

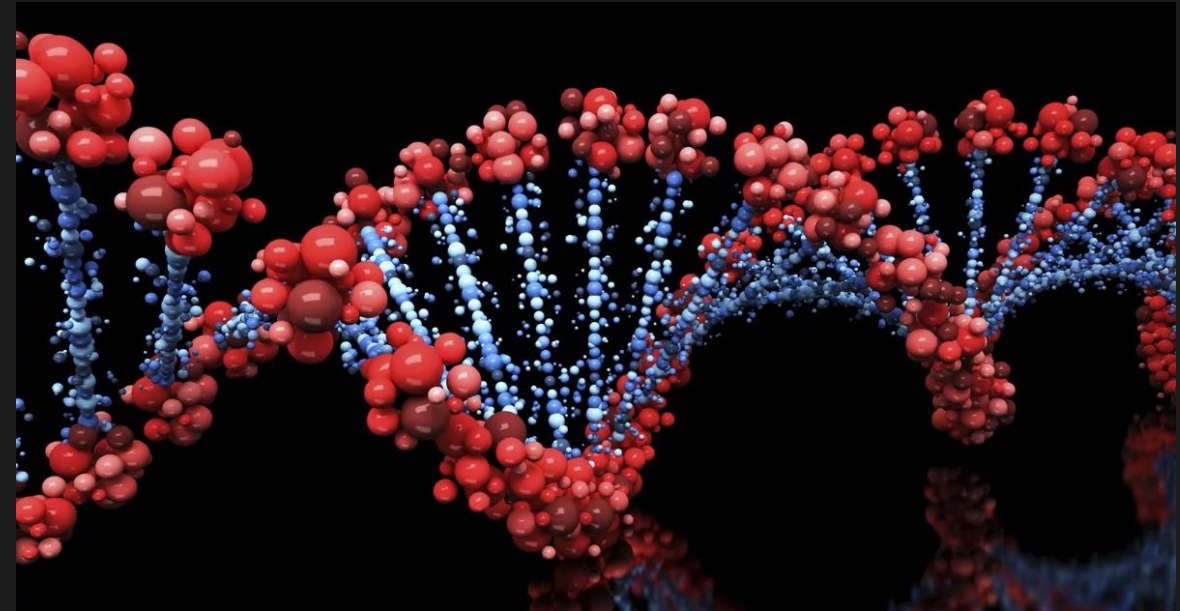


ДНК. Формы ДНК.

Студентка 1 курса магистратуры ВБФ Грачева Анастасия

ДНК

(дезоксирибонуклеиновая кислота)
Линейный нерегулярный
гетерополимер
дезоксирибонуклеозидов,
соединенных фосфодиэфирной
связью. Двойная спираль, цепи
которой соединены водородными
связями между
комплементарными азотистыми
основаниями.*



Использованные материалы: Материалы лекции №1
по молекулярной биологии. Лектор к.б.н. Карпов Д.С.*

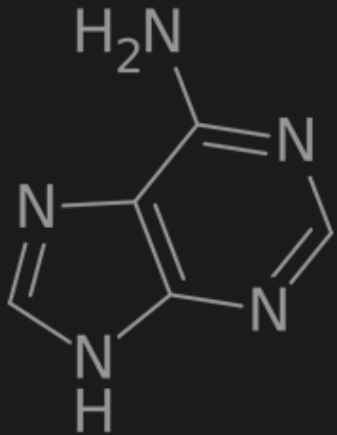
Свойства ДНК

1. Двойная спираль
2. Цепи полярны
3. Цепи антипараллельны
4. Цепи комплементарны
5. Большая и малая бороздки двойной спирали

