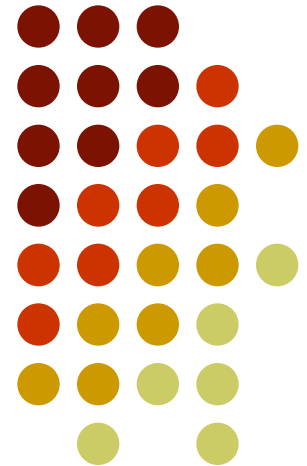


**Автор:**  
**кандидат биологических наук Лобаева Т.А.**

Кафедра биохимии  
Специальность «Фармация» (заочное отделение)

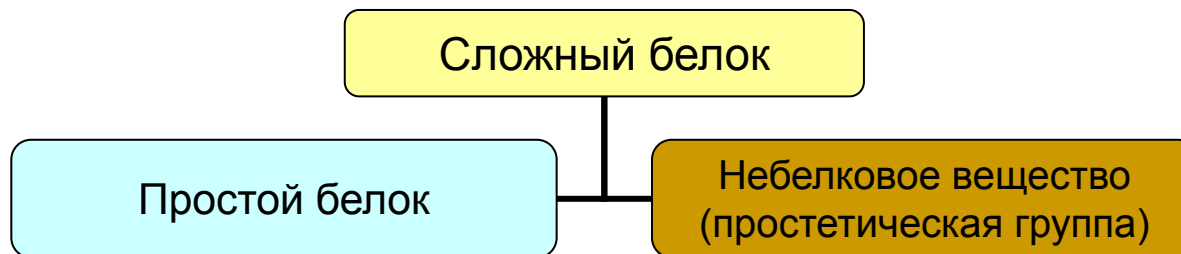
*Лекция:*  
*Сложные белки и*  
*нуклеиновые кислоты*



# Сложные белки



**Сложные белки** – это двухкомпонентные белки, которые состоят из простого белка и небелкового компонента (простетической группы).  
Классификация сложных белков основана на химической природе простетической группы



# Классификация сложных белков

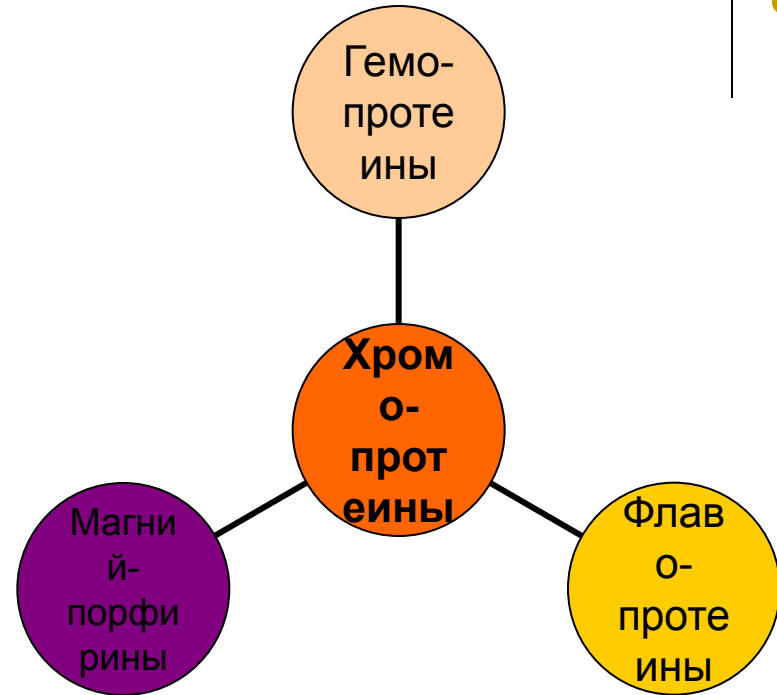


<i>Простетическая группа</i>	<i>Название группы сложных белков</i>
Фосфорная кислота	<b>ФОСФОПРОТЕИНЫ</b>
Пигменты	<b>ХРОМОПРОТЕИНЫ</b>
Нуклеиновые кислоты	<b>НУКЛЕОПРОТЕИНЫ</b>
Углеводы	<b>ГЛИКОПРОТЕИНЫ</b>
Липиды	<b>ЛИПОПРОТЕИНЫ</b>
Металлы	<b>МЕТАЛЛОПРОТЕИНЫ</b>

