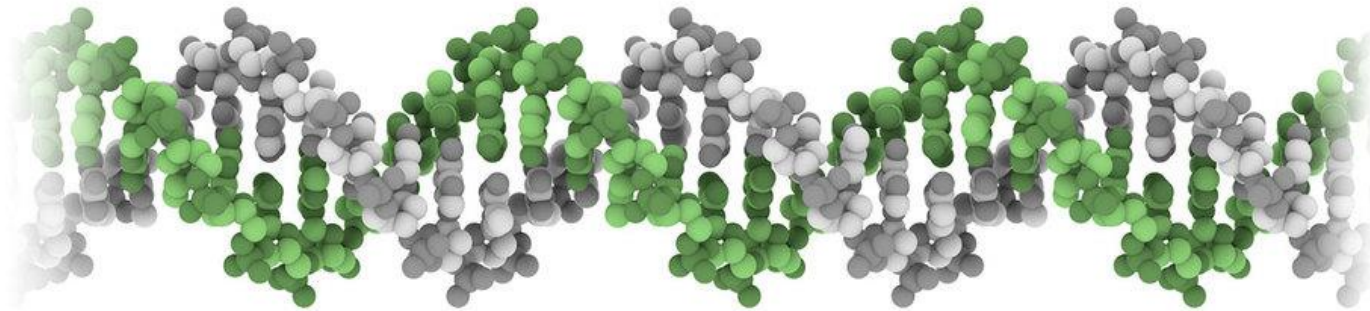
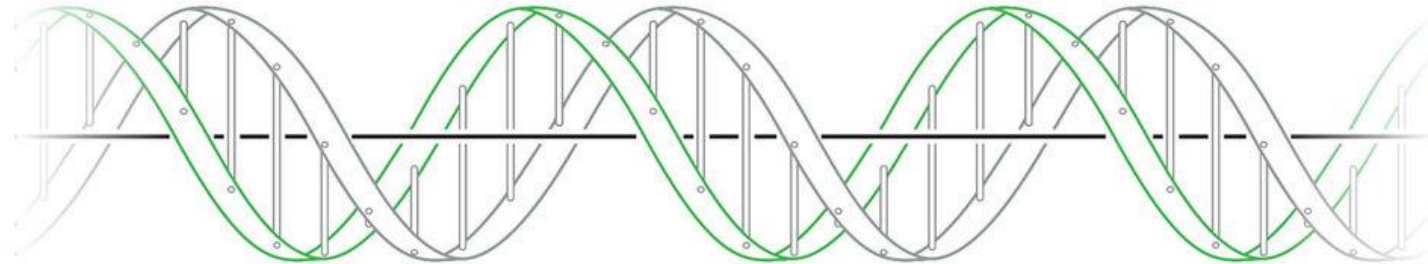


А.В.Чертович

Введение в физику полимеров, часть 1.



Биомакромолекулы

Результаты контрольной:

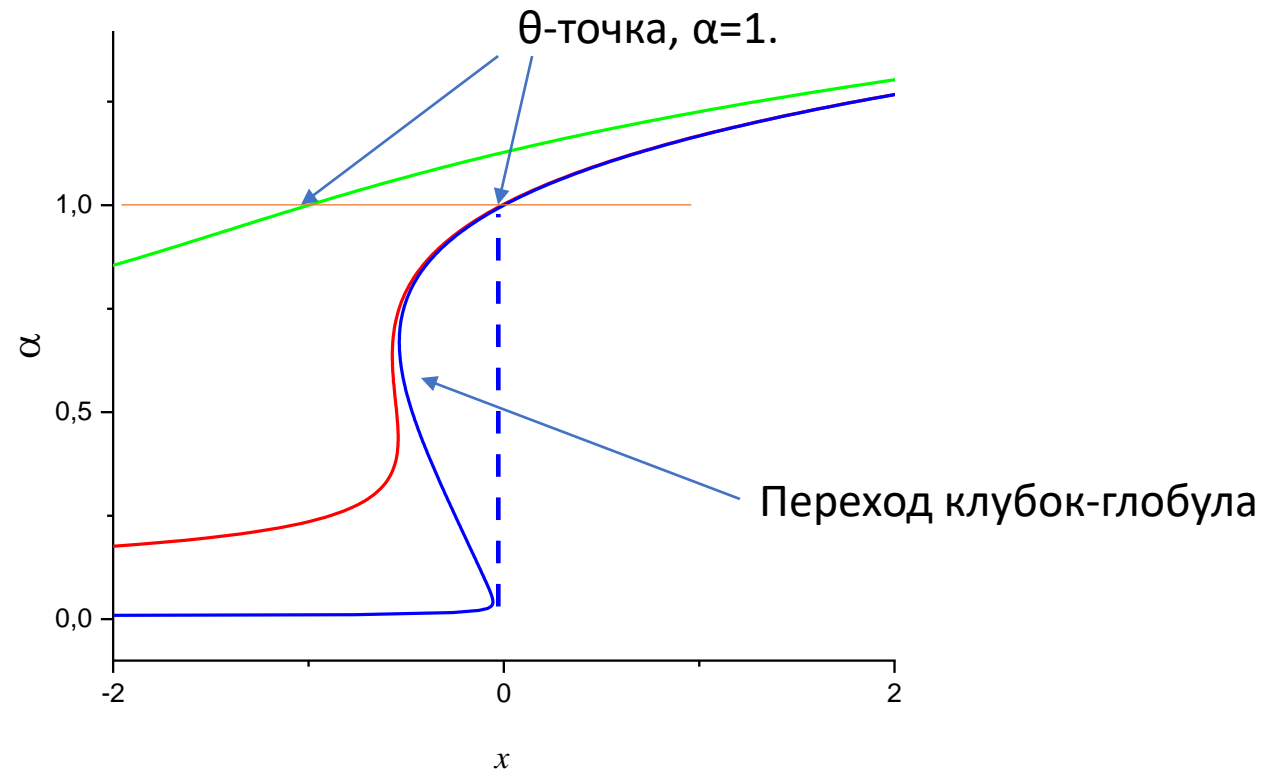
1 пятерка, 7 четверок, 1 тройка, 2 не писали.

Наиболее проблемные вопросы:

- Резина изобретена в 19 веке (1840, Чарльз Гудьир)
- Основатель физики полимеров – Флори (США, 1940-е)
- Пространственное расстояние – в метрах.
- N_n , N_w и \bar{M} – разные величины
- Упругость одной цепочки – первая производная вероятности по расстоянию
- Разбавленный, полуразбавленный, концентрированный, расплав.
- Причина набухания полиэлектролитных гелей - осмотическое давление
- Концентрационный блок – внутри него фрагмент цепочки не чувствует соседей

Дополнительные обсуждения:

1. Тета-точка не всегда в точке $V=0$, коллапс обычно при $V<0$



2. Скейлинг, самоподобие и фрактальная размерность?

Фрактал – объект, множество, обладающее свойством самоподобия.