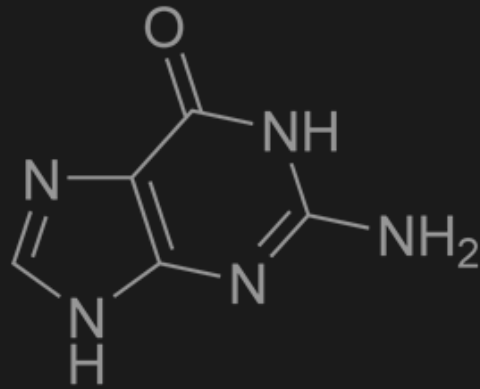


Азотистые основания ДНК

Пуриновые

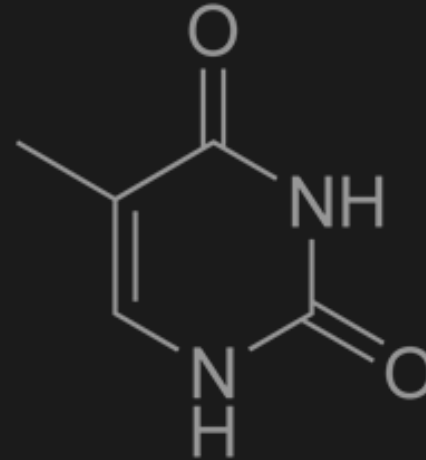


Аденин

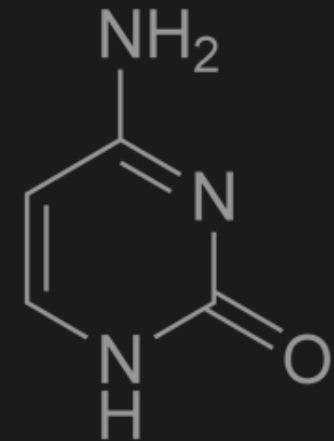


Гуанин

Пиримидиновые

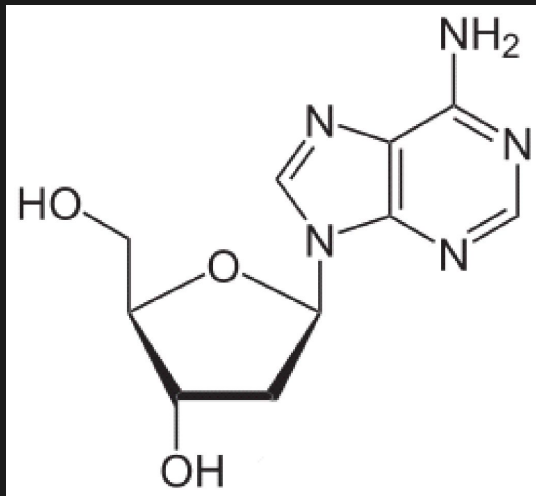


Тимин

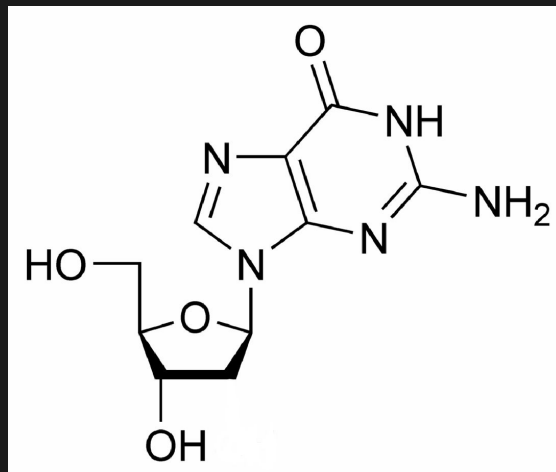