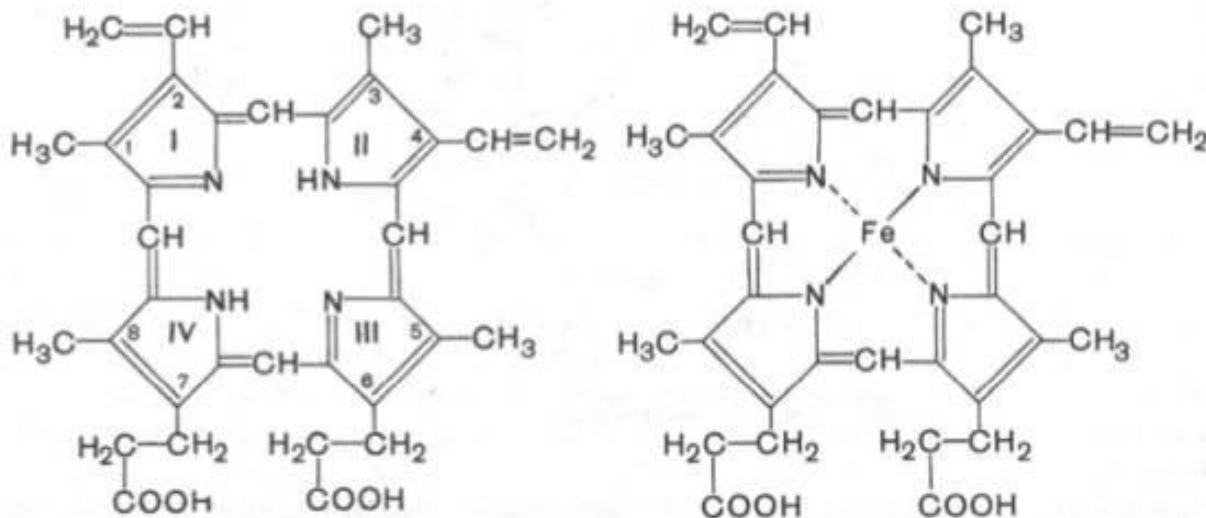
# Хромопротеины



- Хромопротеины содержат окрашенный небелковый компонент:
- **Гемопрототеины** содержат гем = железо+порфириновое кольцо
- **Магнийпорфирины** – магний+порфириновое кольцо
- **Флавопротеины** – производные изоаллоксазина



# Структура гема



Протопорфирин IX  
(1,3,5,8-тетраметил-2,4-дивинил-  
6,7-Дипропионовокислый порфин)

Гем

Порфириновое кольцо является производным тетрапиррольного соединения – порфирина, который в свою очередь состоит из четырех замещенных пирролов, соединенных между собой метиновыми мостиками ( $—CH=$ ).

Незамещенный порфирин называется **порфином**. В молекуле. В молекуле гема порфин представлен в виде **протопорфирина IX**, содержащего четыре метильные группы ( $—CH_3$ ), две винильные группы ( $—CH=CH_2$ ) и два остатка пропионовой кислоты. Протопорфирин, присоединяя железо, содержащего четыре метильные группы ( $—CH_3$ ), две винильные группы ( $—CH=CH_2$ ) и два остатка пропионовой кислоты. Протопорфирин, присоединяя железо, превращается в гем

# Гемопротейны



Гемоглобин *(Hb)и его производные	Миоглобин	Хлорофилл- содержащие белки	Ферменты (цитохромы, каталаза, пероксидаза)
Осуществляют транспорт кислорода и углекислого газа	Обеспечение мышц кислородом	Участвуют в фотосинтезе	Участвуют в дыхании клеток и целостного организма

\* Видовые различия Hb обусловлены белковой частью (глобином)  
Атом железа расположен в центре гема-пигмента. Каждая из 4-х молекул гема «обёрнута» полипептидной цепью.

# ***Флавопротеины***



Простетические группы – изоаллоксазиновые производные –

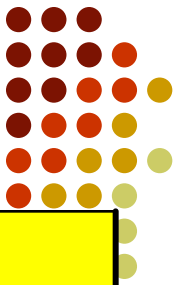
## **ФМН и ФАД**

Флавопротеины входят в состав окислительно-восстановительных ферментов –

### **оксидоредуктаз:**

- ксантиноксидаза,
- альдегидоксидаза,
- сукцинатдегидрогеназа,
- дигидрооротатдегидрогеназа,
- ацил-КоА-дегидрогеназа
- флавопротеин, транспортирующий электроны

# Нуклеопротейны



<i>Простетическая группа</i>	<i>Название группы сложных белков</i>	<i>Преимущественная локализация</i>
ДНК	Дезоксирибонуклеопротейны (ДНП)	В ядре
РНК	Рибонуклеопротейны (РНП)	В цитоплазме

**Нуклеопротейны** представляют собой сложные белки, состоящие из простого белка и небелковой части – нуклеиновой кислоты. Нуклеопротейны составляют основную часть клеточного ядра. Они легко выделяются из тканей, богатых ядерным веществом (зобной железы, семенников, сперматозоидов и др.). Они являются не только структурными элементами клетки, её ядра и цитоплазмы, но и выполняют важнейшие специфические функции в живом организме. Деление клеток, биосинтез белков, передача наследственной информации тесно связаны с нуклеопротейнами, в частности с входящими в их состав нуклеиновыми кислотами.



