлоза, включающая
  - галактан
  - ксилан
  - арабинан



# ПЕРЕВАРИВАНИЕ УГЛЕВОДОВ



# ПЕРЕВАРИВАНИЕ УГЛЕВОДОВ



**В основе патологии переваривания и всасывания углеводов могут быть причины двух типов:**

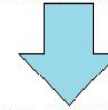
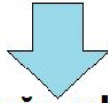
- дефекты ферментов, участвующих в гидролизе углеводов в кишечнике;
- нарушение всасывания продуктов переваривания углеводов в клетки слизистой оболочки кишечника.

**В обоих случаях возникает осмотическая диарея, которую вызывают нерасщеплённые дисахариды или невсосавшиеся моносахариды.**

**Мальабсорбция- недостаточное всасывание продуктов переваривания углеводов.**

Но поскольку клинические проявления при недостаточном переваривании и всасывании сходны, то термином "мальабсорбция" называют оба вида нарушений.

**Транспорт моносахаридов в клетки слизистой оболочки кишечника**



**путём облегчённой диффузии**

**путем активного транспорта**

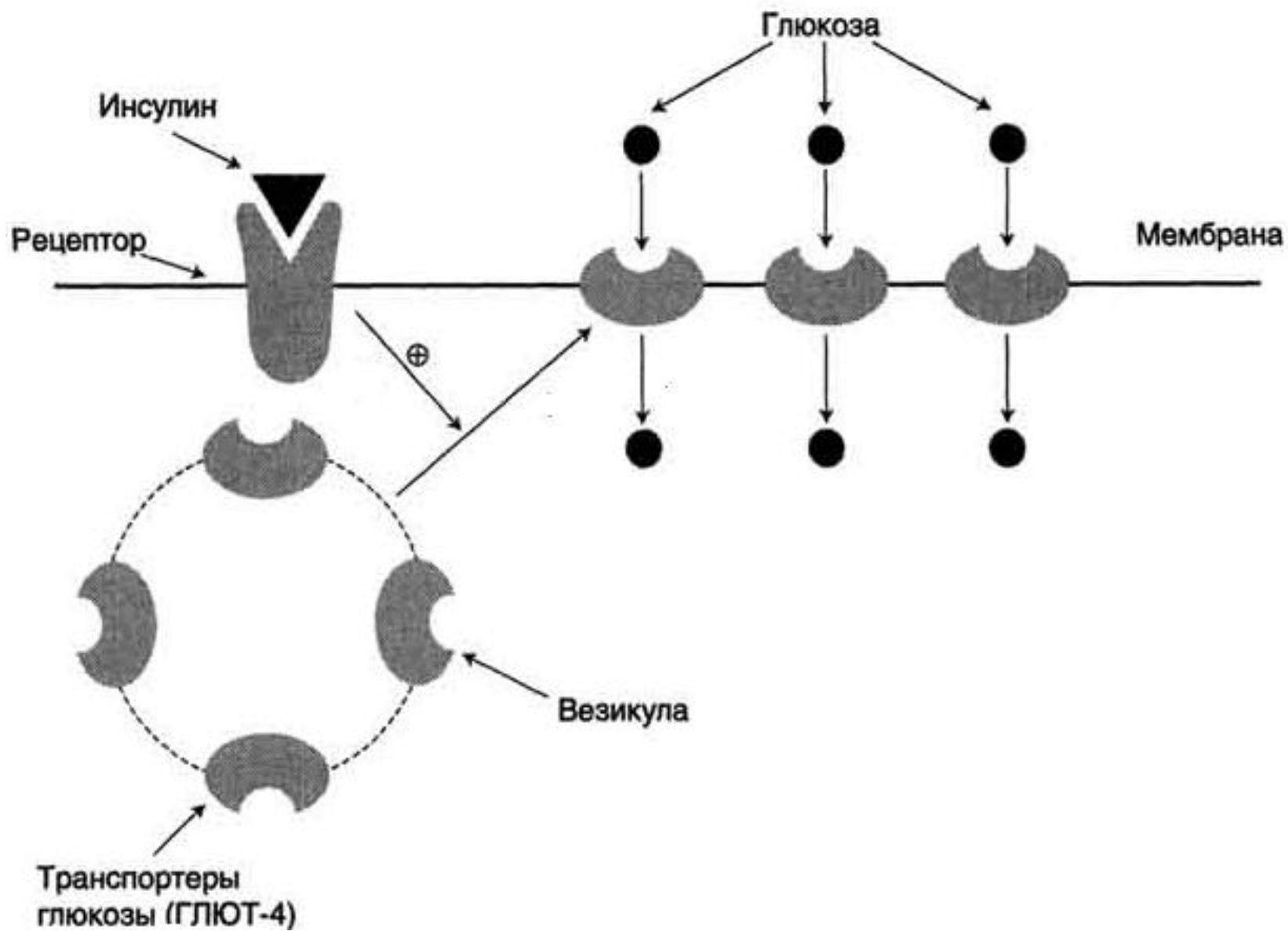
**(при высокой концентрации глюкозы)**

**(при низкой концентрации глюкозы)**

**Из энтероцитов в кровь глюкоза поступает путем облегченной диффузии**

**Из кровотока в клетки тканей глюкоза поступает путём облегчённой диффузии (белки-переносчики ГЛЮТ)**

| Типы ГЛЮТ                    | Локализация в органах   |
|------------------------------|---|
| ГЛЮТ-1                       | Преимущественно в мозге, плаценте, почках, толстом кишечнике  |
| ГЛЮТ-2                       | Преимущественно в печени, почках, $\beta$ -клетках островков Лангерханса, энтероцитах                           |
| ГЛЮТ-3                       | Во многих тканях, включая мозг, плаценту, почки   |
| ГЛЮТ-4<br>(инсулинзависимый) | В мышцах (скелетной, сердечной), жировой ткани<br>Содержится в отсутствие инсулина почти полностью в цитоплазме |
| ГЛЮТ-5                       | В тонком кишечнике. Возможно, является переносчиком фруктозы.   |