Цитозин

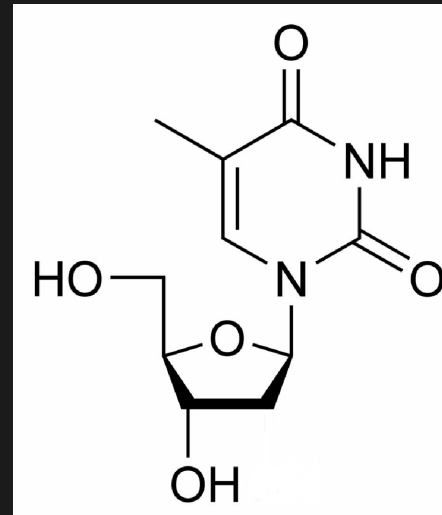
Дезоксирибонуклеозиды



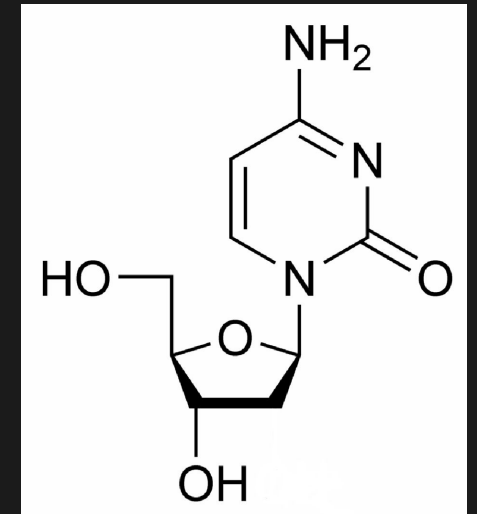
Дезоксирибоаденозин



Дезоксирибогуанозин



Дезоксириботимидин



Дезоксирибоцитидин

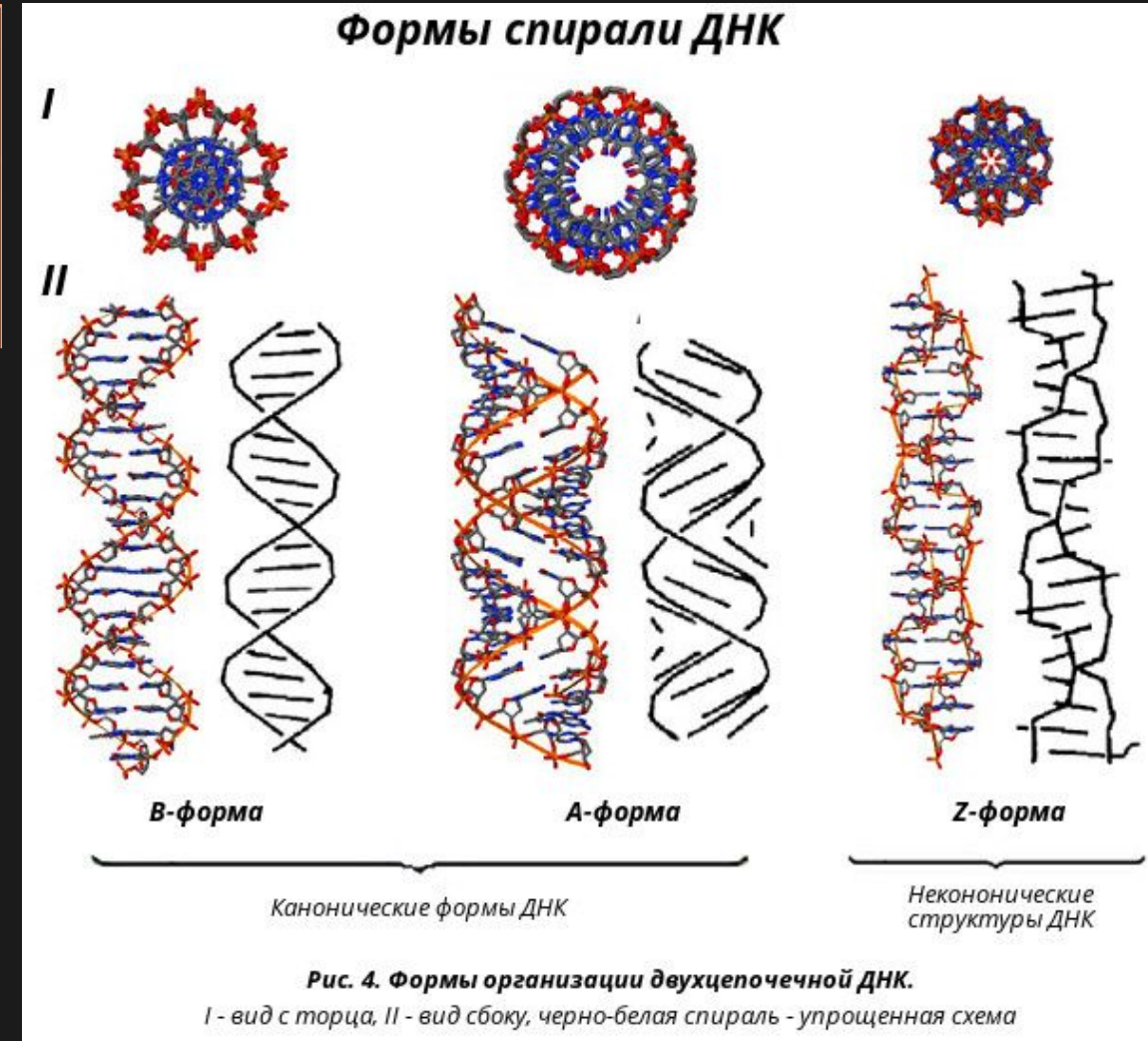
Комплементарные основания:



Формы ДНК

Использованные материалы: материалы лекции №2 «Структура, свойства и функции нуклеиновых кислот».
Лектор: к.б.н. Скоблов М.Ю.*

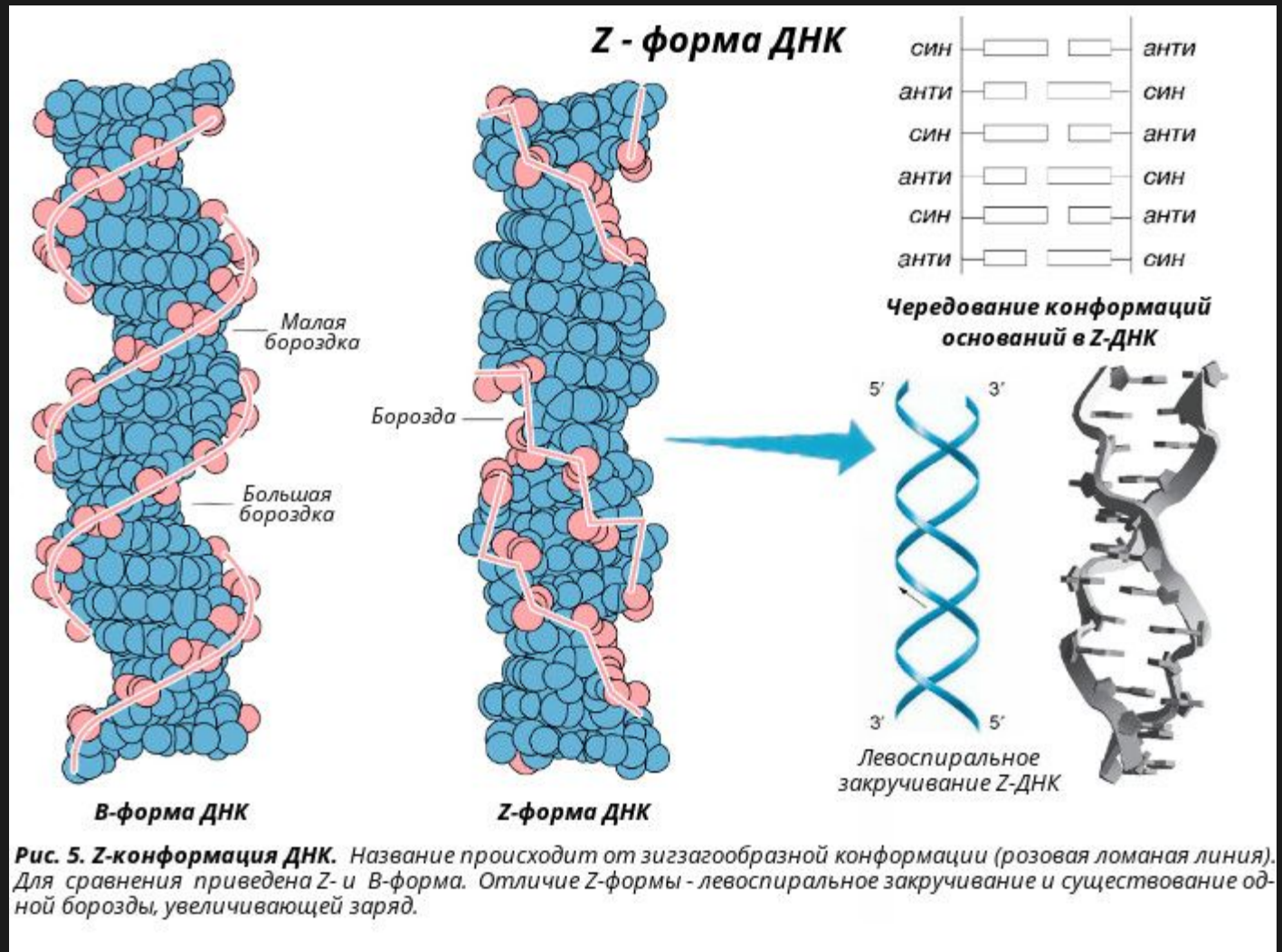
Параметры	В-форма	А-форма	С-форма	Z-форма
спираль	правозакручена	правозакручена	правозакручена	левозакручена
ед. повтора	1 пн	1пн	1пн	2пн
пн в обороте	10,4	10,7	9,3	12
диаметр	23,7А	25,5А		18,4А
вращение/пн	35,9	33,6	38,7	60/2
наклон пн к оси	-1,2	+19		-9
раст. м-у пн вдоль оси	0.332 нм	0.23 нм		0.38 нм
длина оборота	34А	28А	31А	34,4А