# Лipoppoтeины



Типы липопротеинов	Хиломикроны	ЛПОНП	ЛППП	ЛПНП	ЛПВП
Диаметр частиц, нм	более 120	30-100		21-100	7-15
Функции	Транспорт экзогенных липидов из кишечника	Транспорт синтезируемых липидов из печени	Промежуточная форма превращения ЛПОНП в ЛПНП	Транспорт холестерина в ткани	Удаление избытка холестерина
Место образования	Эпителий тонкого кишечника	Клетки печени	Кровь	Кровь	Клетки печени



# Фосфопотеины

- Этот класс белков в качестве простетической группы содержит  $\text{H}_3\text{PO}_4$ :
  - Вителлин
  - Вителлинин
  - Фосвитин
  - Овальбумин (в белке куриного яйца)
  - Ихтулин (в икре рыб)
  - Характерной особенностью фосфопротеинов является то, что фосфорная кислота связана в белковой части через гидроксильные группы гидроксиаминокислот (сложноэфирная связь).
- Вителлин, Вителлинин, Фосвитин — в желтке куриного яйца

# Гликопротеины (гликоконъюгаты)



- В качестве простетической группы содержат гетерополисахарид (например, N-ацетилгалактозамин, N-ацетилнейраминовую (сиаловую) кислоту).
- Наиболее известные гликопротеины: интерфероны, иммуноглобулины.

гликопротеины	протеогликаны
<p><b>Полипептид + Углеводный компонент</b></p> <p>2 (10 или 15) мономерных остатков гексоз (галактоза, манноза, реже глюкоза); пентоз (ксилоза, арабиноза) + конечный углевод (N-ацетилгалактозамин, N-ацетилнейраминовую кислоту или L-фукоза )</p>	<p><b>Белок + Углеводный компонент</b></p> <p>гликозаминогликаны (мукополисахариды)</p> <p>В структуре обязательно есть <b>уроновые кислоты и серная кислота!</b></p>



# Металлопротеины

Железосодержащие белки: ферритин,  
трансферрин, гемосидерин

Металлосодержащие ферменты:

- цитохромоксидаза ( $\text{Cu}^+$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ )
  - аргиназа
  - декарбоксилазы АМК
  - фосфотрансферазы
  - карбоангидраза
  - пептидазы
  - фосфатазы
- $\text{Mn}^{2+}$
- 
- A diagram consisting of a large right-facing curly bracket that groups the items 'декарбоксилазы АМК' and 'фосфотрансферазы' from the list above. A horizontal line extends from the center of the bracket to the right, pointing towards the text 'Mn
- <sup>2+</sup>
- '.

# Нуклеиновые кислоты



- **Нуклеиновые кислоты** - это высокомолекулярные соединения, построенные из большого числа моноклеотидов, обладающие сложной пространственной структурой и осуществляющие хранение и реализацию наследственной информации
- **Нуклеотиды** состоят из трёх компонентов: пуринового или пиримидинового азотистого основания, сахара (пентозы) - рибозы или дезоксирибозы и остатка фосфорной кислоты (см. схему ниже).
- Соединения, состоящие из азотистого основания, соединённого с пентозой (рибозой или дезоксирибозой) называются **нуклеозидами**. Нуклеозидмонофосфат составляет **моноклеотид**.

## Схема строения нуклеотида

Азотистое основание

Сахар (пентоза)-

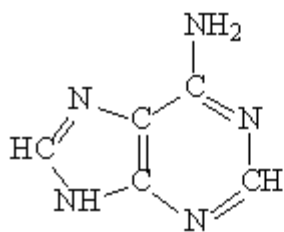
$-O-PO_3H$

# Азотистые основания

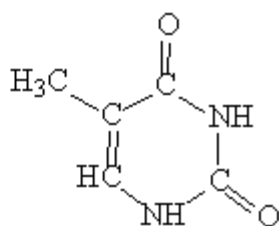


- Пиримидиновые азотистые основания – это производные гетероциклического азотсодержащего соединения – **пиримидина**, пуриновые азотистые основания рассматривают как производные конденсированного гетероциклического азотсодержащего соединения - **пурина**. К *пиримидиновым азотистым основаниям* относятся урацил (У), тимин (Т), цитозин (Ц), к *пуриновым* – аденин (А), и гуанин (Г).