Фрактальная размерность d_f – мера «изрезанности» объекта, насколько он неплотно заполнен: $N(R) \sim R^{d_f}$

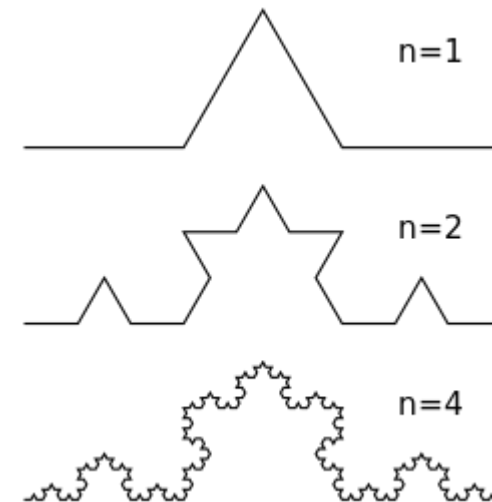
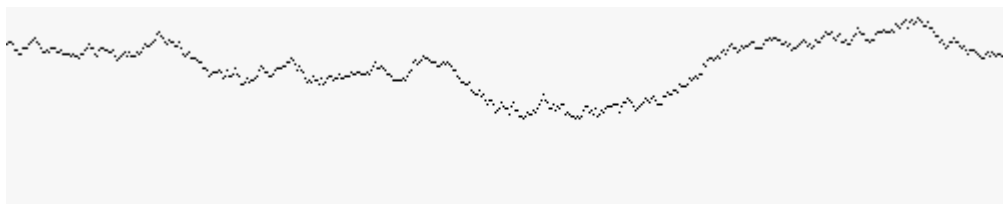
Идеальная цепь: $R \sim N^{\frac{1}{2}}$

$$N \sim R^2, d_f = 2$$

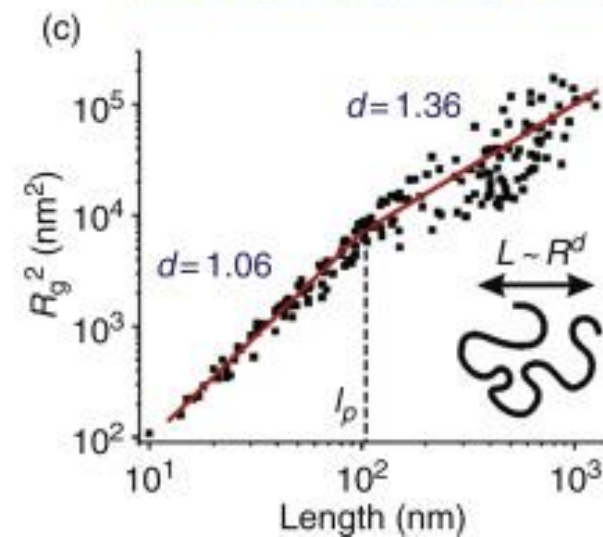
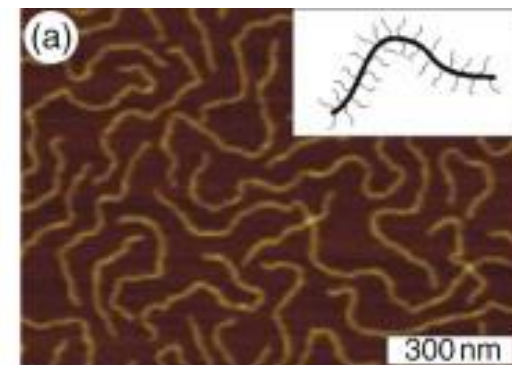
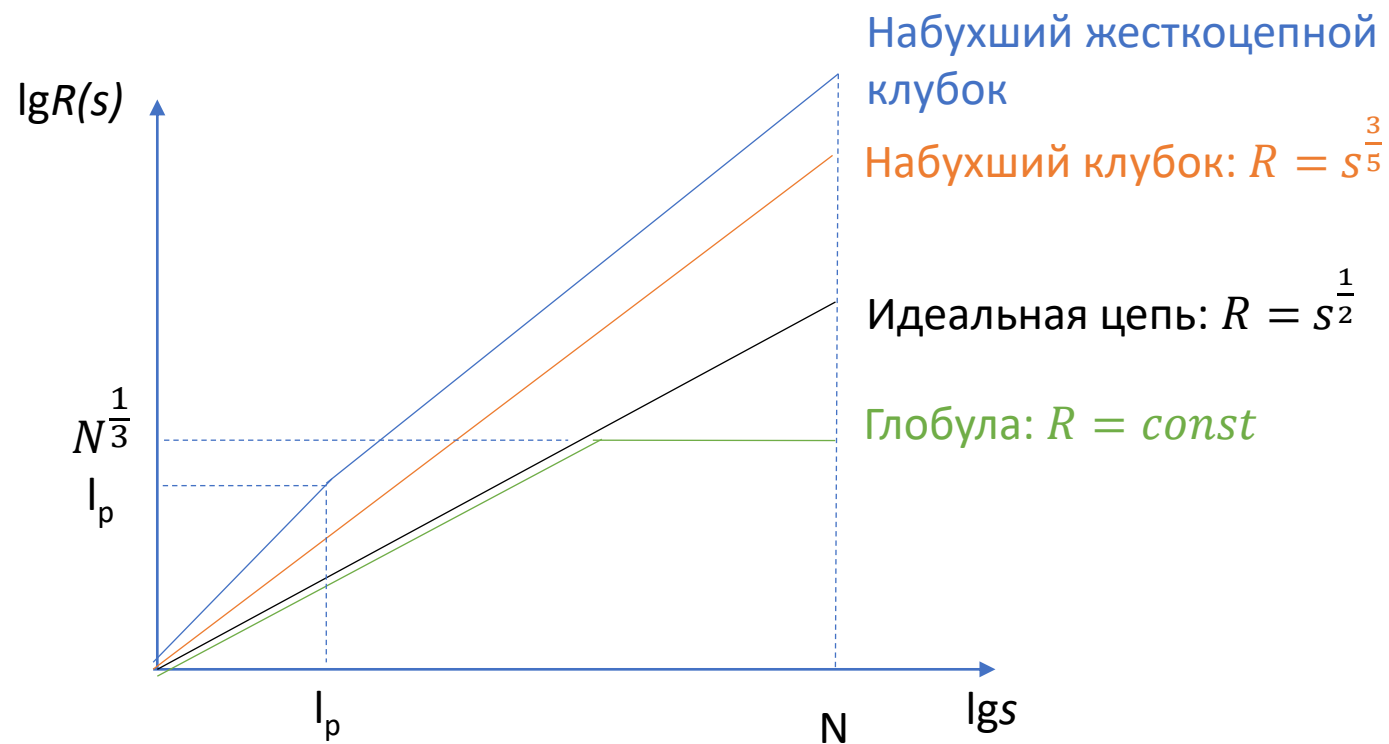
Набухшая цепь: $R \sim N^{\frac{3}{5}}$

$$N \sim R^{\frac{5}{3}}, d_f = \frac{5}{3}$$

Скейлинг в физике – масштабная инвариантность, свойство уравнений сохранять свой вид при изменении всех расстояний и промежутков времени в одинаковое число раз.

