

Учреждение образования
«Гомельский государственный медицинский университет»

Кафедра биологической химии

**Формулы, реакции,
метаболические пути и схемы
по биологической химии**

Учебное пособие

Гомель, 2013

1. Энзимология и биологическое окисление

Введение

Формулы аминокислот

Незаменимые аминокислоты			
$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{S} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}_8\text{H}_6\text{N}_2 \end{array}$
Фенилаланин	Метионин	Треонин	Триптофан
$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
Лизин	Валин	Лейцин	Изолейцин
<i>Аминокислоты с разветвленной углеводородной цепью, АКРУЦ (BCAA)</i>			
Частично заменимые			
$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{NH} \\ \\ \text{C}=\text{NH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}_4\text{H}_3\text{N}_2 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}_6\text{H}_4 \\ \\ \text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{SH} \end{array}$
Аргинин	Гистидин	Тирозин	Цистеин
Заменимые аминокислоты			
$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{HN} \\ \\ \text{C}_4\text{H}_7 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{OH} \end{array}$
Глицин	Аланин	Пролин	Серин
$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$
Аспарагиновая кислота	Глутаминовая кислота	Аспарагин	Глутамин

Ферменты-1
Значения pK_a аминокислот

Таблица 1

В формировании заряда принимают участие радикалы следующих аминокислот:

- а. заряженных положительно (аргинин (Арг), гистидин (Гис), лизин (Лиз)),
- б. заряженных отрицательно (аспарагиновая (Асп) и глутаминовая (Глу)),
- в. незаряженных полярных (цистеин (Цис) и тирозин (Тир)).
- г. концевых α -амино- ($-\text{NH}_3^+$) и карбоксильных ($-\text{COO}^-$) групп олигопептидов.

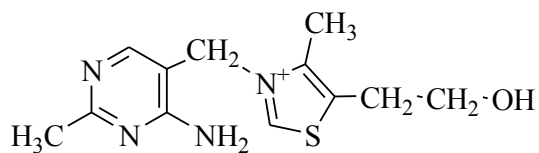
Для этих структур учитываются показатели константы кислотности pK_a (Табл. 1).

Величины pK_a при этом играют роль критических точек функции, так как при соответствующих значениях pH происходит изменение заряда.

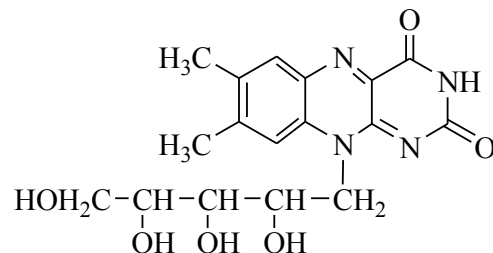
Примерные величины pK_a для радикалов аминокислот и структур, которые могут нести заряды:			
положительный		отрицательный	
Гис	6,5	$-\text{COO}^-$	2,5
		Асп	3,9
$-\text{NH}_3^+$	9,0	Глу	4,1
Лиз	10,5	Цис	8,2
Арг	12,5	Тир	10,1

Ферменты-2

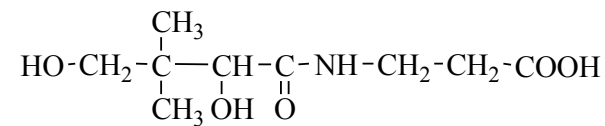
Витамины: водорастворимые



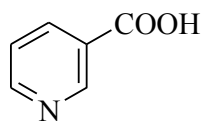
Тиамин (В₁)



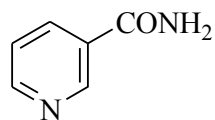
Рибофлавин (В₂)



Пантотеновая кислота (В₃)

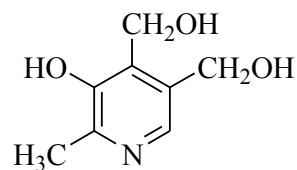


Никотиновая
кислота

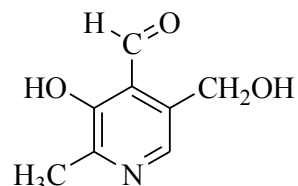


Никотинамид

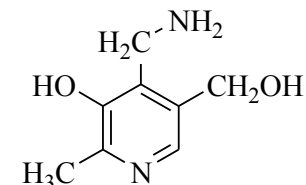
Витамин В₅ (PP)



Пиридоксол

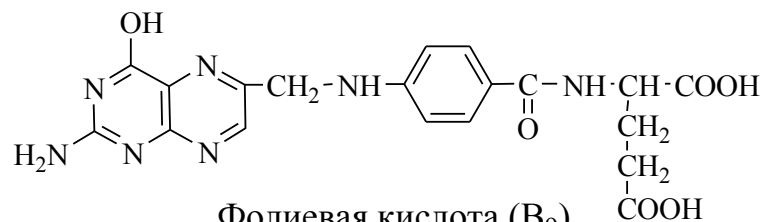


Пиридоксаль

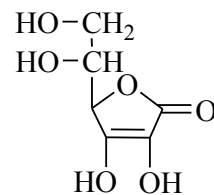


Пиридоксамин

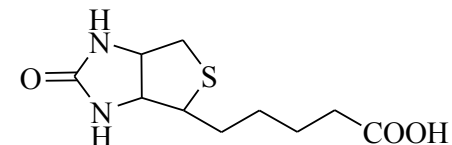
Витамин В₆



Фолиевая кислота (В₉)

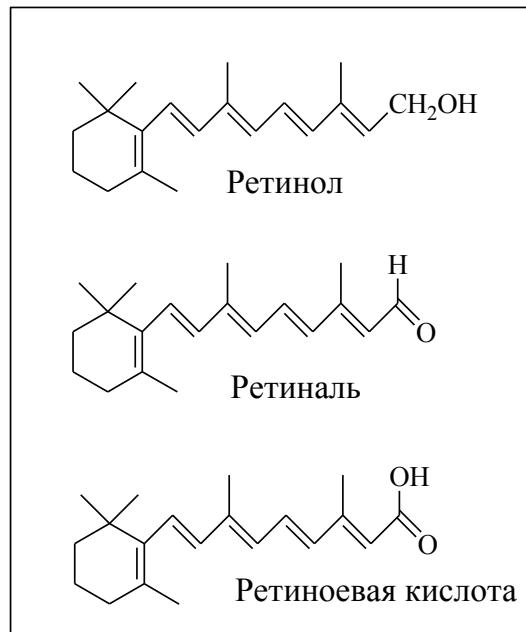


Аскорбиновая
кислота (С)

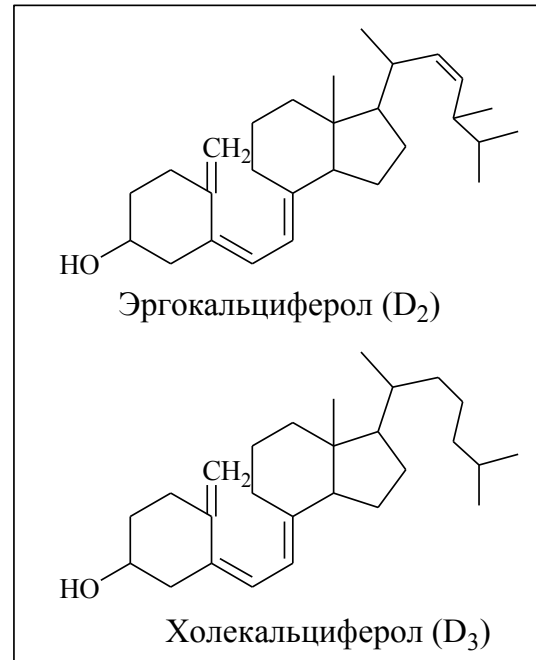


Биотин (Н)

Витамины: жирорастворимые



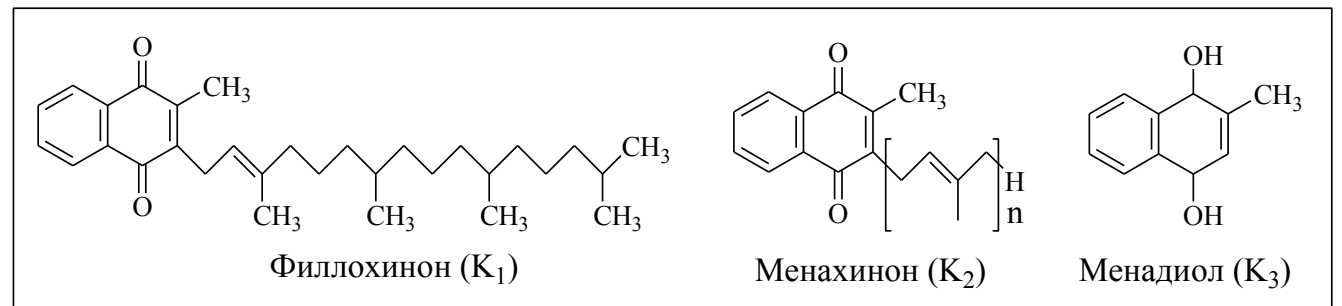
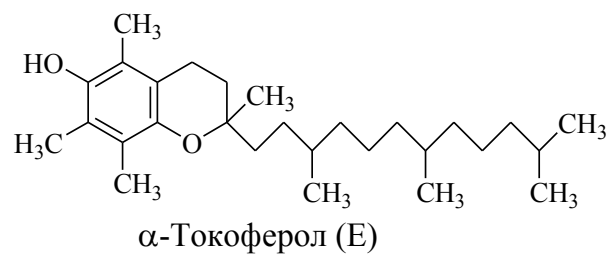
Витамин А



Витамин D

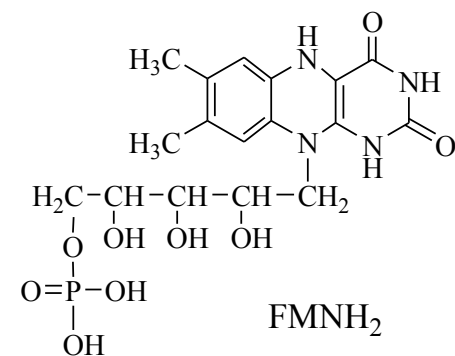
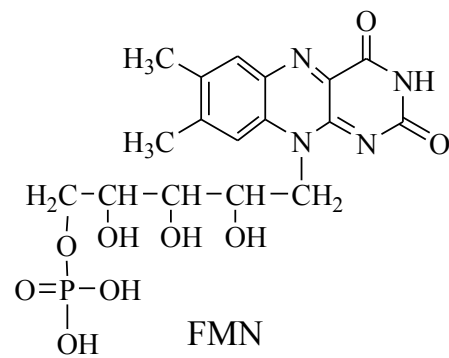
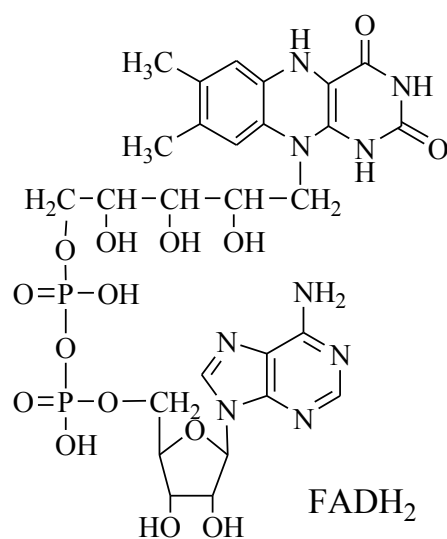
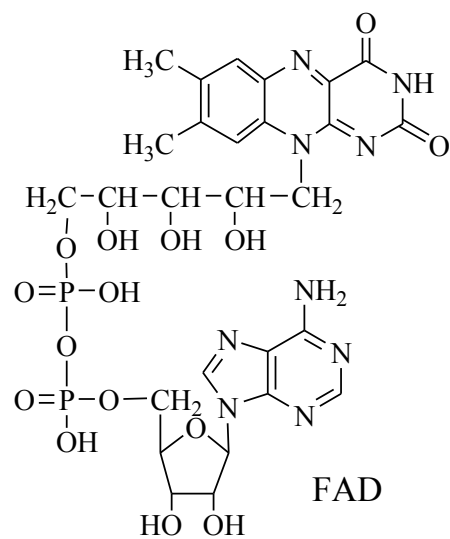
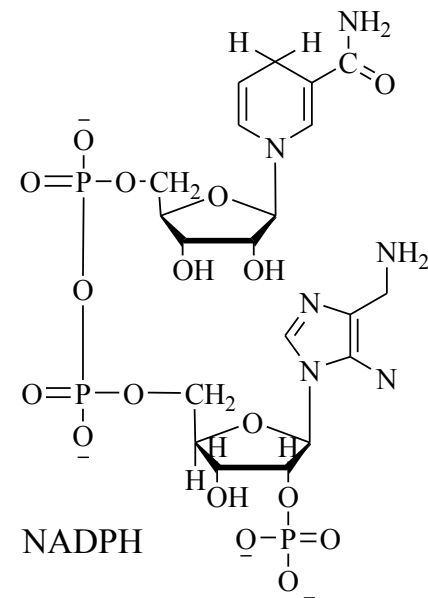
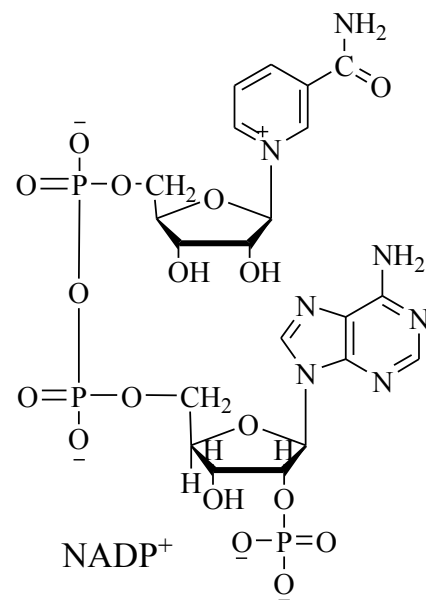
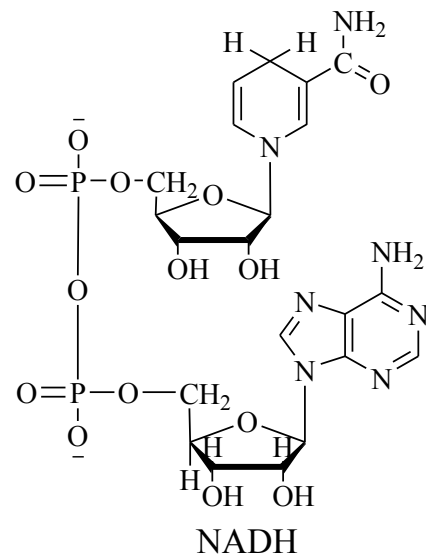
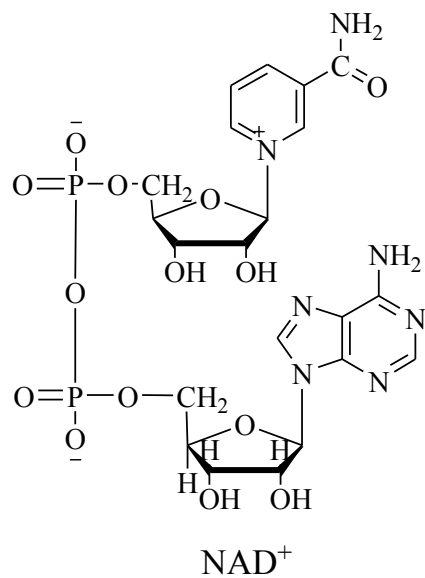


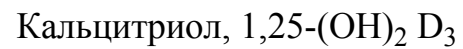
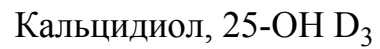
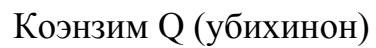
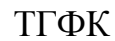
Витамин F



Витамин К

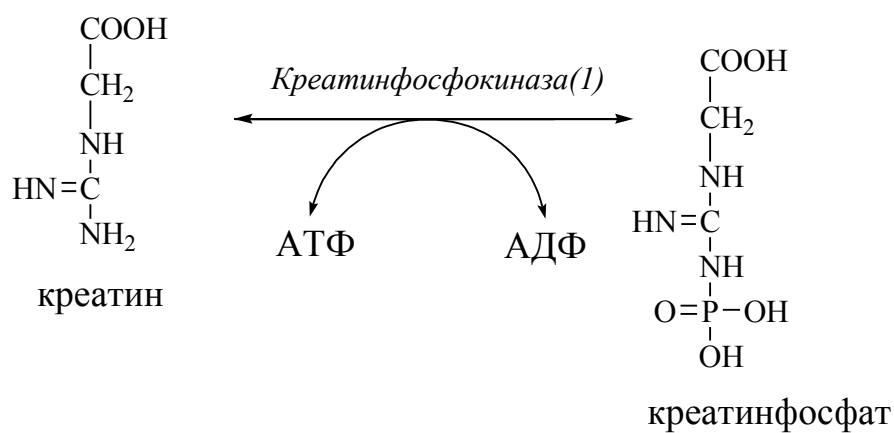
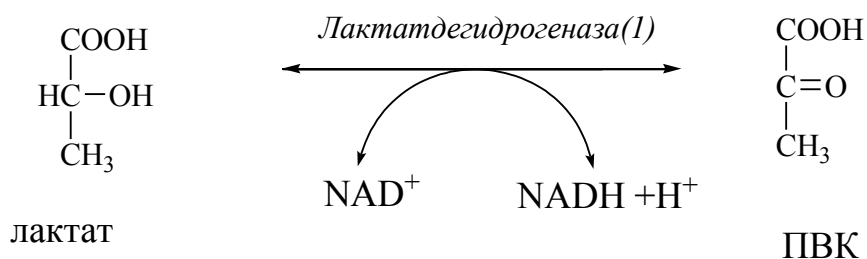
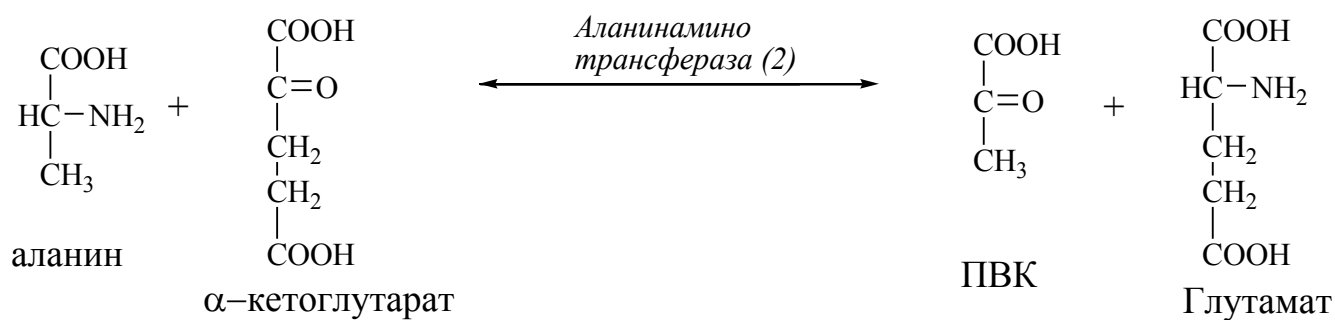
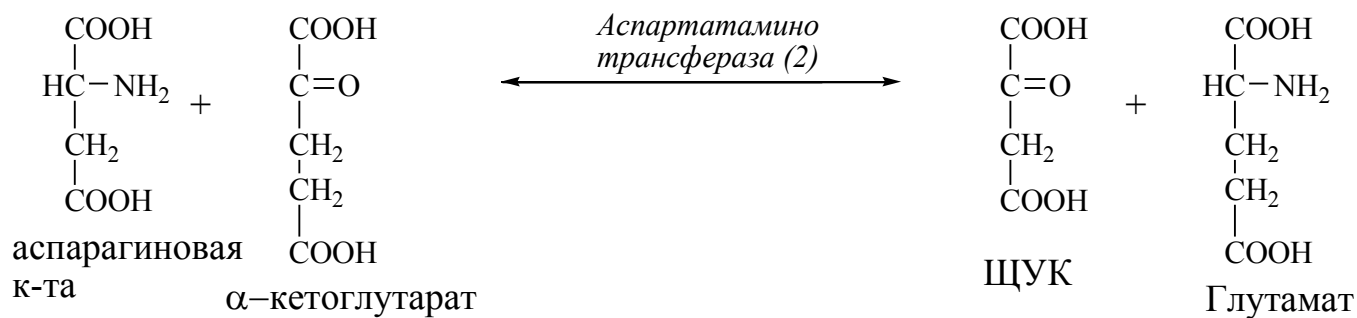
Коферменты:



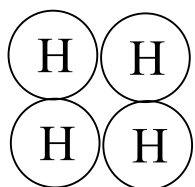


Ферменты-3

Реакции, катализируемые ферментами АСТ, АЛТ, ЛДГ, КФК:

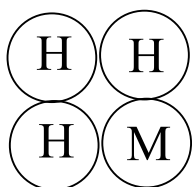


Изоферменты ЛДГ, КФК:



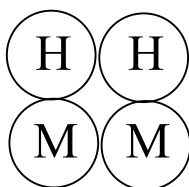
ЛДГ₁

(сердце)



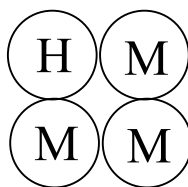
ЛДГ₂

(сердце/почки)



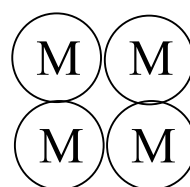
ЛДГ₃

(почки)



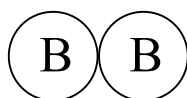
ЛДГ₄

(мышцы/печень)



ЛДГ₅

(мышцы/печень)



КК-1

мозг



КК-2

миокард



КК-3

мышцы

Биологическое окисление-1
Цикл трикарбоновых кислот (ЦТК) Кребса
В виде последовательности реакций

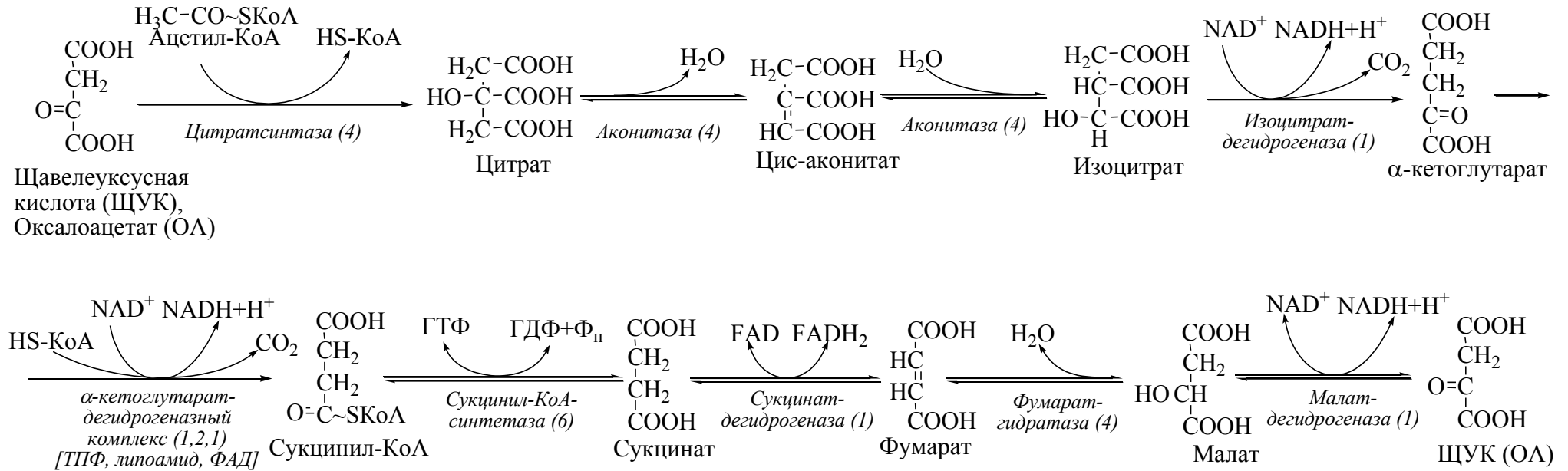
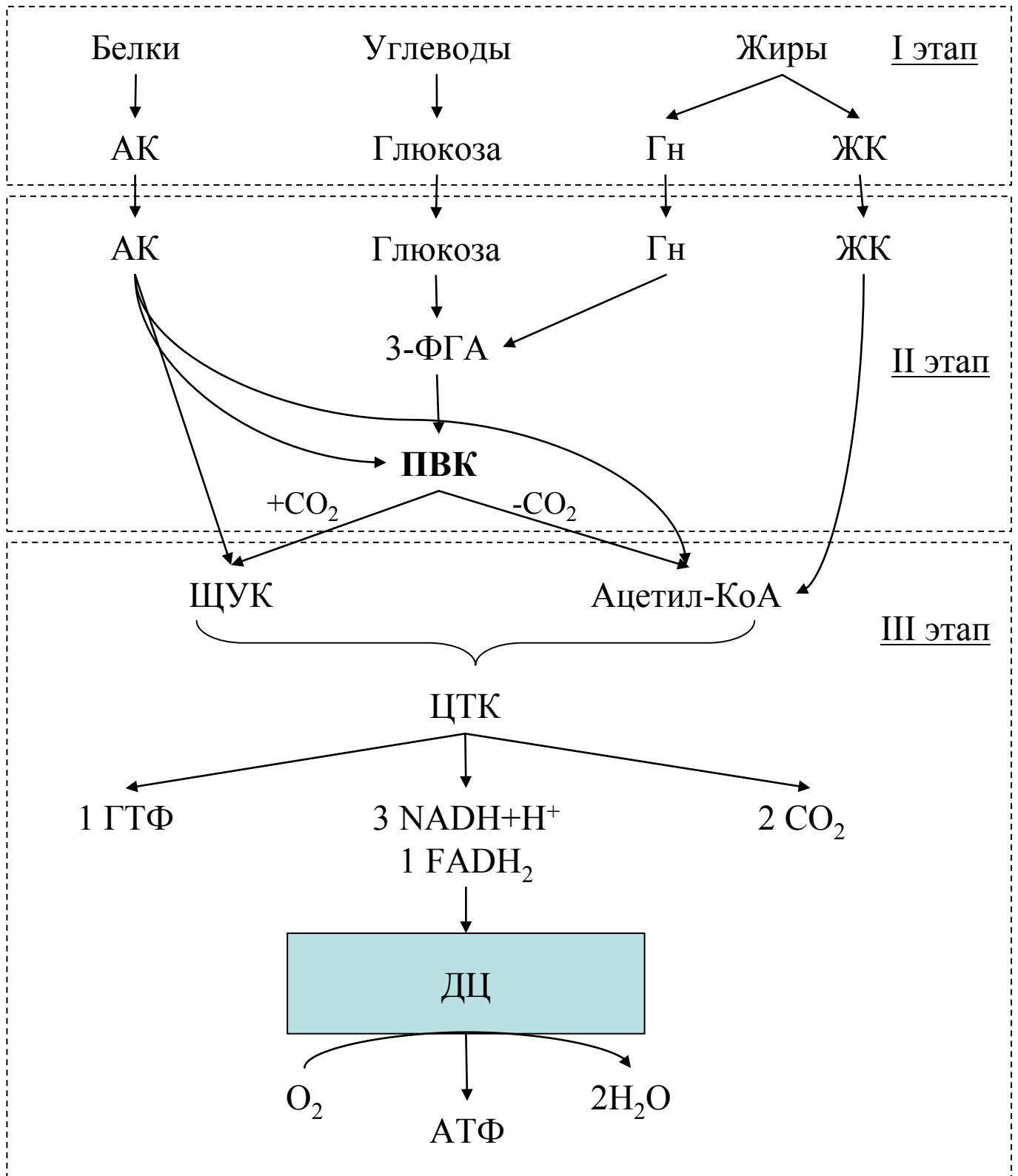
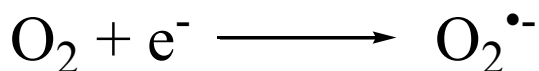


Схема субстратов БО

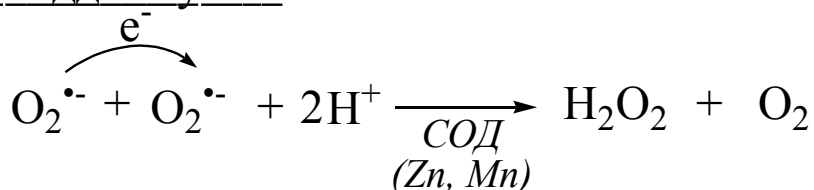


Образование супероксид-анион-радикала

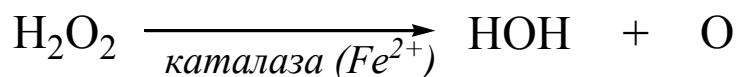


Ферменты антиоксидантной защиты (АОЗ)

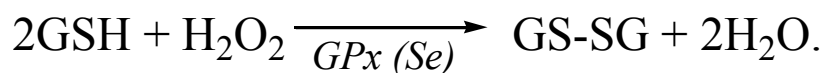
Супероксиддисмутаза



Каталаза

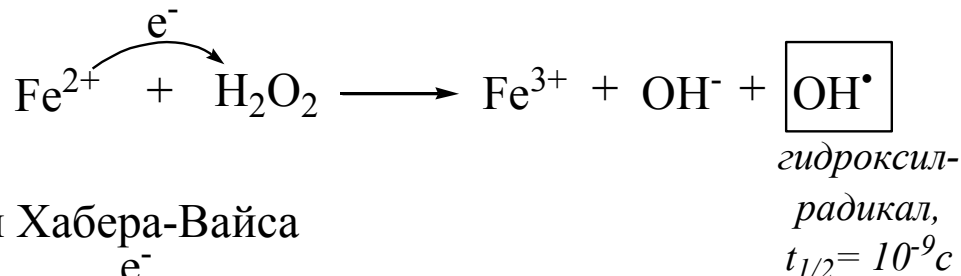


Глутатионпероксидаза

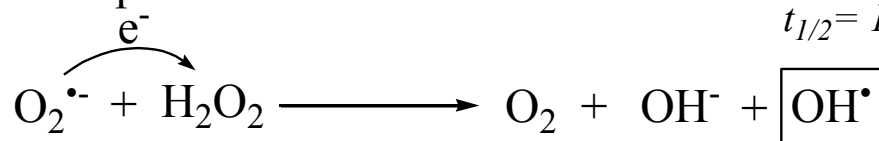


Реакции образования гидроксил-радикала

Реакция Фентона



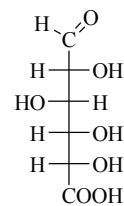
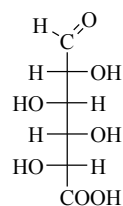
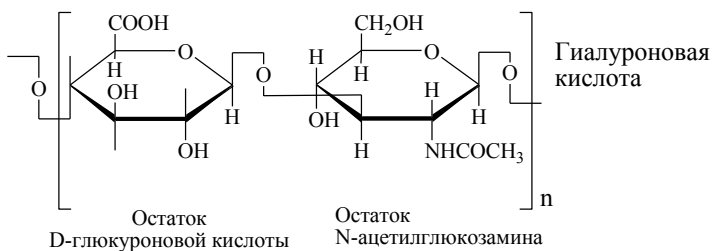
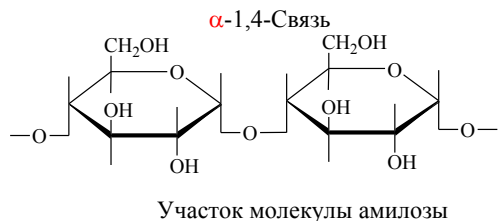
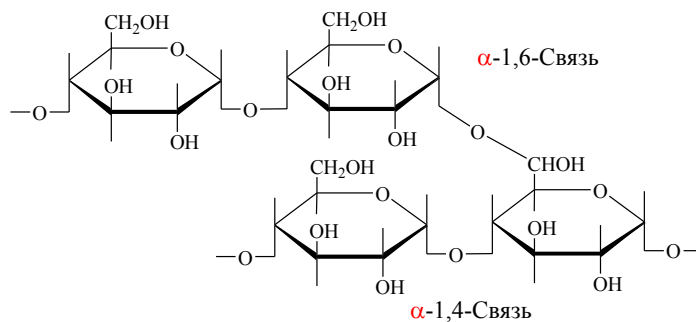
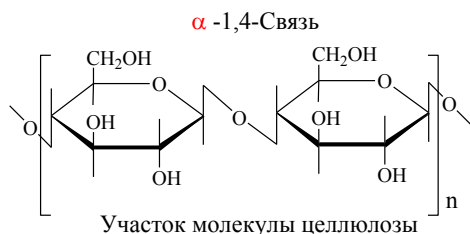
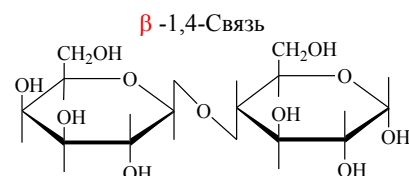
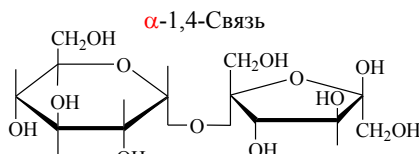
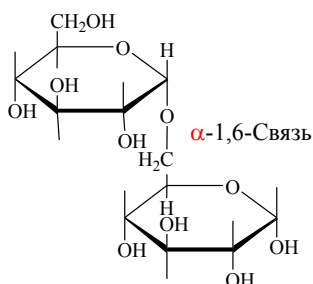
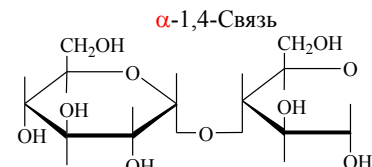
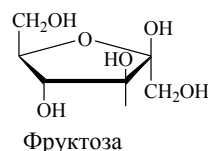
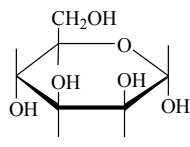
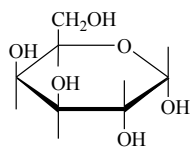
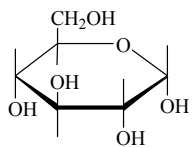
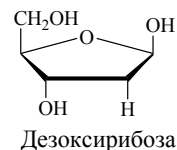
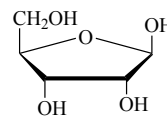
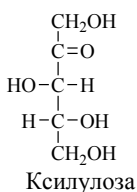
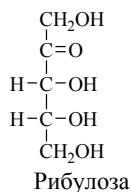
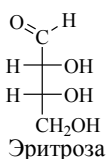
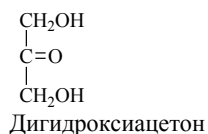
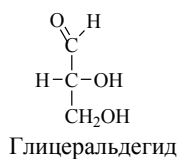
Реакция Хабера-Вайса