В-ДНК - основное состояние ДНК показанное на кристаллах и в водных растворах.
 С-ДНК - форма существующая при пониженной концентрации Na и влажности 44-66%, если GC=31-72%.
 А-ДНК - форма ДНК-РНК гибридов.
 Z-ДНК - левозакрученная форма. Переходу В->Z способствует наличие GC-5' последовательности являющейся местом метилирования у организмов. Z-ДНК обнаружена в междисках политенных хромосом *D. melanogaster* (дрозофила фруктовая).

Z-форма ДНК

Z-форма ДНК - это левозакрученная двойная спираль, в которой фосфодиэфирный остов расположен зигзагообразно вдоль оси молекулы. Отсюда и название молекулы (zigzag)-ДНК. Z-ДНК - наименее скрученная (12 пар оснований на виток) и наиболее тонкая из известных в природе. Расстояние между соседними нуклеотидами составляет 0,38 нм, длина витка – 4,56 нм, диаметр Z-ДНК – 1,8 нм. Кроме того, внешний вид этой молекулы ДНК отличается наличием одной бороздки.



Палиндромы

Палиндромы (перевертыши) - наиболее известные и часто встречающиеся в ДНК последовательности оснований. Палиндромом называют слово или фразу, которое читается слева направо и наоборот одинаково. Примерами таких слов или фраз являются: ШАЛАШ, КАЗАК, ПОТОП, А РОЗА УПАЛА НА ЛАПУ АЗОРА. В применении к участкам ДНК данный термин (палиндром) означает одинаковое чередование нуклеотидов вдоль цепи справа налево и слева направо (подобно буквам в слове "шалаш" и пр.).

Палиндромы - специфические последовательности в двухцепочечной ДНК, которые обладают симметрией второго порядка. Симметрия второго порядка означает, что при повороте двухцепочечной последовательности на 180° относительно оси перпендикулярной к плоскости, в которой расположены основания, их положения в двух цепях ДНК не изменятся. Для наложения одного повтора на другой его необходимо вначале повернуть на 180° относительно горизонтальной оси, а затем на 180° относительно вертикальной оси (как это показано цветными стрелками).