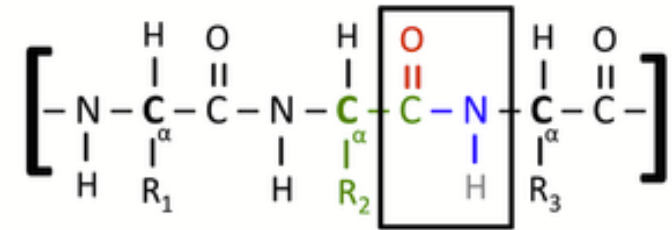
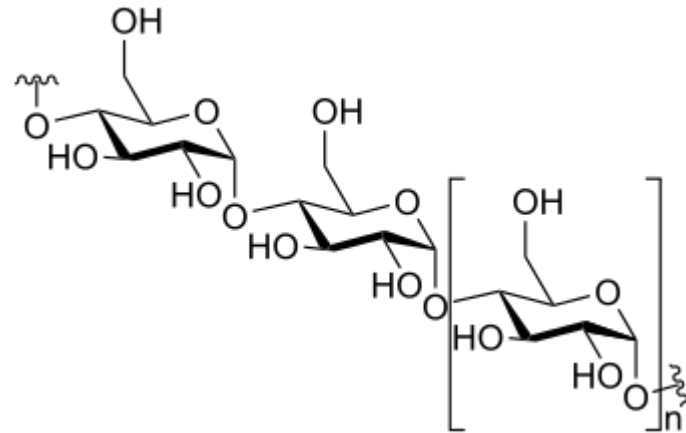
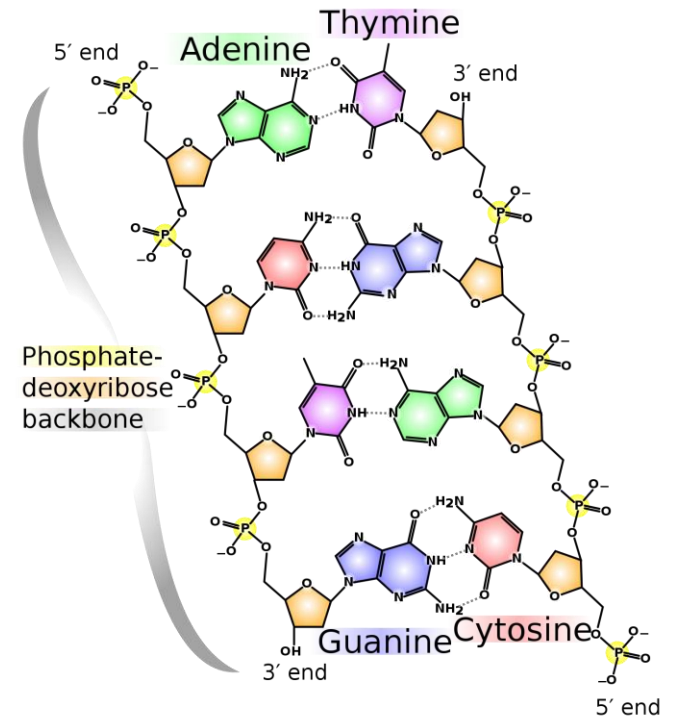


3. График $R(s)$ – зависимость пространственного расстояния от расстояния вдоль по цепи.

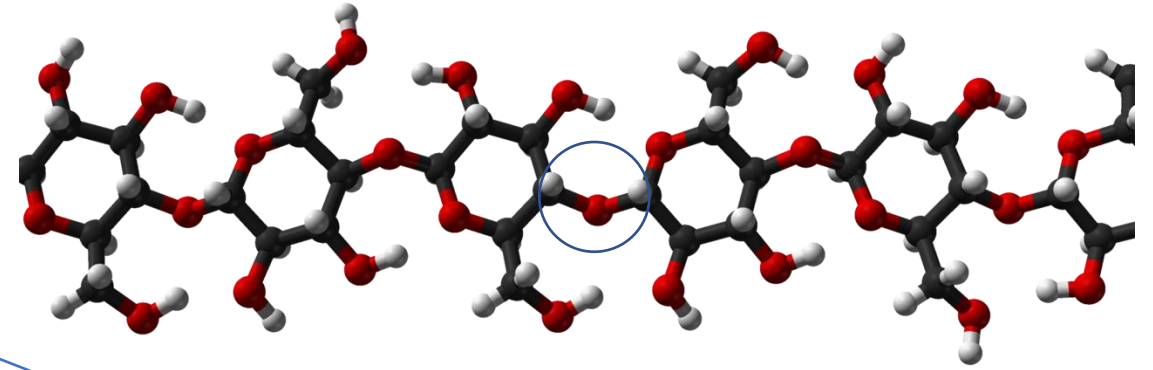


Биомакромолекулы

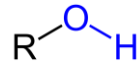
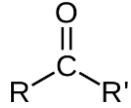
1. ДНК, РНК
2. Белки
3. Полисахариды



Полисахариды



Высокомолекулярные углеводы, гликаны.



соединенных O-гликозидными связями

содержащие карбонильную группу и несколько гидроксильных групп

Выполняют резервные (крахмал, гликоген) и структурные (целлюлоза, хитин) функции

запас углеводов в
клетках животных

Основной компонент экзоскелета
безпозвоночных (членистоногих), входит в состав
клеточных стенок грибов и бактерий

накапливается в клубнях, плодах, семенах
растений в качестве резервного питания

Клеточные оболочки всех высших растений,
самый распространенный полимер на планете

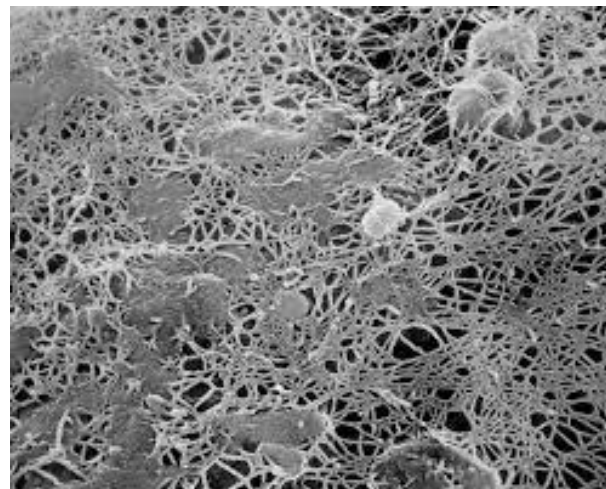
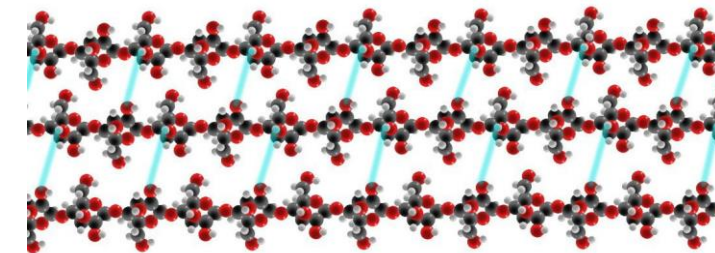
Целлюлоза

Линейный гомополимер, $N = 300-1700$ (дерево), 10^4-10^5 (хлопок).

