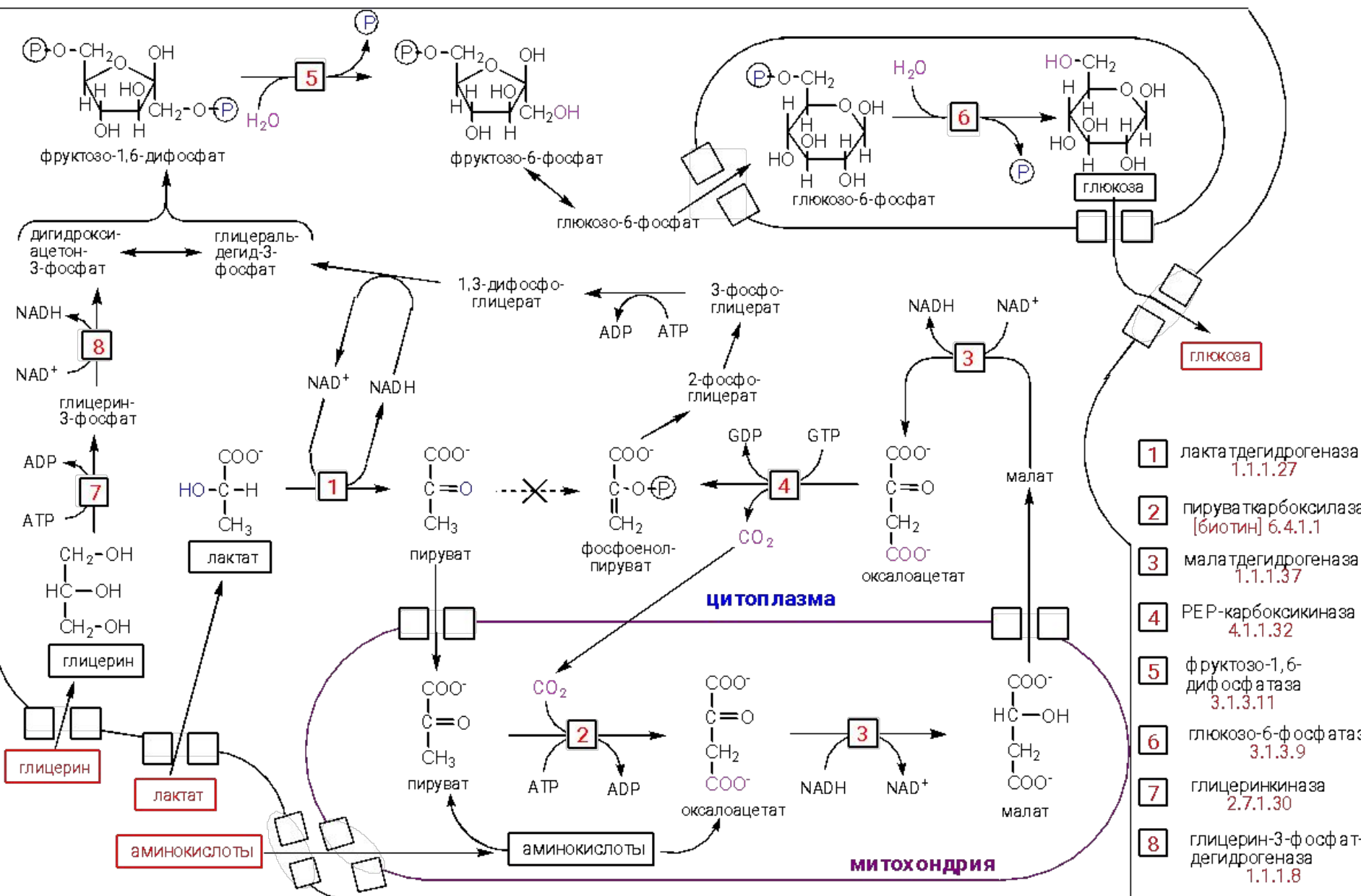


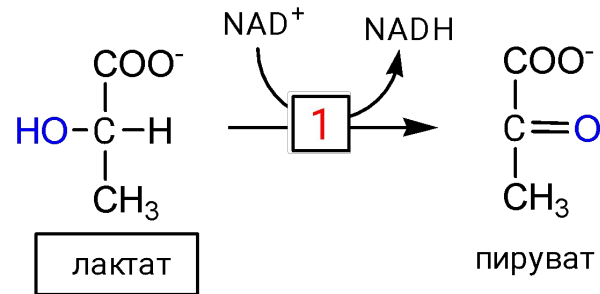
# Глюконеогенез



Биосинтез глюкозы из неуглеводных предшественников носит название *глюконеогенез*.