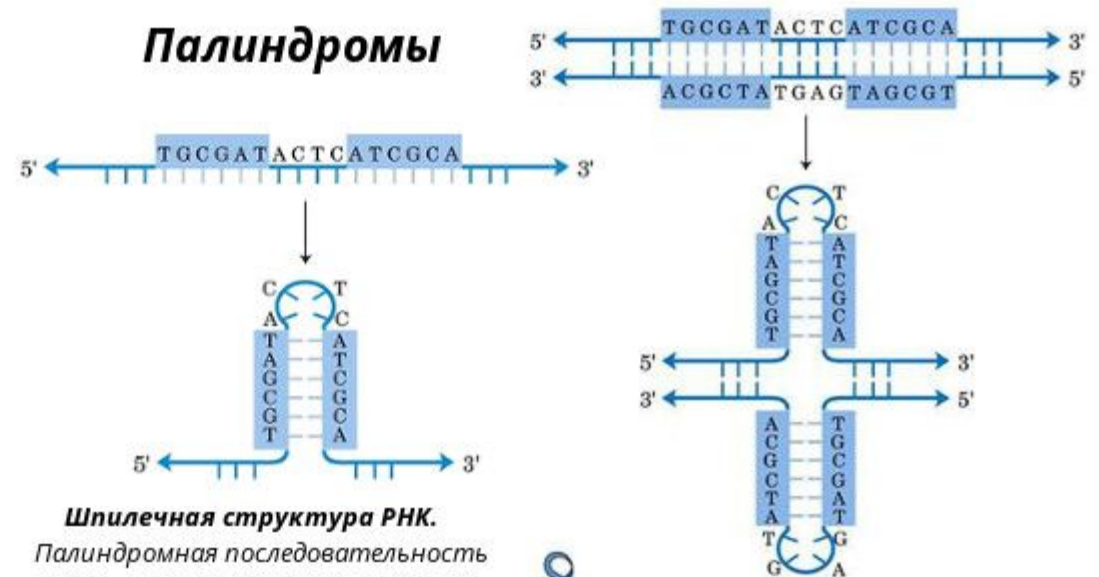


Зеркальные повторы - специфические последовательности, отличающиеся симметрией в каждой цепи ДНК.



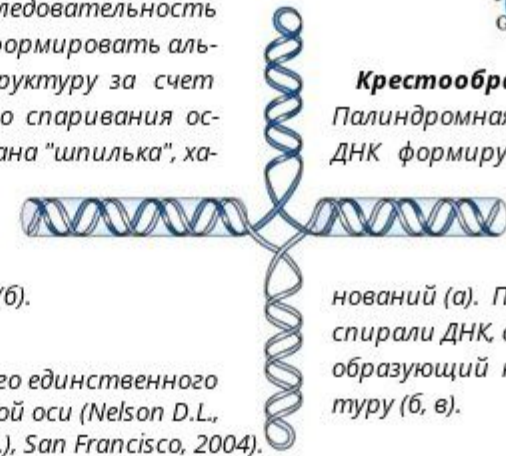
Для наложения одного повтора на другой достаточно одного единственного поворота последовательности на 180° вокруг вертикальной оси (Nelson D.L., Cox M.M., Lehninger Principles of Biochemistry, W.H. Freeman (ed.), San Francisco, 2004).

Палиндромы



Шпильчатая структура РНК.

Палиндромная последовательность в РНК, способная формировать альтернативную структуру за счет внутрицепочечного спаривания оснований (а). Показана "шпилька", характерная для одноцепочечной нуклеиновой кислоты, т.е. для РНК (б).



Крестообразная структура ДНК.

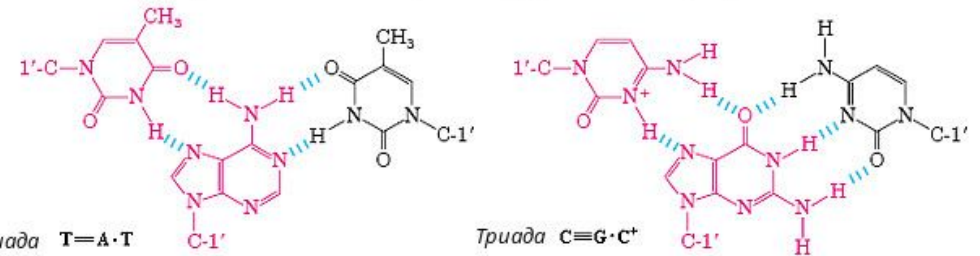
Палиндромная последовательность в ДНК формирующая альтернативную структуру за счет внутрицепочечного спаривания оснований (а). Показан участок двойной спирали ДНК, содержащий палиндром, образующий крестообразную структуру (б, в).

H-форма ДНК

H-форма ДНК - это спираль, которую образуют три цепи ДНК - тройная спираль ДНК. Представляет собой комплекс уотсон-криковской двойной спирали с третьей одноцепочечной нитью ДНК, которая укладывается в ее большой желобок, с образованием так называемой хугстиновской пары.