Нерастворим в воде, температура самовоспламенения 420C *Fahrenheit 451*

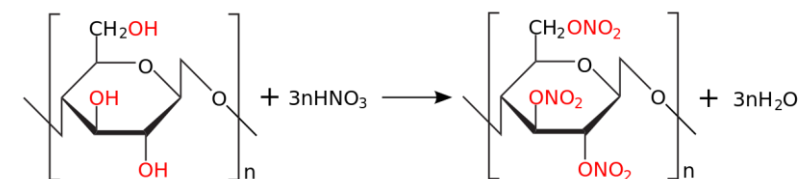
В живых растениях обычно формирует микрофибриллы за счет водородных связей.

Промышленный способ получения – прядение или вываривание щепы в кислых или щелочных средах.



Применение: древесина, ткани, бумага, бездымный порох.

→
Poudre B, изобретен в 1884 году Полем Вьеллем, революция в стрелковом оружии.

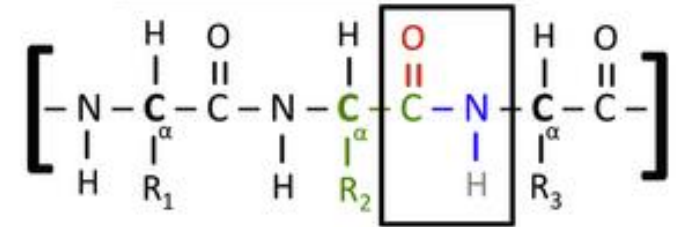
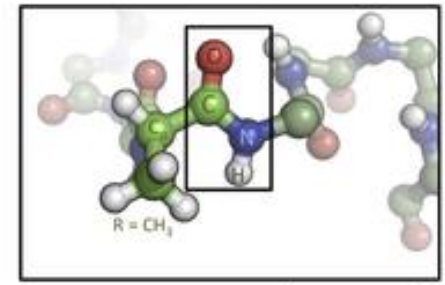


Белки

Сенгер - определение аминокислотной последовательности первого белка (инсулин) методом [секвенирования](#), Нобелевская премия 1958.

Перуц и Кендрю - трёхмерное строение белков (гемоглобин) методом [дифракции рентгеновских лучей](#), Нобелевская премия 1962.

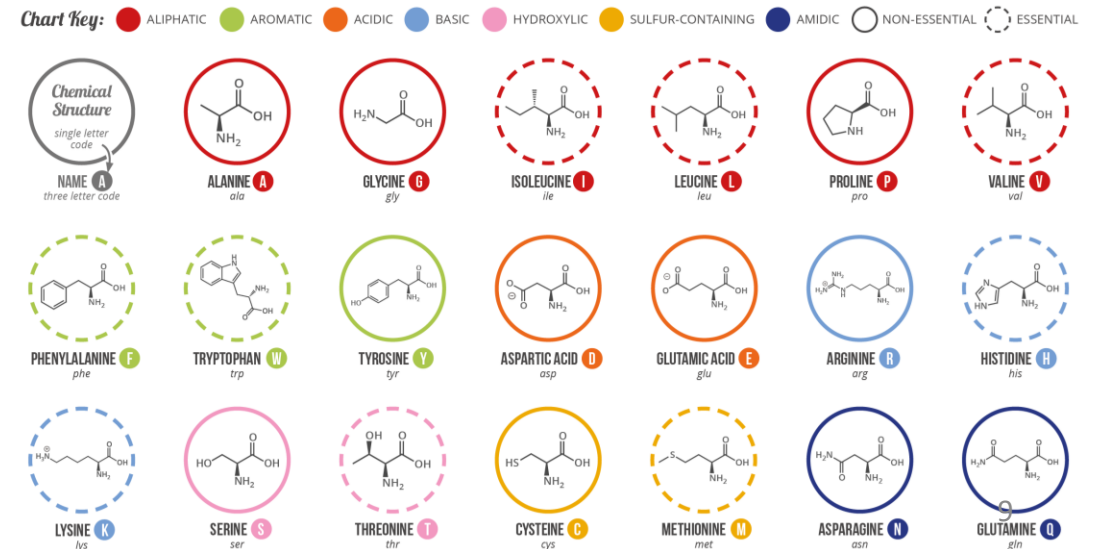
Белки (протеины, полипептиды) – линейные сополимеры 20-ти типов мономерных звеньев. Молекулярная масса от 10^1 до 10^5 мономерных звеньев. Способ получения: биологический (рибосомный) и химический («машина Меррифилда»).



↑
Нобелевская премия 1984

Классификация белков:

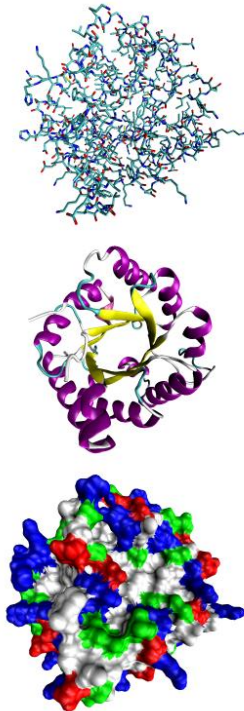
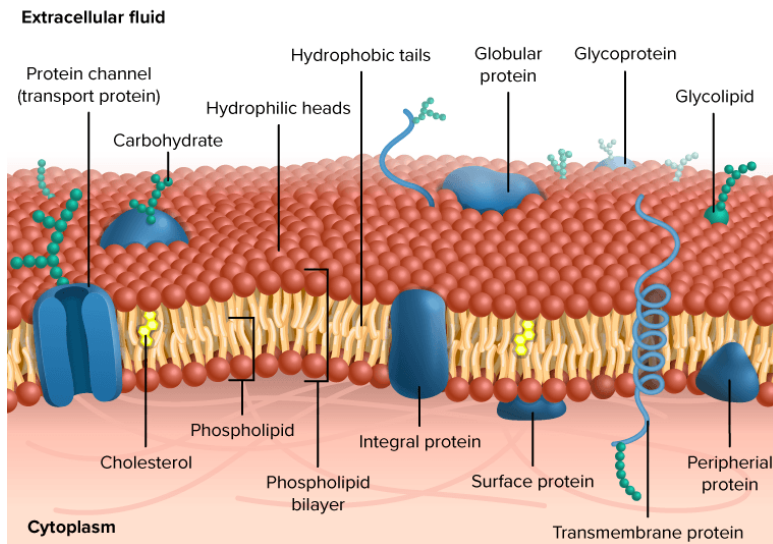
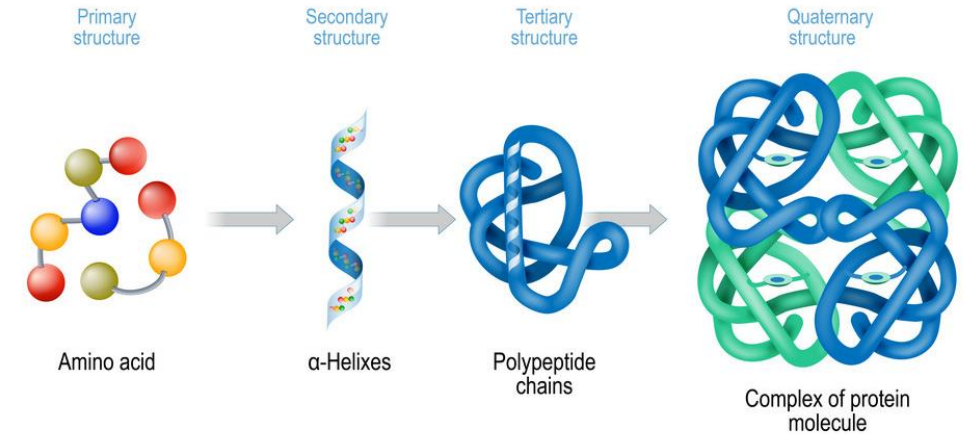
- Фибриллярные – соединительные ткани (кератин, коллаген)
- Мембранные – рецепторы и транспорт (спайк-белок коронавируса)
- Глобулярные – ферменты, глобулины, гормоны (инсулин, гемоглобин)



Структура белков и глобулярные белки

4 уровня строения белковых молекул:

- Первичная структура – последовательность мономерных звеньев.
- Вторичная структура – локальное упорядочение за счет водородных связей (α -спирали и β -слои).
- Третичная структура – общее пространственное строение отдельной цепочки
- Четвертичная структура – объединение нескольких молекул в единые комплексы

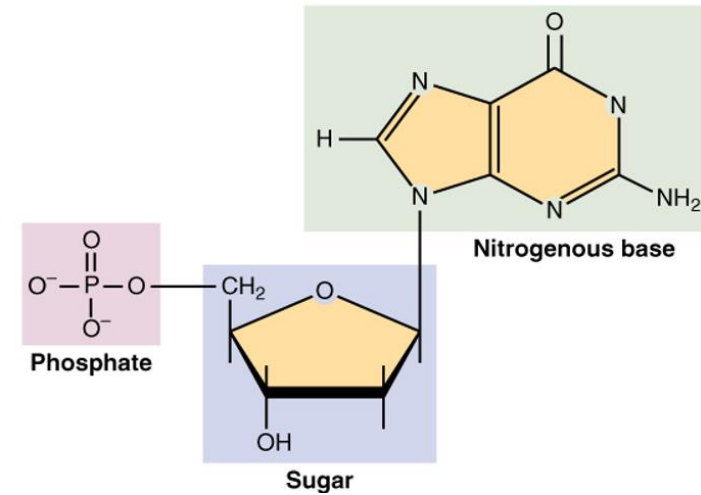
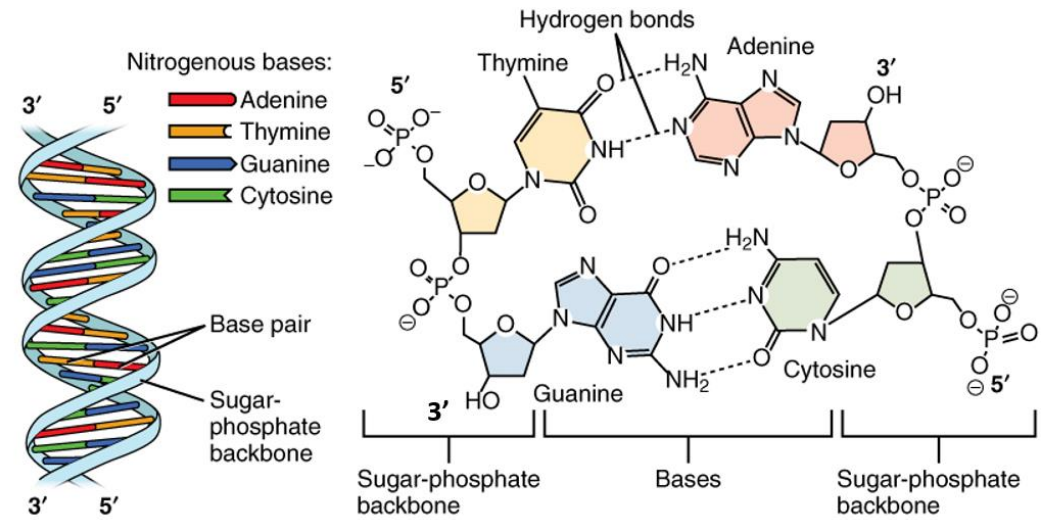
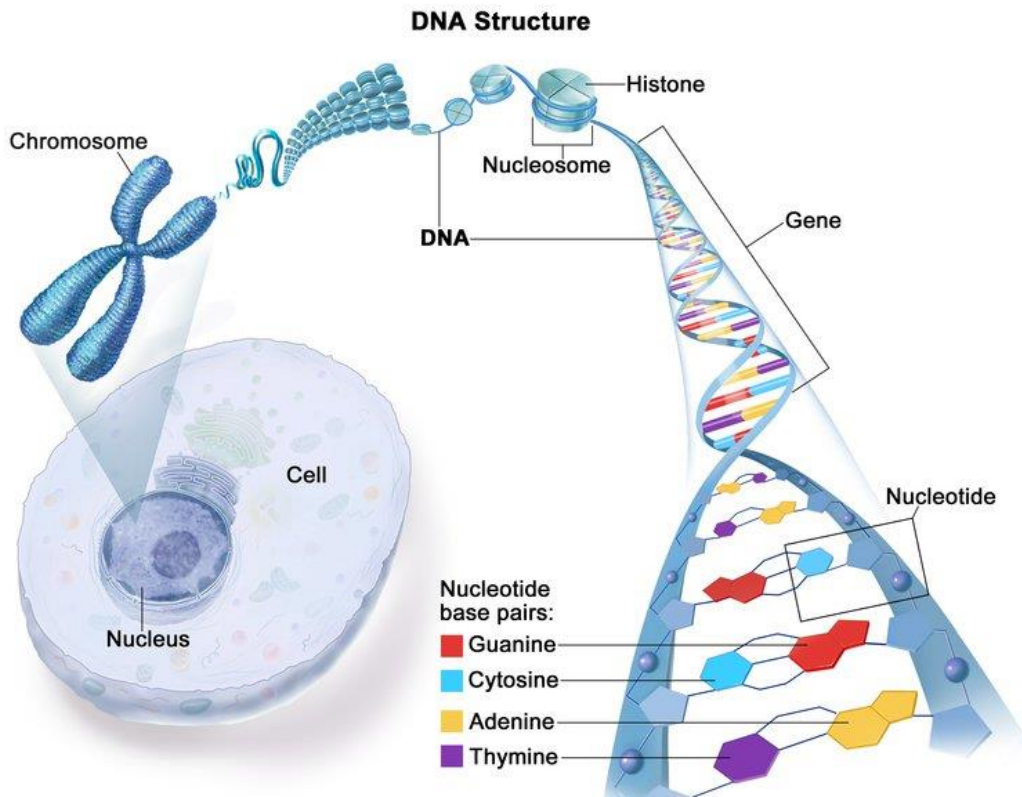