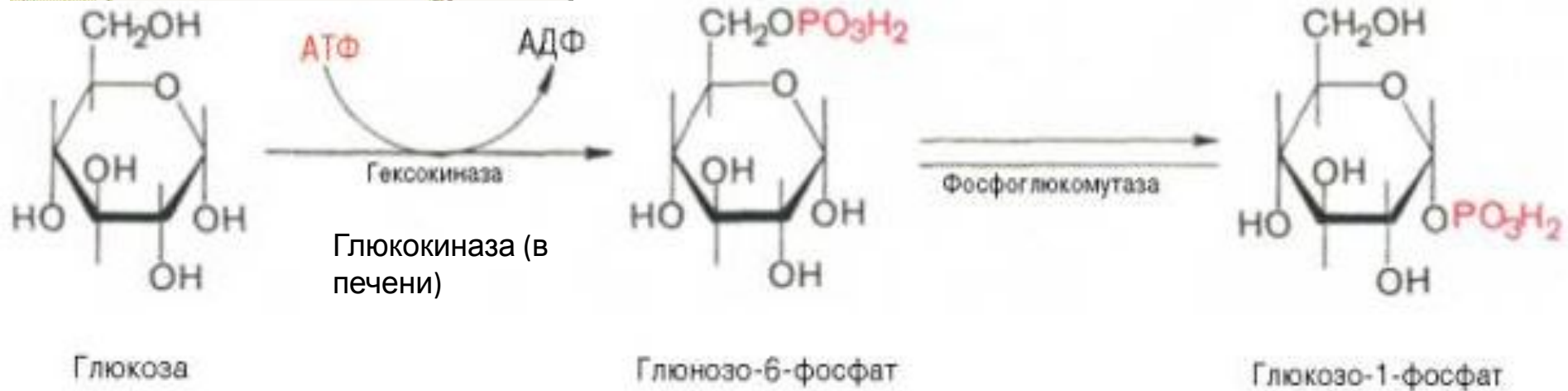
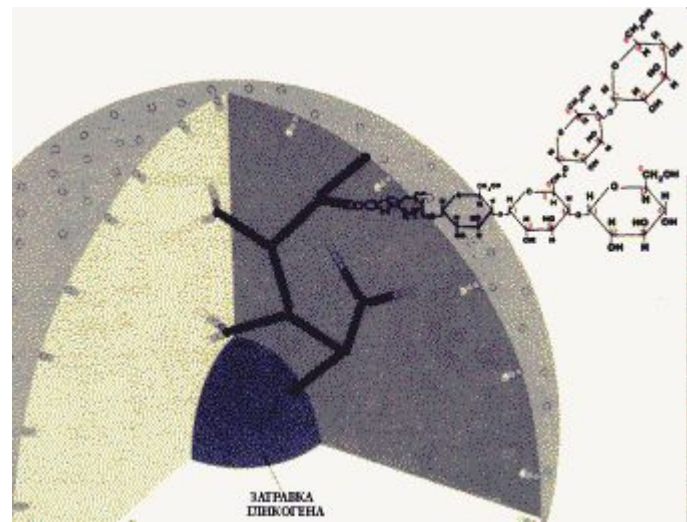
# Глюкозо-6-фосфат- узловый метаболит