Образование подобного триплекса происходит в результате сложения двойной спирали ДНК таким образом, что половина ее участка остается в виде двойной спирали, а вторая половина разъединяется. При этом одна из разъединенных спиралей образует новую структуру с первой половиной двойной спирали - тройную спираль, а вторая оказывается неструктурированной, в виде однонитевого участка.

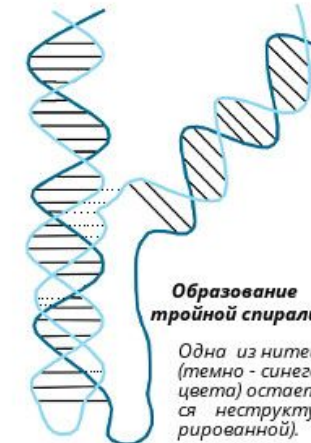
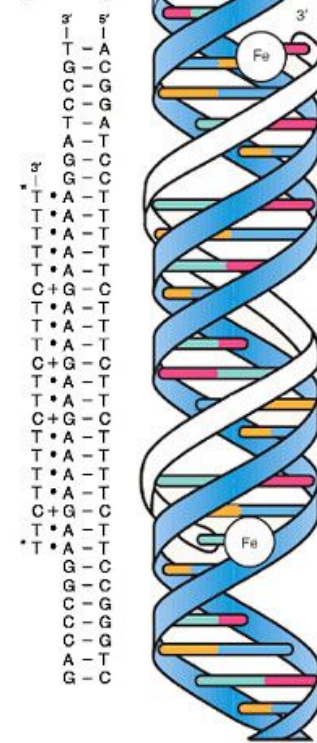
Тройная спираль ДНК (H-форма)



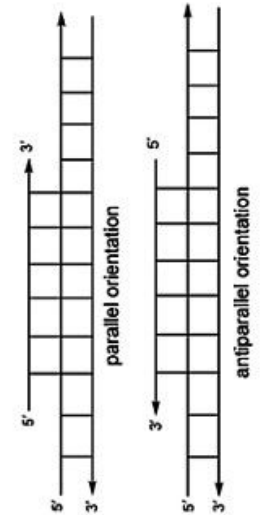
Составляющие блоки Пу-Пу-Пу триплекса - каноническая изоформная TAT и CGC триады.

Хугстиновское спаривание показано между основаниями красного цвета, Уотсон-криковское спаривание между основанием красного и черного цвета.

Пу - Пу - Пу



Сплошной черной линией показаны уотсон - криковские пары, прерывистой - хугстиновское взаимодействие в большой бороздке дуплексной ДНК при образовании триплекса.



Ориентации спирали ДНК
Схематическое изображение тройной спирали ДНК, антипараллельной и параллельной ориентации.

Тройная спираль ДНК - Пу-Пу-Пу

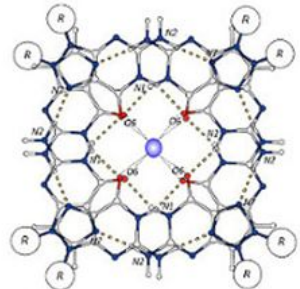
Пуриновая цепь образует с пиримидиновой каноническую двойную спираль. Третья пуриновая цепь лежит в большой бороздке этой двойной спирали (отмечена белым). В подписи к рисунку уотсон-криковское взаимодействие отмечено линией, хугстиновское взаимодействие отмечено звездочкой, плюсом отмечены места протонирования для стабилизации триплекса.

G4-квадруплексы

G-квадруплекс - 4-х спиральная ДНК. Такая структура образуется в случае, если имеются четыре гуанина, которые образуют так называемый G-квадруплекс — хоровод из четырех гуанинов. Первые намеки на возможность образования таких структур были получены задолго до прорывной работы Уотсона и Крика — еще в 1910 году. Тогда немецкий химик Ивар Банг обнаружил, что один из компонентов ДНК — гуанозиновая кислота — при высоких концентрациях образует гели, в то время как другие составные части ДНК таким свойством не обладают.