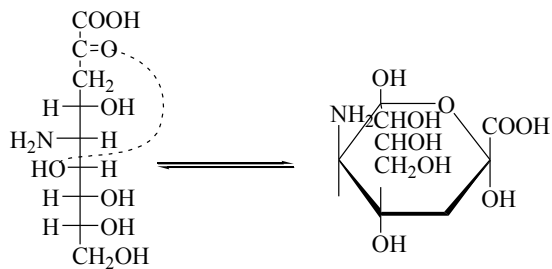


Биохимия углеводов

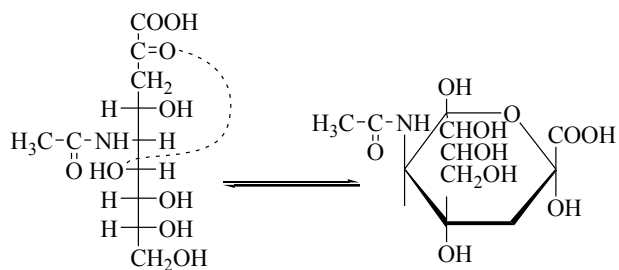
Углеводы-1

Строение углеводов

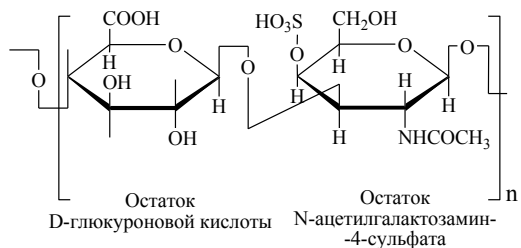




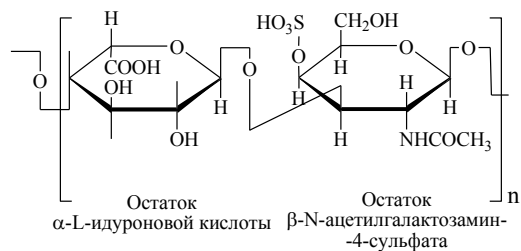
Нейраминовая кислота



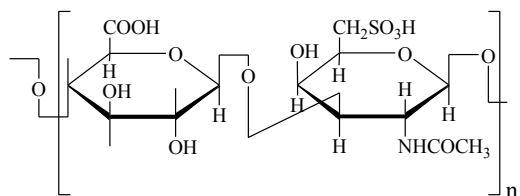
N-ацетилнейраминовая кислота
(сиаловая кислота)



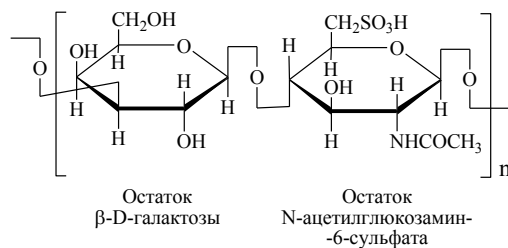
Хондроитин-
-4-сульфат



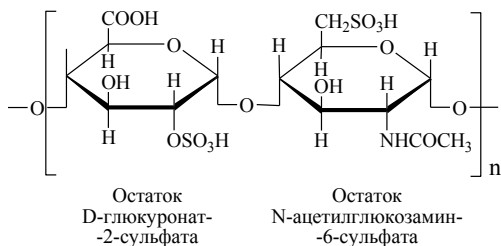
Дерматан-
сульфат



Хондроитин-
-6-сульфат

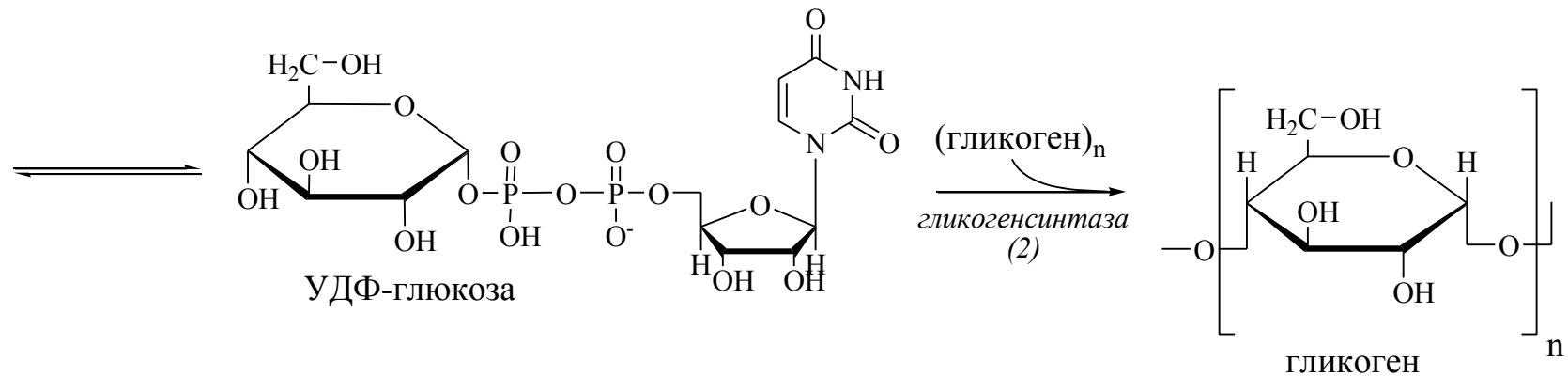
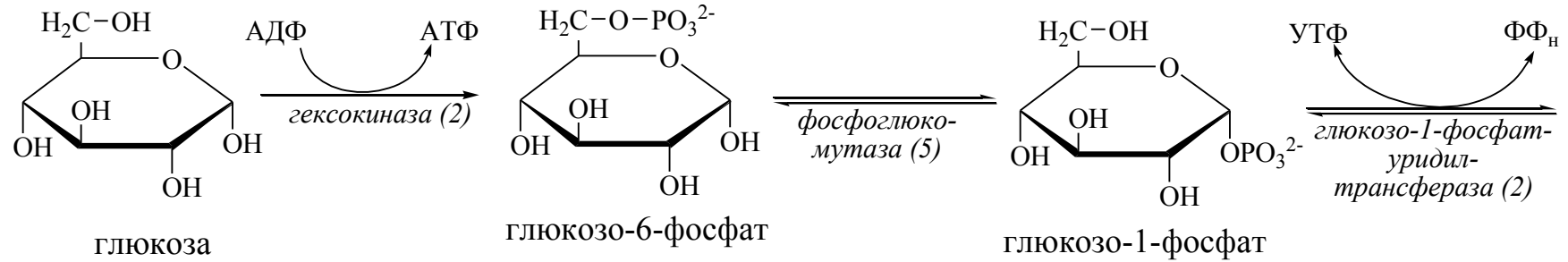


Кератан-
сульфат

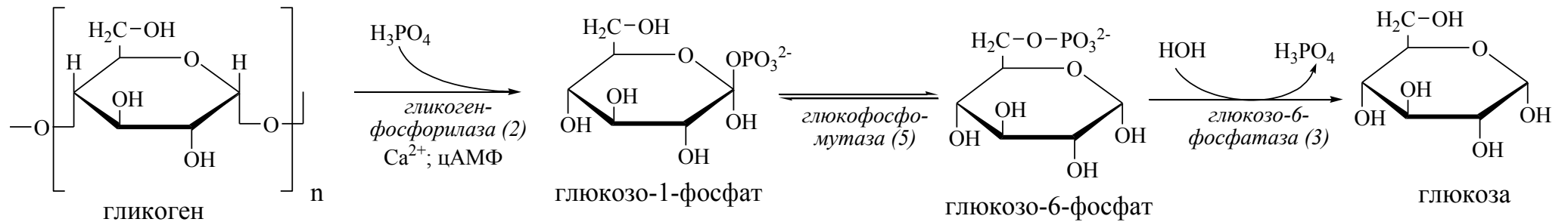


Гепарин

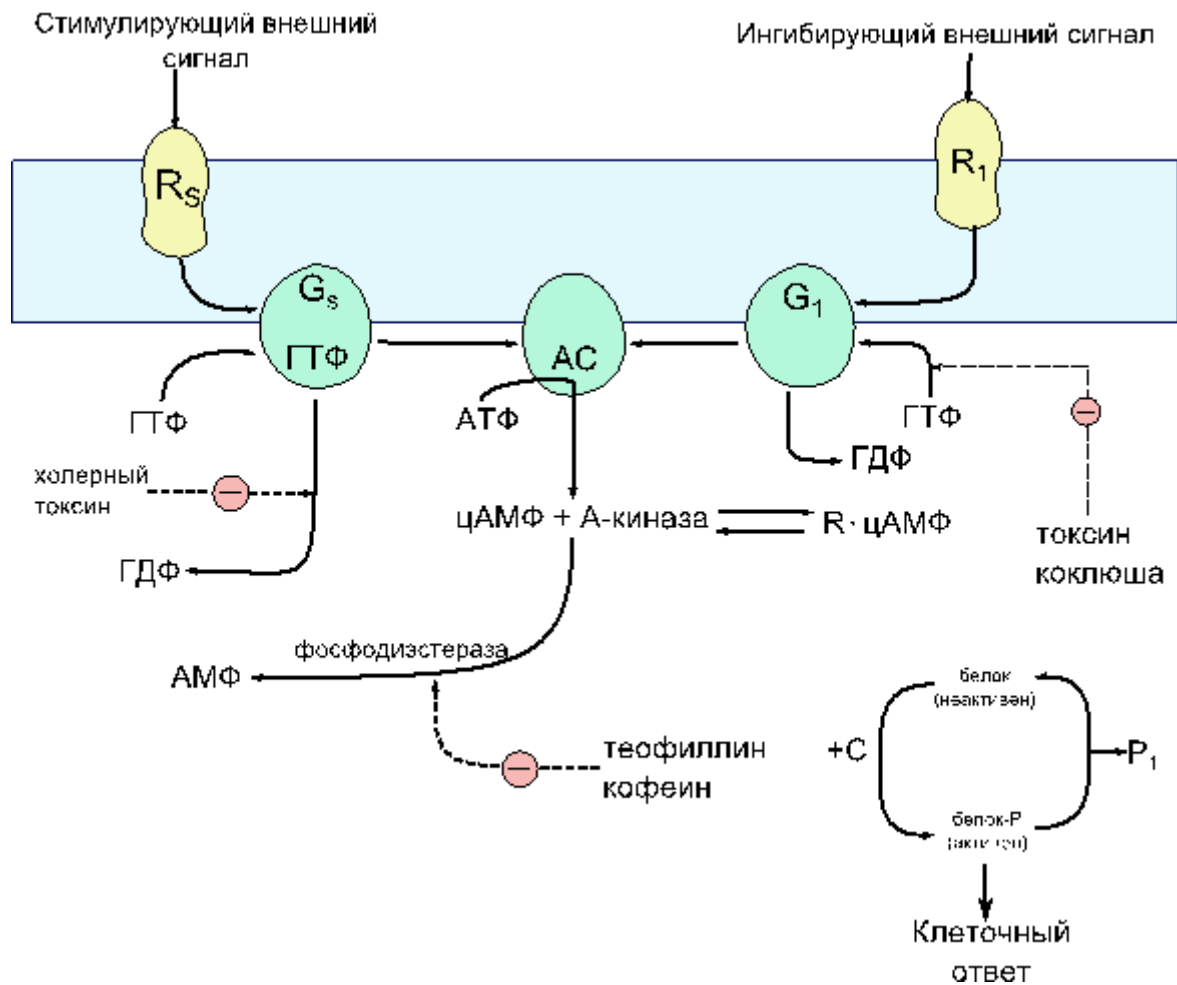
Метаболизм гликогена: Синтез гликогена



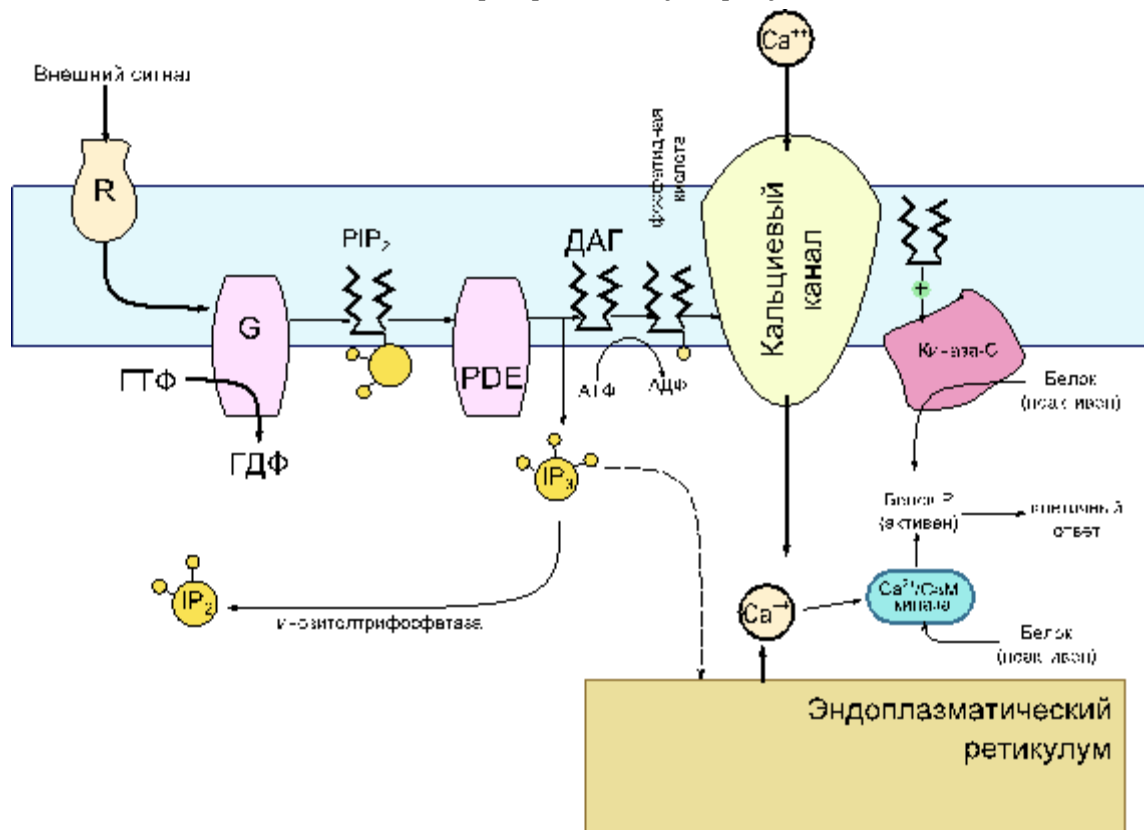
Мобилизация гликогена



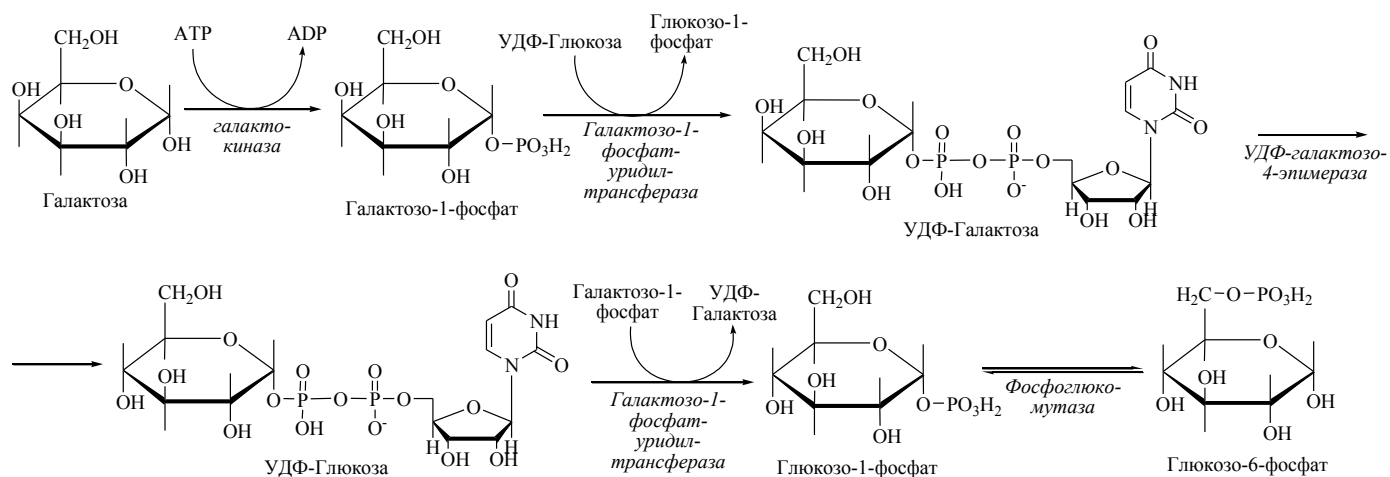
Аденилатциклазный путь регуляции метаболизма



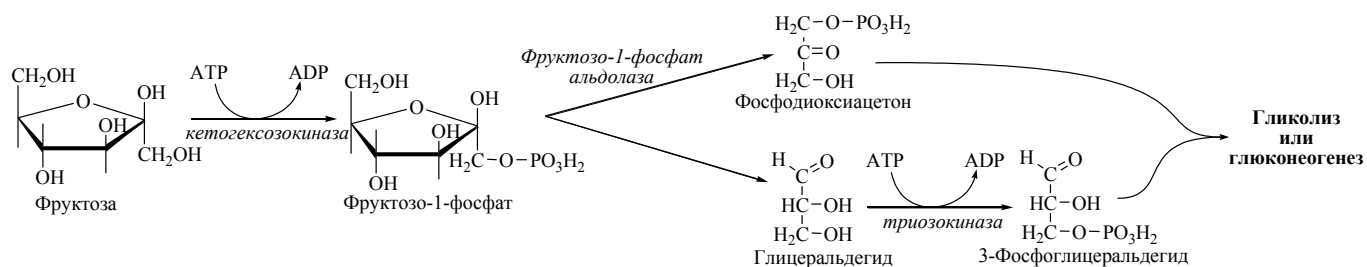
Инозитол-3-фосфатный путь регуляции



Превращения фруктозы и галактозы Метаболизм галактозы

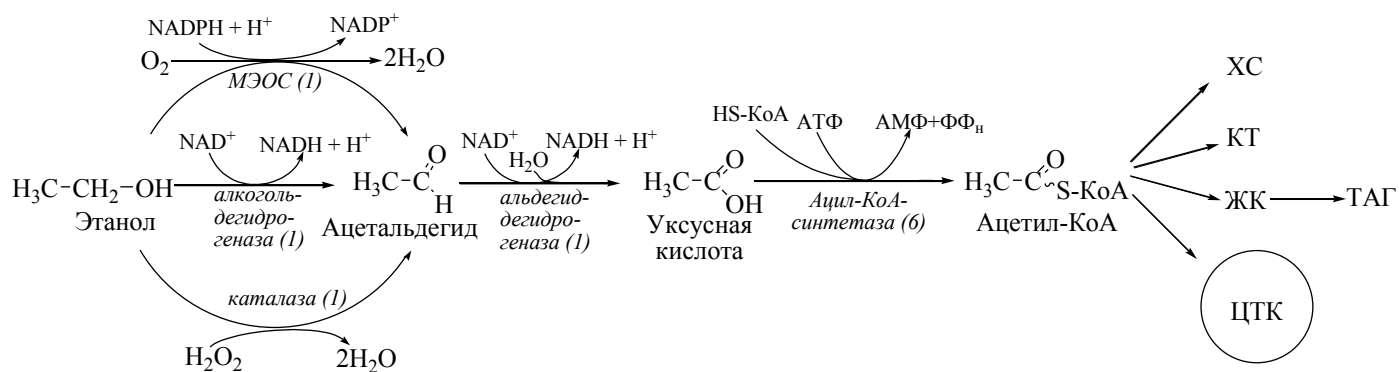


Метаболизм фруктозы

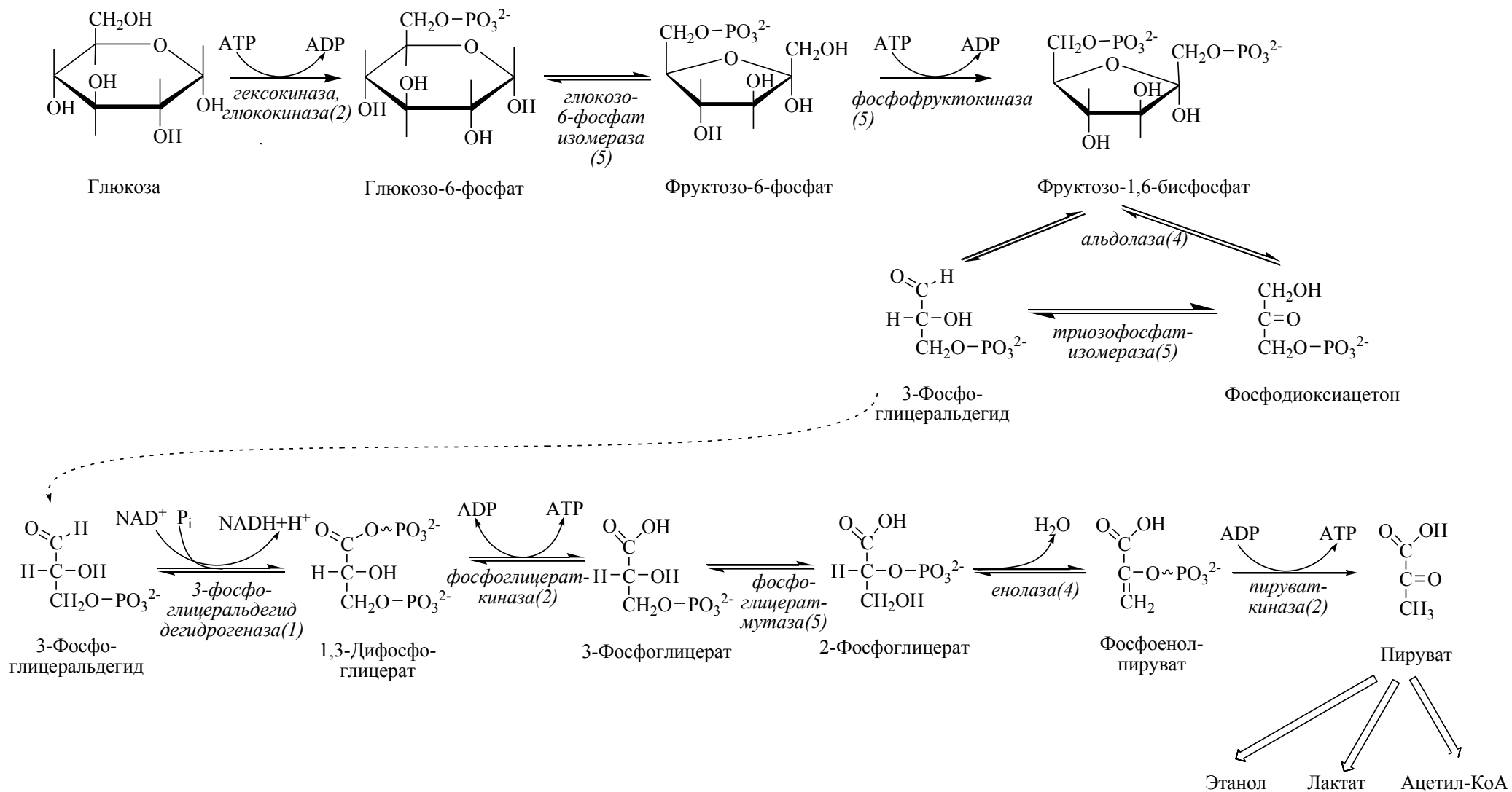


Углеводы-2

Метаболизм этанола

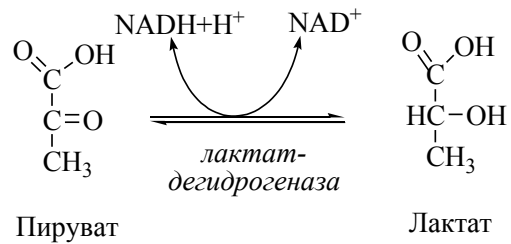


Гликолиз

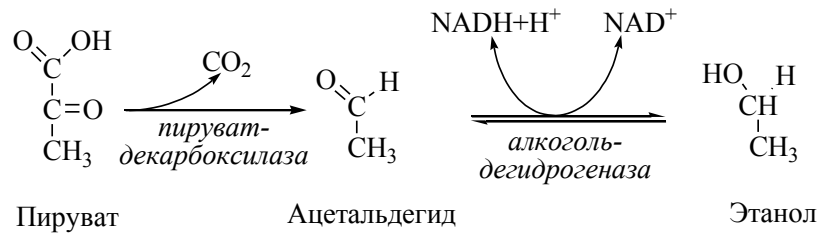


Анаэробный гликолиз

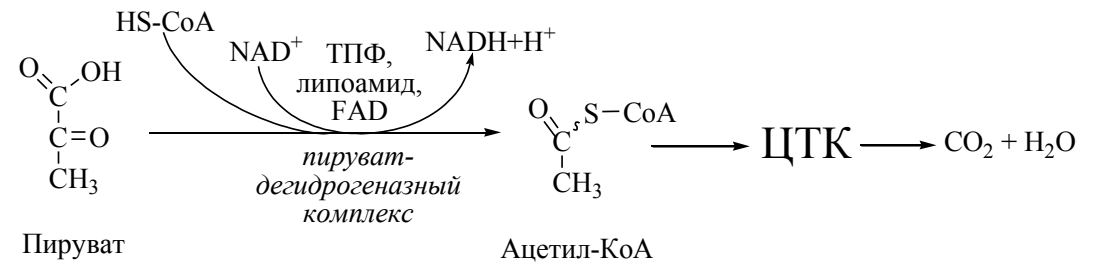
Молочнокислородное брожение



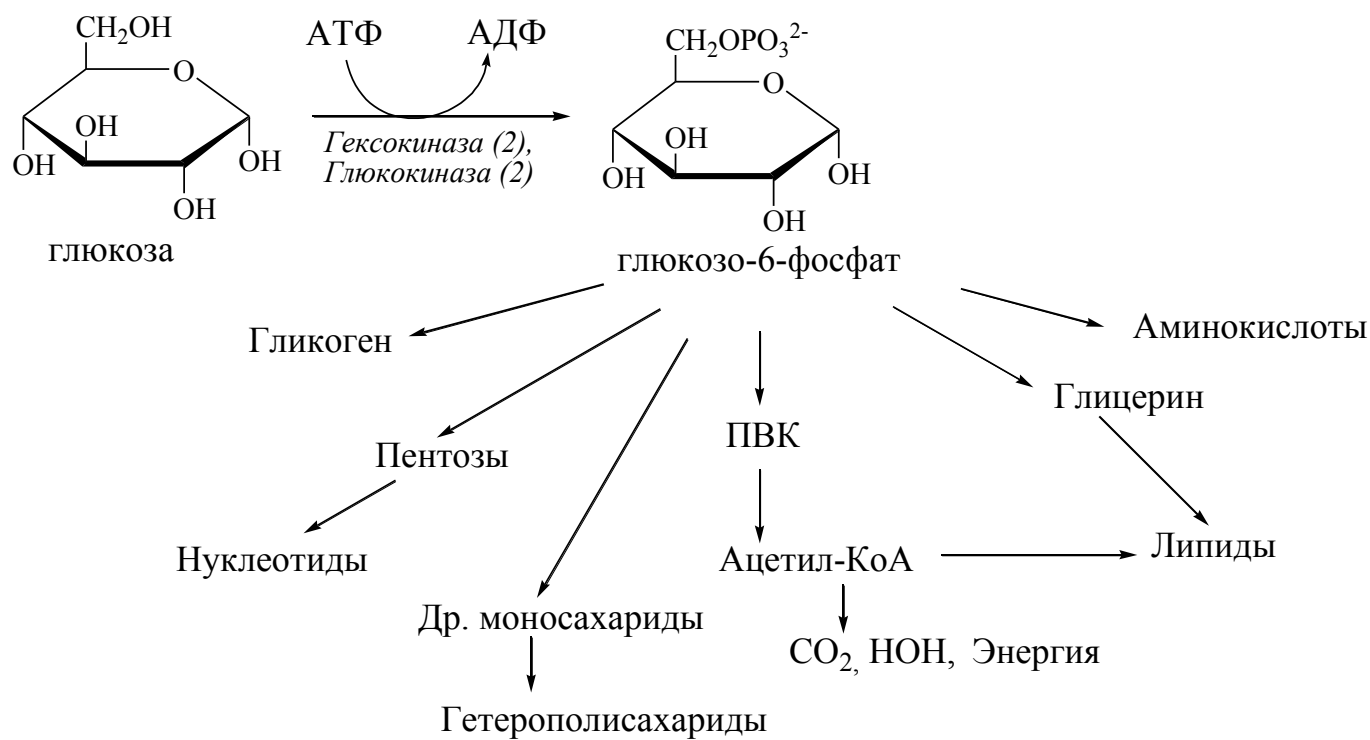
Спиртовое брожение



Аэробный гликолиз

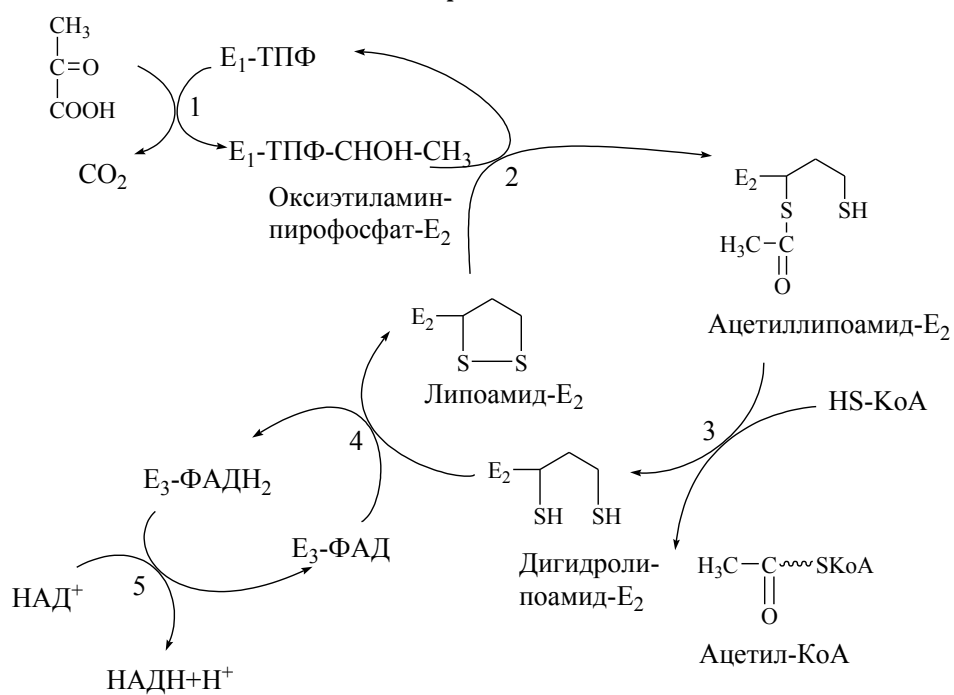


Обмен глюкозо-6-фосфата



Углеводы-3

ПВК дегидрогеназный комплекс

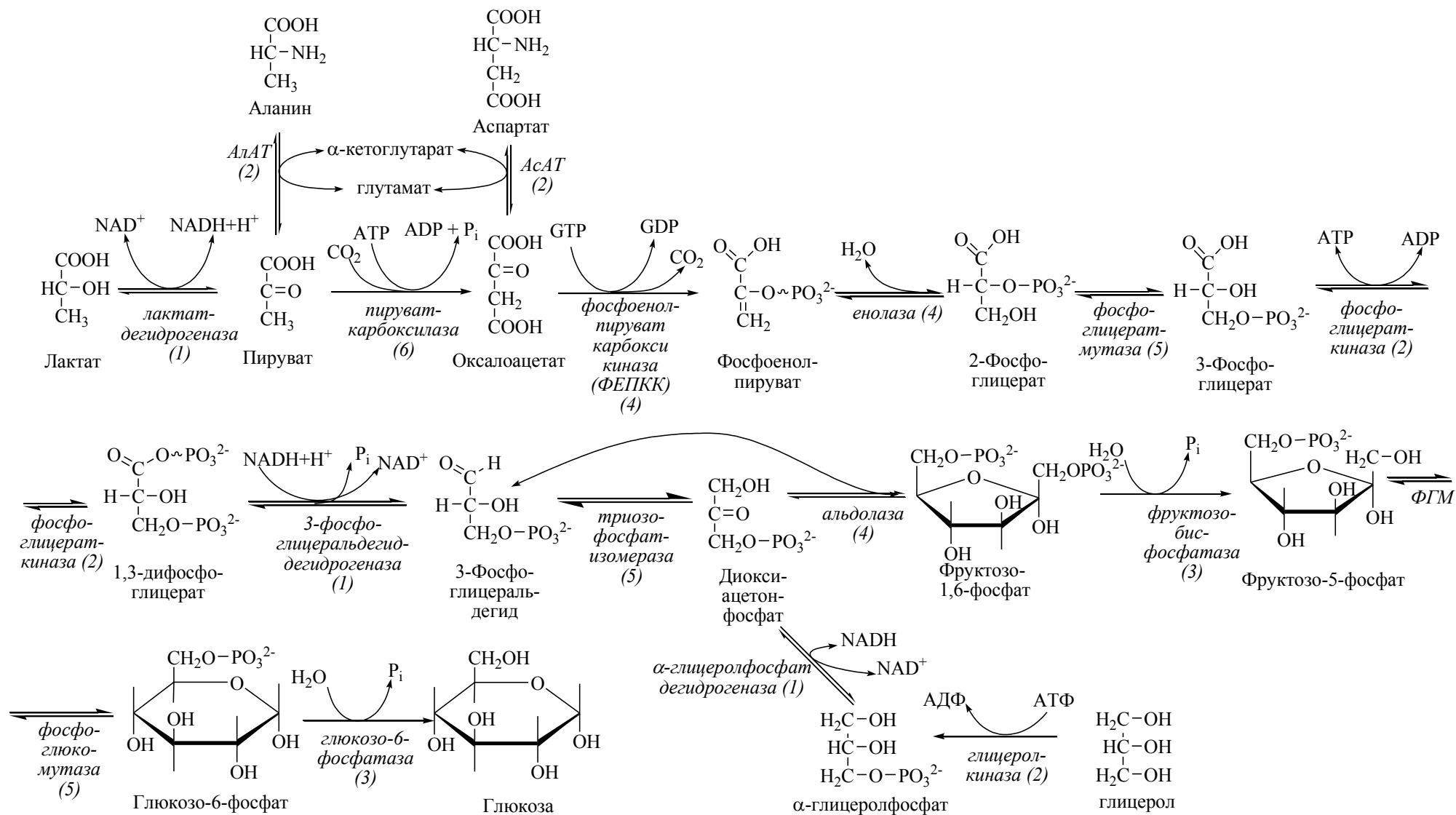


Ферменты:

Суммарная реакция:

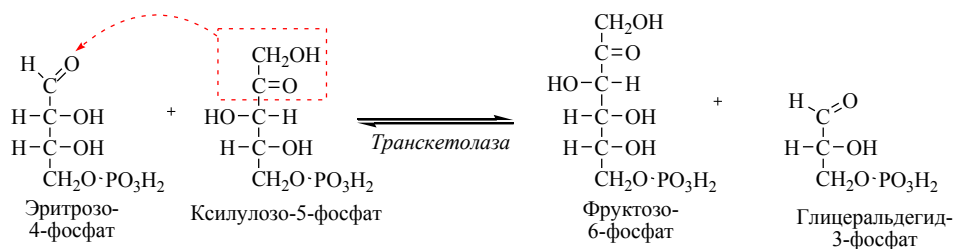
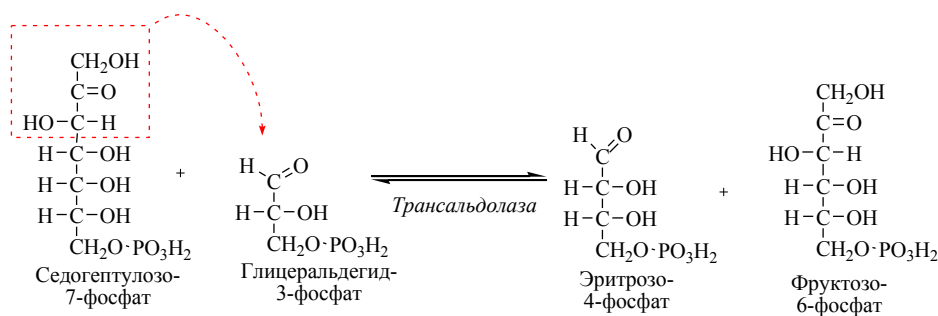
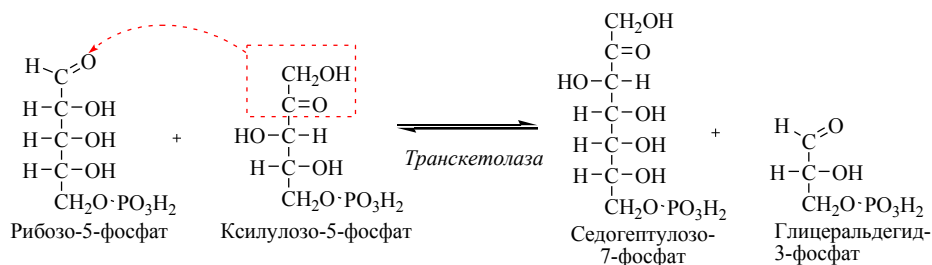
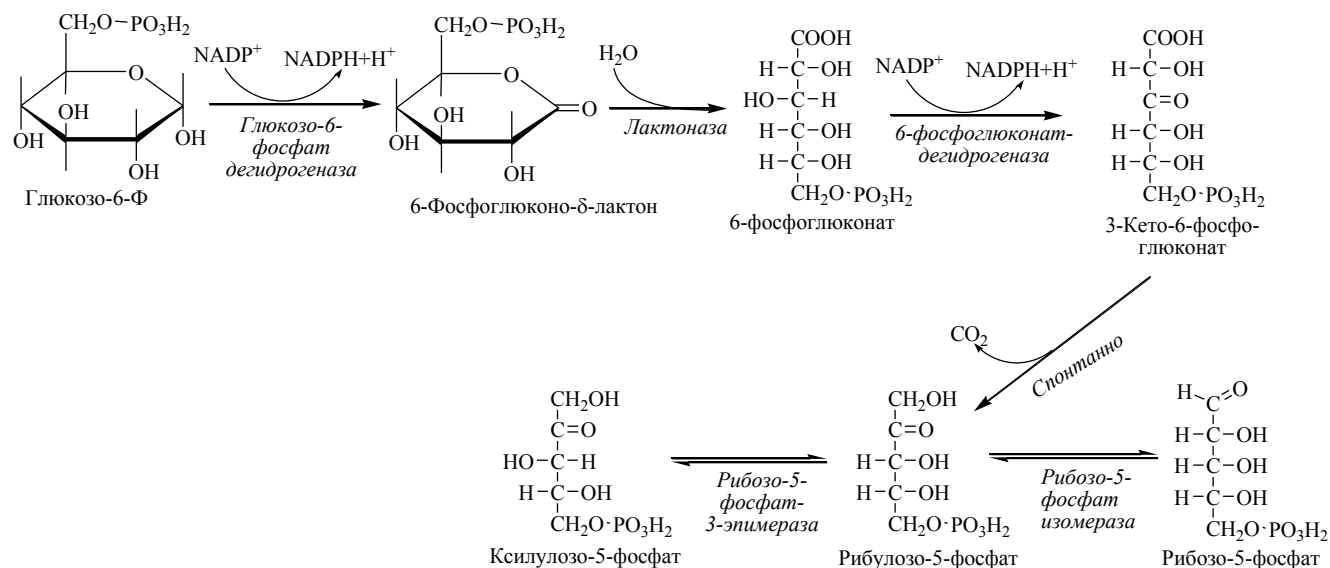
1. Пируватдегидрогеназа (1).
2. Дигидролипоилацетилтрансфераза (2). **Пируват + НАД⁺ + HS-KoA = Ацетил-КоА + НАДН + Н⁺ + CO₂**
3. Дигидролипоилацетилтрансфераза (2).
4. Дигидролипоилдегидрогеназа (1).
5. Дигидролипоилдегидрогеназа (1).

Глюконеогенез

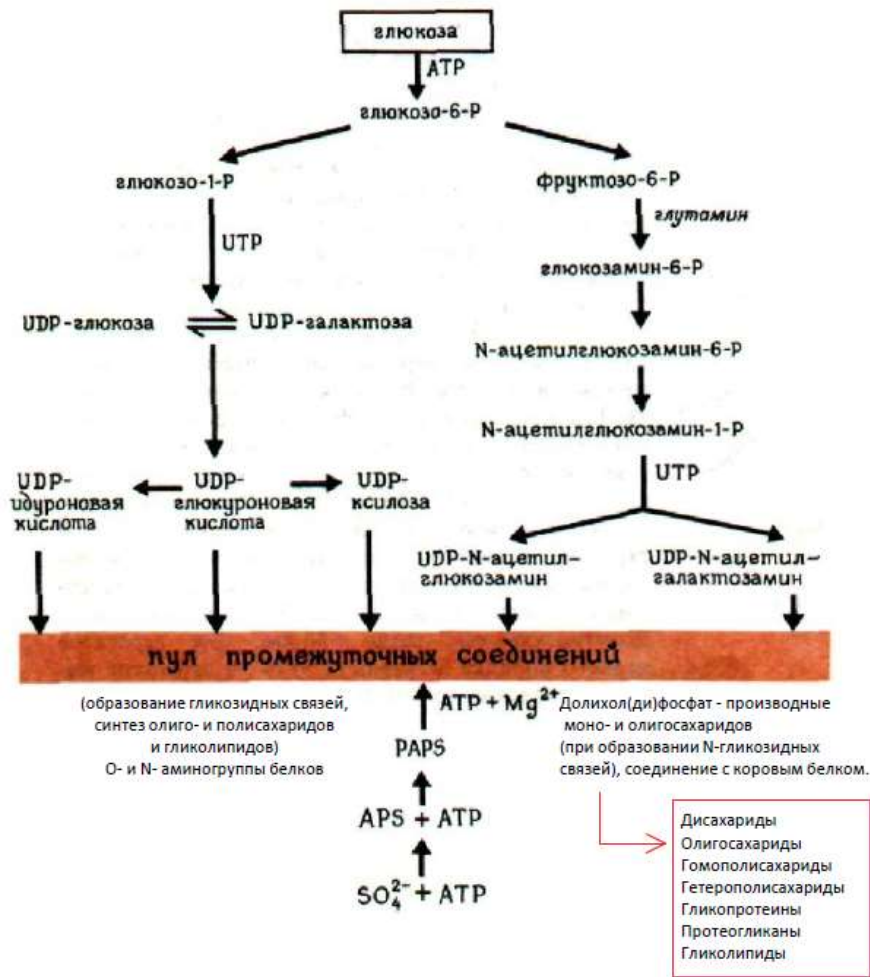


Углеводы-4

Пентозофосфатный путь



Синтез основных классов ГАГ



Примеры субстратов для синтеза некоторых ГАГ:

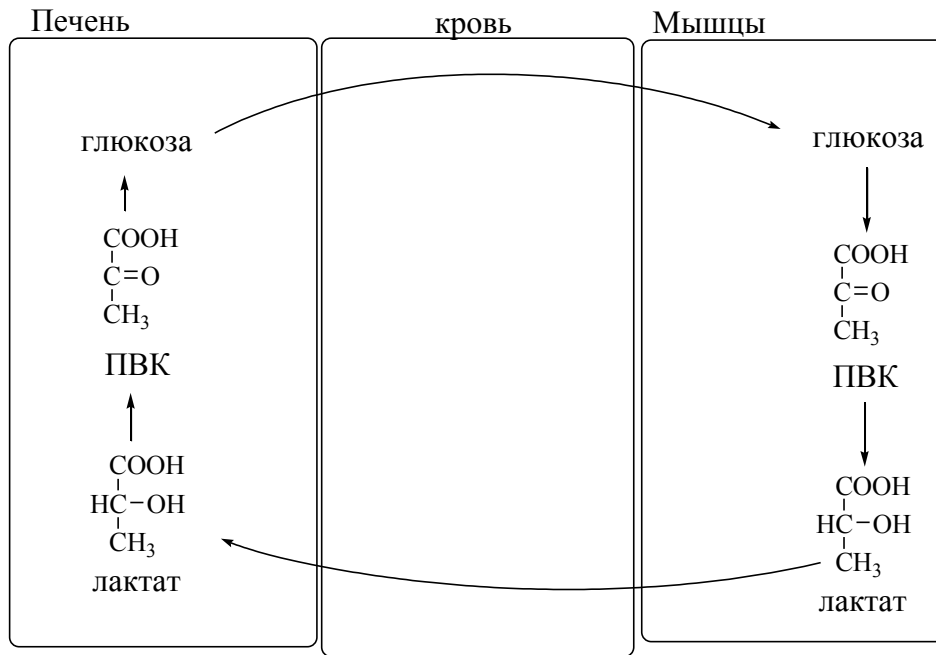
- УДФ-глюкуроновая кислота + УДФ-N-ацетил-глюкозамин = гиалуроновая кислота + 2 УДФ
- УДФ-глюкуроновая кислота + УДФ-N-ацетил-галактозамин + ФАФС = Хондроитин-4(6)-сульфат + 2 УДФ + ФАФ

TIGAR – *TP53* Induced Glycolysis and Apoptosis Regulator

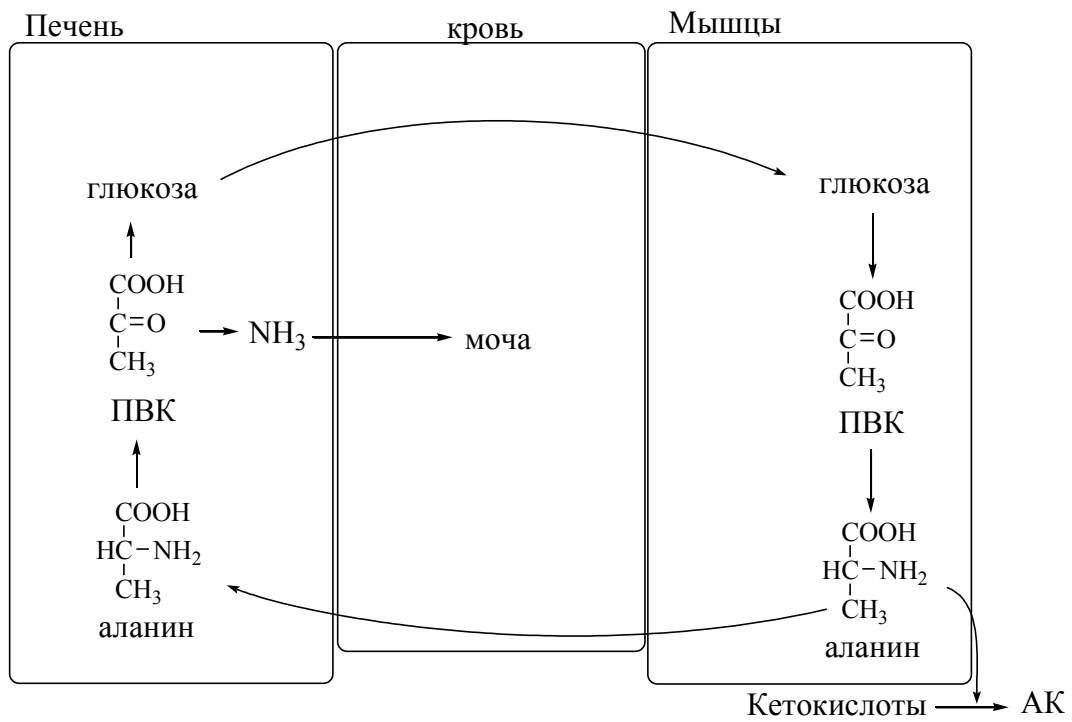


Цикл Кори, цикл Фелига

Цикл Кори



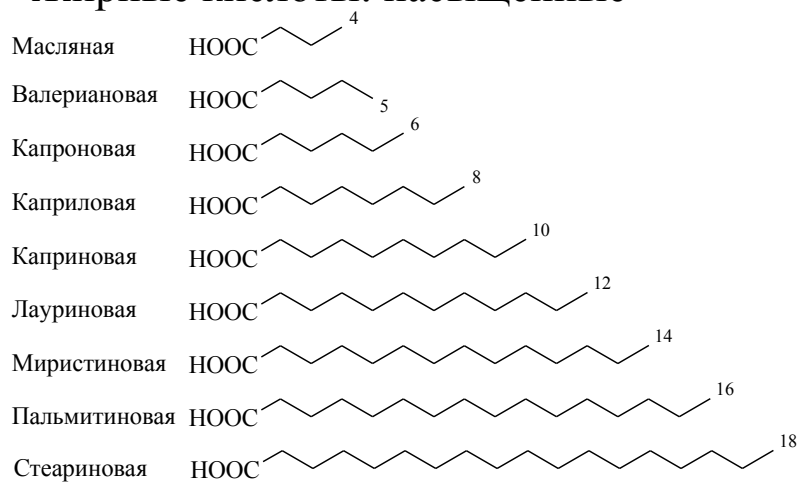
Цикл Фелига



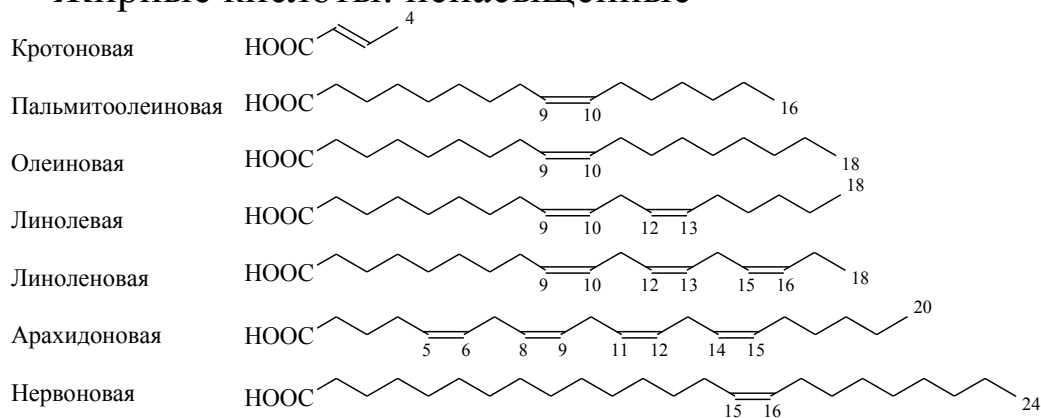
Биохимия липидов

Липиды-1

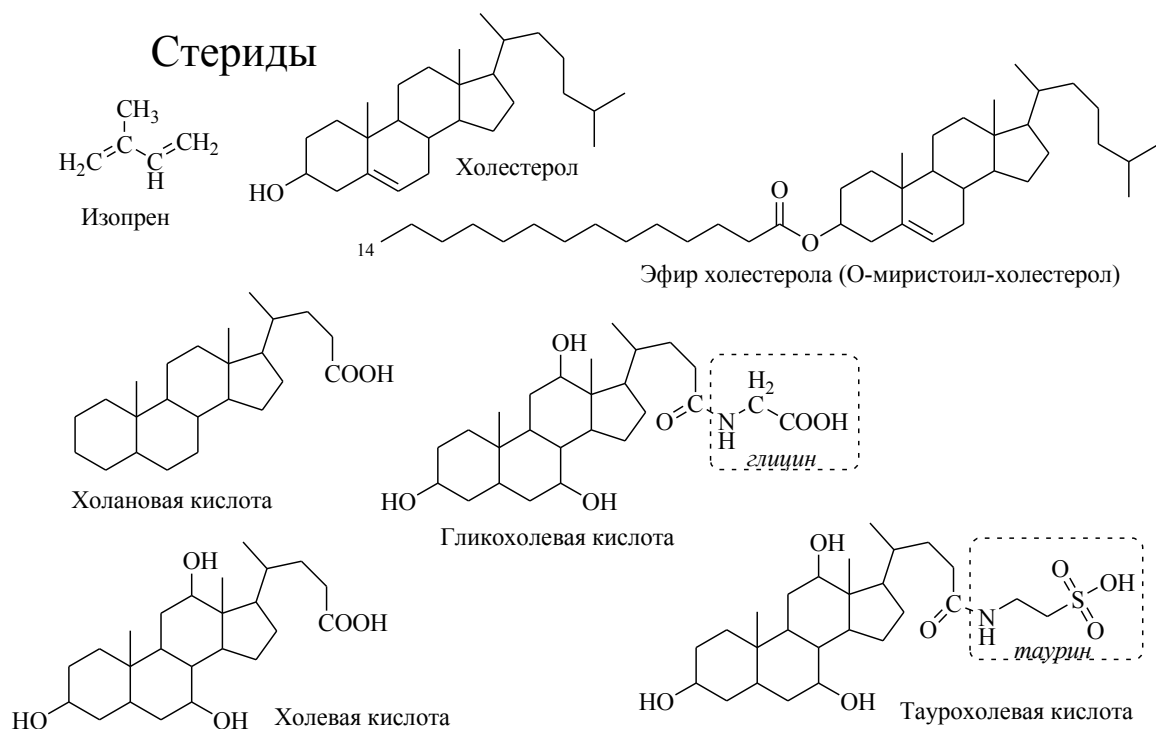
Жирные кислоты: насыщенные



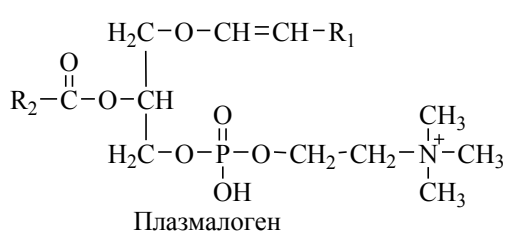
Жирные кислоты: ненасыщенные



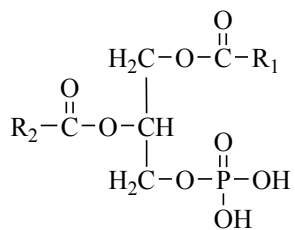
Стериды



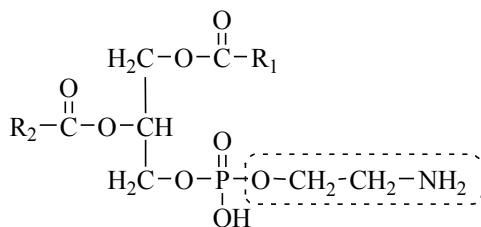
Глицерофосфолипиды, сфингозин и воска



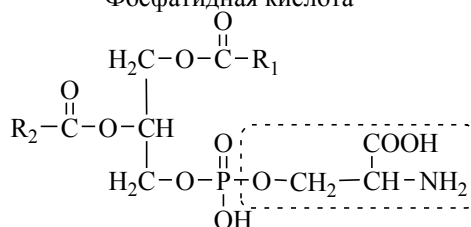
Плазмалоген



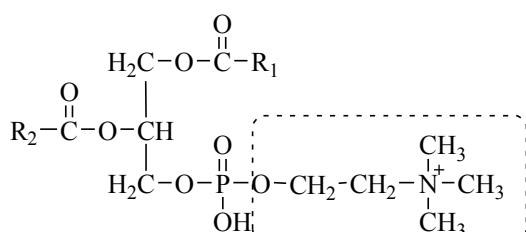
Фосфатидная кислота



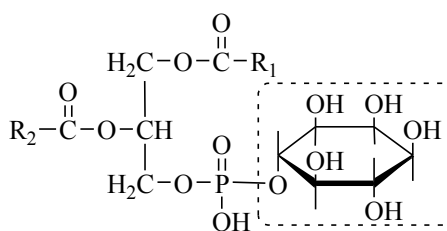
Фосфатидилэтаноламин



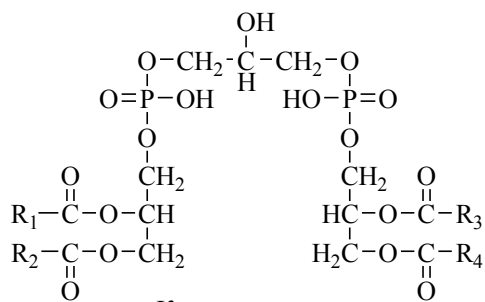
Фосфатидилсерин



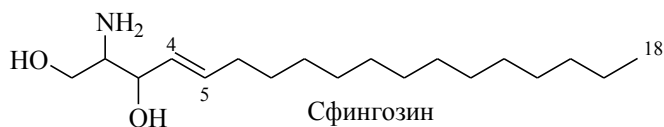
Фосфатидилхолин



Фосфатидилинозитол

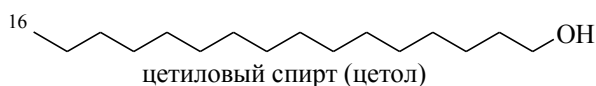
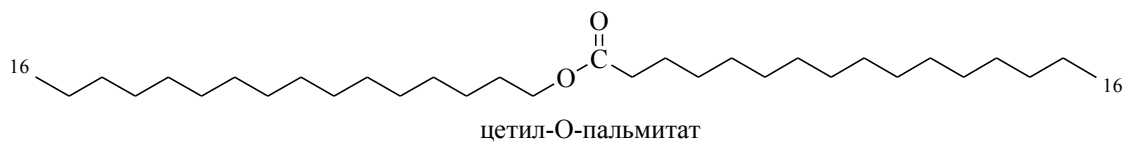
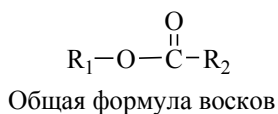


Кардиолипин

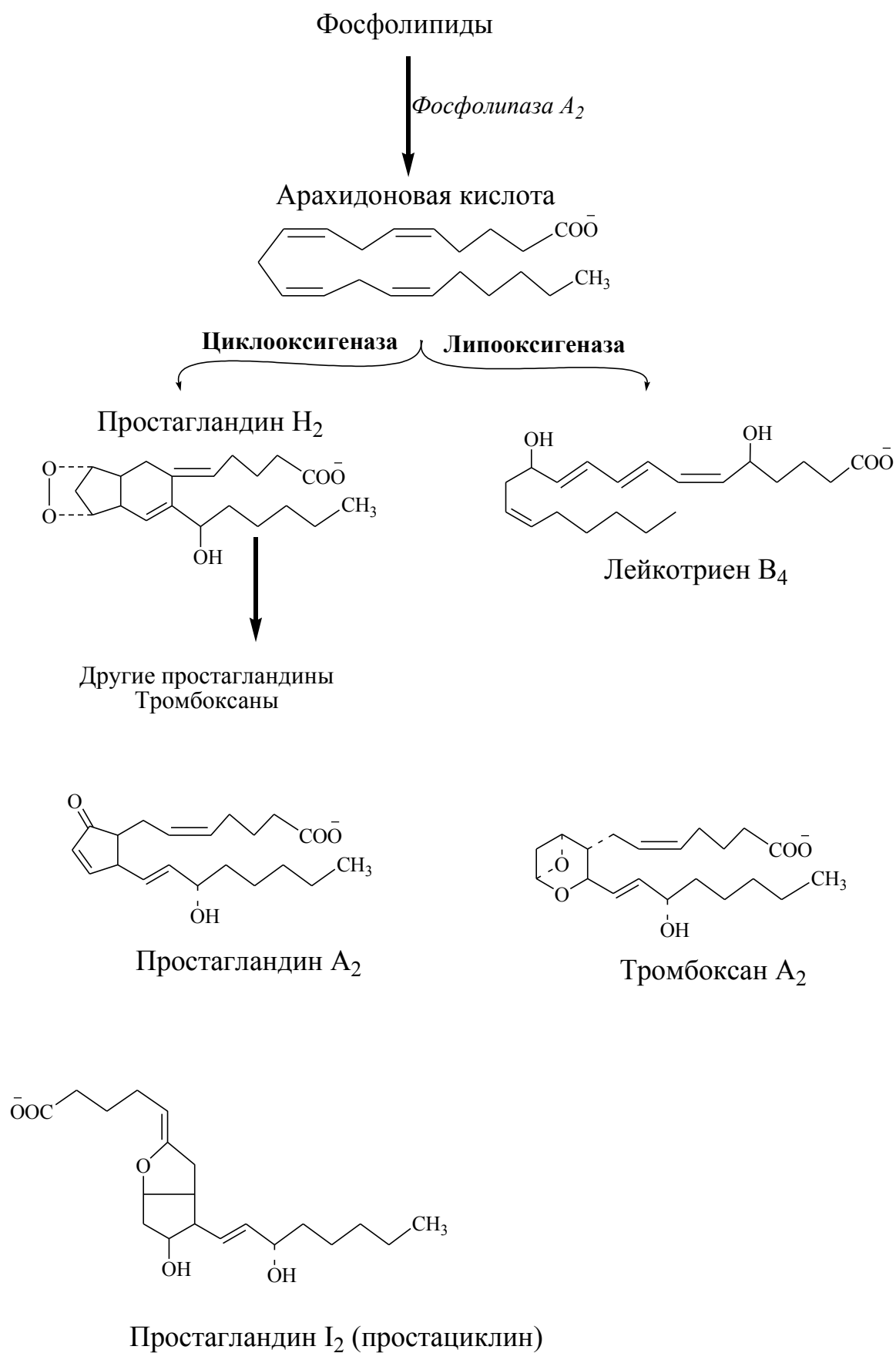


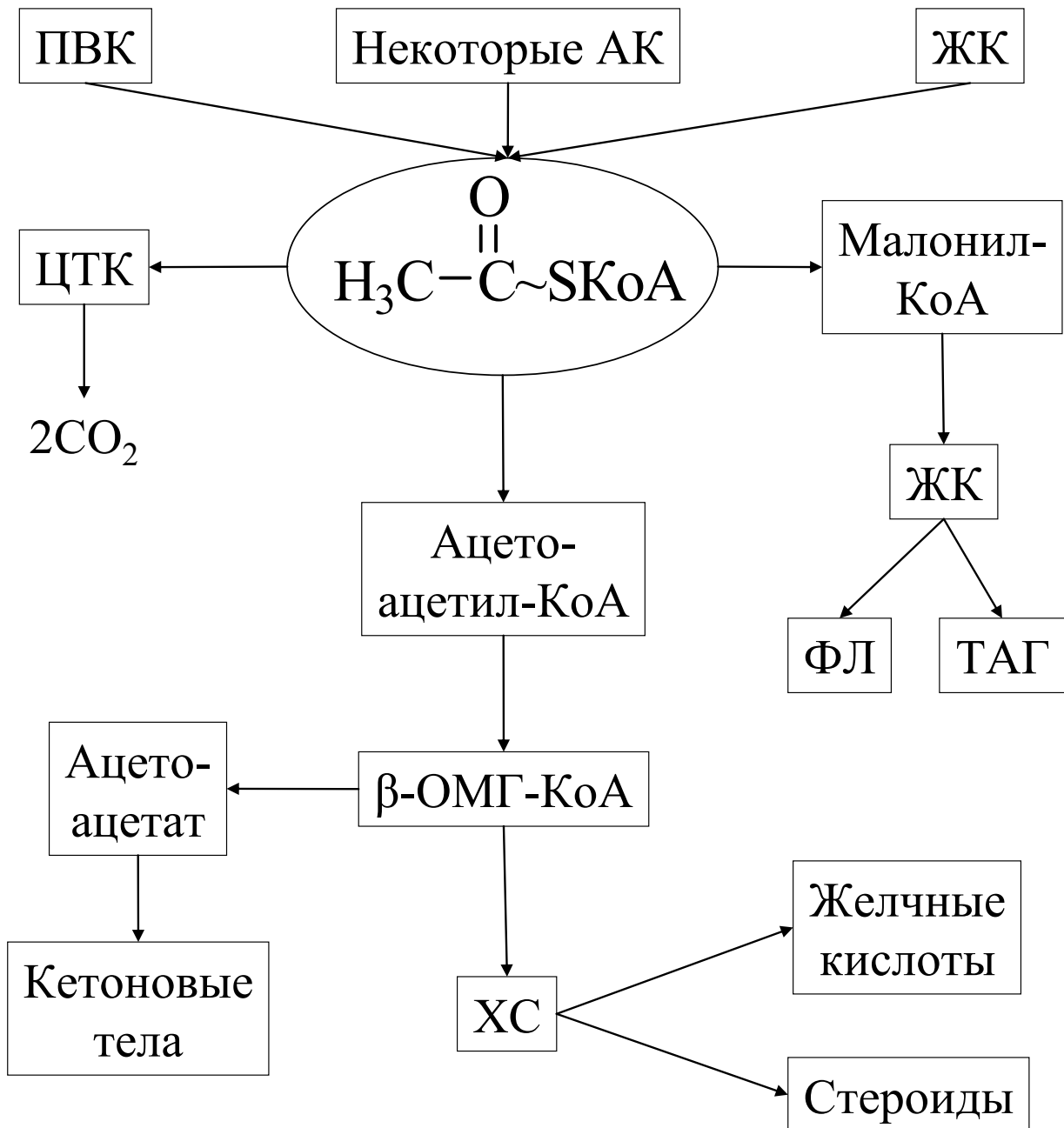
Сфингозин

Воска



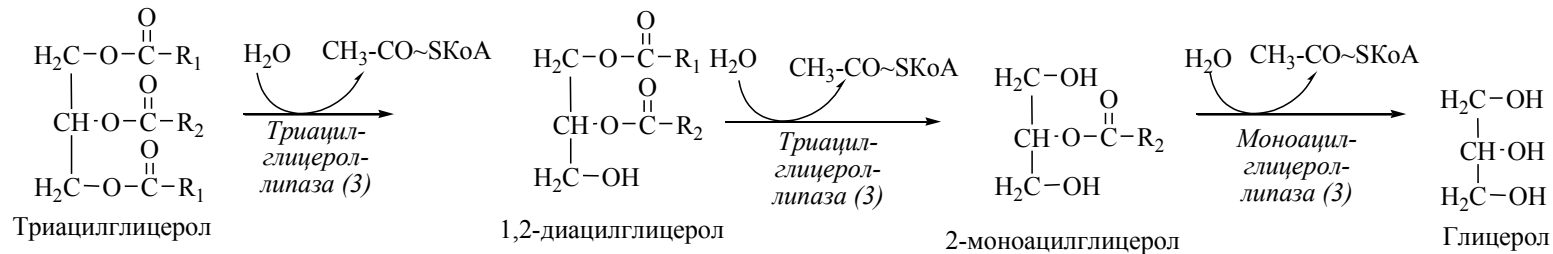
[illegible]