*Пируват* обеспечивает вхождение предшественников в этот процесс. Глюконеогенез протекает в основном по тому же пути, что и гликолиз, но в обратном направлении. Три реакции гликолиза 1, 3 и 10 необратимы, однако в обход этих необратимых реакций в глюконеогенезе протекают другие реакции с другой стехиометрией, катализируемые другими ферментами. В глюконеогенезе участвуют четыре фермента: пируваткарбоксилаза, фосфоенолпируваткарбоксикиназа, фруктозо-1,6-дифосфатаза и глюкозо-6-фосфатаза, которые не принимают участие в гликолизе, но обеспечивающие обратимость процесса. Эти ферменты локализованы преимущественно в печени, где и происходит главным образом глюконеогенез.

Лактат, накапливающийся в интенсивно работающих мышцах в процессе анаэробного гликолиза, транспортируется в печень где снова превращается в пируват. Окисление молочной кислоты происходит при участии лактатдегидрогеназы и кофермента никотинамидадениндинуклеотида.

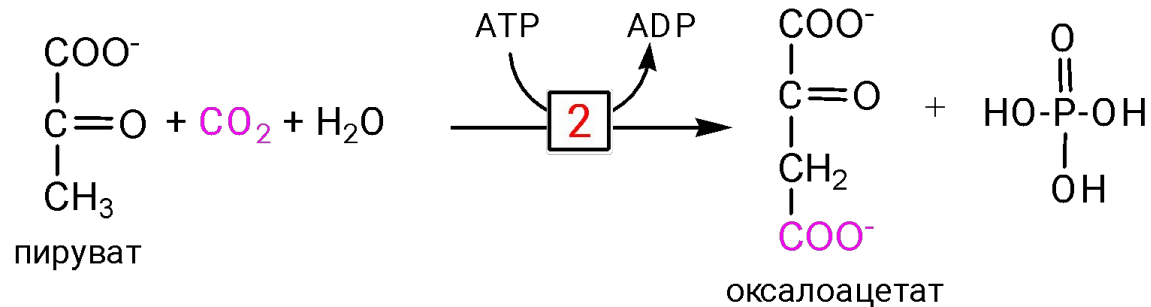


**1** лактатдегидрогеназа  
1.1.1.27

Превращение пирувата в фосфоенолпируват идет при участии двух ферментов: митохондриальной пируваткарбоксилазы и цитозольного фосфоеноилпируваткарбоксикиназы, т.е. в двух отдельных субклеточных компартментах – цитозоли и митохондрии.

Первая необратимая реакция глюконеогенеза катализируется митохондриальной пируваткарбоксилазой, карбоксилирование пирувата с образованием оксалоацетата происходит при участии  $\text{CO}_2$ , ATP и биотина.

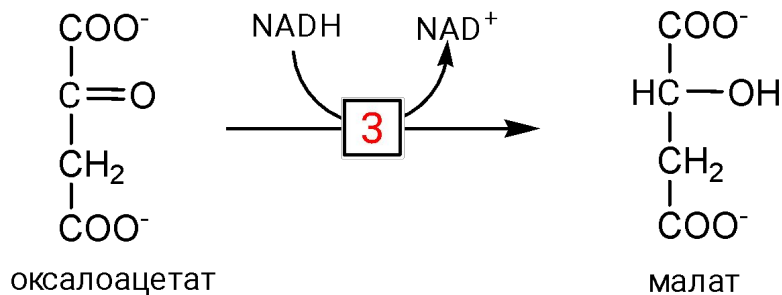
(Пируваткарбоксилаза - аллостерический фермент, активатором которого является ацетил-СоА ). Однако для оксалоацетата внутренняя мембрана митохондрий непроницаема и транспорт его в цитоплазму происходит с помощью малатного челночного механизма.



**2** пируваткарбоксилаза  
[биотин] 6.4.1.1

Превращение оксалоацетата в фосфоенолпируват под действием ферментов цитозоля и митохондрий.