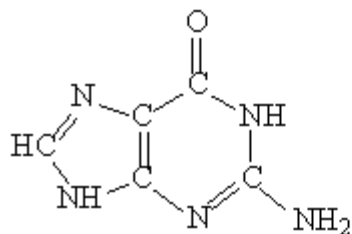
# СТРОЕНИЕ АЗОТСОДЕРЖАЩИХ ГЕТЕРОЦИКЛОВ, ВХОДЯЩИХ В СОСТАВ НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ



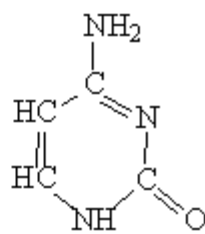
Аденин



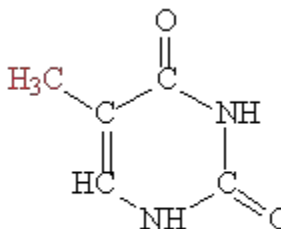
Тимин



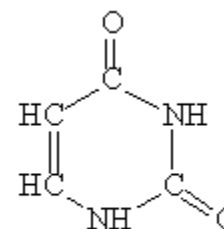
Гуанин



Цитозин



Тимин

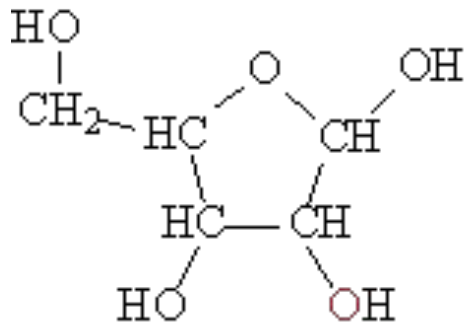


Урацил

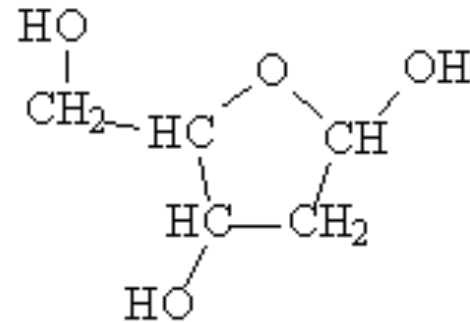
# Пентозы



- **Дезоксирибоза**, входящая в состав ДНК, отличается от **рибозы** только тем, что в её молекуле у второго углеродного атома гидроксильная группа замещена водородом.