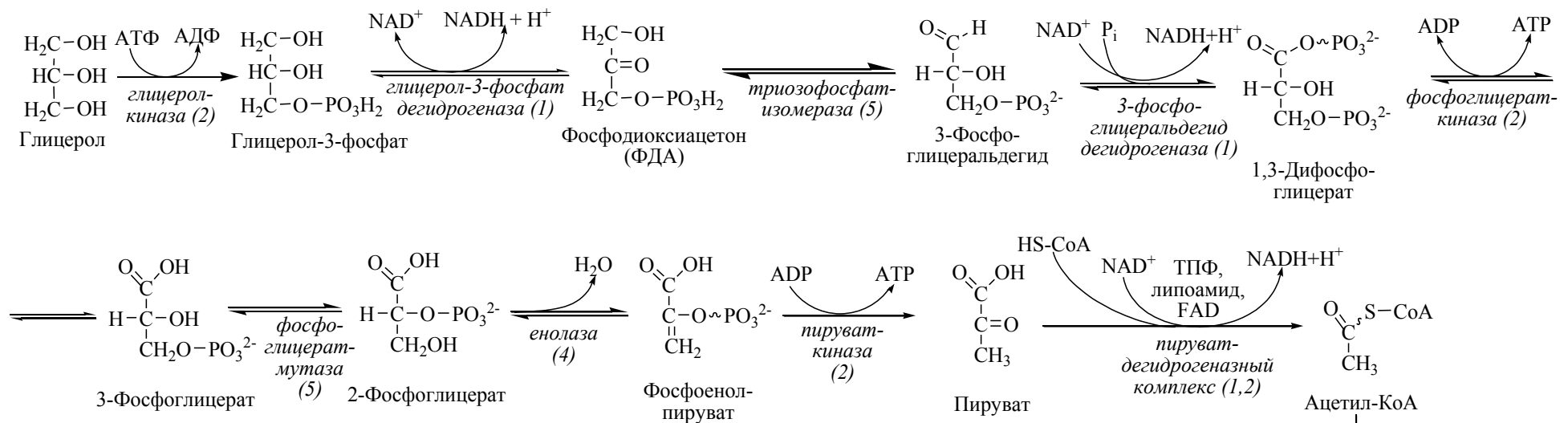


Катаболизм триацилглицеролов (ТАГ), глицерола. Энергетический баланс

Катаболизм триацилглицеролов



Окисление глицерола (по аэробному гликолизу)



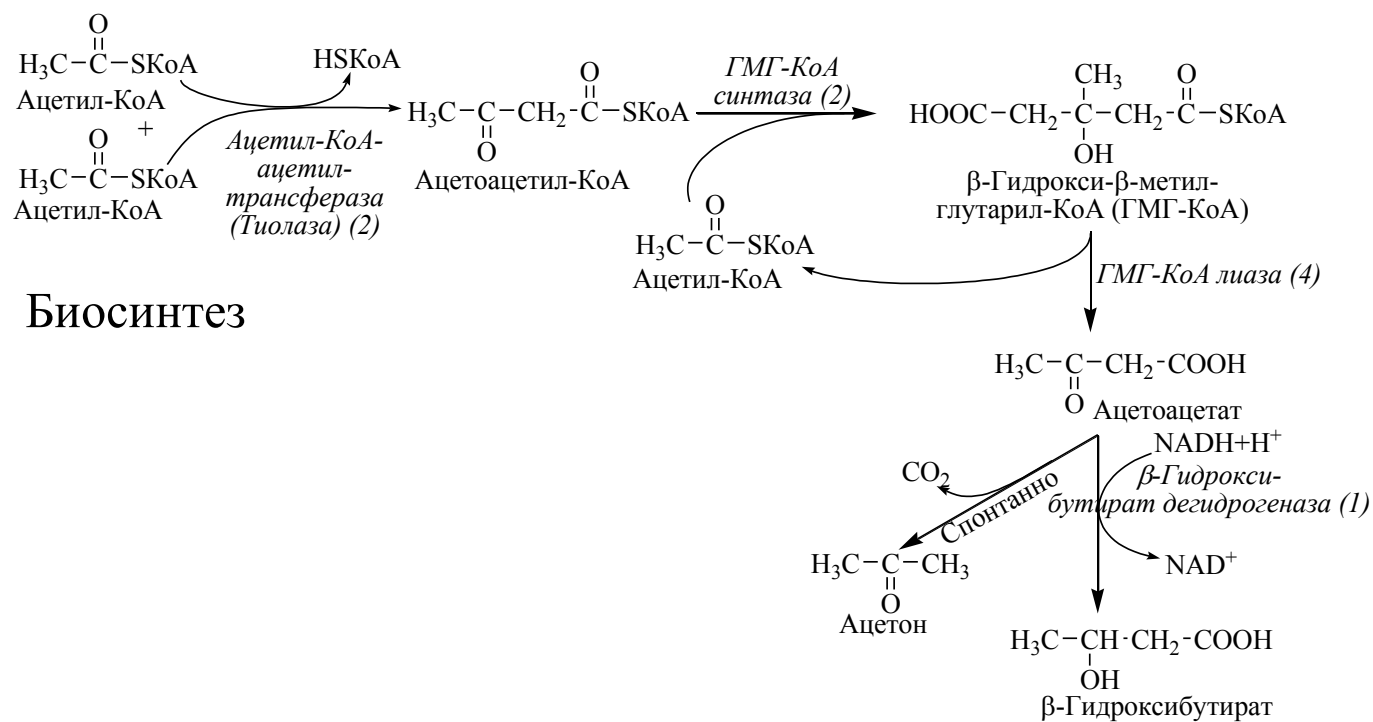
Баланс окисления ТАГ = Баланс окисления глицерола + баланс окисления ЖК

Глицерол: $-1+3+3+1+1+3+12=22$ АТФ

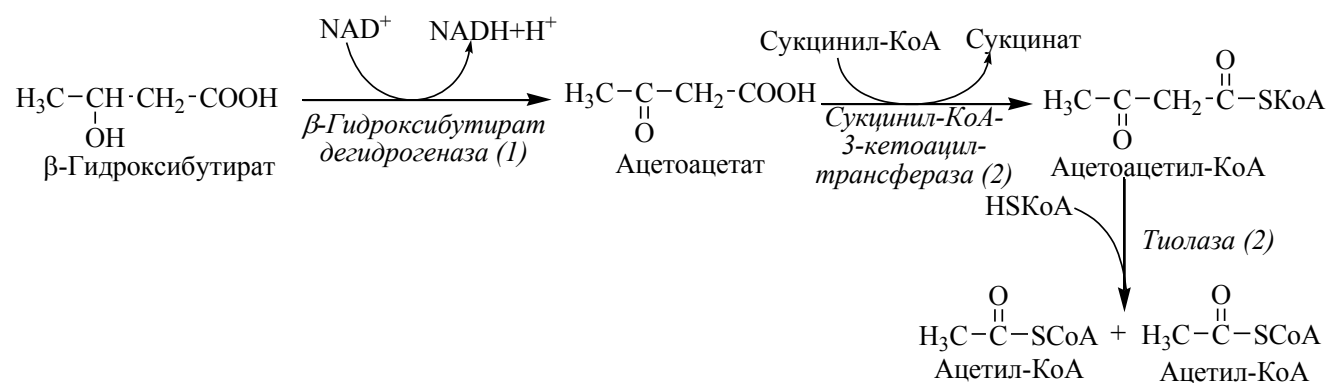
Если все 3 ЖК=C₁₆, то прибавляем $3 \times 130=390$. Общий баланс: $22+390=412$ АТФ

ЦТК \longrightarrow CO₂ + H₂O

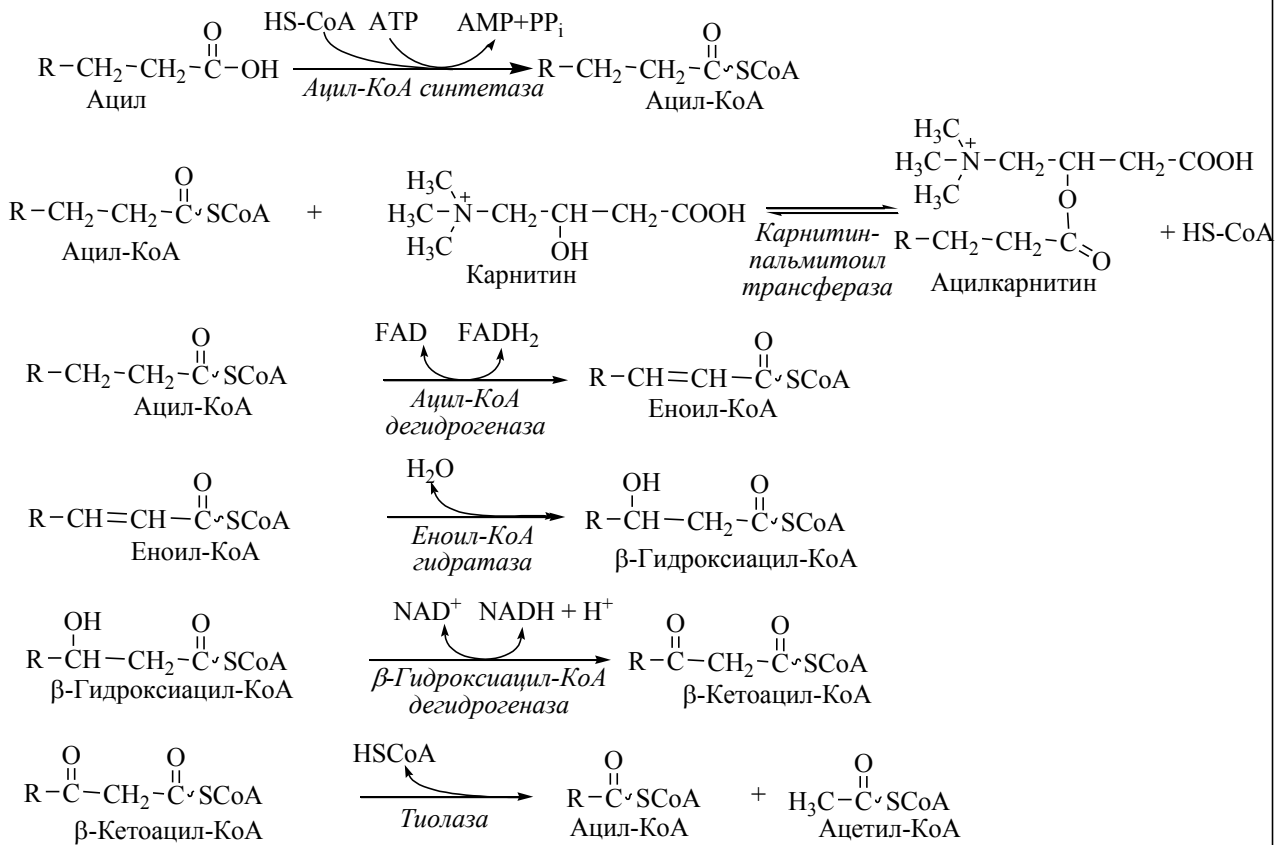
Метаболизм (синтез и утилизация) кетоновых тел:



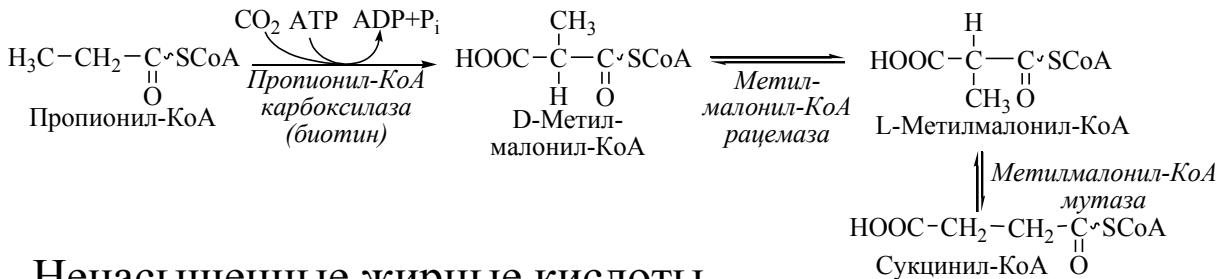
Утилизация



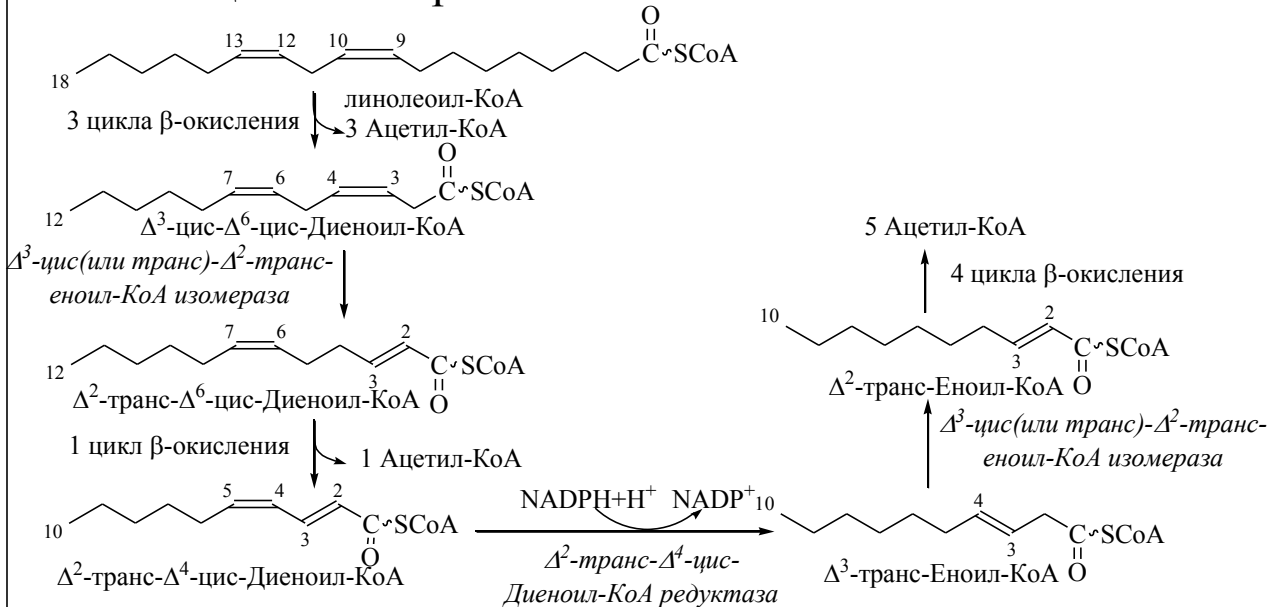
β-Окисление жирных кислот



С нечетным числом атомов углерода

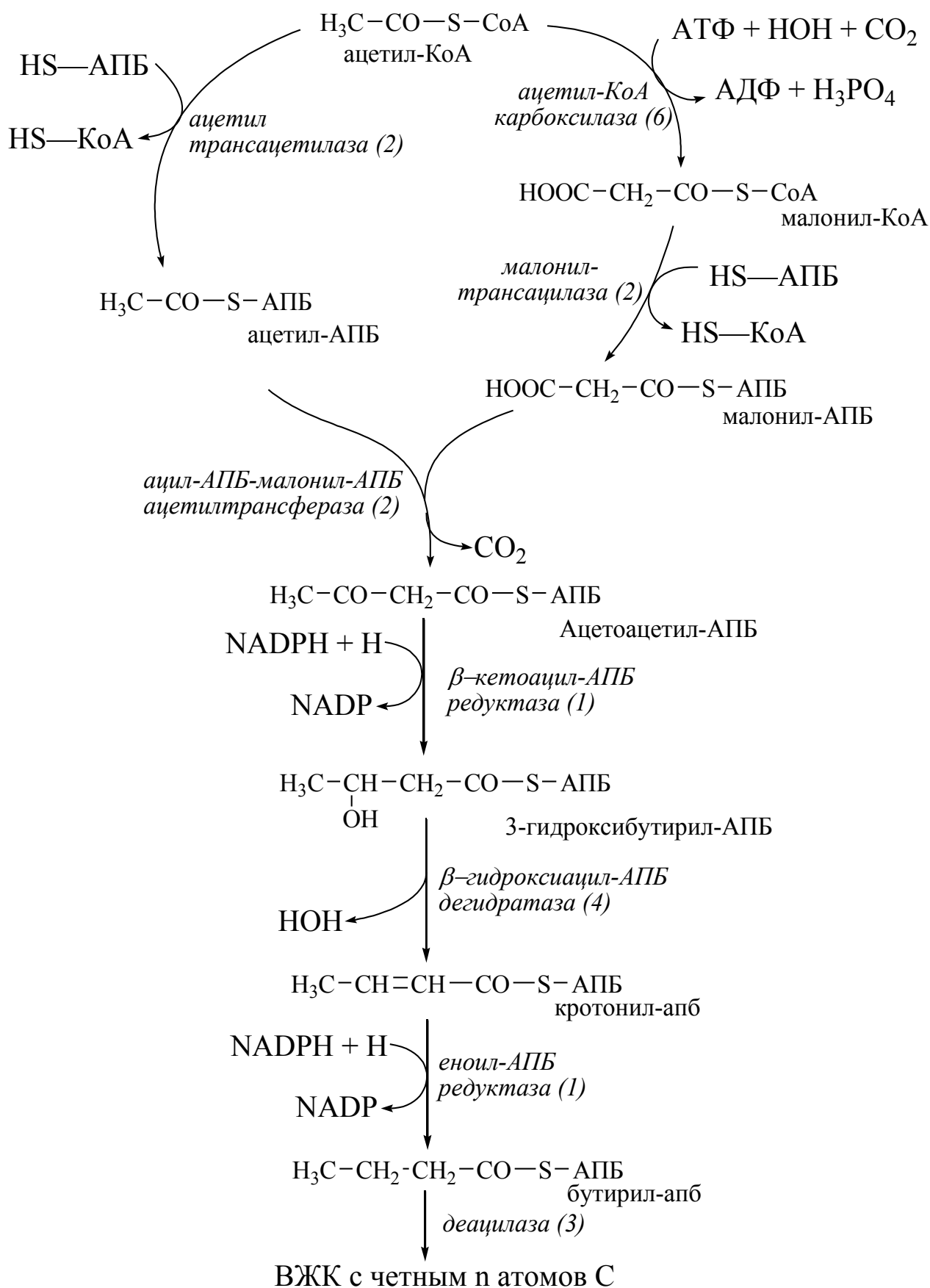


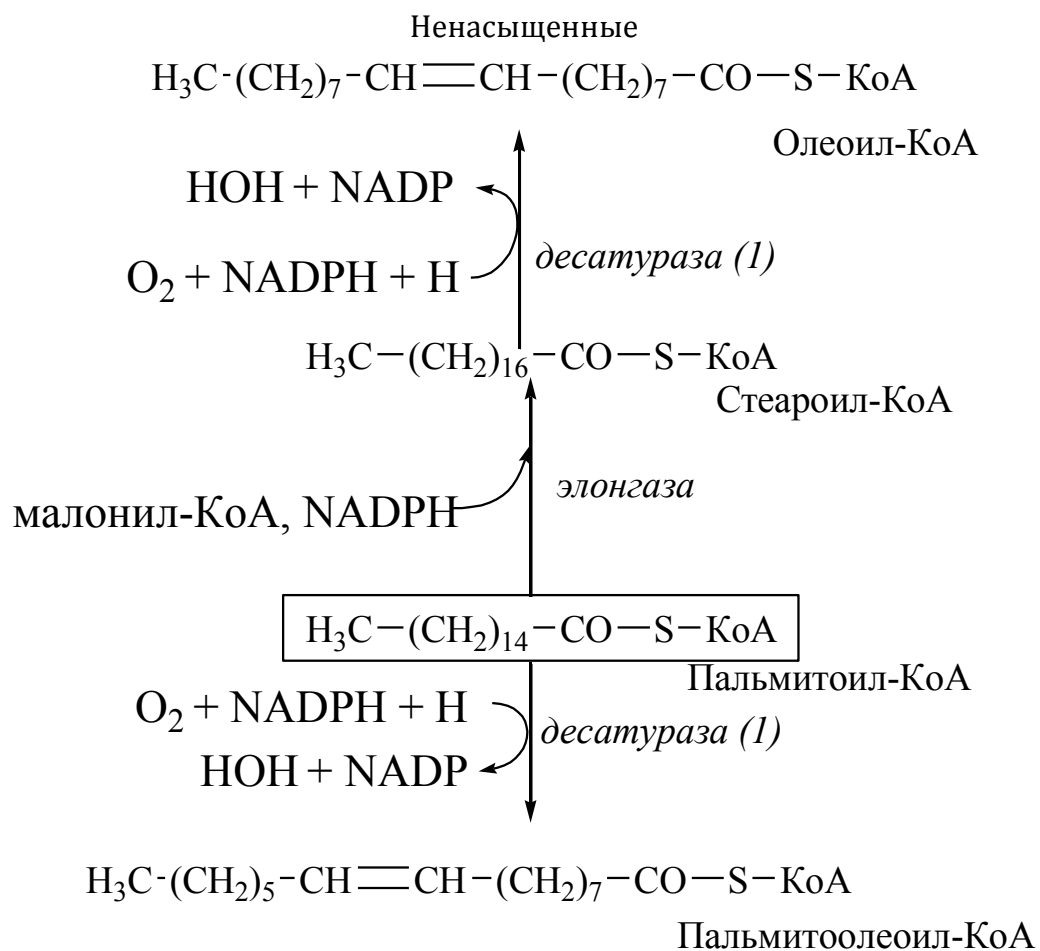
Ненасыщенные жирные кислоты



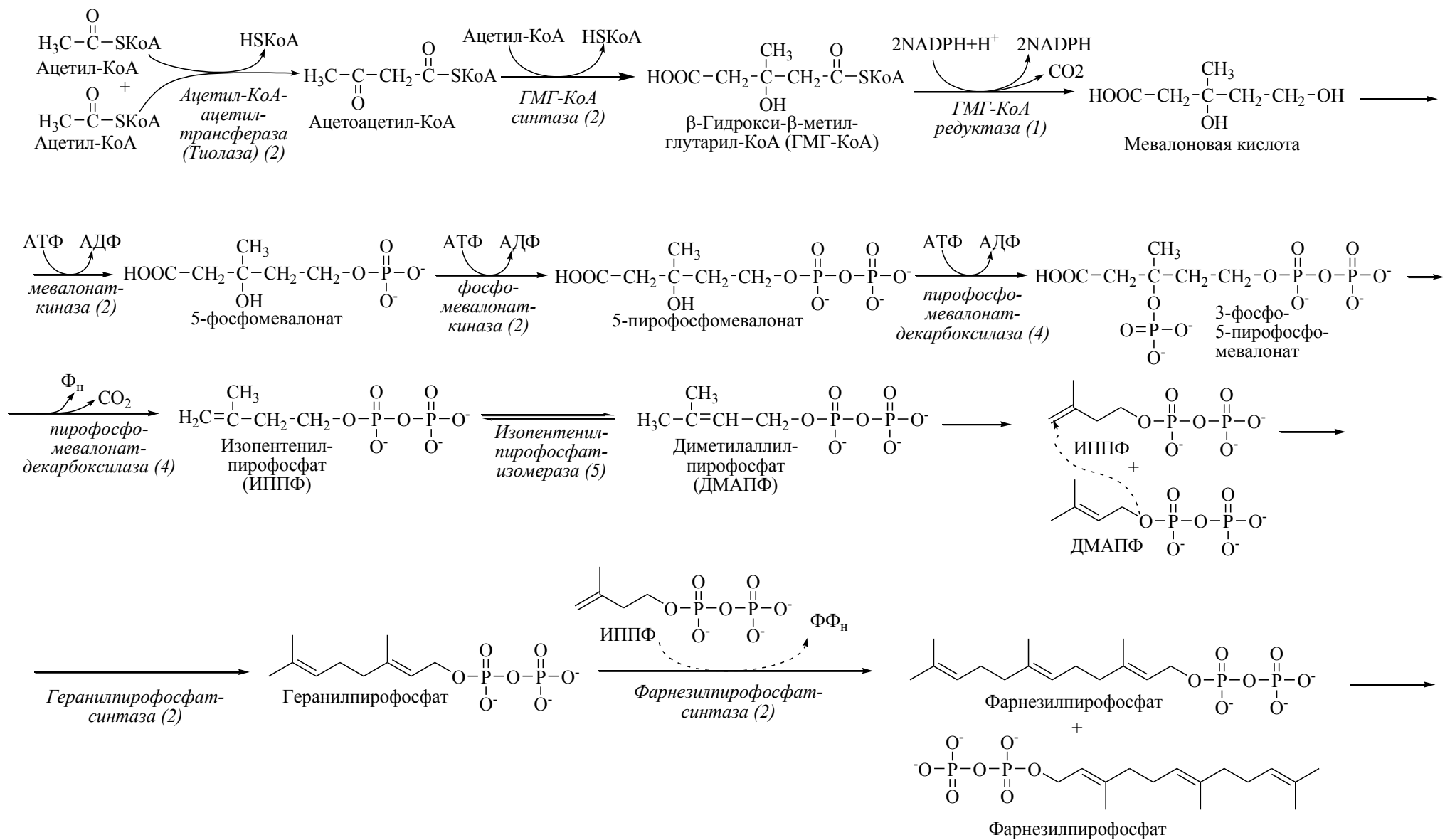
Липиды-3
Биосинтез ЖК

Насыщенные





Синтез холестерина



Биохимия белков и нуклеиновых кислот

Белки-1

Эндогенный пул аминокислот, его образование и утилизация

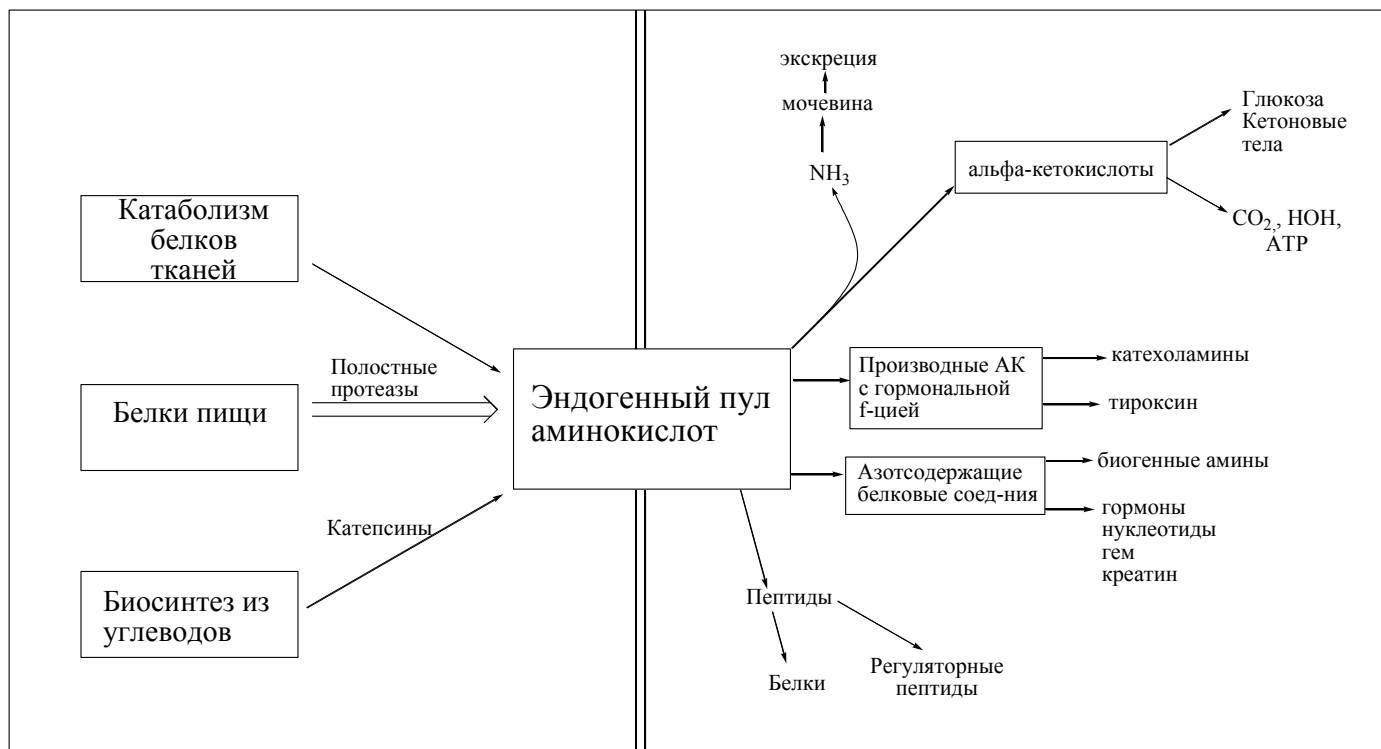
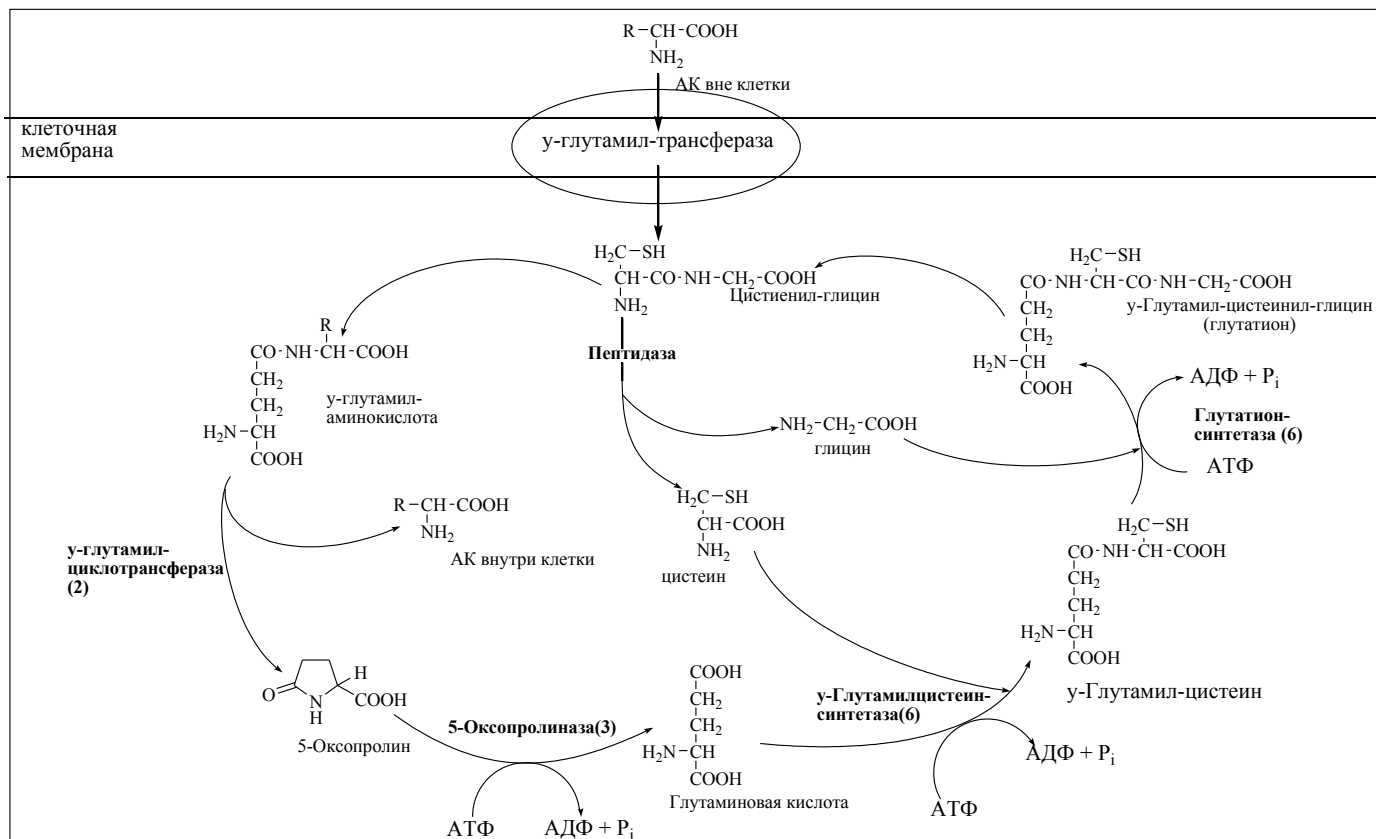
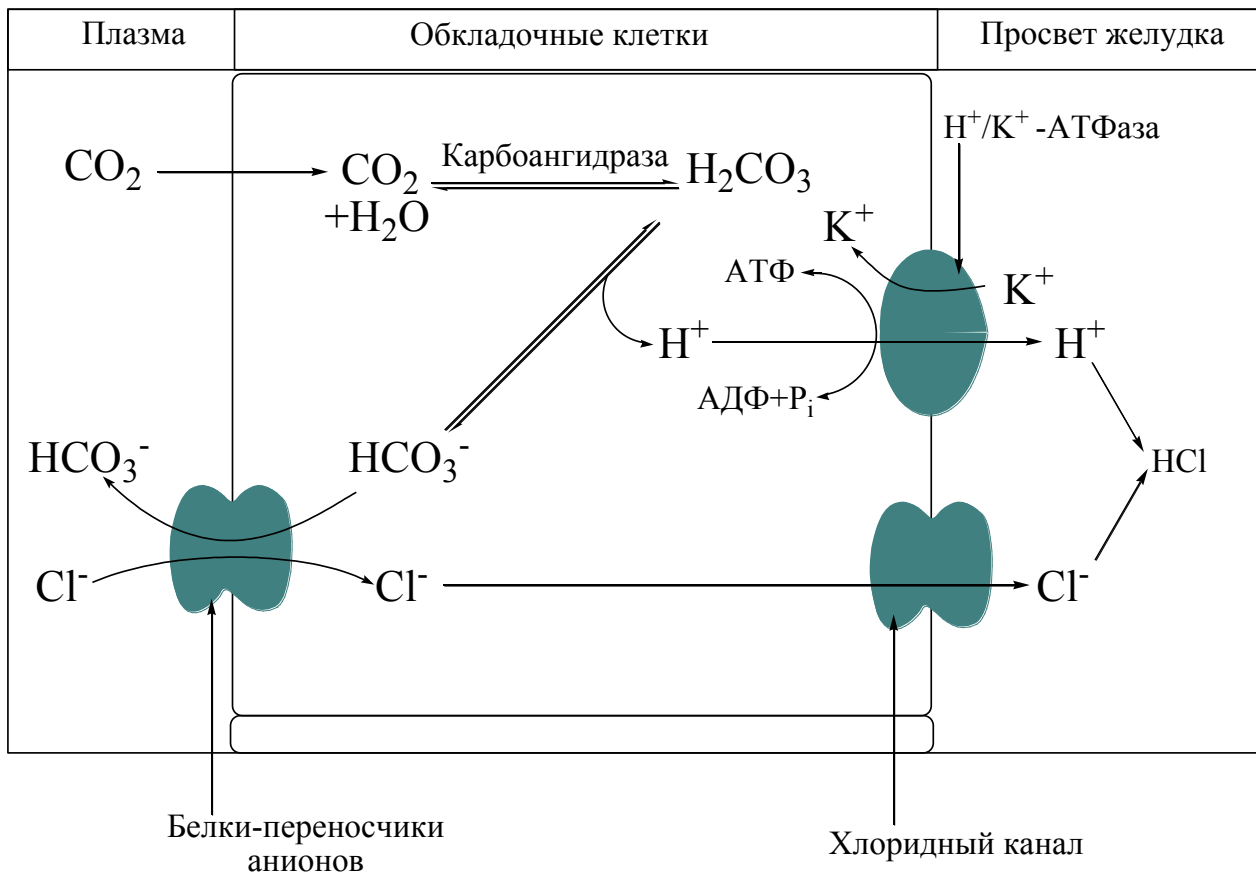


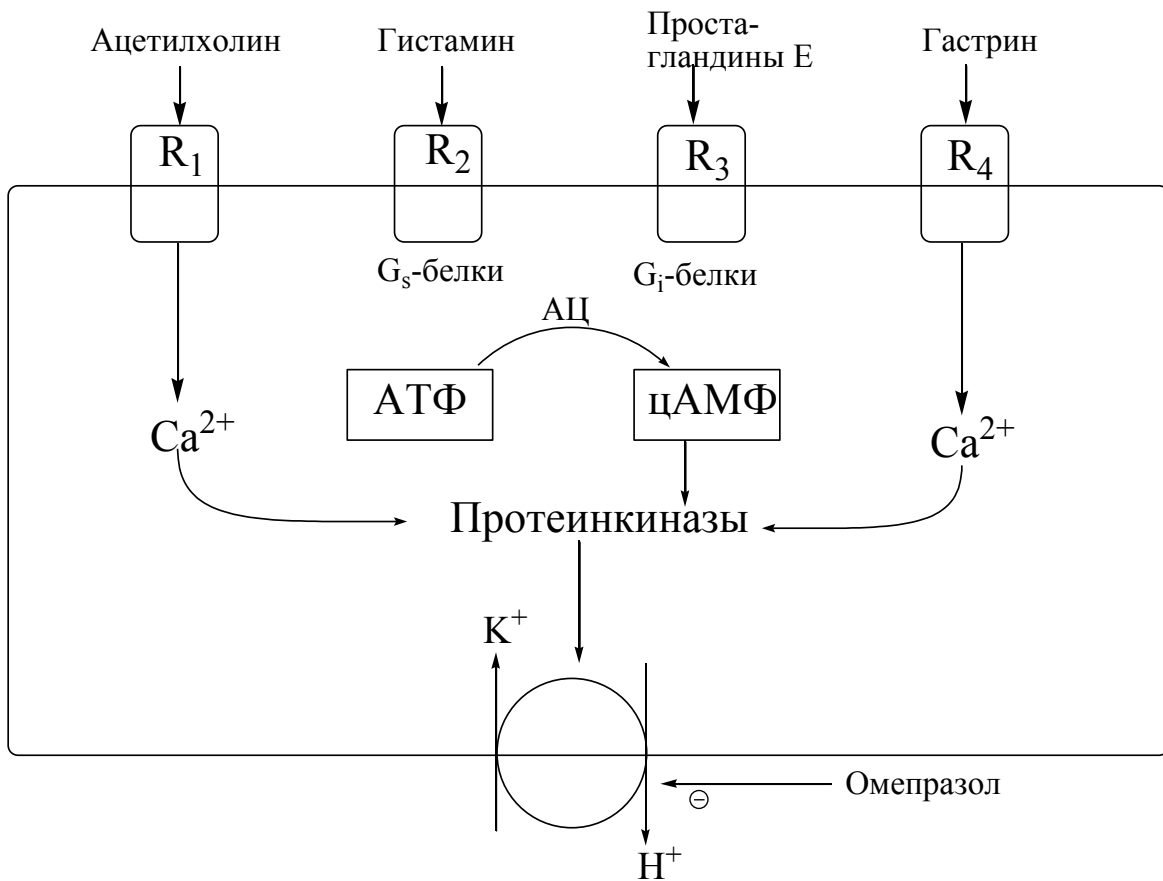
Схема Мейстера



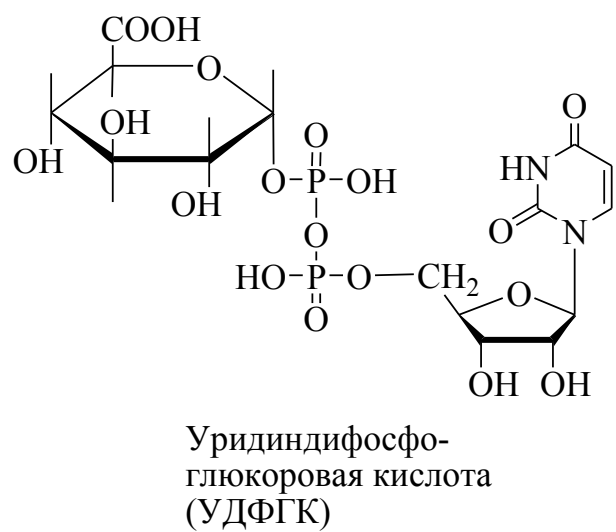
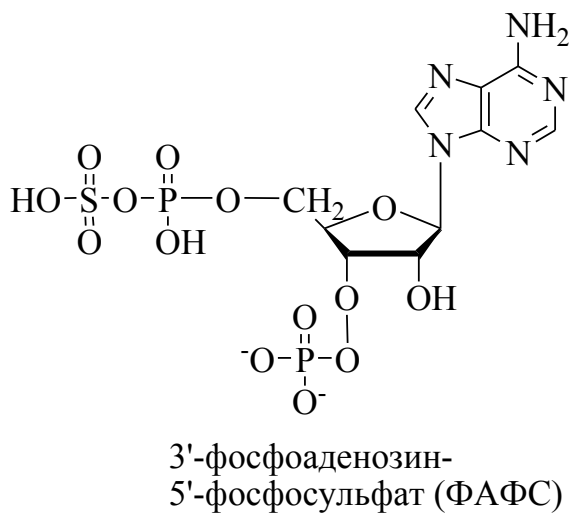
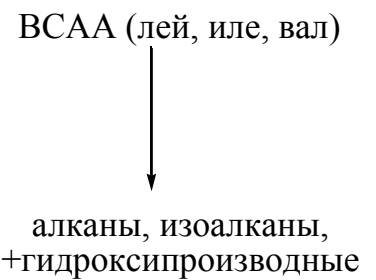
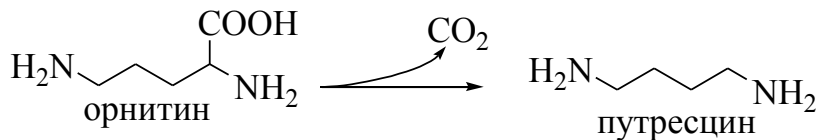
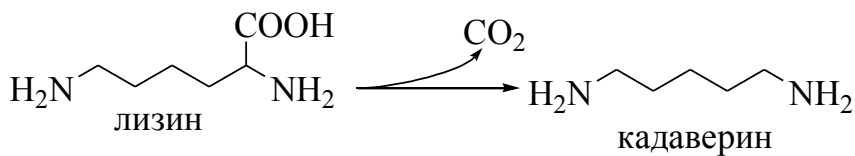
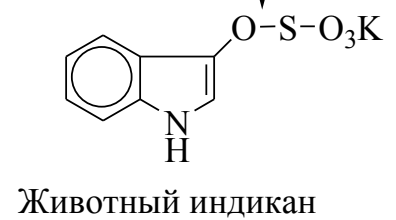
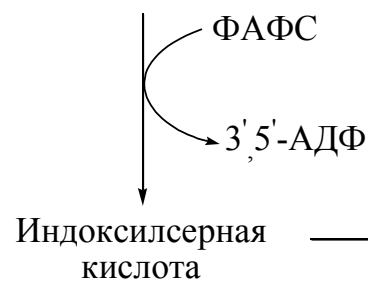
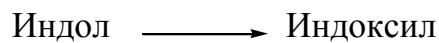
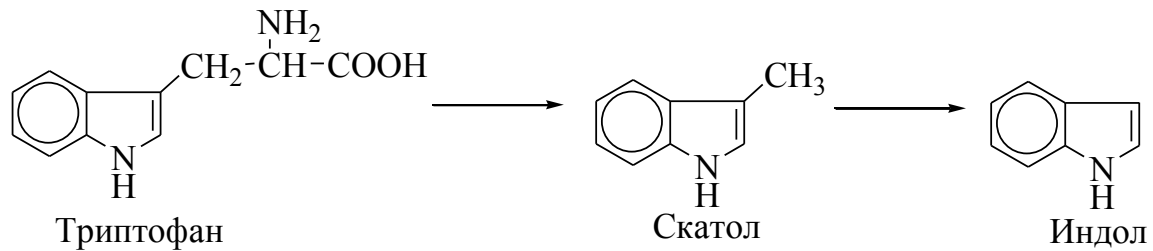
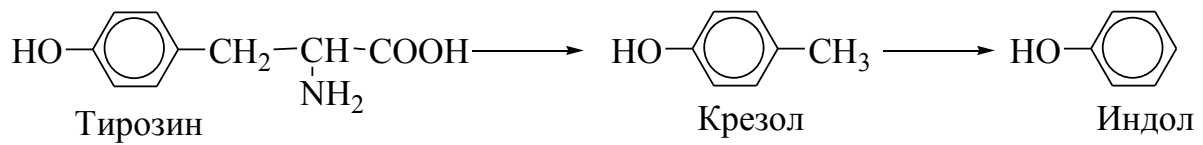
Синтез соляной кислоты и его регуляция



Регуляция:

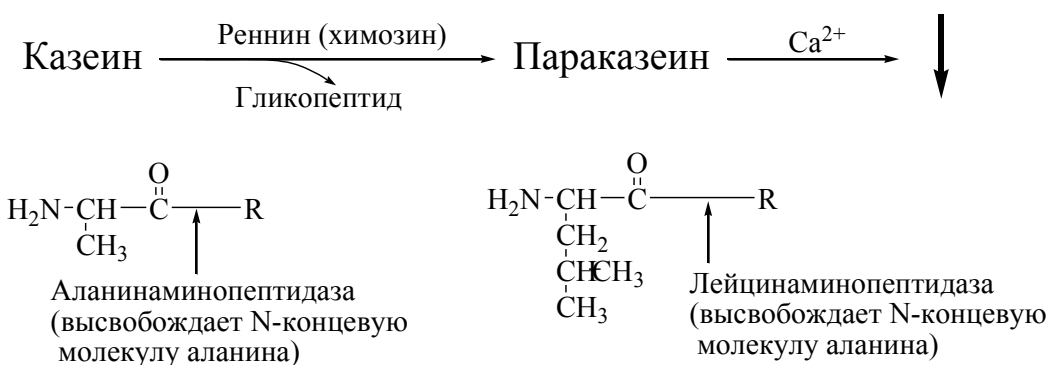
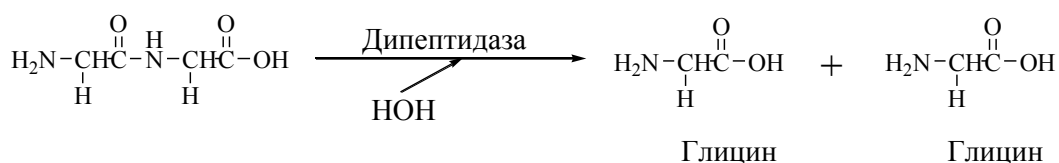


Гниение белков, обезвреживание продуктов гниения:



Ферменты, переваривающие белки

Сериновые протеазы		
<p>Ала Гли Серо</p> $\text{—NH—CH(NH—)}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C—N—CH(N—)}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C—O—}$ <p>Эластаза</p> <p>↑↑</p> <p>Проэластаза</p>	<p>Арг Лиз</p> $\text{—NH—CH(NH—)}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C—N—CH(N—)}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C—O—}$ <p>Трипсин</p> <p>↑↑</p> <p>Трипсиноген</p>	<p>Тир Фен Мет Лей</p> $\text{—NH—CH(NH—)}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C—N—CH(N—)}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C—O—}$ <p>Химотрипсин</p> <p>↑↑</p> <p>Химотрипсиноген</p>
Металлопротеазы		Аспарагиновые протеазы
<p>Ала Вал Иле Лей Арг Лиз</p> $\text{H}_2\text{N—CH(NH—)}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C—N—CH(NH—)}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C—OH}$ <p>Карбоксипептидаза А Карбоксипептидаза В</p> <p>↑↑</p> <p>Прокарбоксипептидаза А,В</p>		<p>Тир Фен Лей</p> $\text{H}_2\text{N—CH(NH—)}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C—N—CH(NH—)}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C—OH}$ <p>Пепсин</p> <p>↑↑</p> <p>H⁺ Пепсиноген</p>



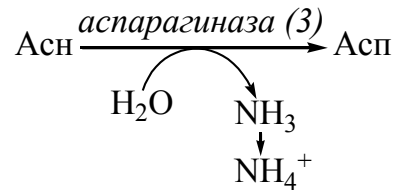
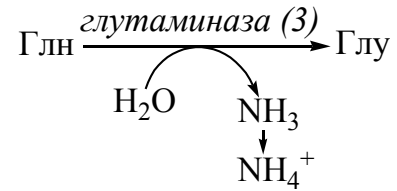
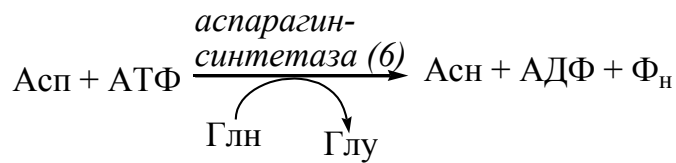
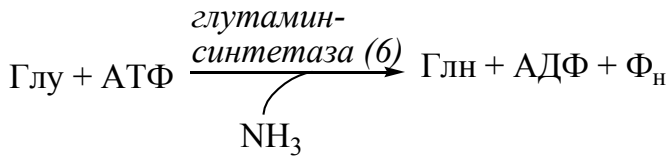
Белки-2:

Пути детоксикации аммиака:

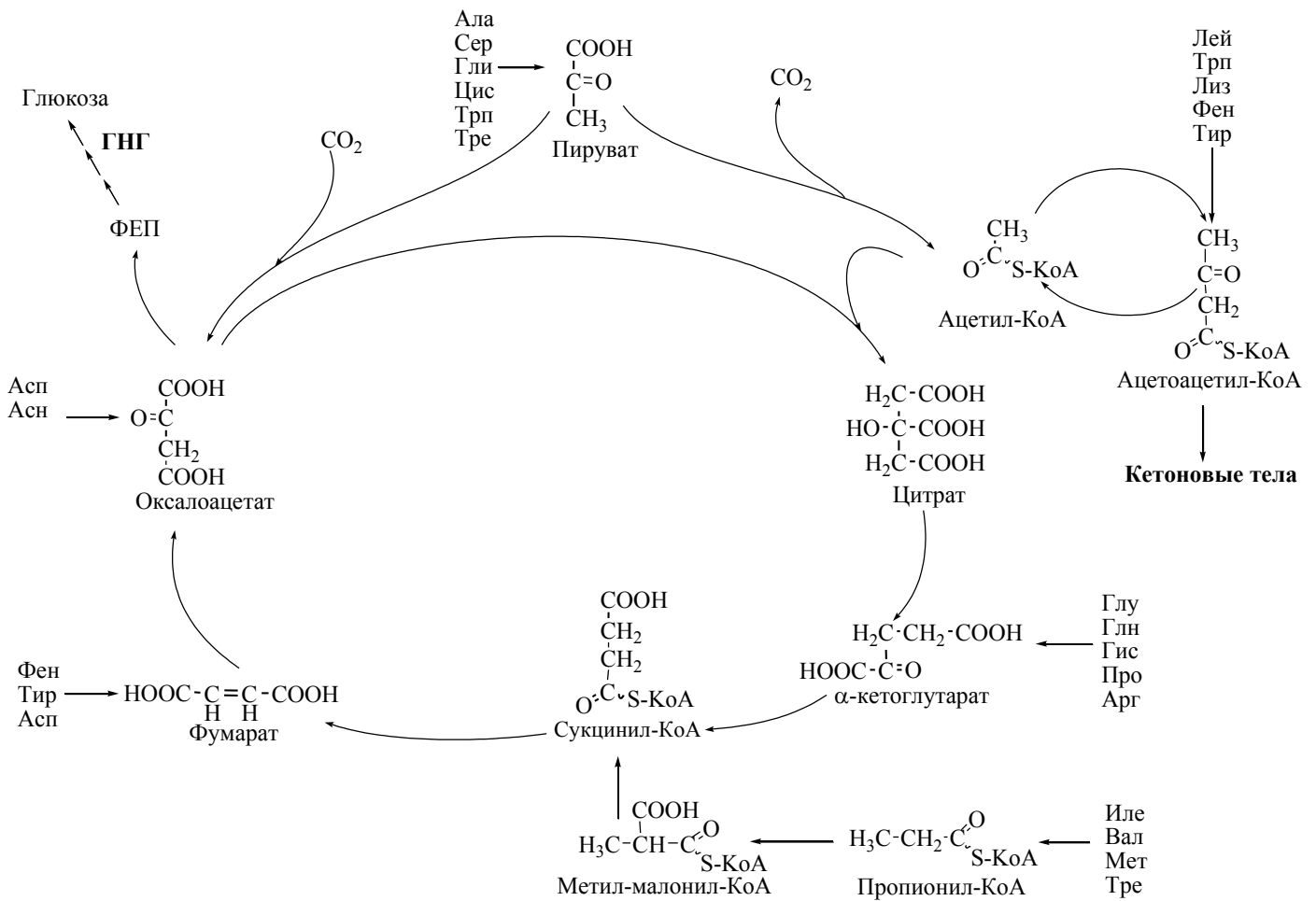
связывание
(нервная и мышечная ткани)

трансформация
(Цикл синтеза мочевины)

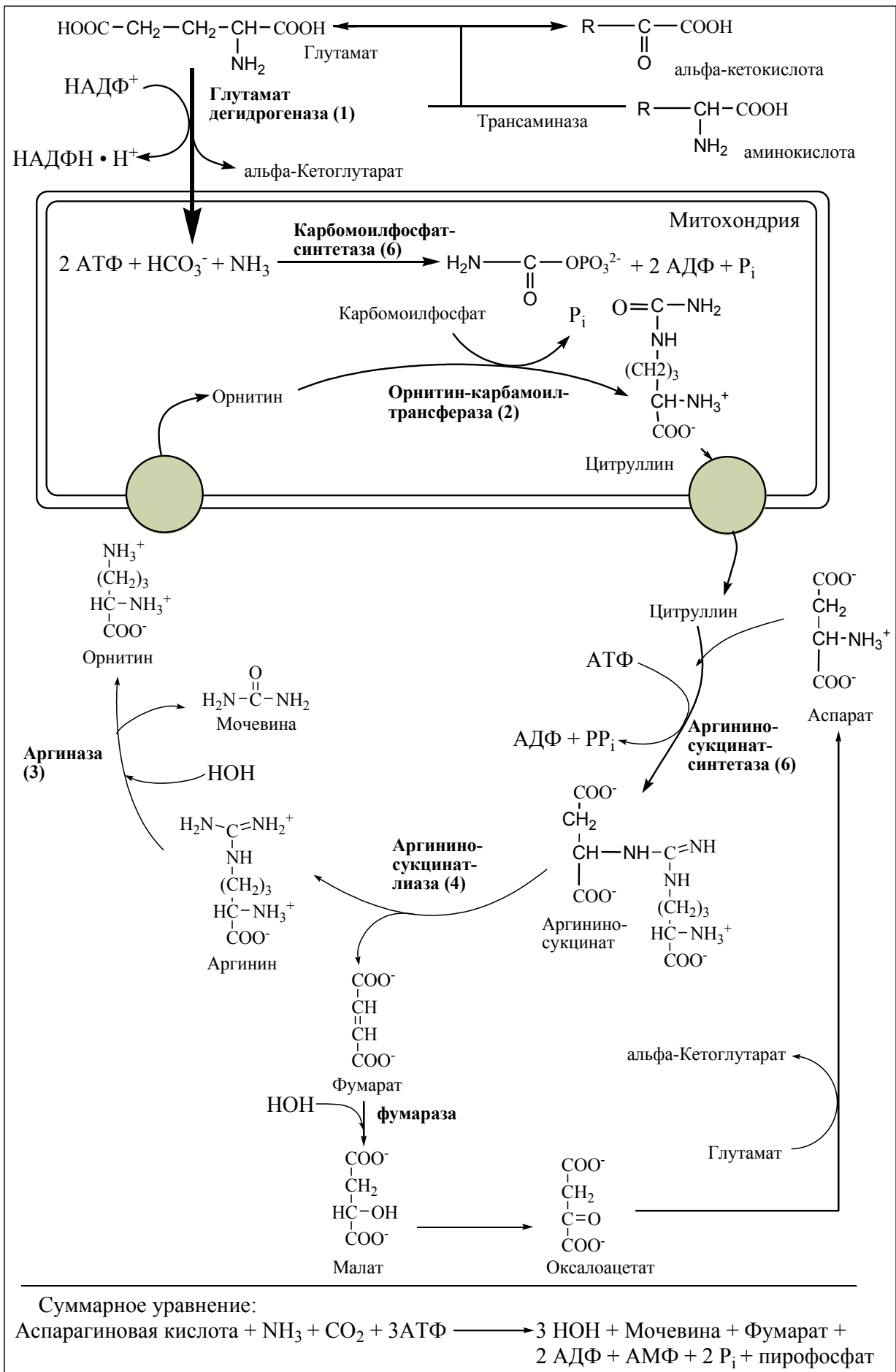
выведение
(почки и печень)



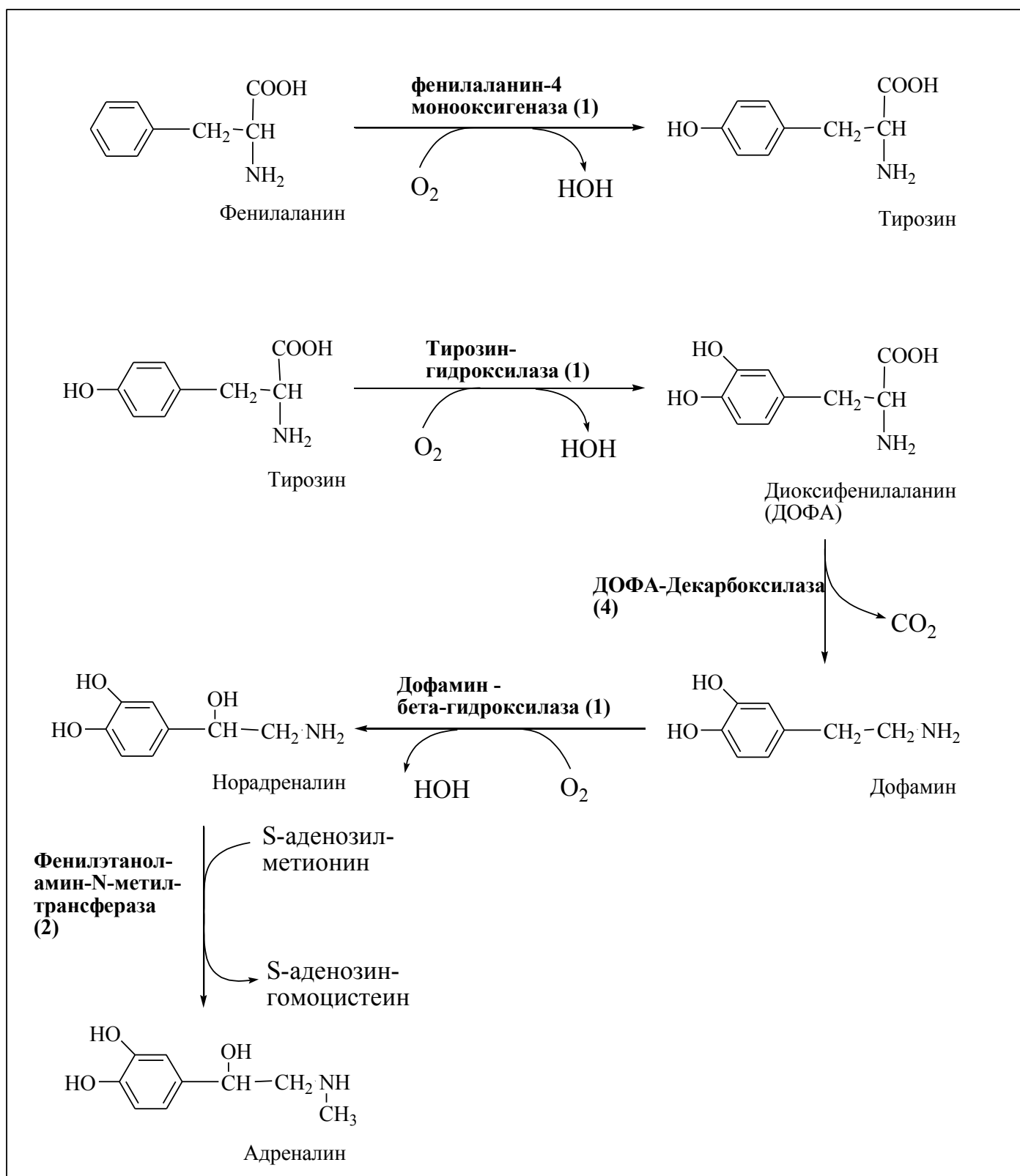
Вступление АК в ЦТК



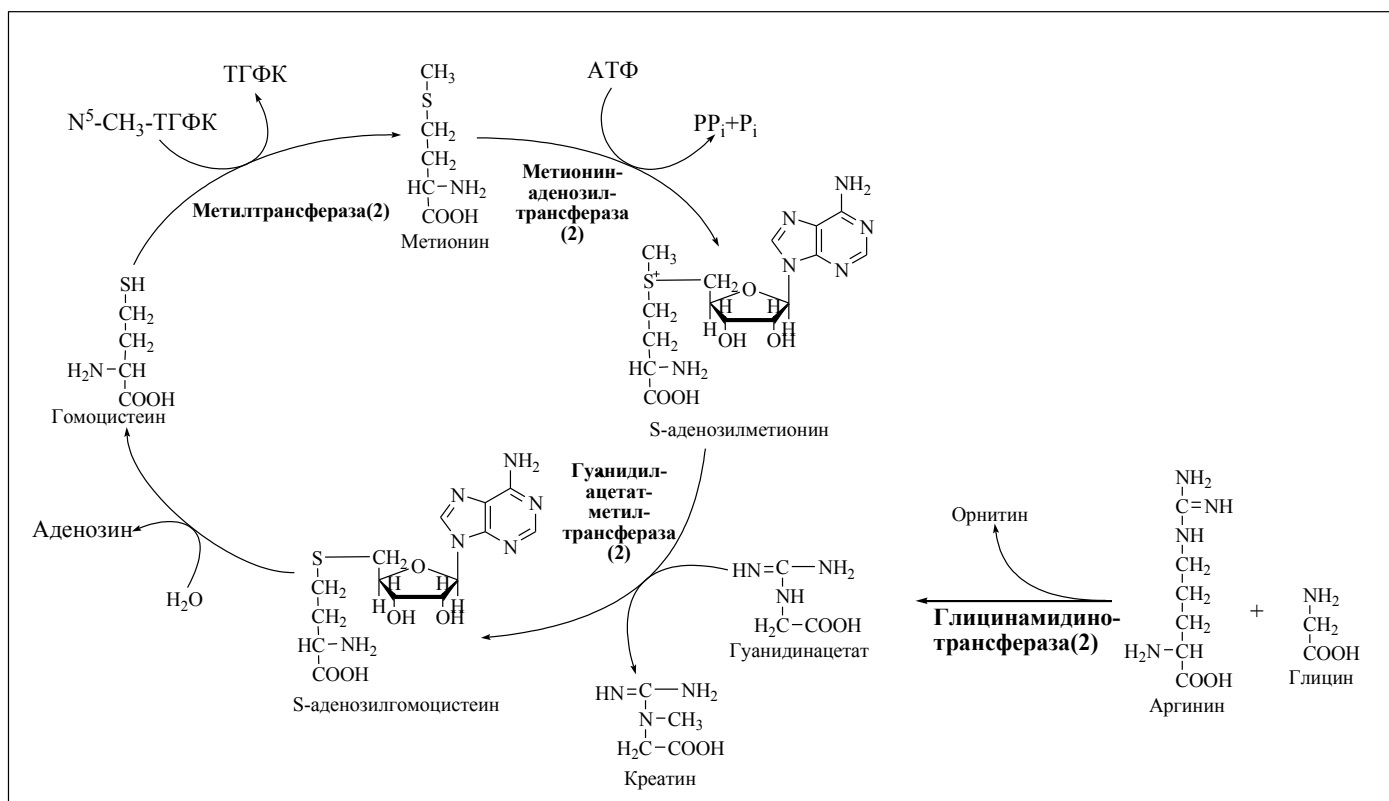
Цикл синтеза мочевины:



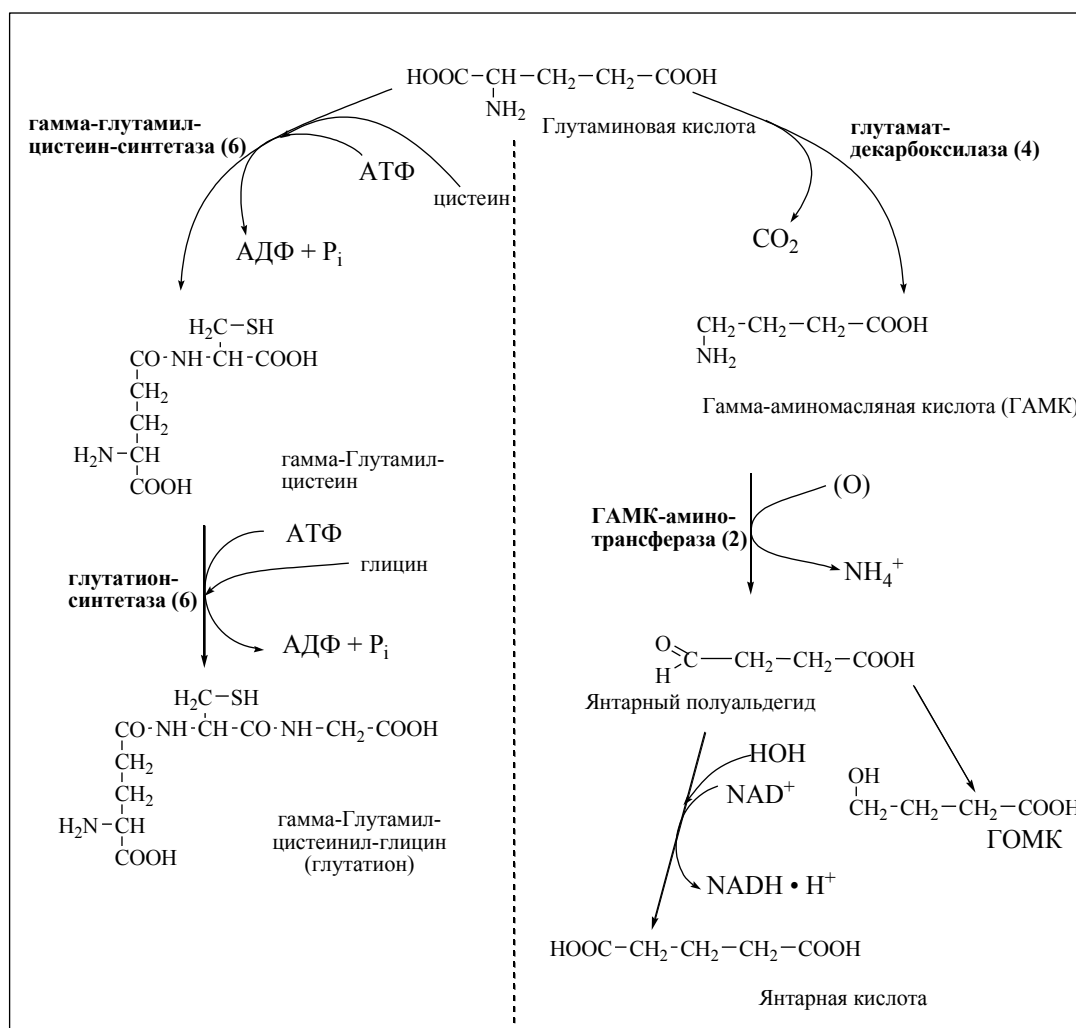
Белки-3
Синтез катехоламинов



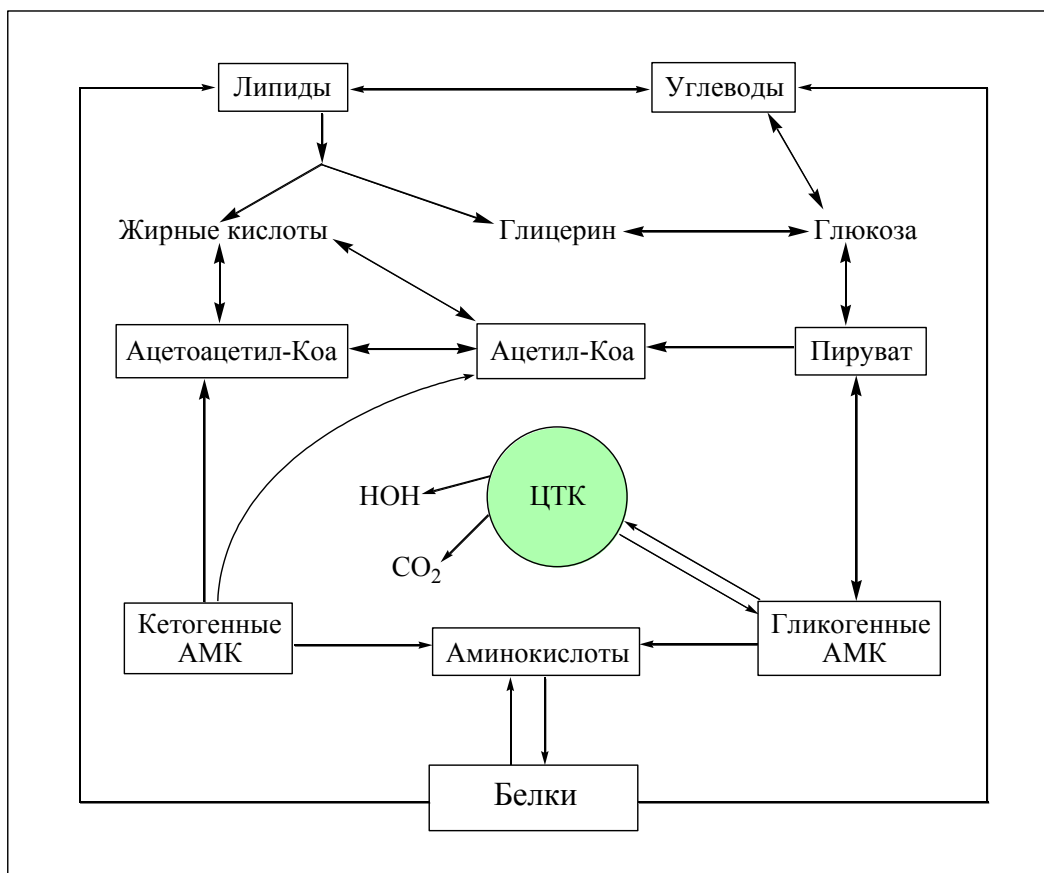
Метаболизм SAM и креатина



Цикл Мейстера и цикл Робертса (ГАМК-шунт)

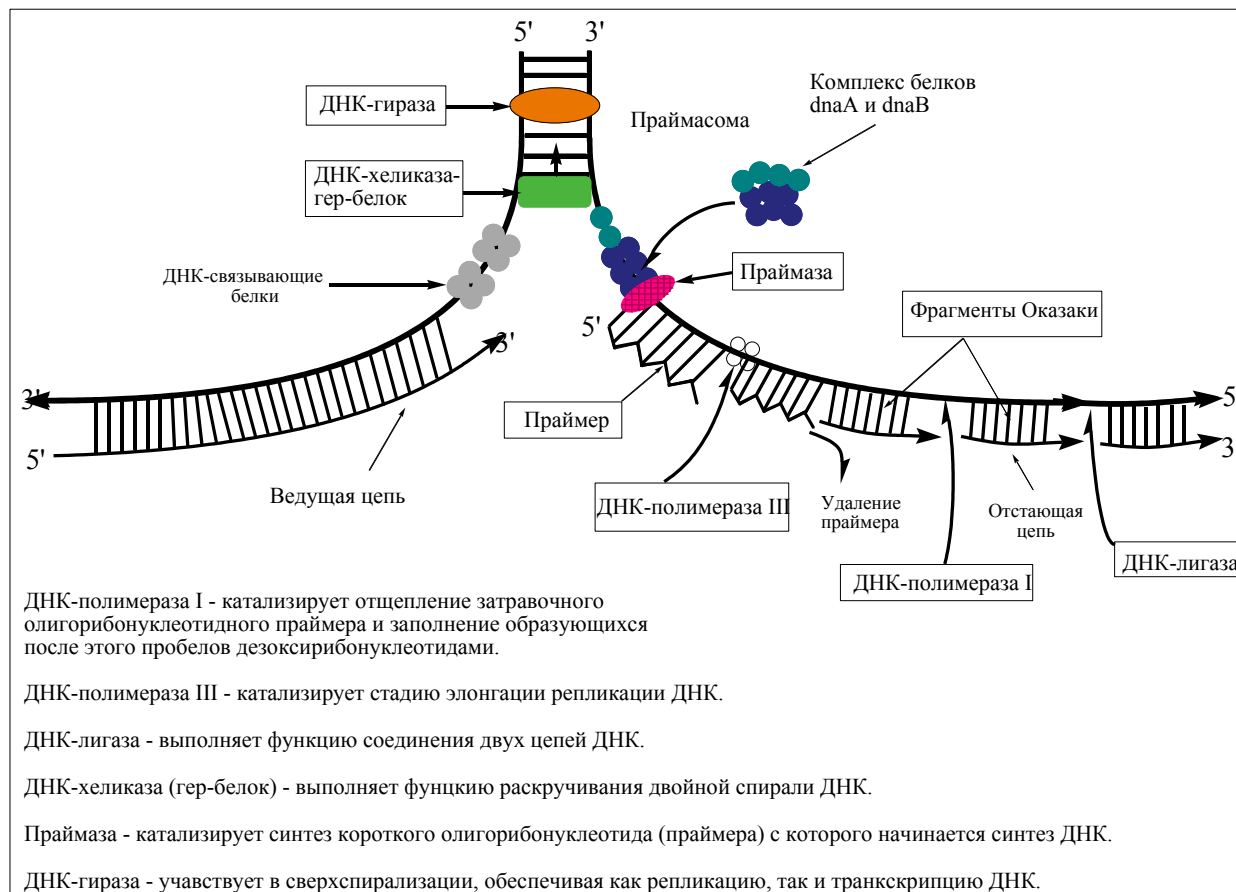


Интеграция обмена белков, липидов, углеводов



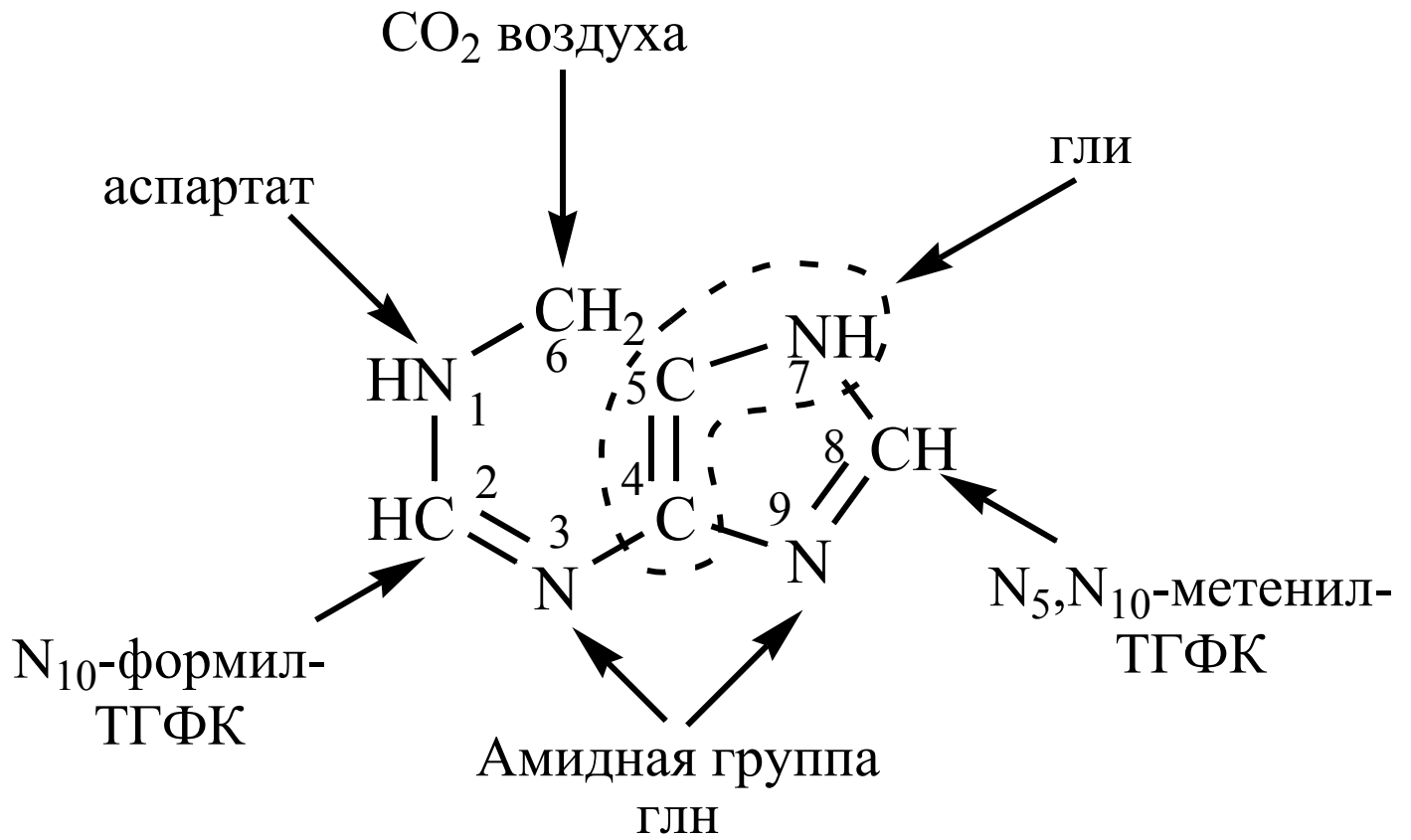
Белки-4

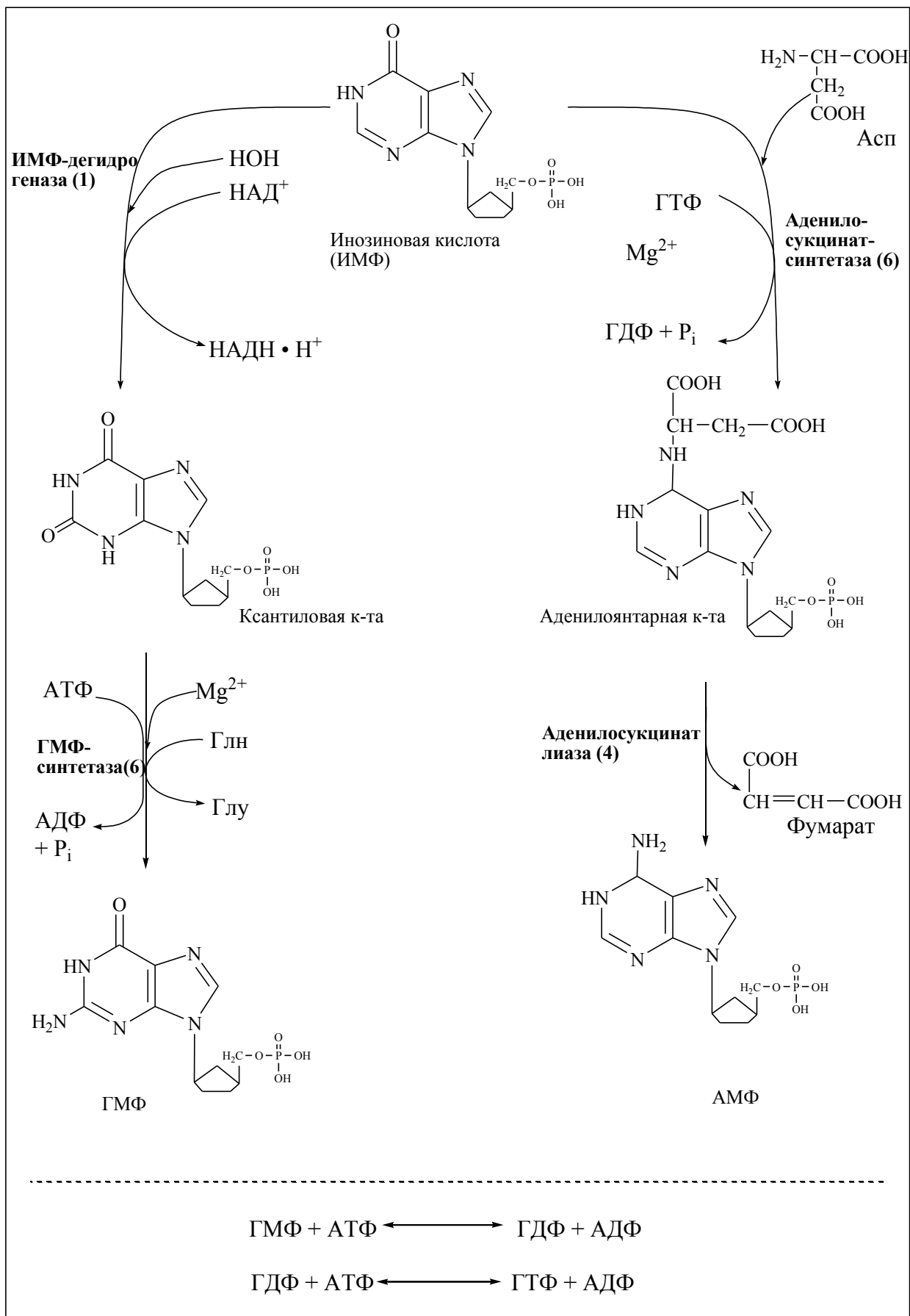
Репликационная вилка (По Березову и Коровкину, 1998)



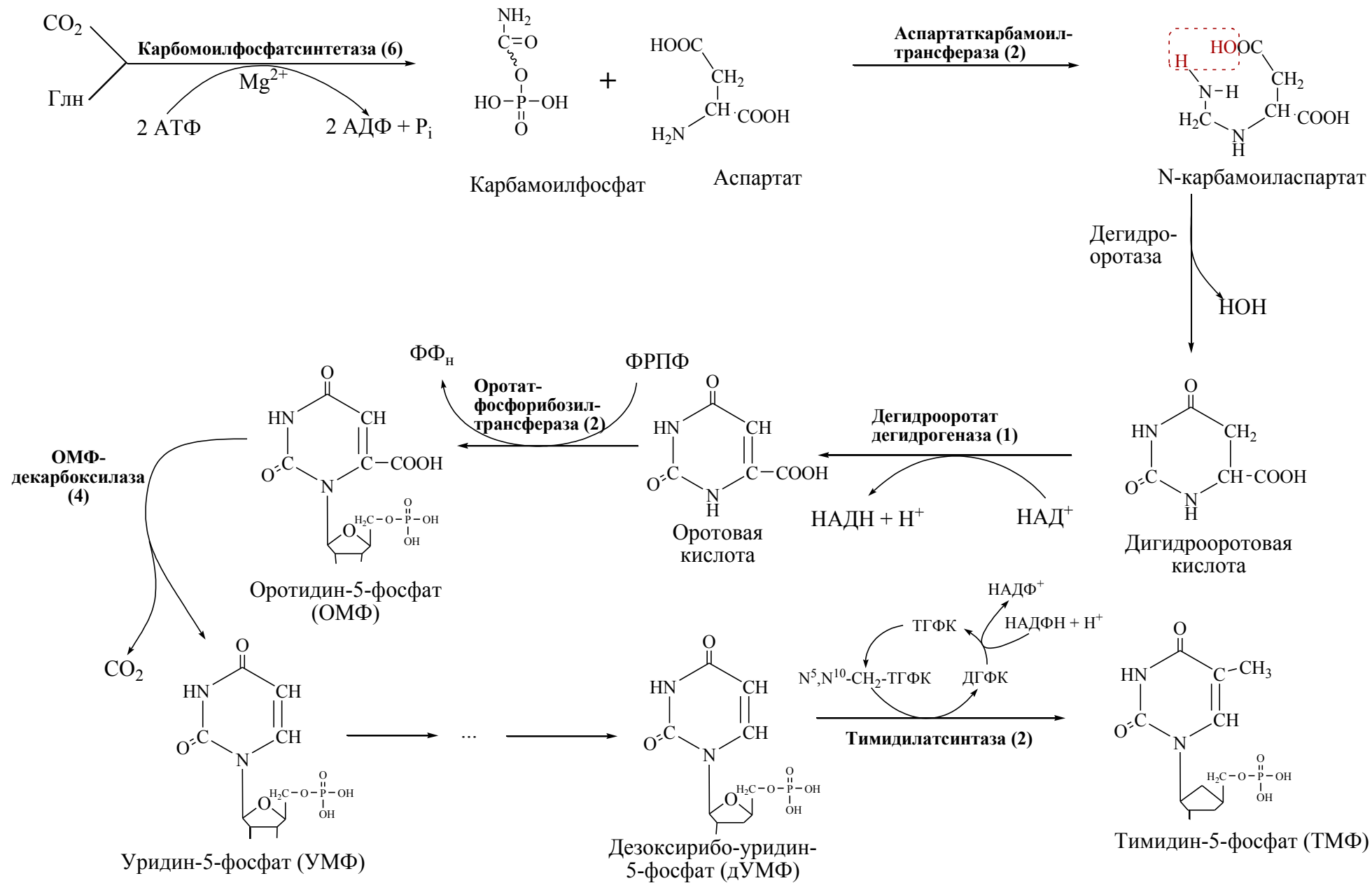
Синтез пуринов

Схема синтеза пуринового кольца



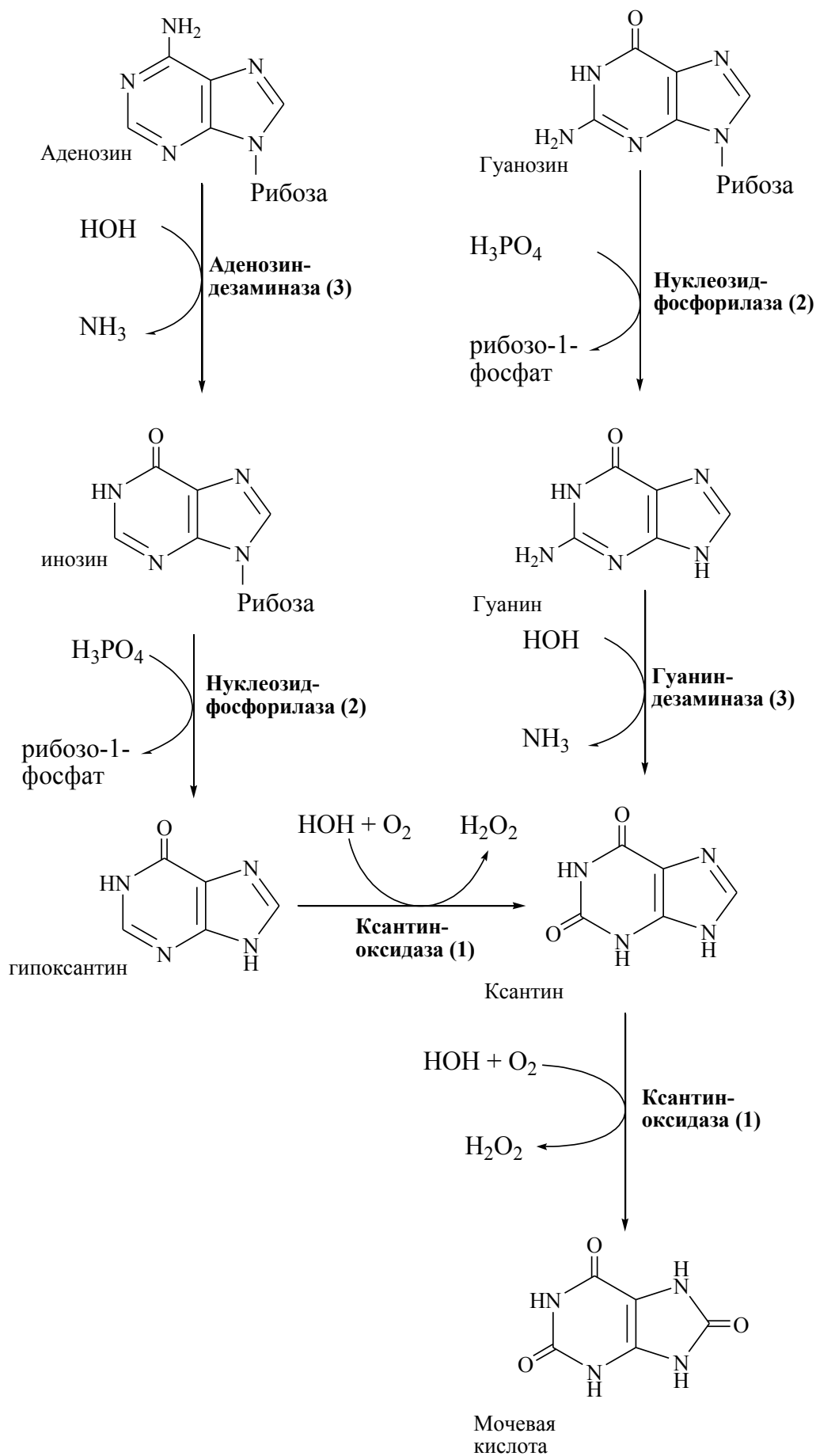


Синтез пиримидинов:



Белки-5

Распад пуринов



Распад пиримидинов:

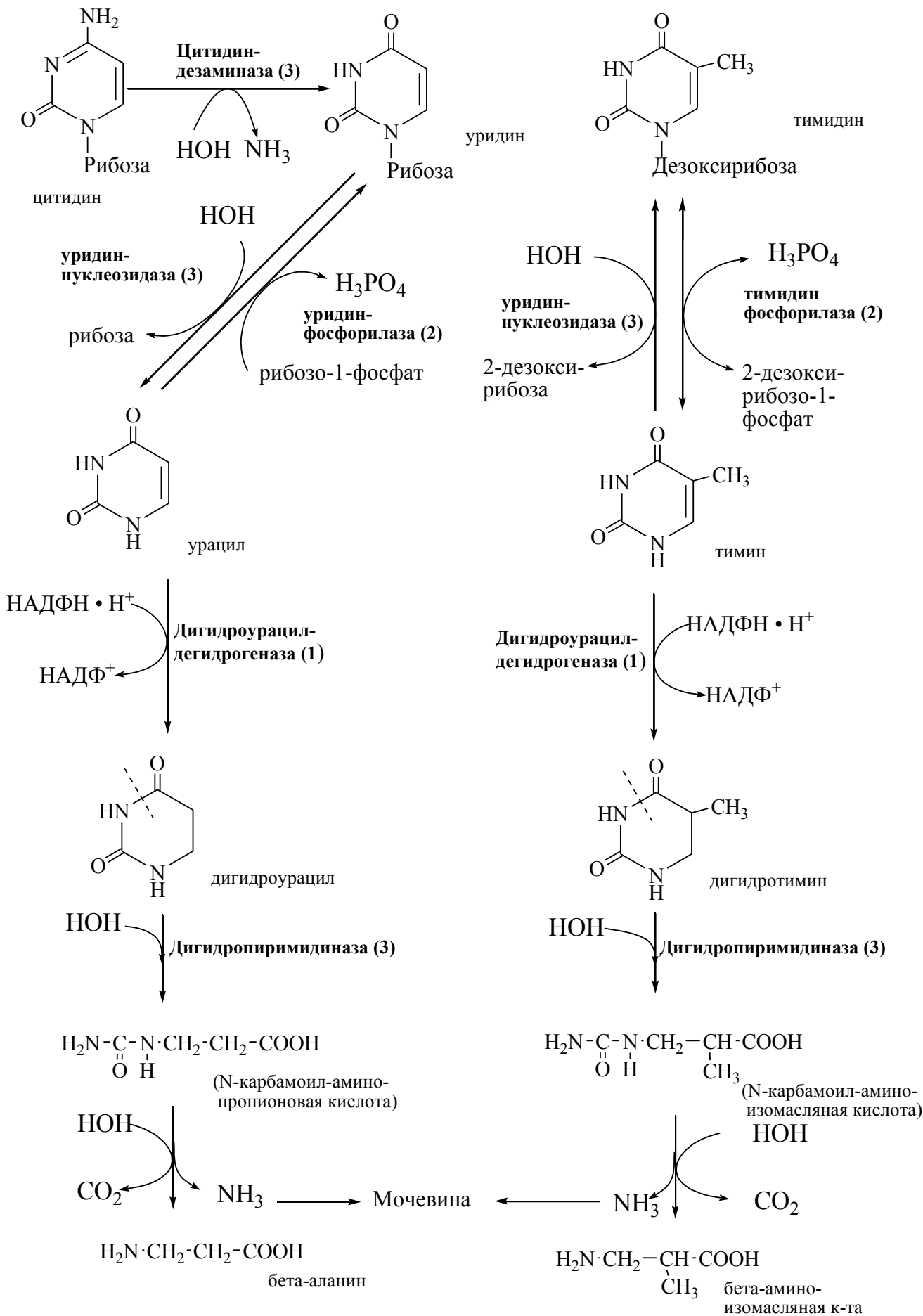
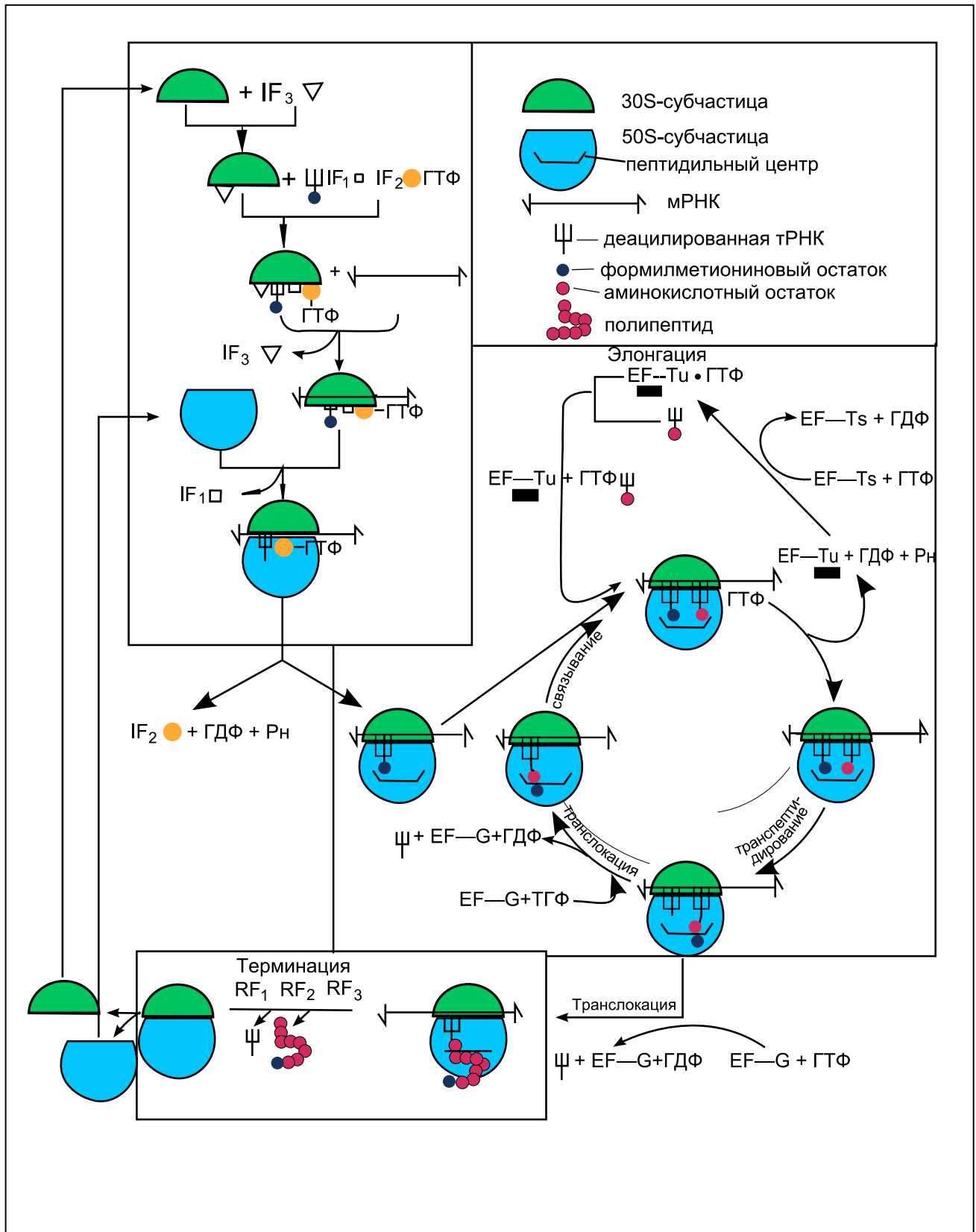