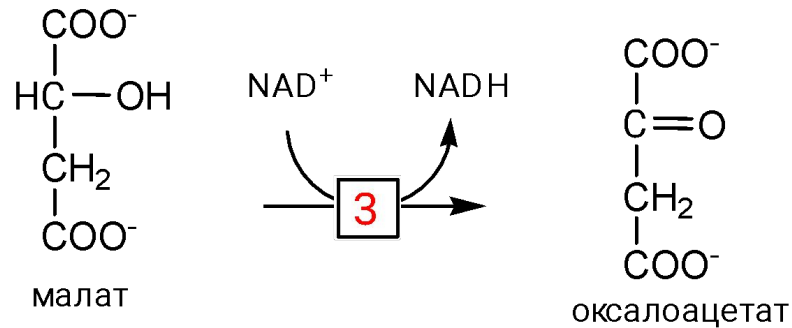
Первый этап синтеза протекает в митохондриях при участии малатдегидрогеназы, восстанавливающей оксалоацетат до малата, который свободно выходит из митохондрий в цитозоль через митохондриальную мембрану. Реакция проходит легко т.к. отношение  $NADH/NAD^+$  в митохондриях относительно велико.



**3** малатдегидрогеназа  
1.1.1.37

**В МИТОХОНДРИИ**

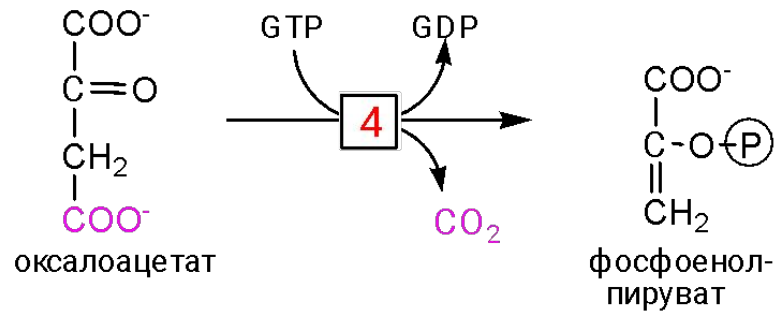
В цитозоле отношение  $\text{NADH}/\text{NAD}^+$  очень мало и цитоплазматическая малатдегидрогеназа легко вновь окисляет малат до оксалоацетата, дальнейшие превращения которого в фосфоенолпируват происходит в цитозоле клетки.



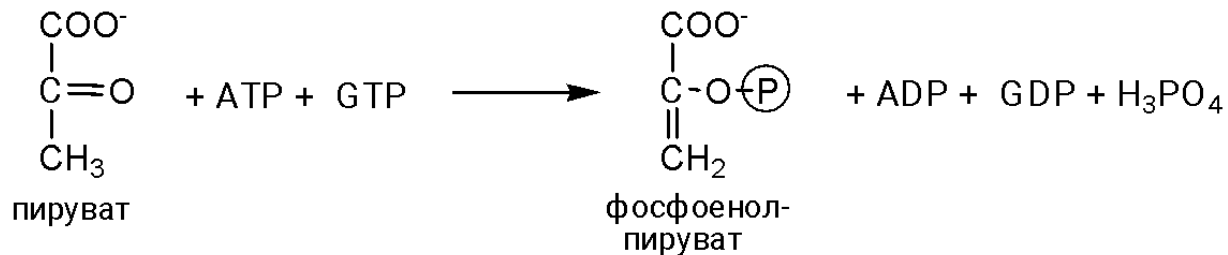
**3** малатдегидрогеназа  
1.1.1.37

**В цитоплазме**

Последующие реакции декарбоксилирования и фосфорилирования оксалоацетата протекают при участии GTP:оксалоацетат карбоксилиазы (фосфоенолпируват карбоксикиназы GTP и  $Mg^{2+}$  - зависимой). Продуктом реакции является фосфоенолпируват, а  $CO_2$  снова отщепляется. Таким образом, карбоксилирование пирувата в митохондриях имеет лишь энергетическое значение.