Рибоза



Дезоксирибоза





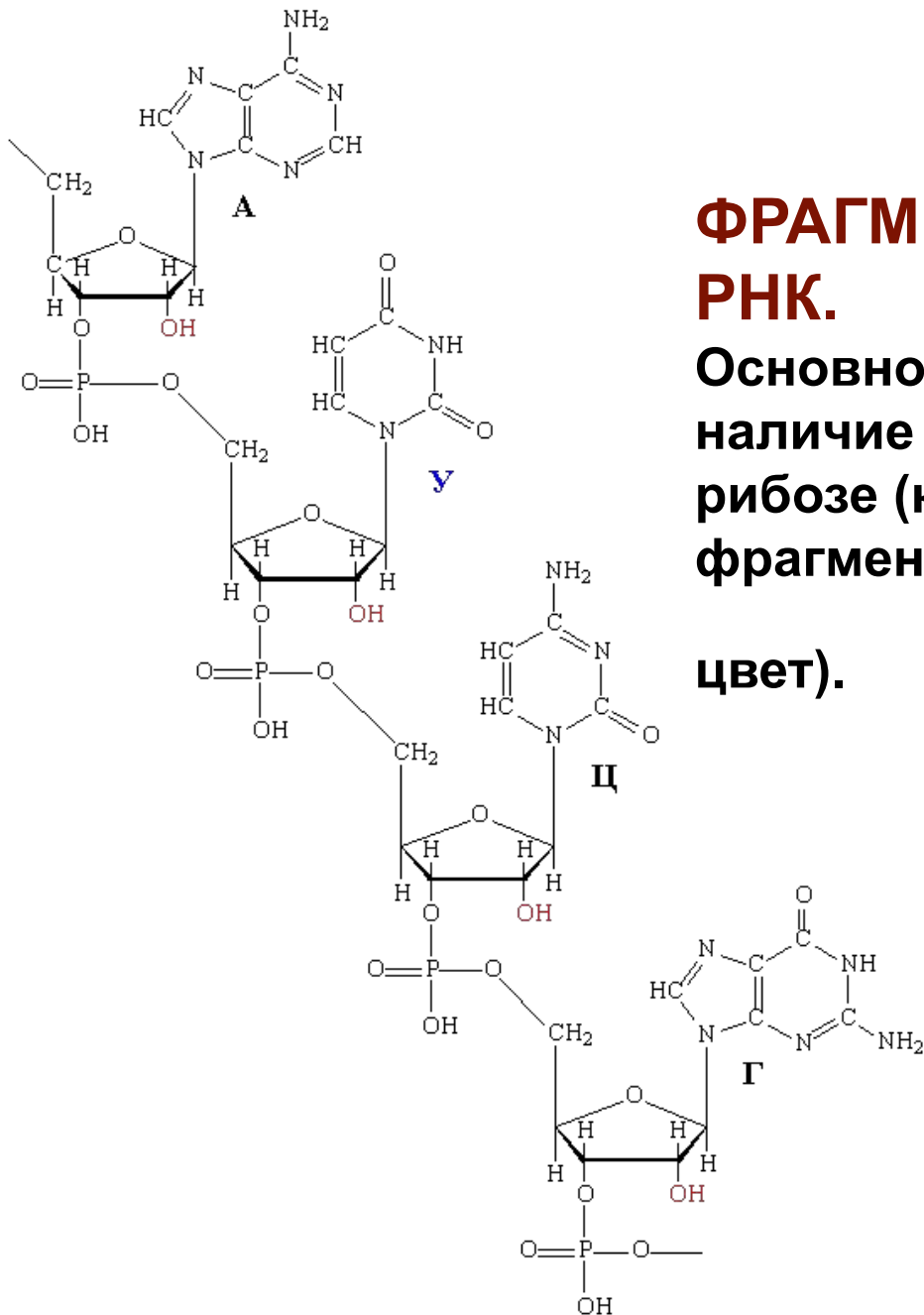
**Таблица 1. Составные компоненты нуклеиновых кислот**

	<b>Рибонуклеотиды</b>	<b>Дезоксирибонуклеотиды</b>
<i>Азотистое основание</i>	А, Г, Ц, У	А, Г, Ц, Т
<i>Пентоза</i>	рибоза	дезоксирибоза
<i>Фосфорная кислота</i>	+	+

# 3',5'-фосфодиэфирная связь



- Отдельные мононуклеотиды в молекуле нуклеиновой кислоты соединяются между собой посредством кислородных мостиков за счёт гидроксильной группы третьего углеродного атома пентозы одного мононуклеотида и гидроксила фосфорной кислоты соседнего нуклеотида (образуется так называемая 3',5'-фосфодиэфирная связь). Соединённые мононуклеотиды образуют, таким образом, **полинуклеотидную полимерную цепь**. В различной последовательности расположения нуклеотидов и заключается, по существу, кодирование наследственной информации.



## ФРАГМЕНТ МОЛЕКУЛЫ РНК.

Основное отличие от ДНК – наличие группировок OH в рибозе (красный цвет) и фрагмента урацила (синий цвет).



**Таблица 2. Азотистые основания и соответствующие им нуклеозиды или моноклеотиды нуклеиновых кислот**

<b>Азотистое основание</b>	<b>Нуклеозид</b>	<b>Моноклеотид</b>
А (аденин)	Аденозин	Адениловая кислота, или аденозинмонофосфат (АМФ)
Г (гуанин)	Гуанозин	Гуаниловая кислота, или гуанозинмонофосфат (ГМФ)
Ц (цитозин)	Цитидин	Цитидиловая кислота, или цитидинмонофосфат (ЦМФ)
У (урацил)	Уридин	Уридиловая кислота, или уридинмонофосфат (УМФ)
Т (тимин)	Тимидин	Тимидиловая кислота, или тимидинмонофосфат (ТМФ)

# Функции нуклеотидов



- Структурные компоненты нуклеиновых кислот (нуклеотиды) входят в состав коферментов (НАД<sup>+</sup>, ФАД, КоА), являются макроэргическими соединениями (АТФ, УТФ, ЦТФ, ГТФ, ТТФ) и вторичными мессенджерами (цАМФ, цГМФ).