- **МЕТАБОЛИЗМ ГЛИКОГЕНА  
ВКЛЮЧАЕТ ПРОЦЕСС  
ОБРАЗОВАНИЯ ГЛИКОГЕНА (СИНТЕЗ)  
И ЕГО РАСПАД (МОБИЛИЗАЦИЮ)**

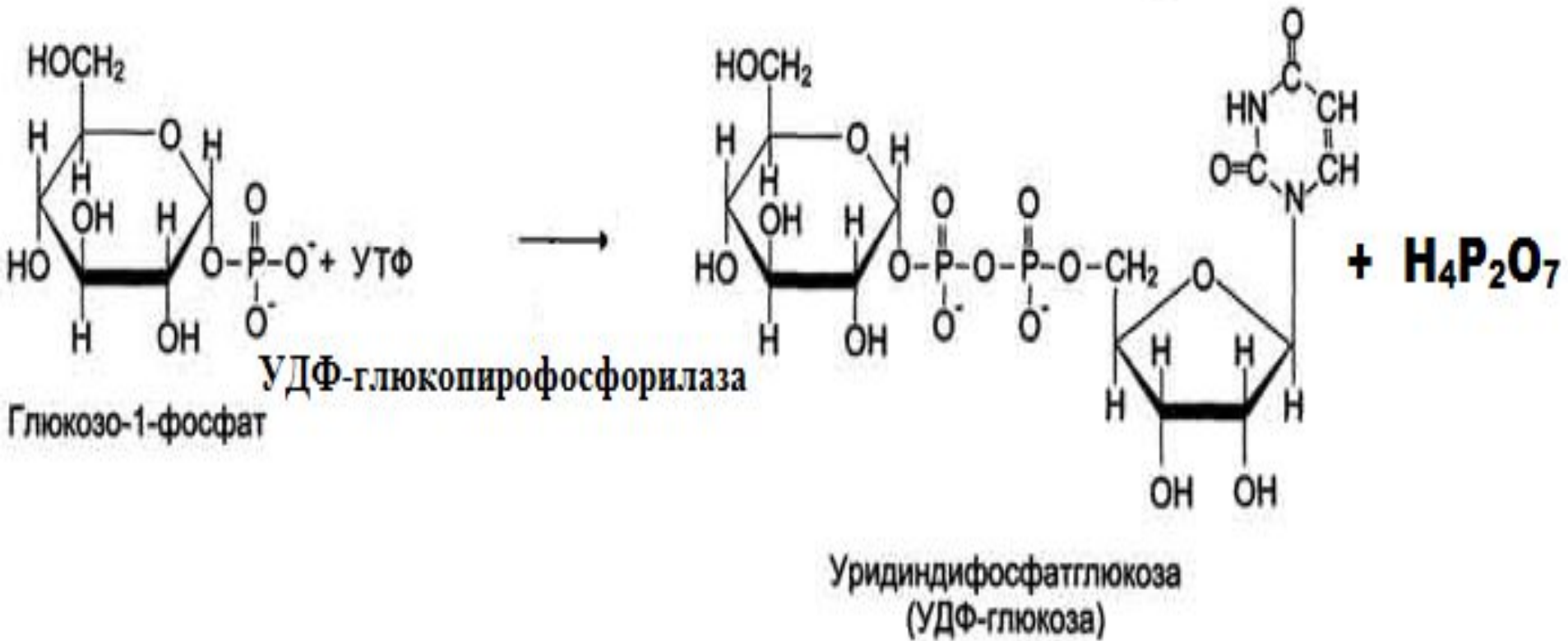
# СИНТЕЗ ГЛИКОГЕНА

Гликоген синтезируется в период пищеварения (через **1-2 ч** после приёма углеводной пищи)

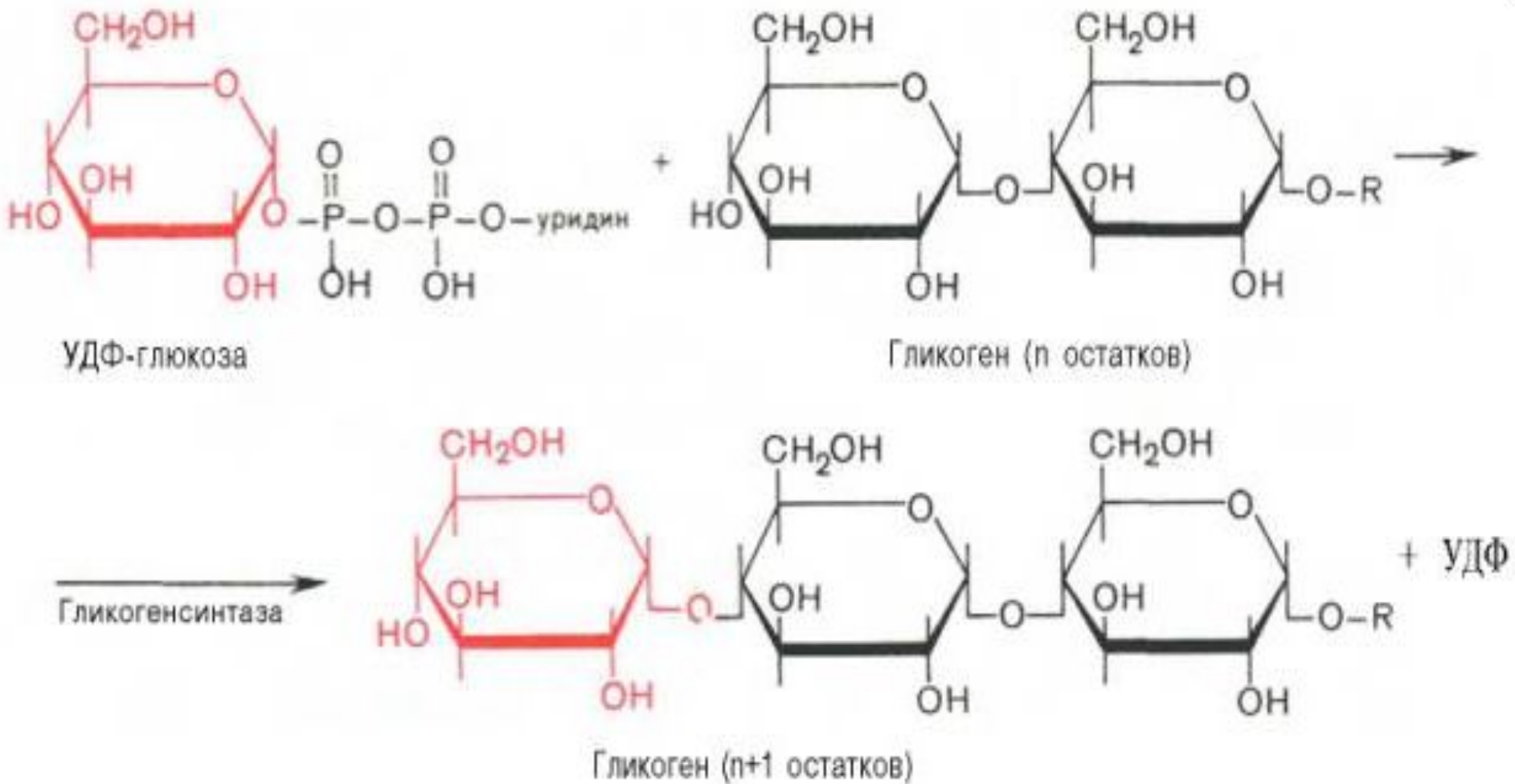




# СИНТЕЗ ГЛИКОГЕНА

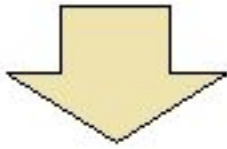


# СИНТЕЗ ГЛИКОГЕНА

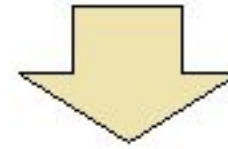


Разветвлённая структура гликогена образуется при участии амило-**1,4** → **1,6**-глюкозилтрансферазы (фермент "ветвления")