Глобулярные белки – важнейший класс белков, включающий ферменты – природные катализаторы.

Эксперименты Анфинсена (1962): денатурация-ренатурация – переход клубок-глобула.

Парадокс Левинталя (1968): Пространство конформаций огромно, невозможно его исследовать за разумное время.

ДНК

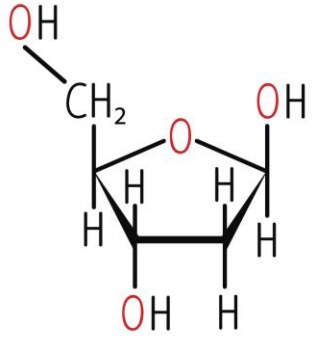


- Очень длинный ($N \approx 10^9$)
- Направленный полимер (голова-хвост)
- Полиэлектролит (полианион)
- Обычно формирует двойную спираль с комплементарной антипараллельной последовательностью

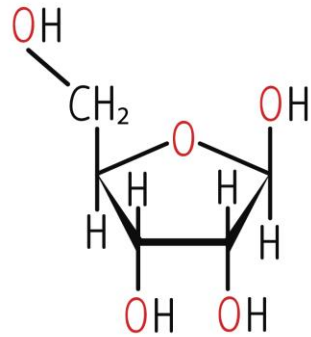
Максим Франк-Каменецкий
Самая главная молекула



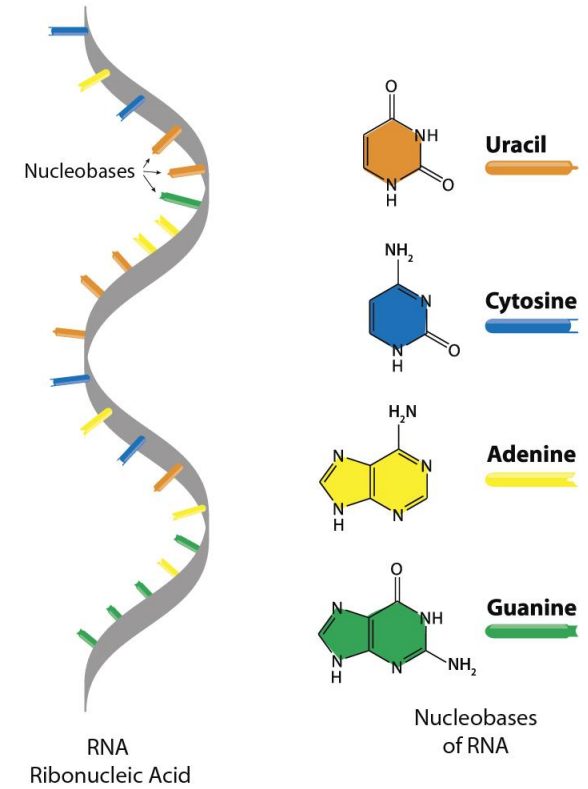
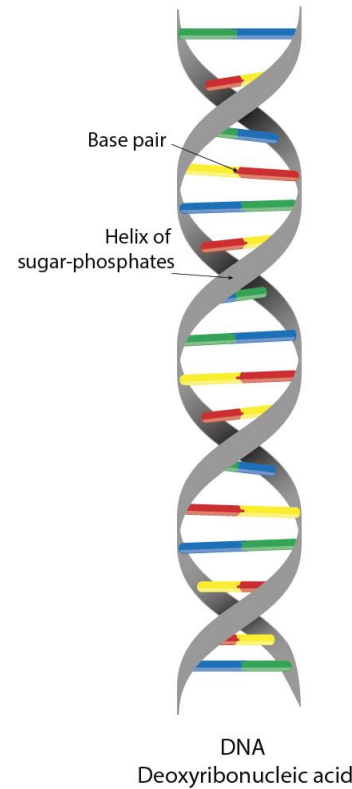
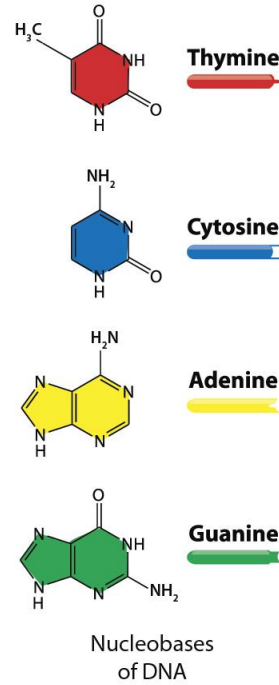
ДНК vs РНК