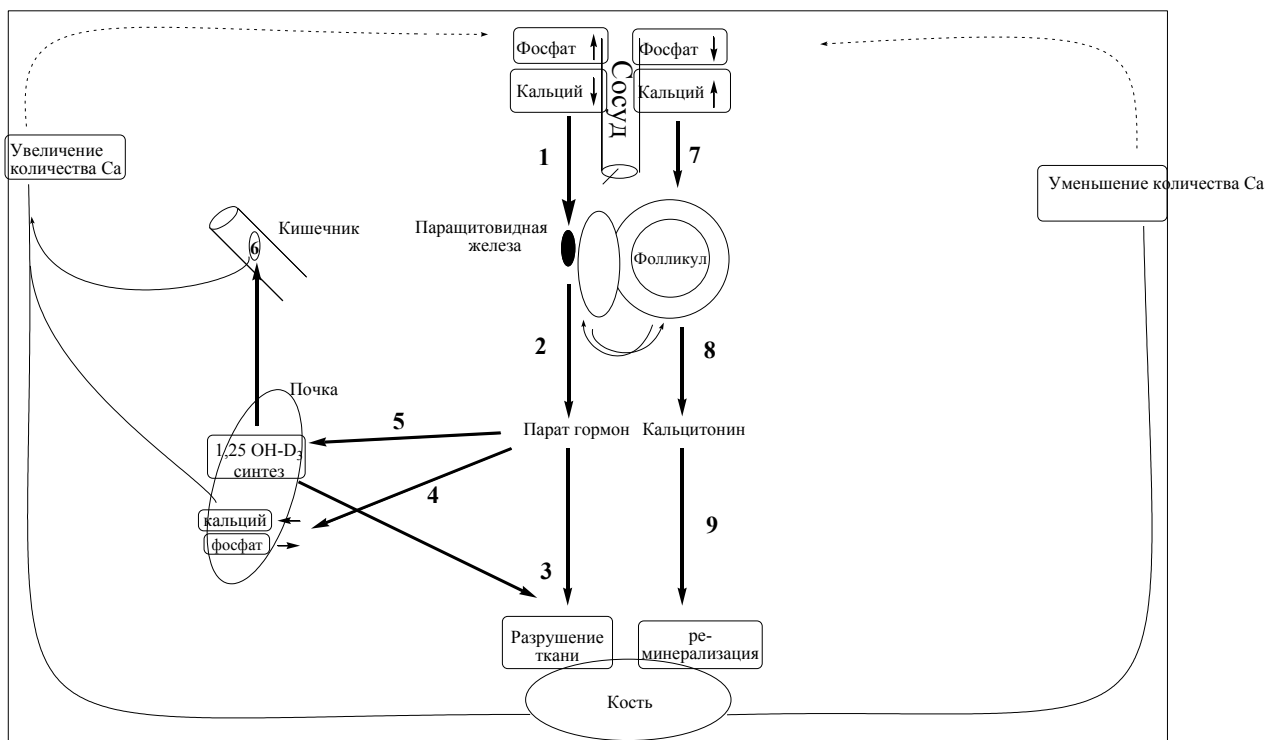
Схема биосинтеза белка (прокариотическая клетка)



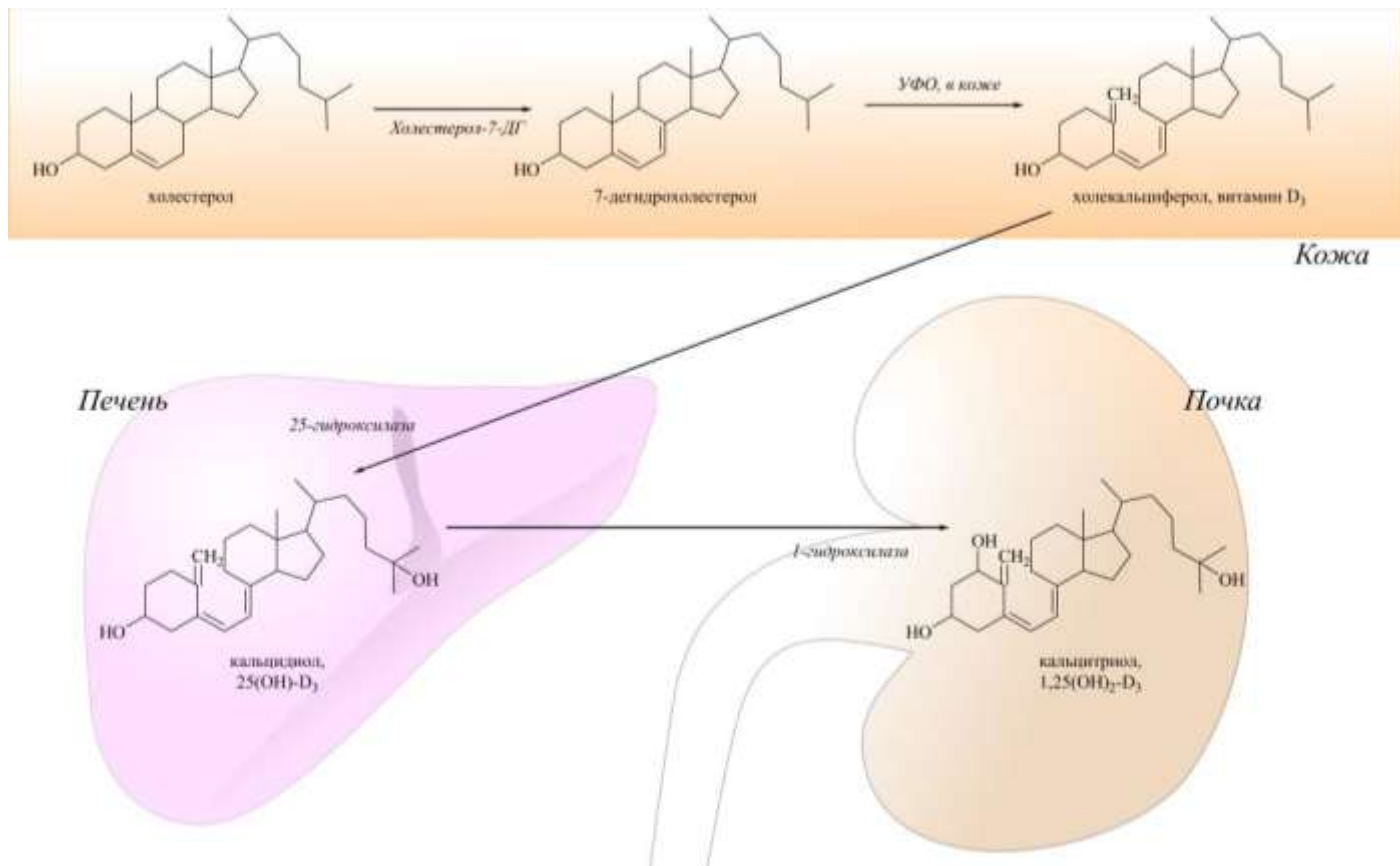
Биохимия гормонов и витаминов

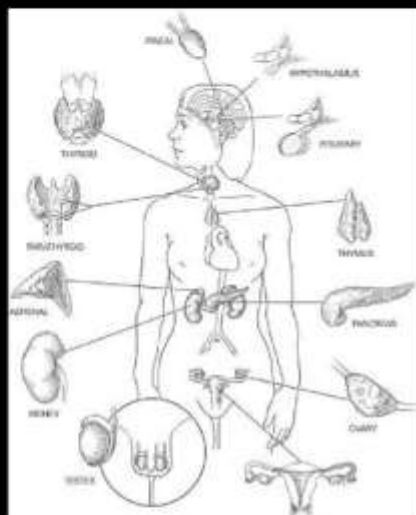
Гормоны-1

Обмен Ca/P



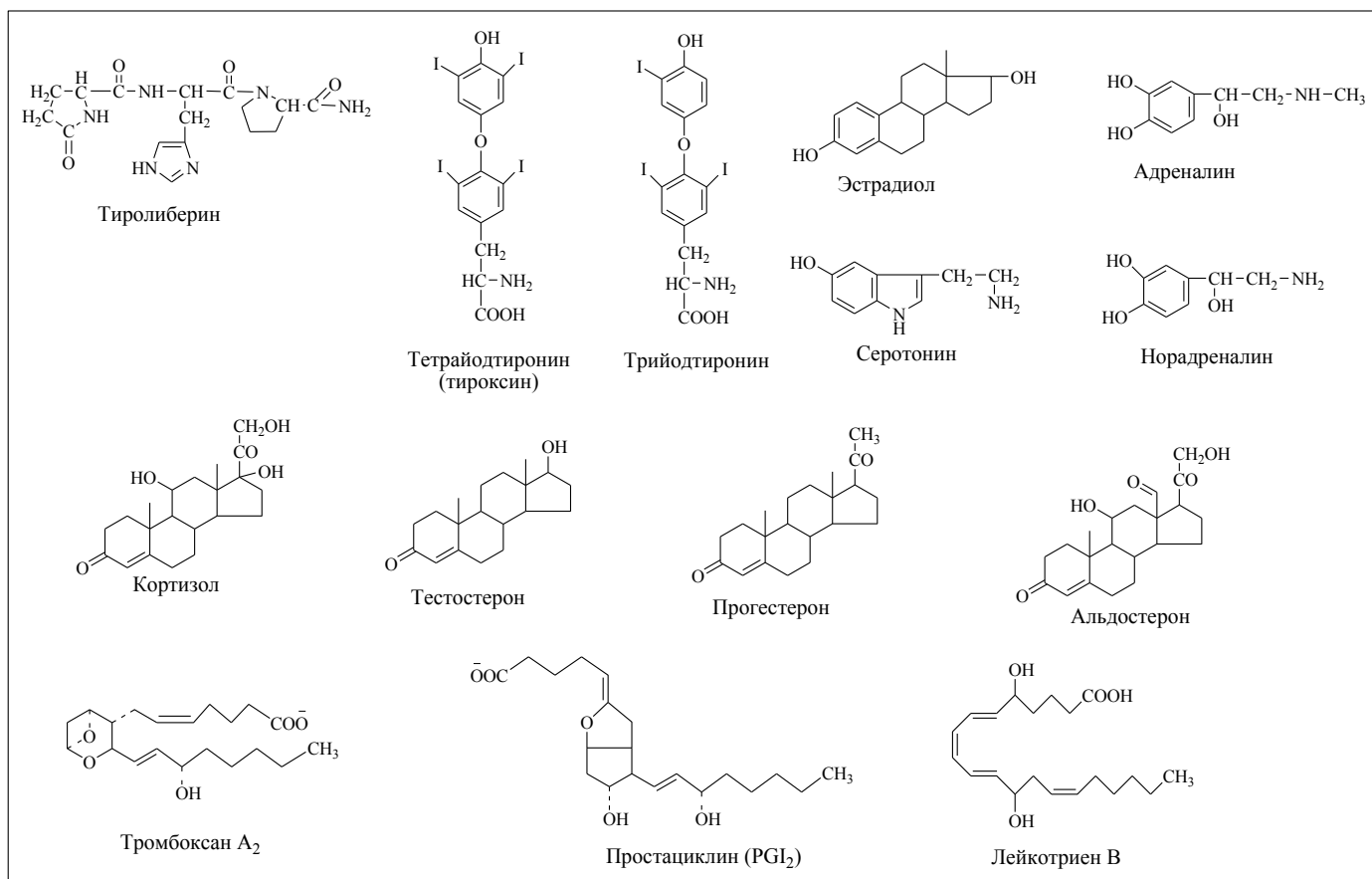
Метаболизм витамина D



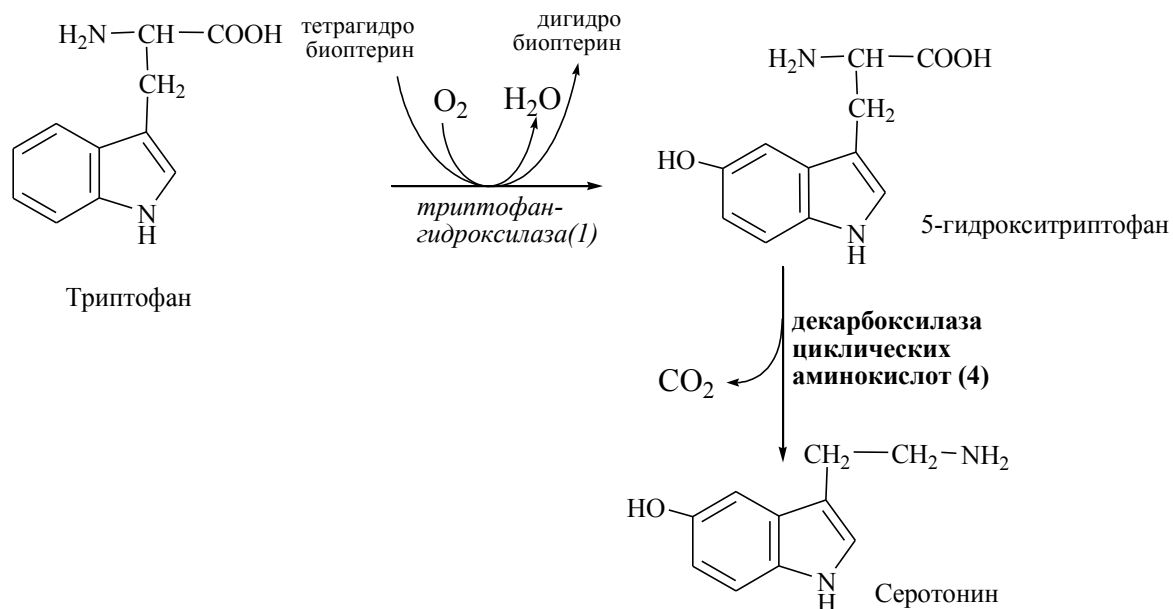


Гормоны-2

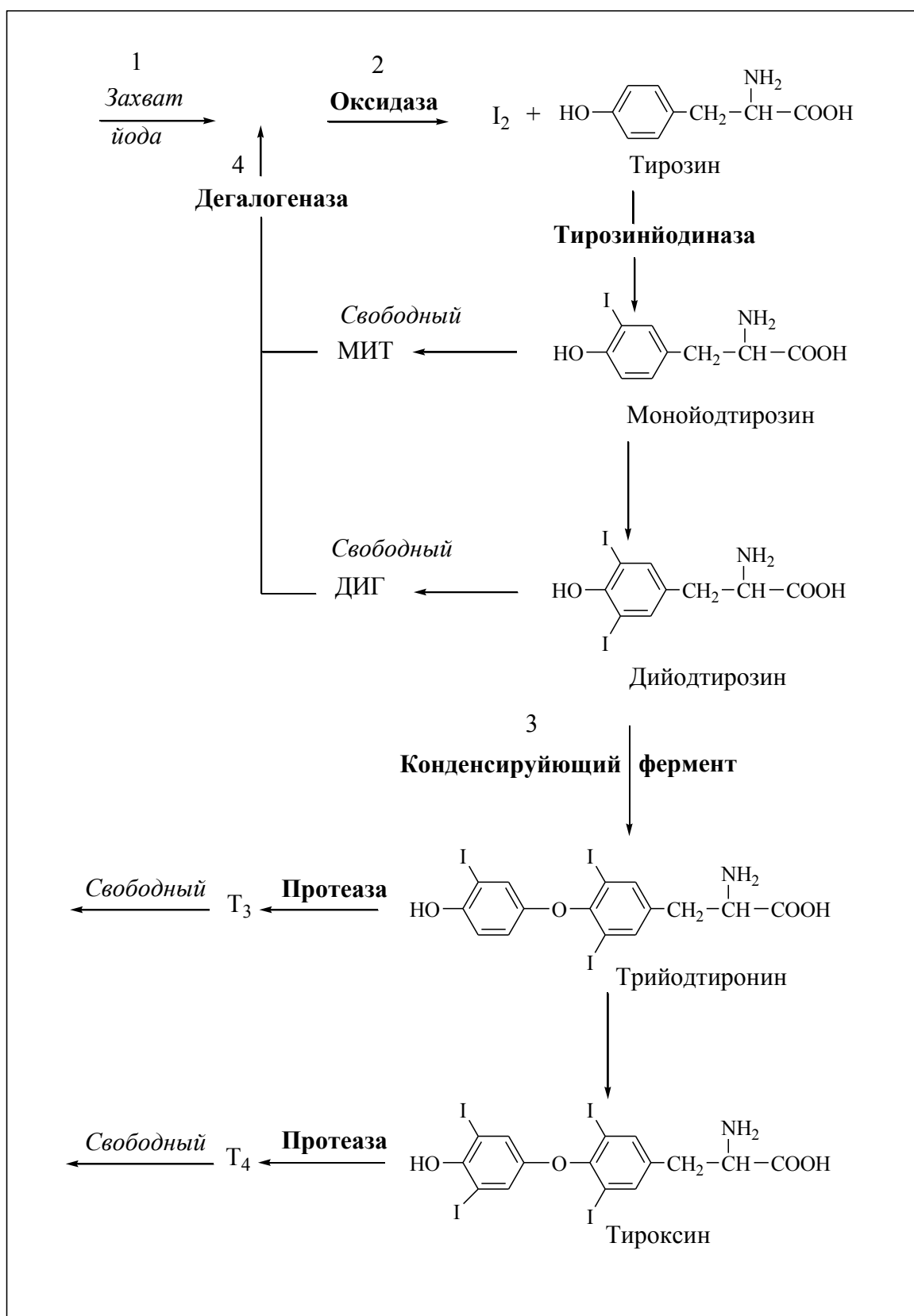
Формулы гормонов



Синтез серотонина



Синтез тиреоидных гормонов



Биохимия органов и систем

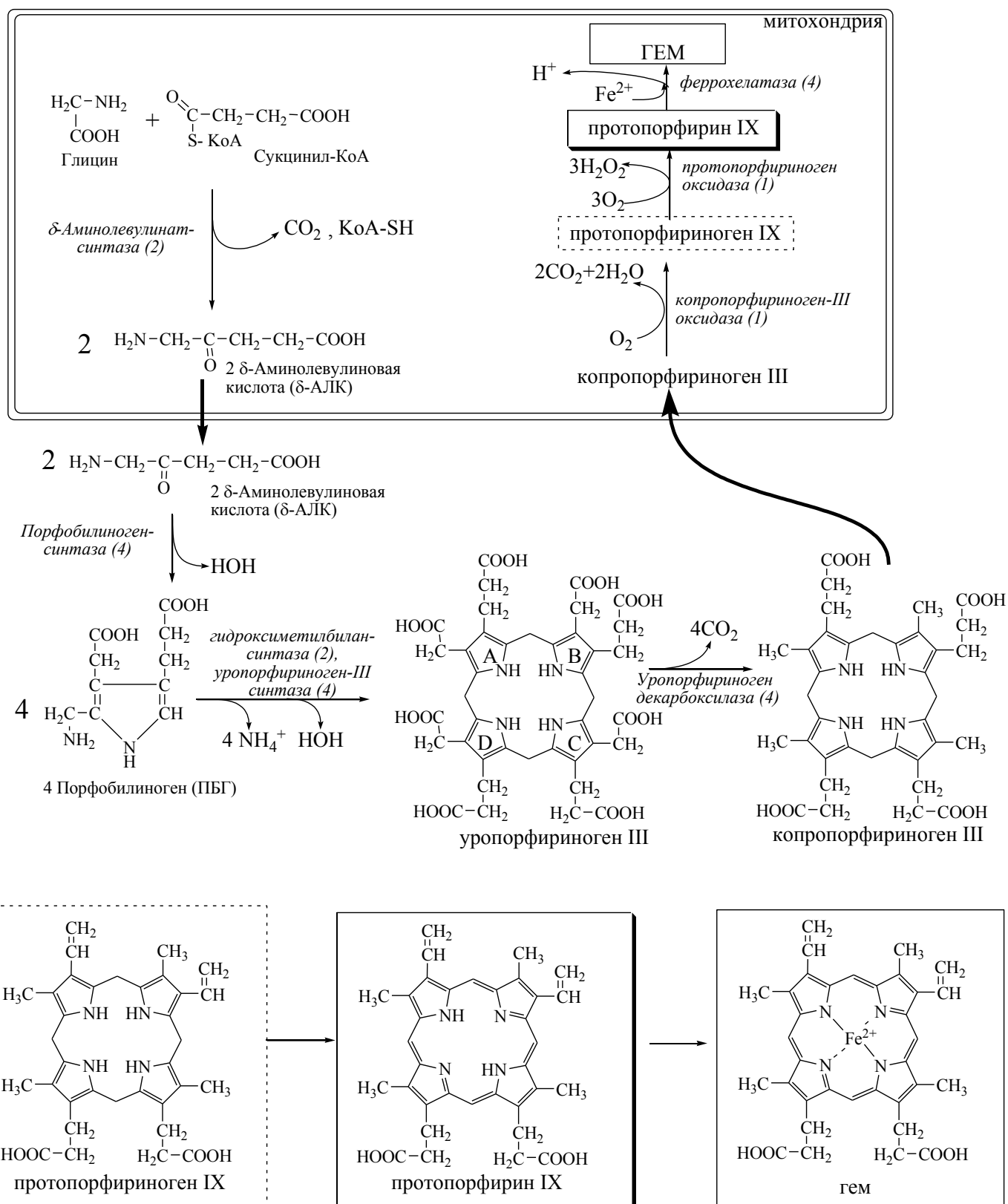
Кровь-1

Основные биохимические константы

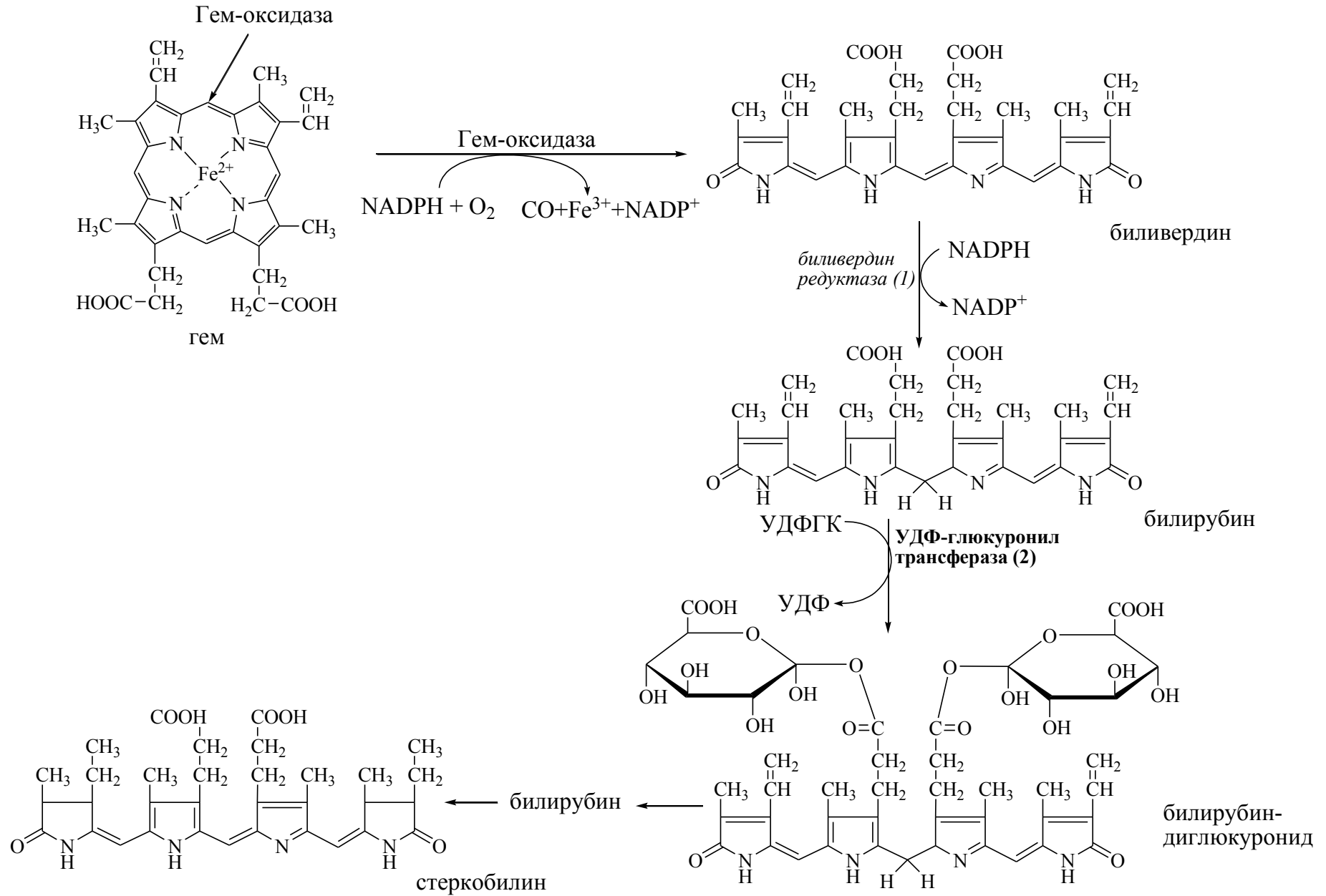
I. Азотсодержащие соединения		
1.	Общий белок	65-80 г/л
2.	Альбумины	40-50 г/л
3.	Глобулины	20-35 г/л
4.	Фибриноген	2-4 г/л
5.	Остаточный азот	14,3-28,5 ммоль/л
6.	Количество гемоглобина	м: 130-160 г/л ж: 115-145 г/л
7.	Аминокислоты	4 ммоль/л
8.	Мочевина	2,5-8,3 ммоль/л
9.	Мочевая кислота	м: 262-452 мкмоль/л, ж: 137-393 мкмоль/л
10.	Общий билирубин	8,5-20,5 мкмоль/л
11.	Прямой билирубин	0-5,1 мкмоль/л
12.	Непрямой билирубин	до 16,5 мкмоль/л
II. Электролиты, показатели pH		
13.	Калий (плазмы)	3,6-6,3 ммоль/л
14.	Натрий	135-152 ммоль/л
15.	Кальций общий	2,2-2,75 ммоль/л
16.	Кальций свободный	1-1,15 ммоль/л
17.	Магний	0,8-1,0 ммоль/л
18.	Железо	9-31 мкмоль/л
19.	Хлориды	95-100 ммоль/л
20.	Гидрокарбонат ион	19-25 ммоль/л
21.	Неорганические фосфаты	0,81-1,55 ммоль/л
22.	pH крови артериальной	7,40
23.	pH крови венозной	7,35
24.	Крайние пределы pH, совместимые с жизнью	7,0-7,8
III. Ферментативная активность, гормоны		
25.	АСТ (аспартатаминотрансфераза)	0,1-0,45 ммоль/ (л × ч)
26.	АЛТ (аланинаминотрансфераза)	0,1-0,68 ммоль/ (л × ч)
27.	ЛДГ (лактатдегидрогеназа)	< 7 ммоль/ (л × ч)
28.	Альфа-амилаза	24-151 Ед/л
29.	Кислая фосфатаза	3-10 Ед/л
30.	Щелочная фосфатаза	30-90 Ед/л
31.	Холинэстераза	5-12 Ед/мл
32.	Альдостерон	<220 нмоль/л
33.	Ангиотензин II	10-30 нмоль/л
34.	Кальцитонин	<50 нг/л
35.	T ₃	1,1-2,9 нмоль/л
36.	T ₄	64-154 нмоль/л
37.	B ₁₂	180-900 пг/мл
IV. Углеводный и липидный обмен		
38.	Глюкоза	3,3-5,5 ммоль/л
39.	Общие липиды	3,5-8 г/л
40.	Триглицериды	0,5-2,1 ммоль/л
41.	Общий холестерин	менее 5,2 ммоль/л
42.	ЛПВП	0,9-1,9 ммоль/л
43.	ЛПНП	менее 2,2 ммоль/л
44.	Жирные кислоты	0,5 ммоль/л
45.	Кетоновые тела	0,5 ммоль/л
46.	Лактат	0,9-1,7 ммоль/л
V. Физико-химические показатели		
47.	Осмотическое давление	7,6-8,1 атм
48.	Онкотическое давление	0,03-0,04 атм
49.	Вязкость крови	5 г / (см×с)
50.	Относительная плотность	1,05-1,06