# РАСПАД ГЛИКОГЕНА (ГЛИКОГЕНОЛИЗ)



**АМИЛОЛИТИЧЕСКИЙ**  
гидролитическое  
отщепление  
молекулы глюкозы



**ФОСФОРОЛИТИЧЕСКИЙ**  
расщепление гликозидной  
связи с использованием  
неорганического фосфата

Распад гликогена происходит в ответ на повышение потребности организма в глюкозе



## **ПЕЧЕНЬ**

Распад гликогена в печени обеспечивает поддержание постоянной концентрации глюкозы в крови, и, следовательно, поступление глюкозы в другие ткани



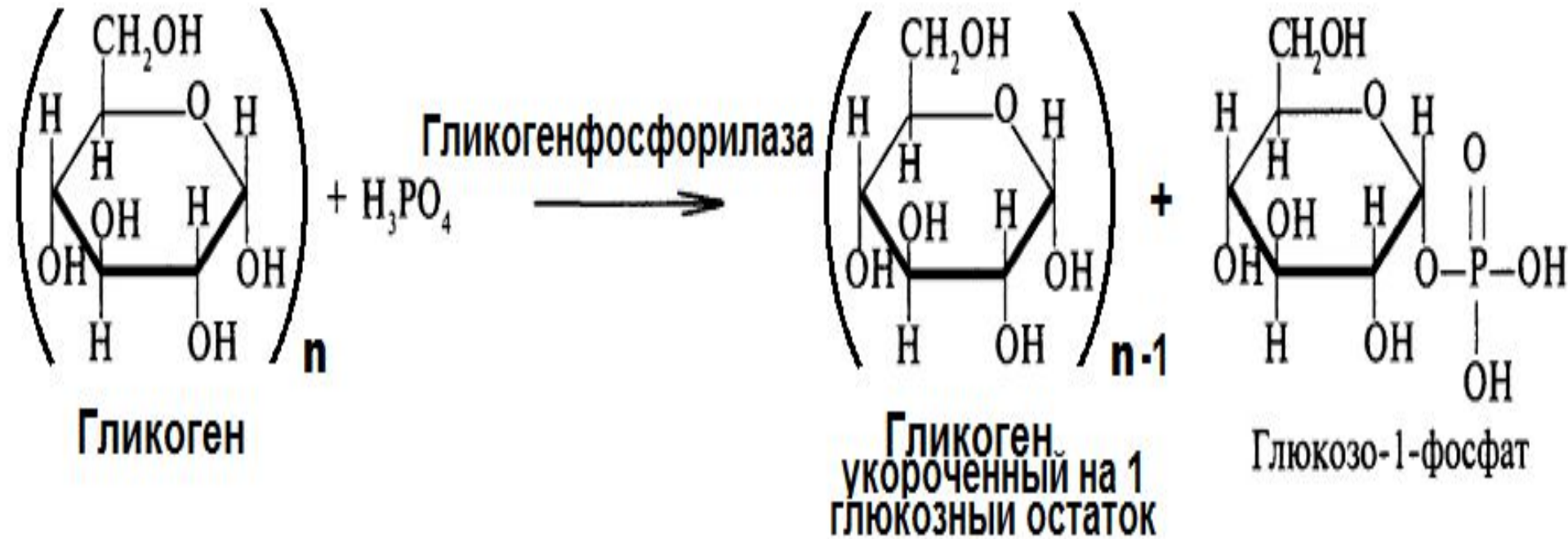
## **МЫШЦЫ**

Распад гликогена в мышцах обеспечивает освобождению глюкозо-6-фосфата, потребляемого самой мышцей для окисления и использования энергии