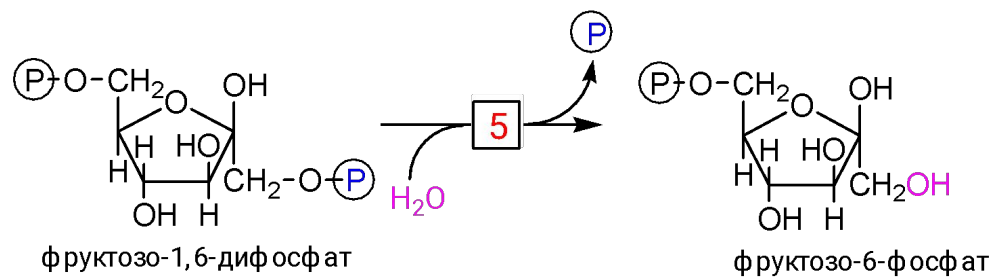


4 PEP-карбоксикиназа  
4.1.1.32



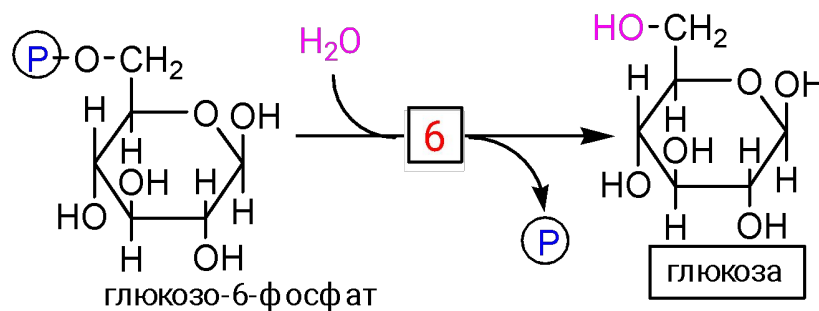
$\Delta G^{0'} = 0,84 \text{ кДж/моль}$

Дефосфорилирование фруктозо-1,6-дифосфата осуществляется высокоспецифическим ферментом, гидролизующим фосфоэфирную связь



**5** фруктозо-1,6-дифосфатаза  
3.1.3.11

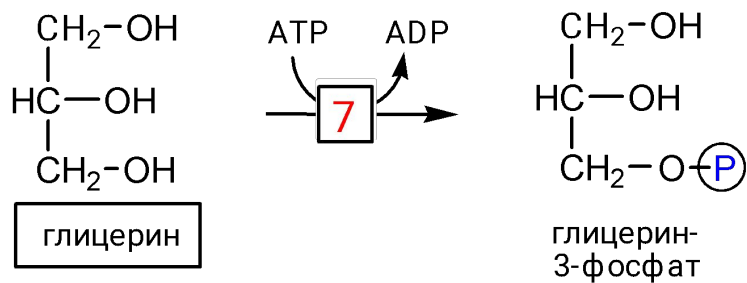
Глюкозо-6-фосфат гидролизуется специфической фосфатазой и превращается в глюкозу, процесс протекает в печени и позволяет поставлять глюкозу в кровь



**6** глюкозо-6-фосфатаза  
3.1.3.9

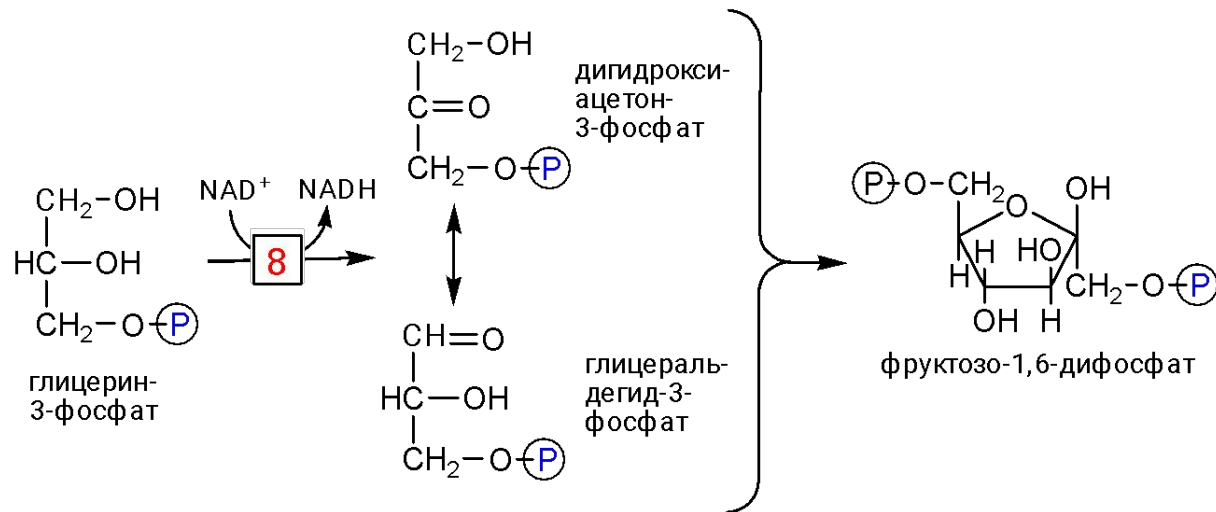


## Реакция вовлечения глицерина в метаболизм углеводов



**7** глицеринкиназа  
2.7.1.30

Обратимая реакция кето-альдольной изомеризации продуктов, полученных действием глицерин-3-фосфатдегидрогеназы, и обратимая реакции образования фруктозо-1,6-дифосфата, катализируемая гликолитическим ферментом альдолазой



**8** глицерин-3-фосфатдегидрогеназа  
1.1.1.8