Кровь-2

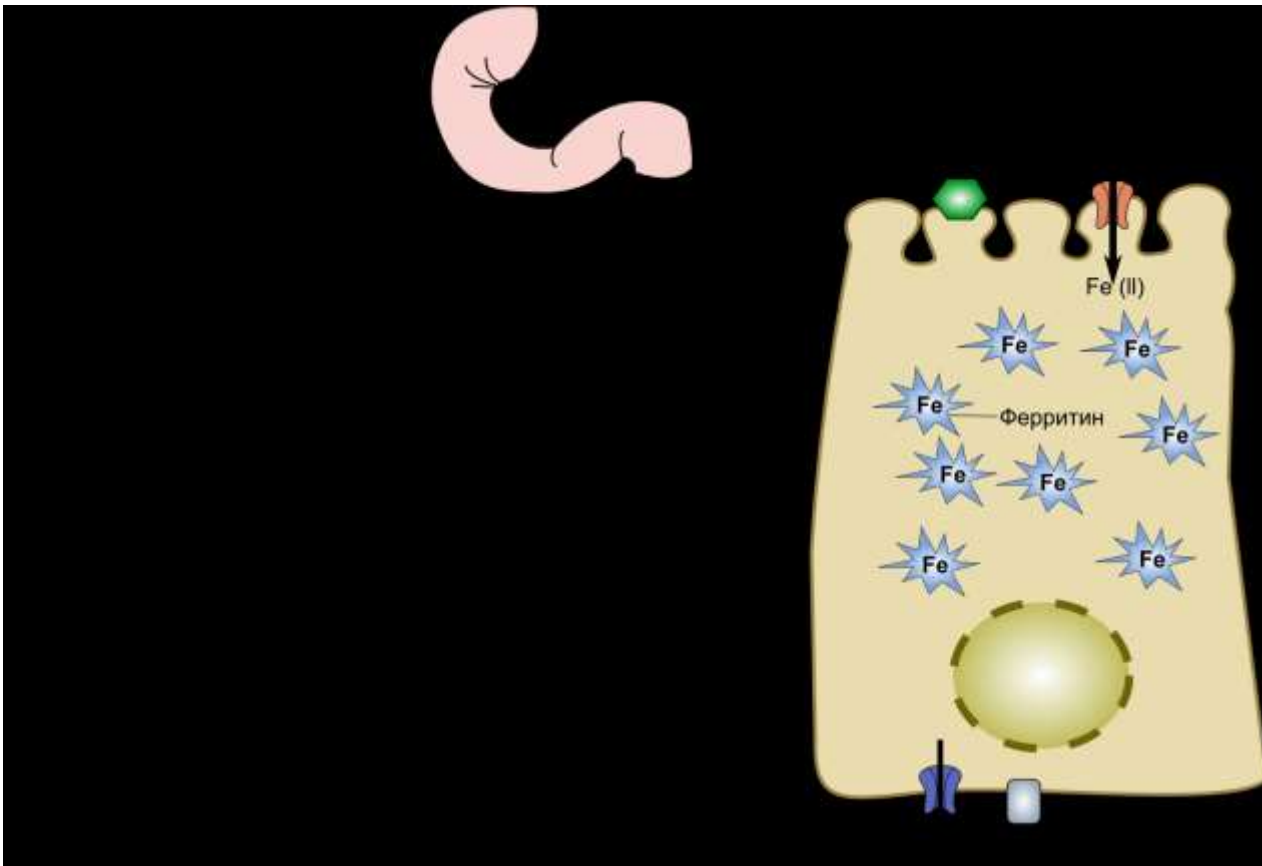
Синтез гема



Распад гема

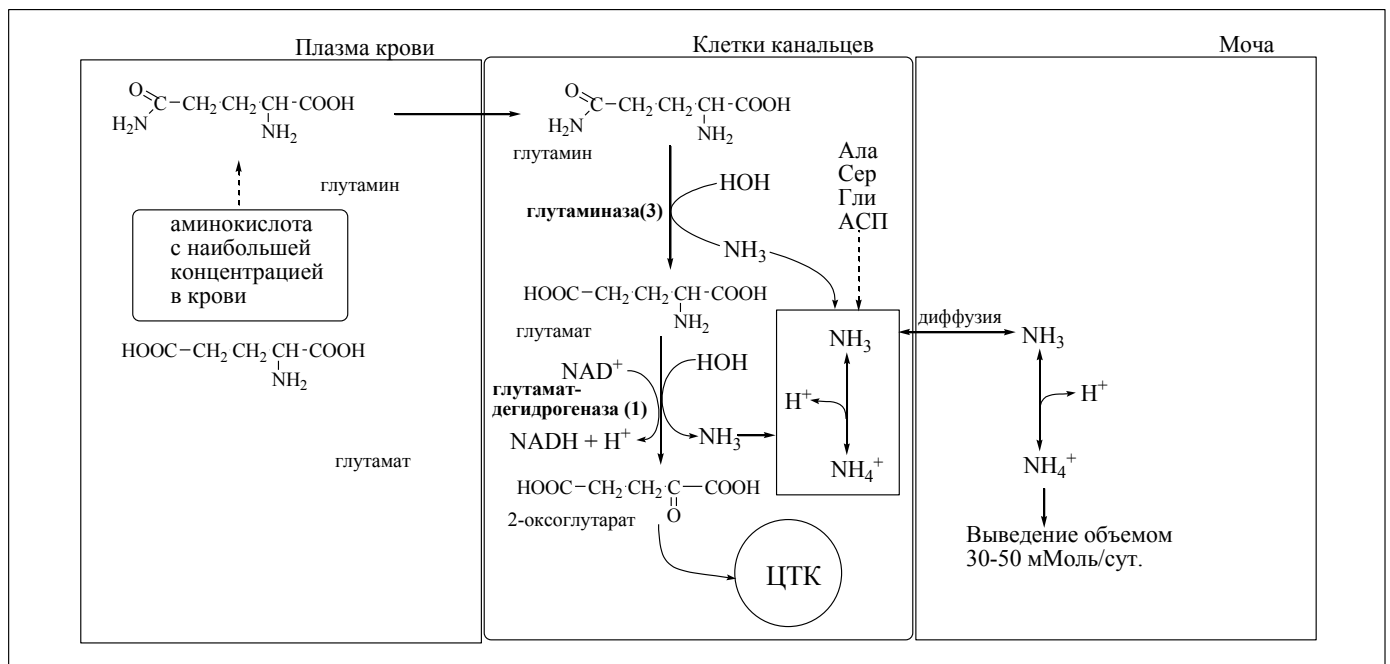


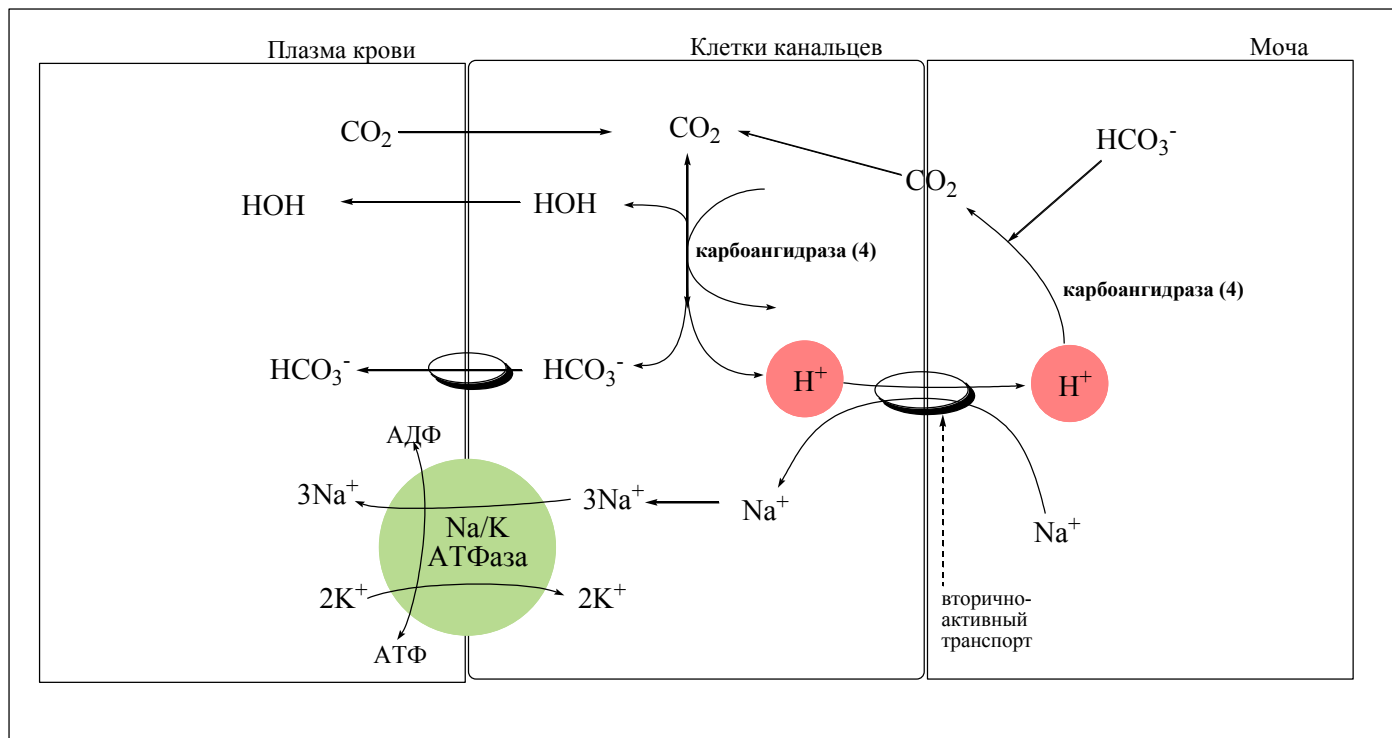
Транспорт железа



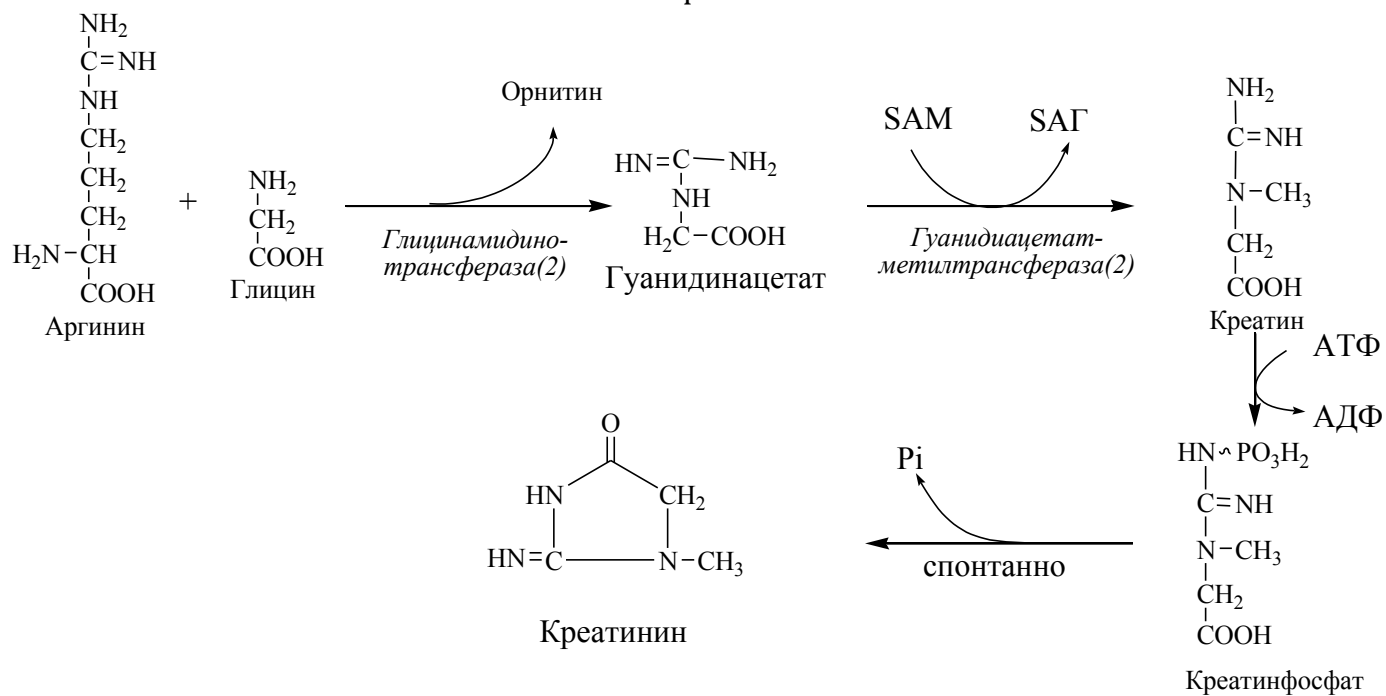
Почки

Ацидо- и аммиогенез





Синтез креатинина



Печень

Детоксикация ксенобиотиков

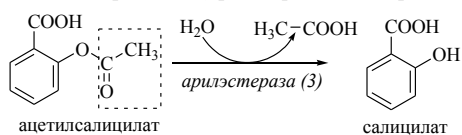
Два механизма обезвреживания

Ксенобиотики
(лекарства, желчные пигменты, пестициды и др.)

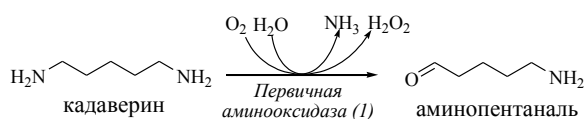
Реакции трансформации
(окисление, восстановление, гидролиз, дезаминирование, десульфирование, дезалкилирование)

Образование конъюгатов
(глюкуронидирование, сульфатирование, аминирование)

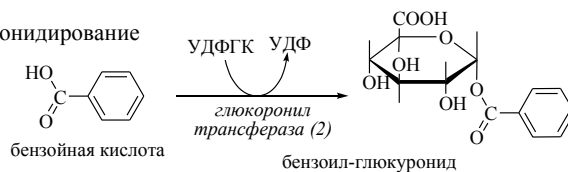
1. Деацетилирование (при гидролизе лекарств)



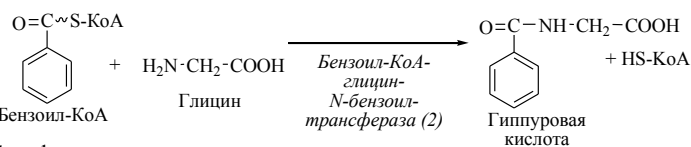
2. Дезаминирование



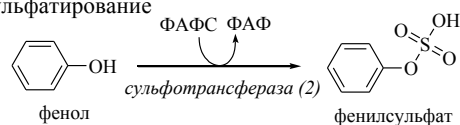
1. Глюкуронидирование



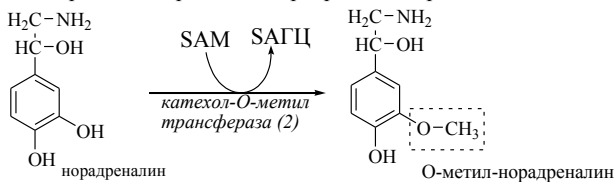
2. Конъюгация с глицином



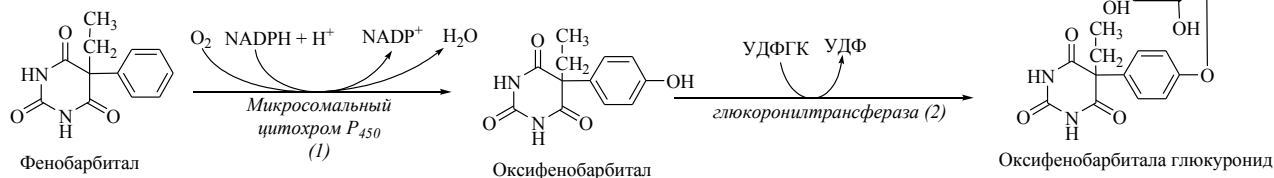
3. Сульфатирование



4. Метилирование гормонов/нейротрансмиттеров

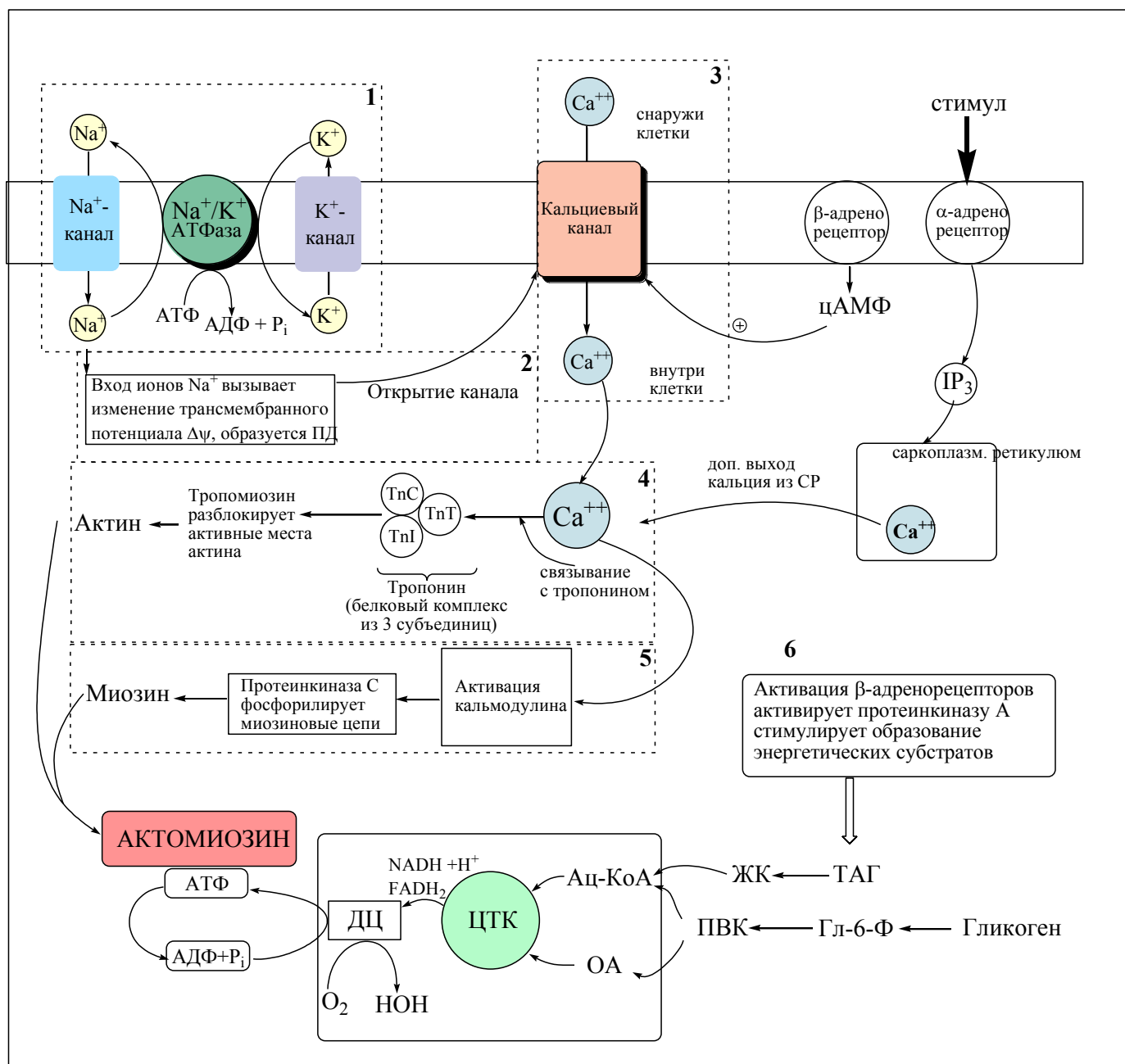


Пример детоксикации фенобарбитала в печени (в 2 стадии)

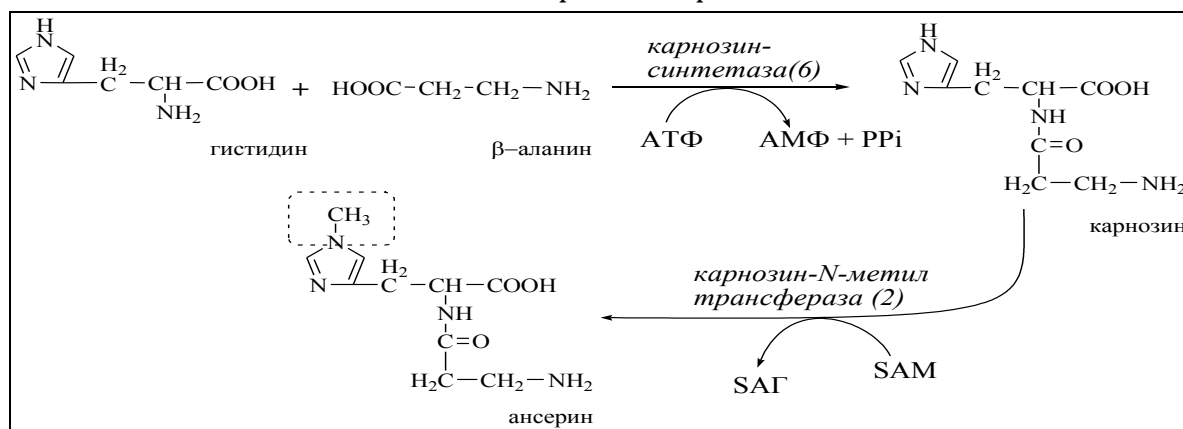


Мышечная ткань

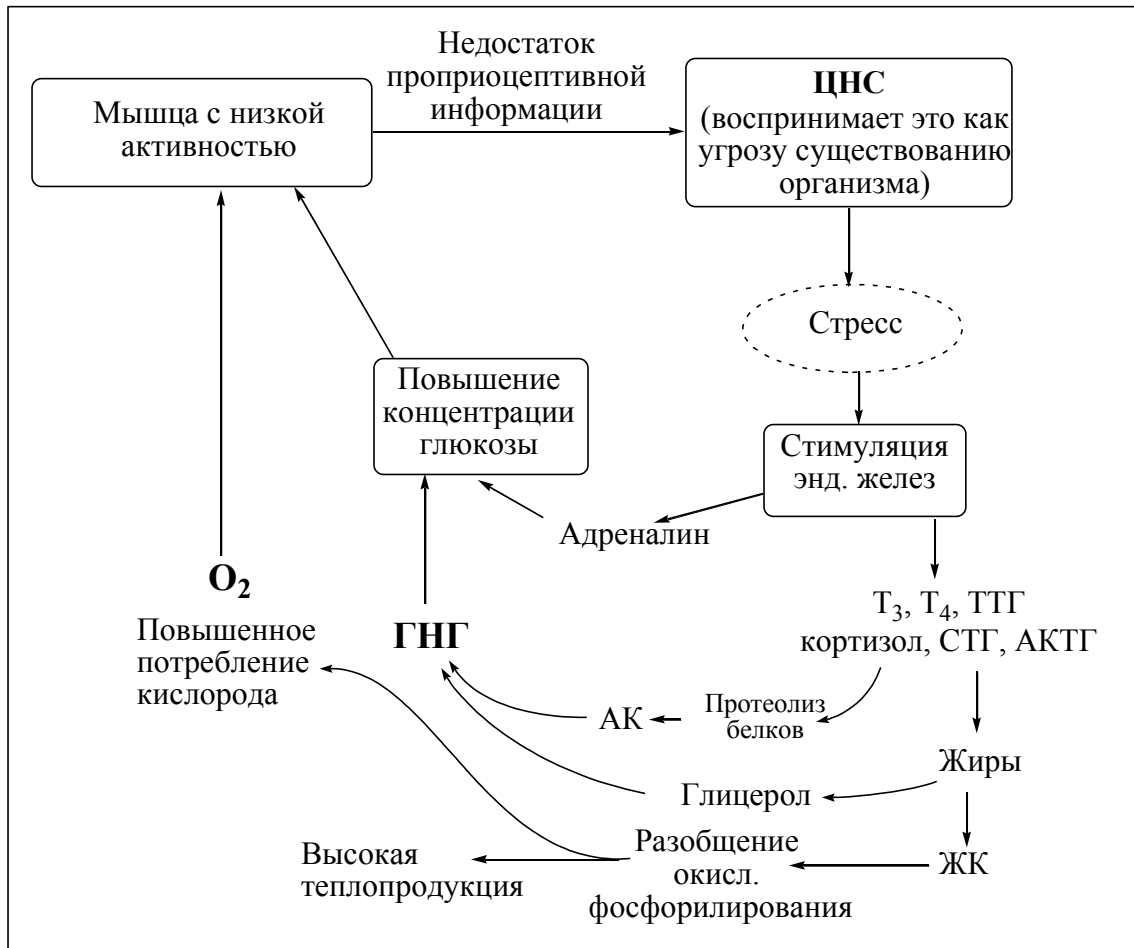
Электромеханическое сопряжение



Синтез ансерина и карнозина

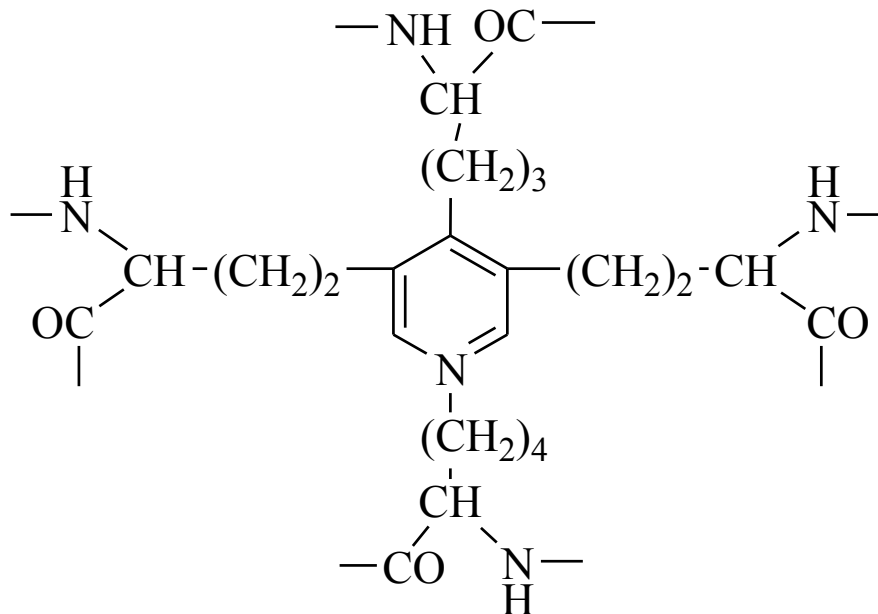


Гипокинетический синдром

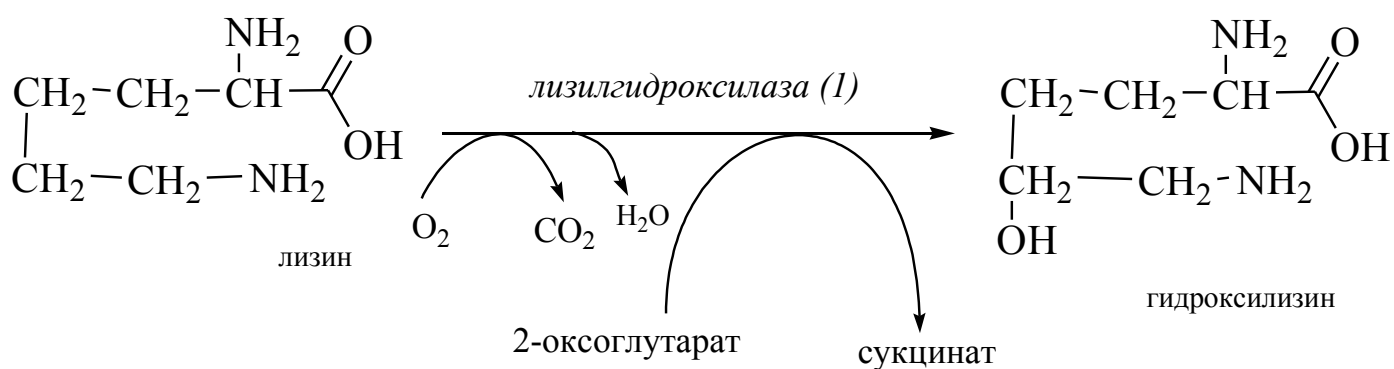
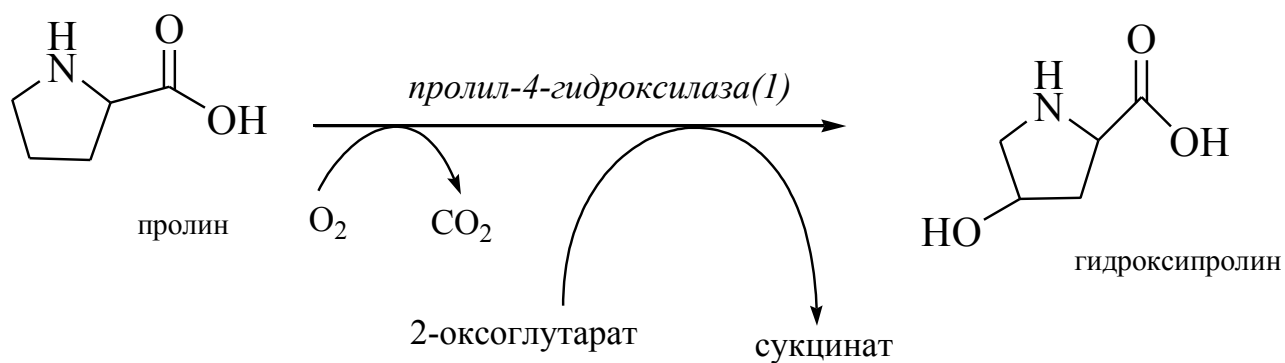


Нервная и соединительная ткань

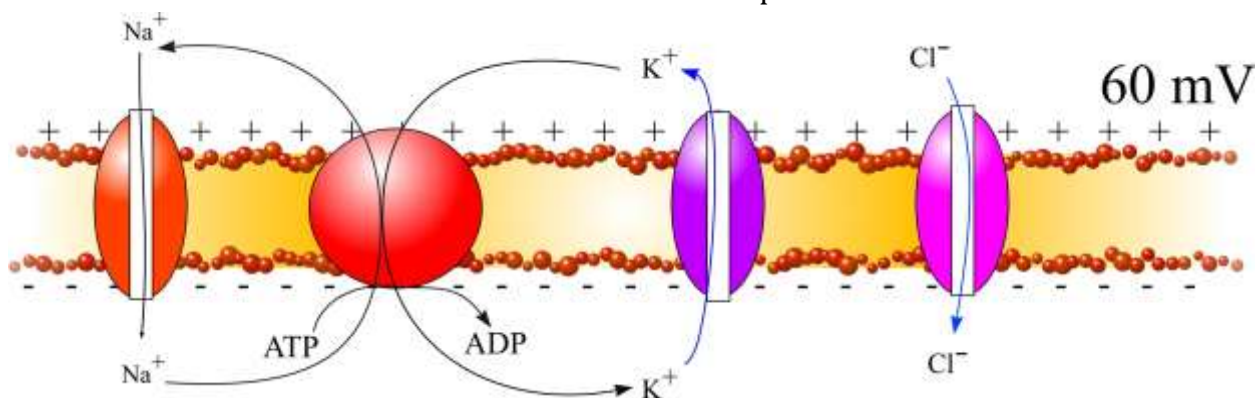
Строение десмозина



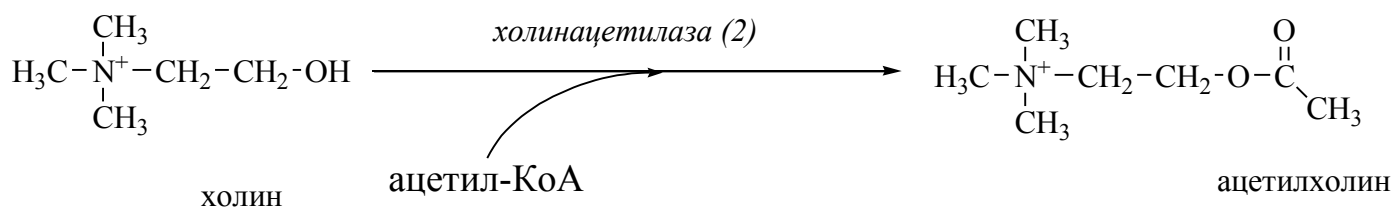
Гидроксилирование пролина и лизина



Механизм электрогенеза



Синтез ацетилхолина



Содержание

1. Энзимология и биологическое окисление	2
Введение	2
Формулы аминокислот	2
Ферменты-1	3
Значения <i>pKa</i> аминокислот	3
Ферменты-2	4
Витамины: водорастворимые	4
Витамины: жирорастворимые	5
Коферменты:.....	6
Ферменты-3	8
Реакции, катализируемые ферментами АСТ, АЛТ, ЛДГ, КФК:	8
Изоферменты ЛДГ, КФК:	9
Биологическое окисление-1.....	10
Цикл трикарбоновых кислот (ЦТК) Кребса	10
<i>В виде последовательности реакций</i>	10
<i>В виде цикла</i>	11
Схема субстратов БО	12
Биологическое окисление-2.....	13
Схема образования АФК. Реакции, катализируемые каталазой, СОД, глутатионпероксидазой; реакции Фентона, Хабера-Вайса	13
Биохимия углеводов	14
Углеводы-1	14
Строение углеводов	14
Метаболизм гликогена: Синтез гликогена	16
Мобилизация гликогена	16
Аденилатциклазный путь регуляции метаболизма	17
Инозитол-3-фосфатный путь регуляции	17
Превращения фруктозы и галактозы	18
Углеводы-2	18
Метаболизм этанола	18
Гликолиз	19
Обмен глюкозо-6-фосфата	21
Углеводы-3	21
ПВК дегидрогеназный комплекс	21
Глюконеогенез	22
Углеводы-4	23
Пентозофосфатный путь	23
Синтез основных классов ГАГ	24
Схема TIGAR	25
Цикл Кори, цикл Фелига	26
Биохимия липидов	27
Липиды-1.....	27
Синтез триглицеридов и фосфолипидов	29
Синтез эйкозаноидов	30
Липиды-2.....	31
Схема метаболизма ацетил-КоА (синтез и утилизация).....	31
Катаболизм триацилглицеролов (ТАГ), глицерола. Энергетический баланс	32
Метаболизм (синтез и утилизация) кетонных тел:	33
Липиды-3.....	35

Биосинтез ЖК.....	35
Ненасыщенные.....	36
Синтез холестерина.....	37
Биохимия белков и нуклеиновых кислот.....	39
Белки-1	39
Эндогенный пул аминокислот, его образование и утилизация	39
Схема Мейстера	39
Гниение белков, обезвреживание продуктов гниения:	41
Переваривание белков.....	42
Белки-2:.....	43
Вступление АК в ЦТК	43
Цикл синтеза мочевины:	44
Белки-3	45
Синтез катехоламинов.....	45
Метаболизм SAM и креатина.....	46
Цикл Мейстера и цикл Роберта (ГАМК-шунт)	46
Интеграция обмена белков, липидов, углеводов.....	47
Белки-4	47
Репликационная вилка (По Березову и Коровкину, 1998)	47
Синтез пуринов.....	48
Схема синтеза пуринового кольца	48
Синтез пиримидинов:	50
Белки-5	51
Распад пуринов	51
Распад пиримидинов:.....	52
Схема биосинтеза белка (прокариотическая клетка)	53
Биохимия гормонов и витаминов	54
Гормоны-1.....	54
Обмен Са/Р	54
Метаболизм витамина D	54
Принципы организации НЭС	55
Гормоны-2.....	56
Формулы гормонов.....	56
Синтез серотонина	56
Синтез тиреоидных гормонов.....	57
Биохимия органов и систем	58
Кровь-1	58
Основные биохимические константы	58
Кровь-2	59
Синтез гема.....	59
Распад гема.....	60
Транспорт железа.....	61
Почки	61
Ацидо- и амминогенез	61
Синтез креатинина	62
Печень	63
Детоксикация ксенобиотиков	63
Мышечная ткань	64
Электромеханическое сопряжение.....	64
Синтез ансерина и карнозина	64

Гипокинетический синдром.....	65
Нервная и соединительная ткань	65
Строение десмозина	65
Гидроксилирование пролина и лизина	66
Механизм электрогенеза	66
Синтез ацетилхолина	66