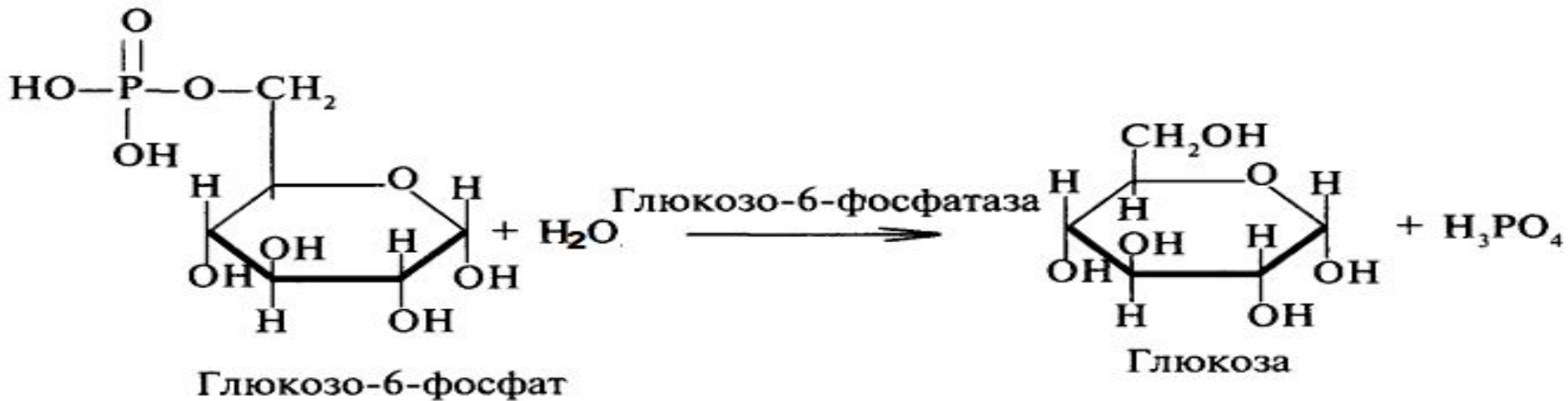
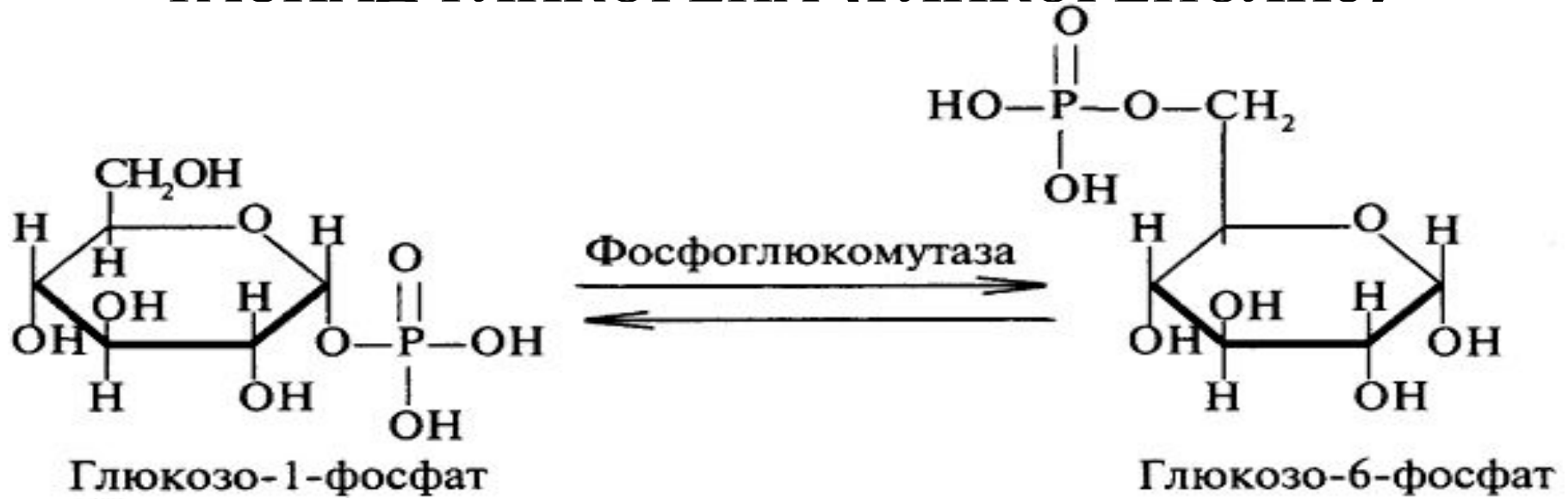
# РАСПАД ГЛИКОГЕНА (ГЛИКОГЕНОЛИЗ)

Гликоген печени распадается в интервалах между приёмами пищи (постабсорбционный период)- для поддержания концентрации глюкозы в крови.

Распад гликогена в печени и мышцах ускоряется во время физической работы



# РАСПАД ГЛИКОГЕНА (ГЛИКОГЕНОЛИЗ)



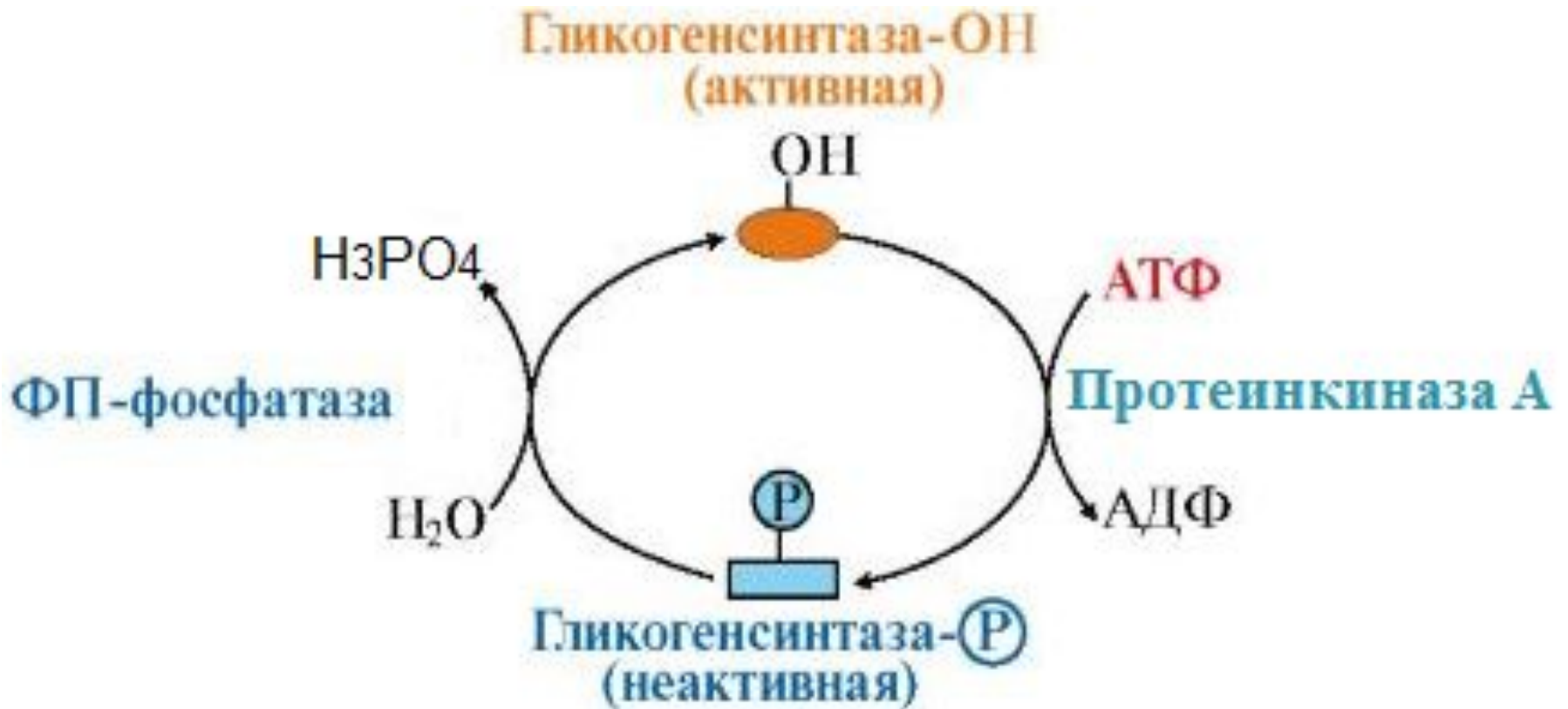
Глюкозо-**6**-фосфатаза находится только в печени (и **min** в почках)