Использованные материалы: Материалы лекции №2 «Структура, свойства и функции нуклеиновых кислот». Лектор: к.б.н. Скоблов М.Ю.*

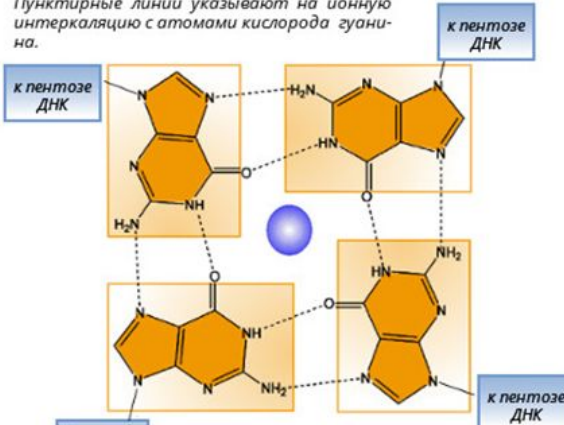
Guanine Quadruplexes



Октаэдральная координация квадруплекса ионом металла, расположенным между двумя планарными плоскостями G-квартетов. Пунктирные линии указывают на ионную интеркаляцию с атомами кислорода гуанина.

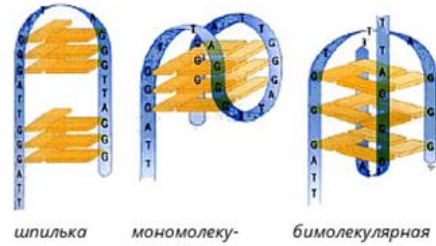
Общее схематическое изображение G-квартета с последующим формированием G-квадруплекса из трех и шести квартетов. Координирующий ион металла между планарными плоскостями не показан.

к пентозе ДНК *к пентозе ДНК*



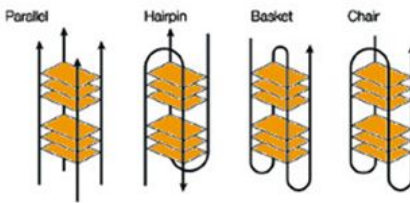
Организация G-квартета. Четыре остатка гуанина образуют квадратную компланарную структуру. Каждое гетероциклическое основание является донором и акцептором водородной связи. На квартет образуется 8 водородных связей. На рисунке показана часть сахаро-фосфатного остова - дезоксирибоза (пентоза ДНК) - в трех положениях схематически. В центре рисунка ион металла (Na, K), располагающийся между двумя G-квартетными плоскостями и координирующий G-квадруплекс.

Примеры организации структуры G-4 квадруплекса



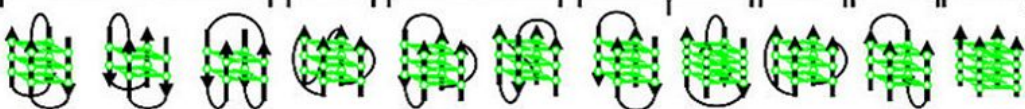
шпилька *мономолекулярная* *бимолекулярная*

Примеры организации структуры G-4 квадруплекса. Стрелки показывают ход цепи ДНК.



G-Quadruplex

- Monomer
 - Antiparallel
 - Parallel
 - Mixed
- Dimer
 - Antiparallel
 - Parallel
 - Mixed
- Tetramer
 - Parallel



Источники:

1. Материалы лекции №1 по молекулярной биологии.
Лектор к.б.н. Карпов Д.С.
2. Материалы лекции №2 «Структура, свойства и функции нуклеиновых кислот».
Лектор: к.б.н. Скоблов М.Ю
3. Решетников Р. В., Копылов А. М., Головин А. В.
Классификация G-квадруплексных ДНК по углу вращения квадруплекса и планарности G-квартетов.
Журнал Acta Naturae (русскоязычная версия), № 4, том 2, 2010
4. Иванов В.И. А-ДНК. Биология. Соросовский образовательный журнал, N1, 1998
5. Молекулярная биология клетки в 3х томах, Альбертс.
Электронный ресурс
6. <http://bono-esse.ru>