Дезоксирибоза



Рибоза



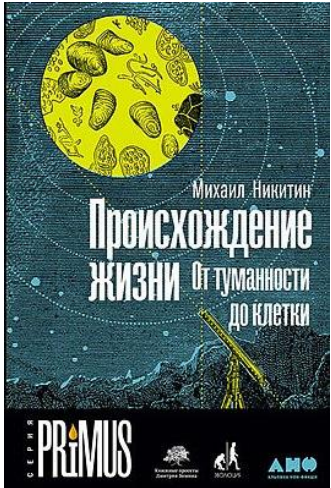
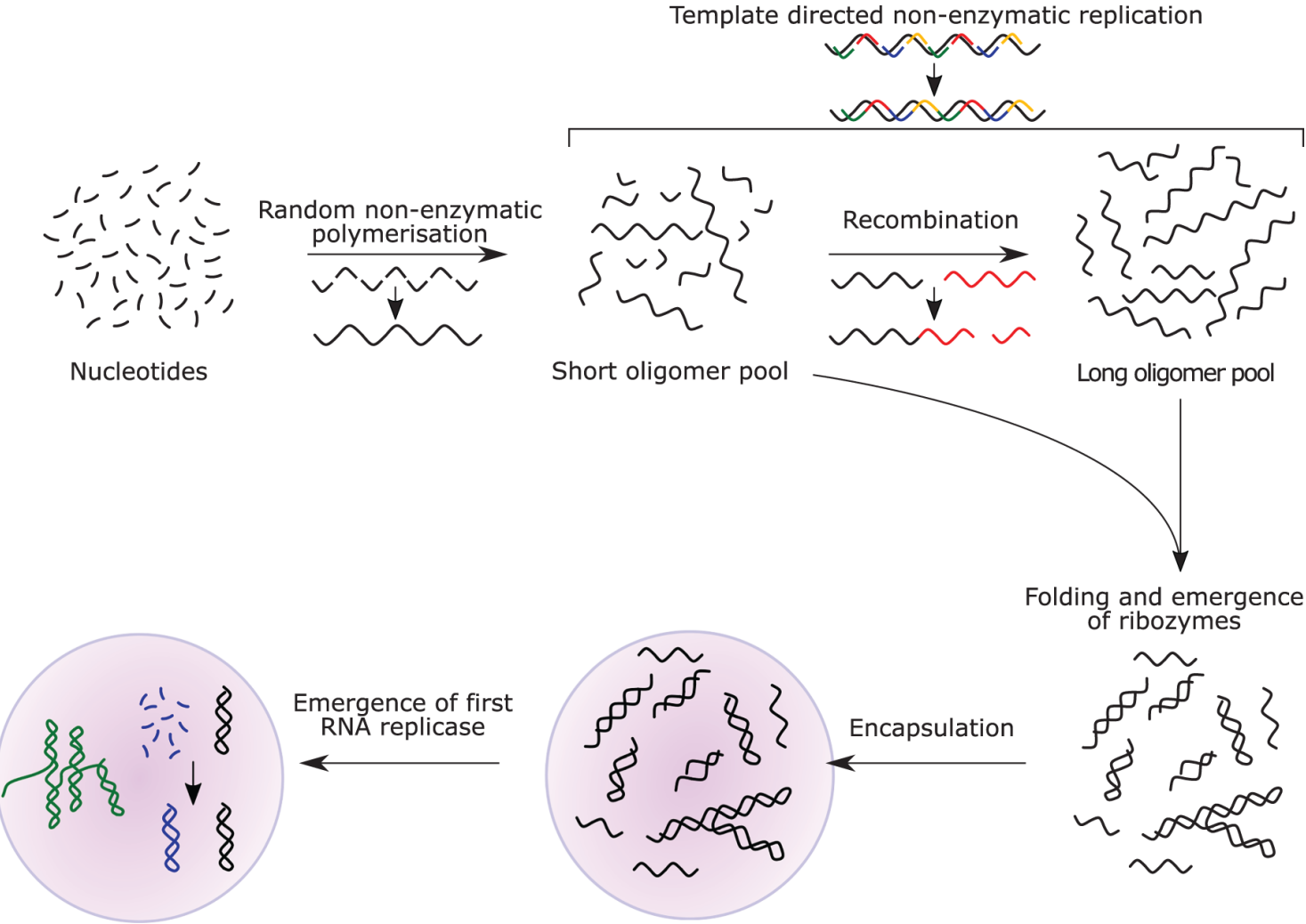
Функции ДНК:

Хранение генетической информации
+ ДНК-аптамеры

Функции РНК:

Передача информации (матричная РНК)
Синтез белков (рибосомная РНК)
Перенос аминокислот (транспортная РНК)
+Регуляция (некодирующая РНК)

Гипотеза мира РНК

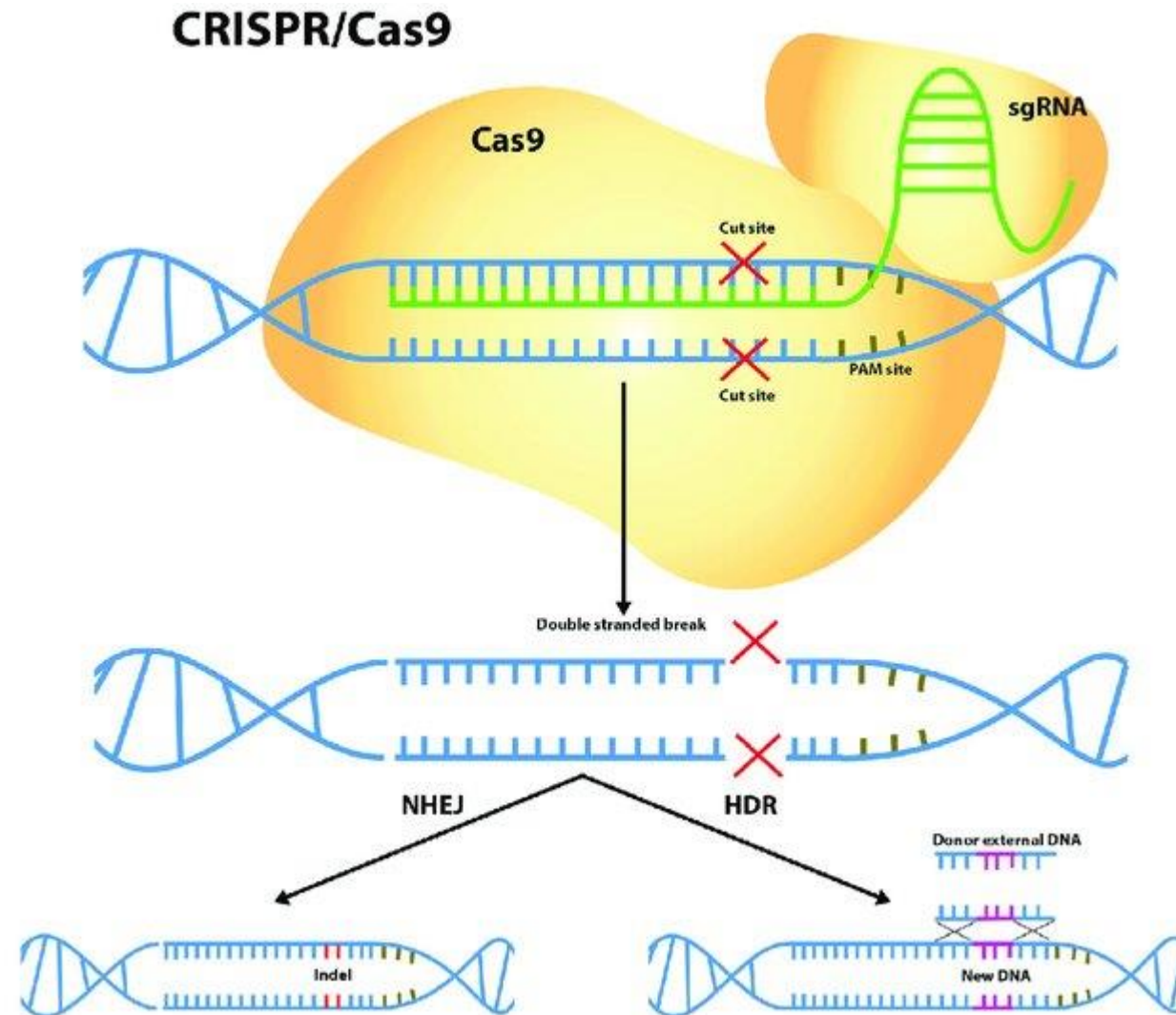


Михаил Никитин
Происхождение жизни.