Перенос трёх остатков глюкозы и удаление мономера из точки ветвления катализирует "деветвящий" фермент, обладающий 2 ферментативными активностями - трансферазной и гликозидазной.

# СИНТЕЗ ГЛИКОГЕНА

Регуляторный фермент синтеза гликогена- гликогенсинтаза.

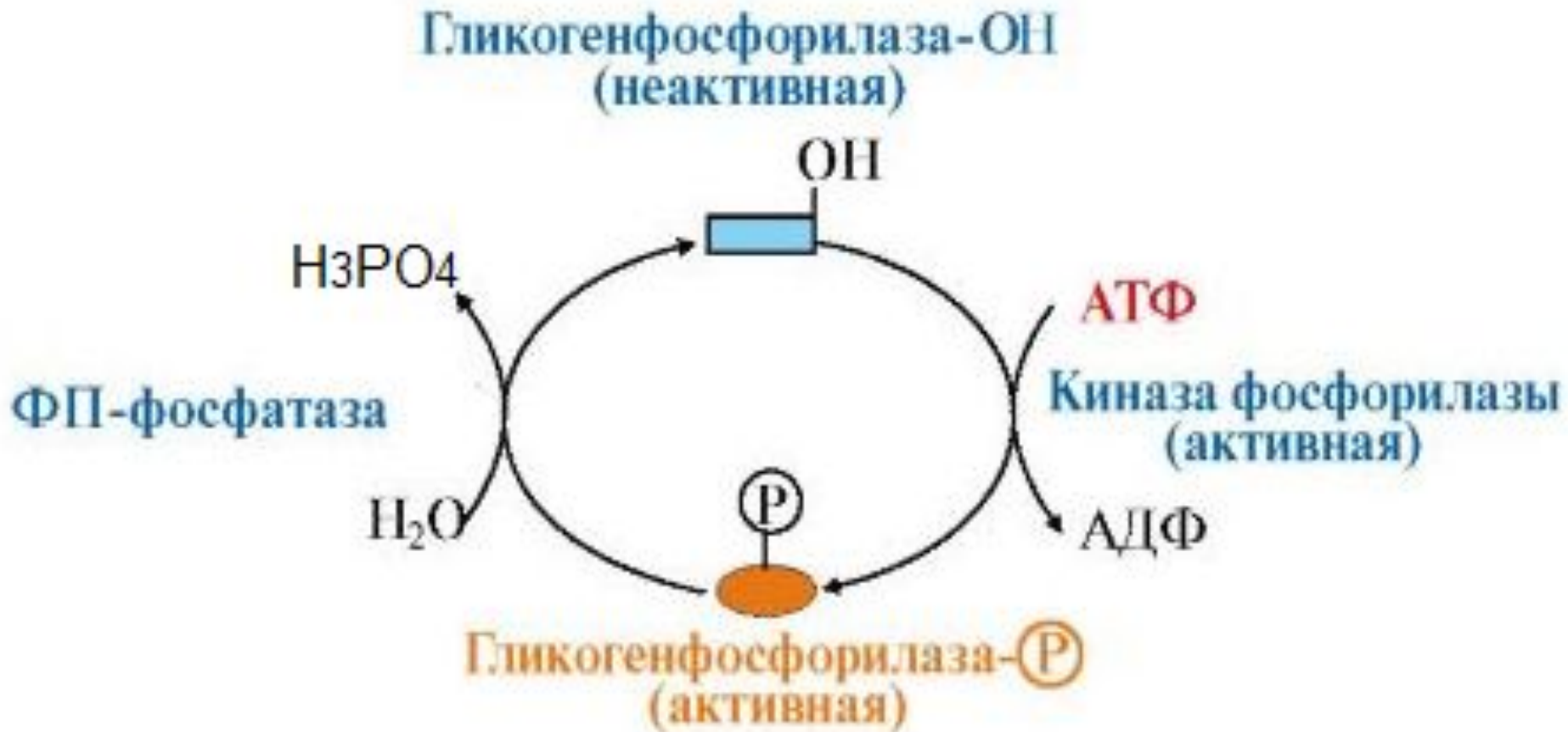
Активна в дефосфорилированной форме.



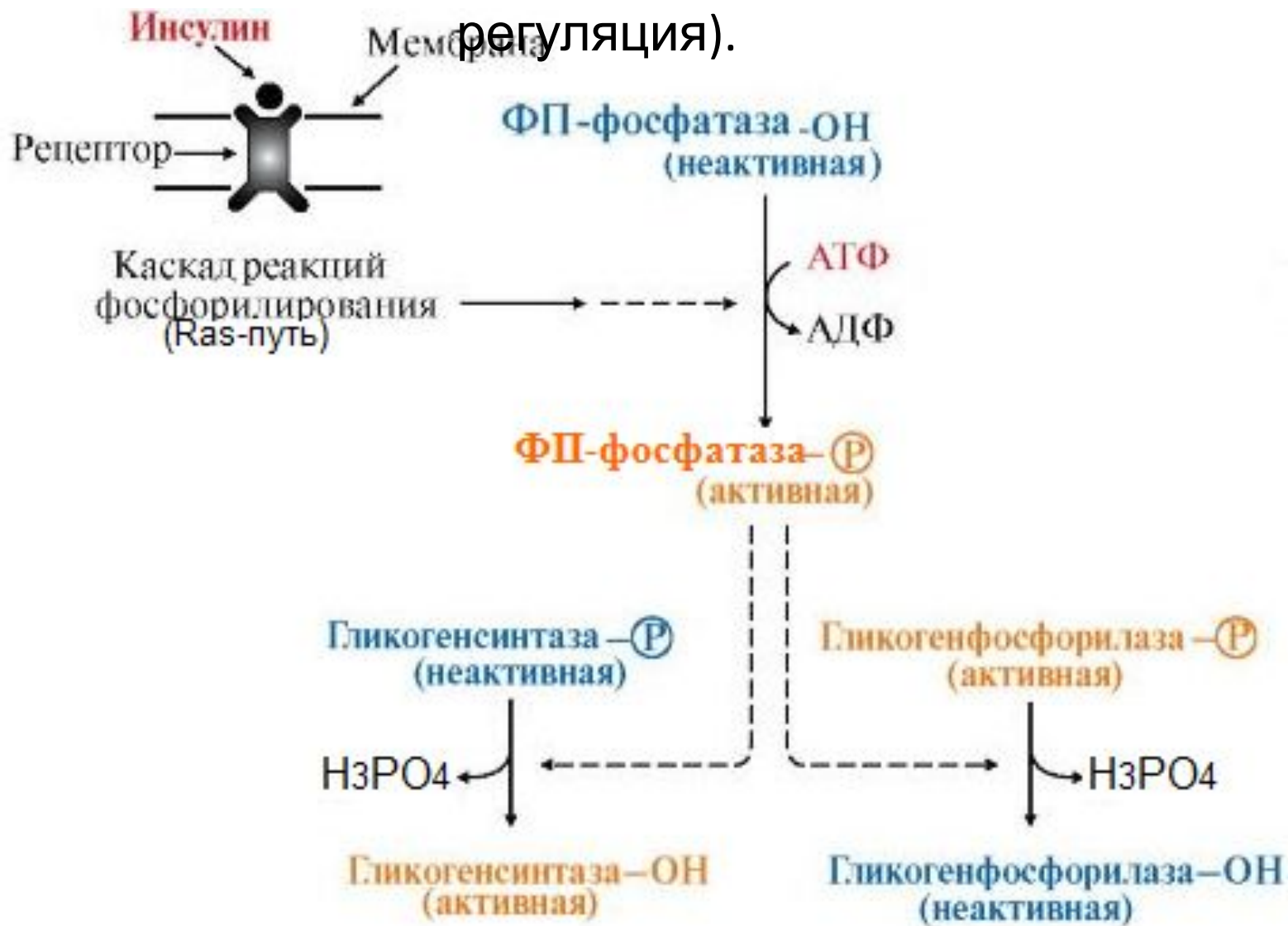
# РАСПАД ГЛИКОГЕНА

Регуляторный фермент распада гликогена-  
гликогенфосфорилаза.

Активна в фосфорилированной форме.

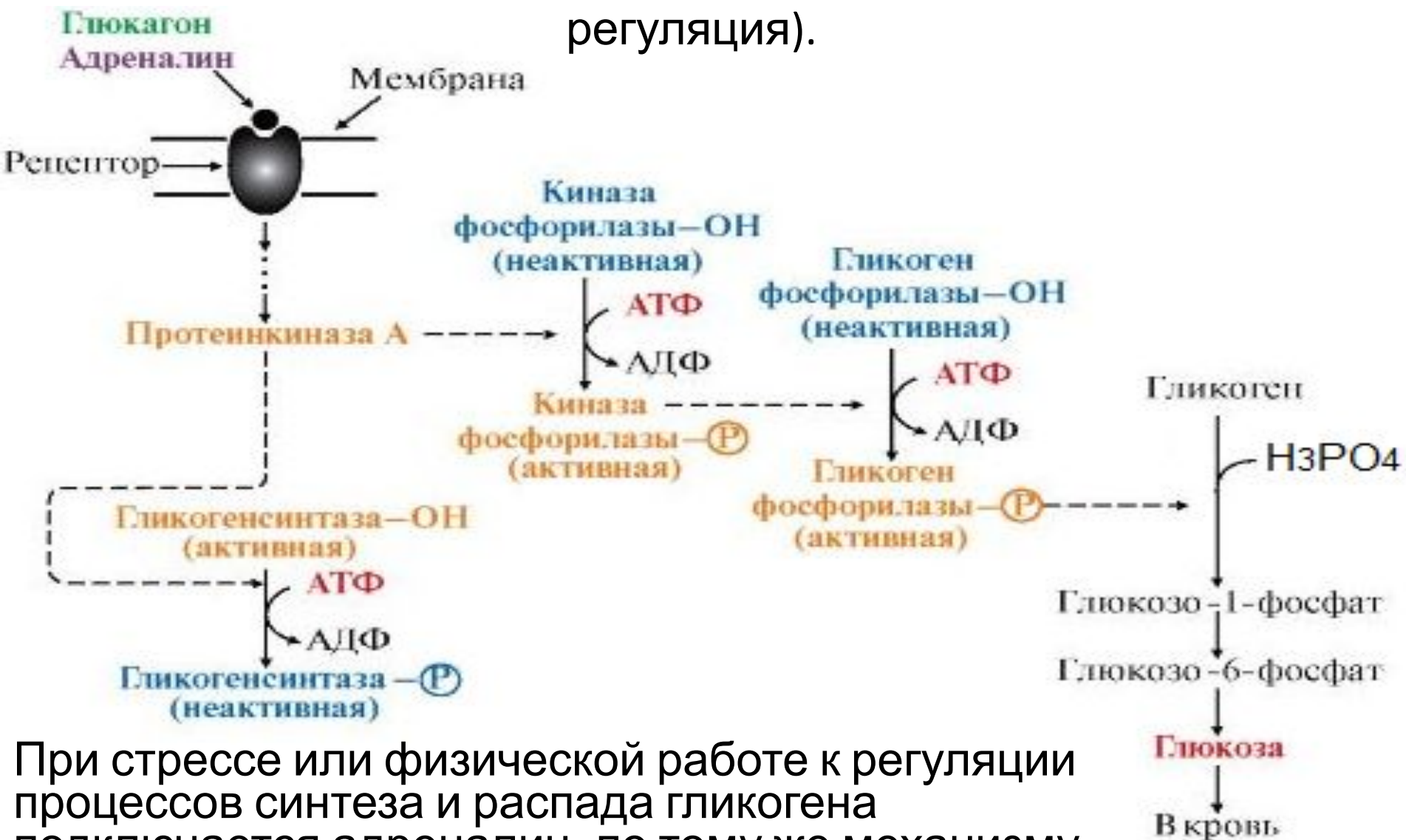


Под действием инсулина происходит активация синтеза гликогена и торможение его распада (реципрокная регуляция).





Под действием глюкагона происходит активация распада гликогена и торможение его синтеза (реципрокная регуляция).



При стрессе или физической работе к регуляции процессов синтеза и распада гликогена подключается адреналин- по тому же механизму, что и глюкагон, приводя в действие аденилатциклазную систему.

## ФИЗИЧЕСКАЯ РАБОТА



При расщеплении гликогена оба фермента фосфорилированы

## ПОКОЙ или ОТДЫХ



При синтезе гликогена оба фермента дефосфорилированы

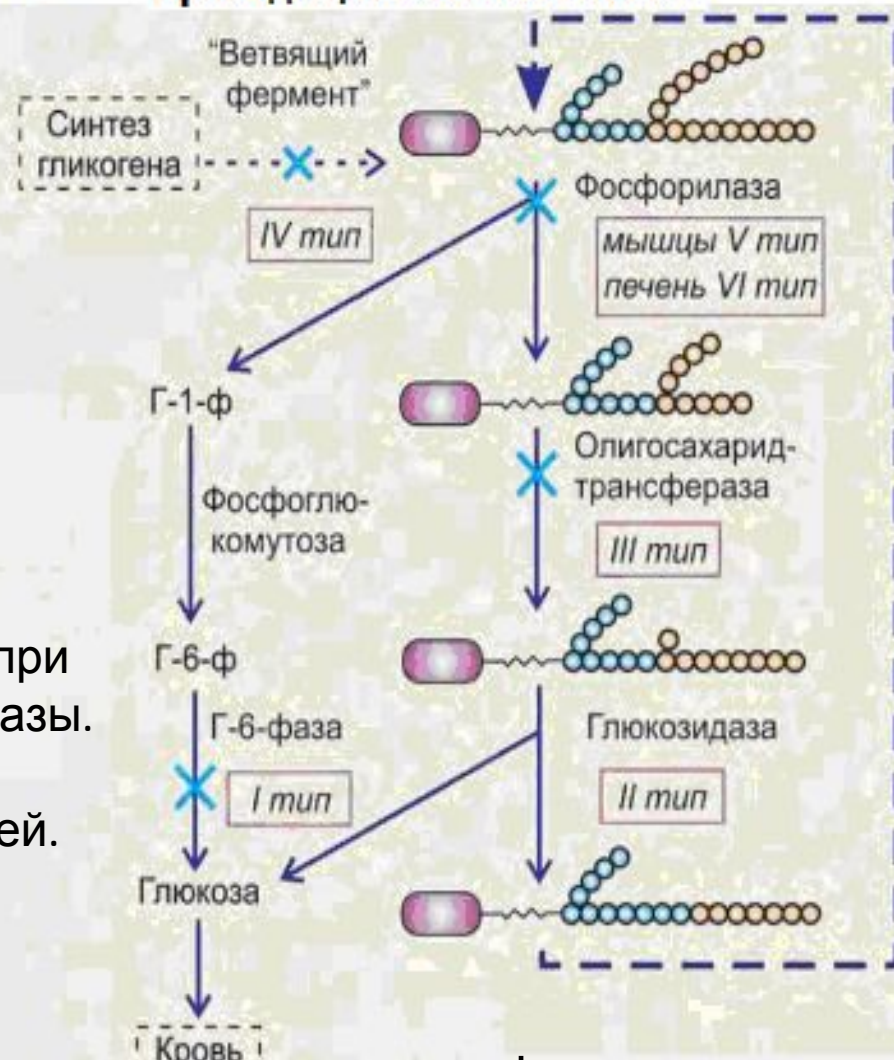
Регуляция скоростей синтеза и распада гликогена в печени поддерживает постоянство концентрации глюкозы в крови (3,3-5,5 ммоль/л).

Регуляция обмена гликогена в мышцах обеспечивает энергетическим материалом как интенсивную работу мышц, так и энергозатраты в состоянии покоя.

ГЛИКОГЕНОЗЫ обусловлены дефектом ферментов, участвующих в распаде гликогена, проявляются избыточным накоплением гликогена.



### Дефекты ферментов метаболизма гликогена, приводящие к гликогенозам



Гликогеноз I типа- болезнь Гирке: возникает при наследственном дефекте глюкозо-6-фосфатазы. Проявляется гипогликемией, гипертриацилглицеролемией, гиперурикемией.

АГЛИКОГЕНОЗЫ- заболевания, возникающее в результате дефектов ферментов синтеза гликогена, чаще гликогенсинтазы. В печени - очень низкое содержание гликогена.