<https://vsenauka.ru/knigi/vsenauchnyie-knigi/book-details.html?id=939>

Методика редактирования генома CRISPR-Cas9

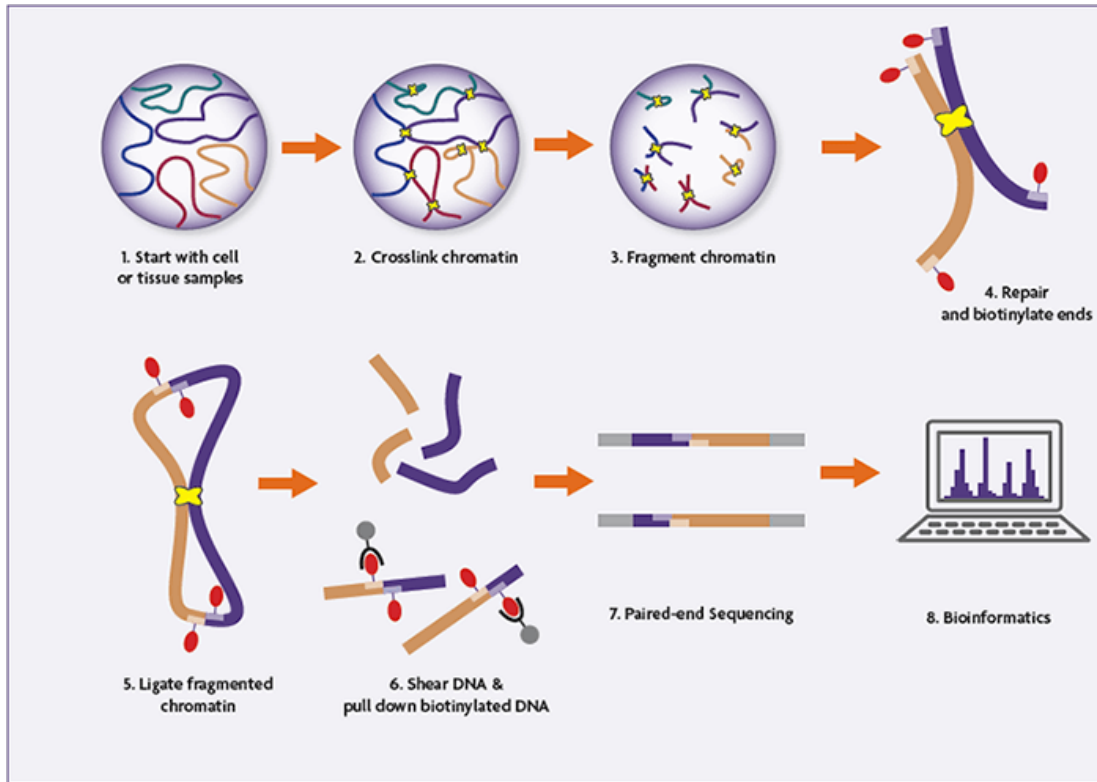
Нобелевская премия по химии 2020, Emmanuelle Charpentier и Jennifer A. Doudna



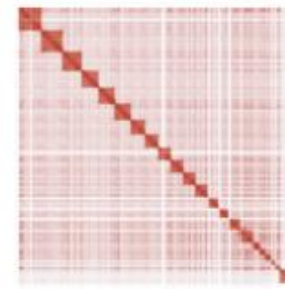
Hi-C: Определение конформации хромосом

3C - chromosome conformation capture

Lieberman-Aiden *et al.* *Science* 2009



(a) Chromosomes
Hi-C of Genome



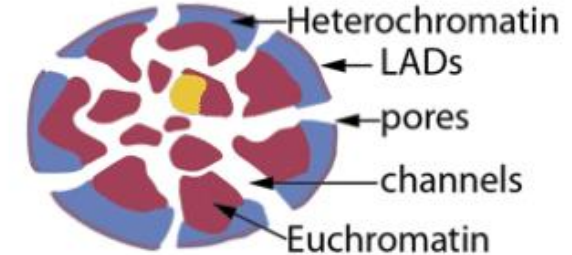
Defined Territories
Radial Hierarchy



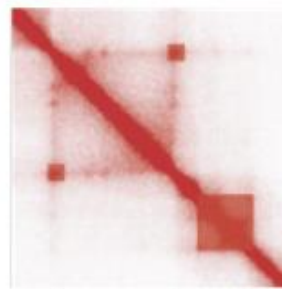
(b) Compartments
20Mb Eigenvectors



A Open, gene-rich
B Inactive, LADs



(c) Looping
5Kb Interactions

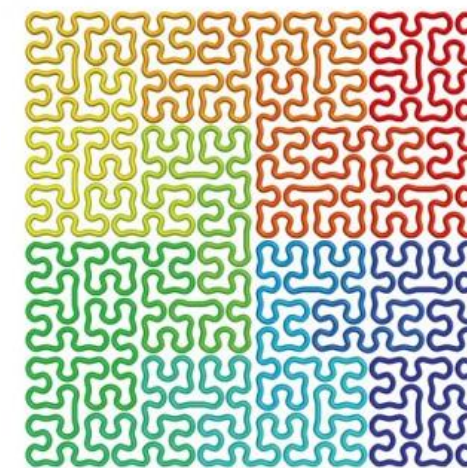
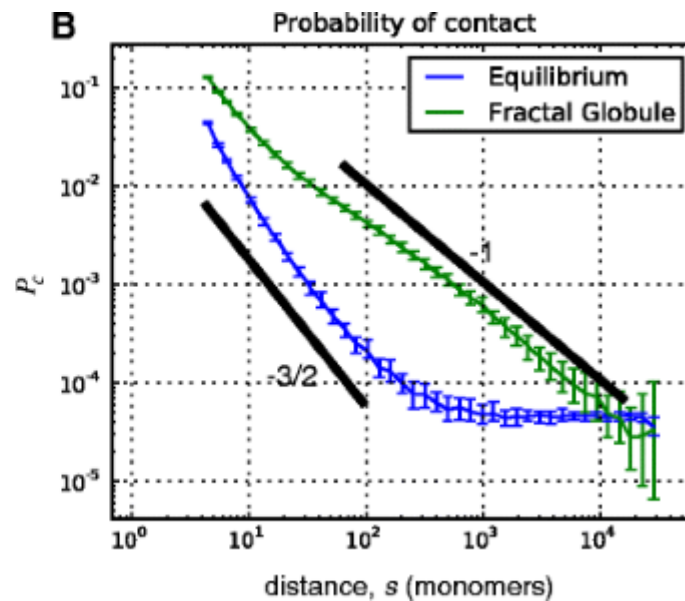
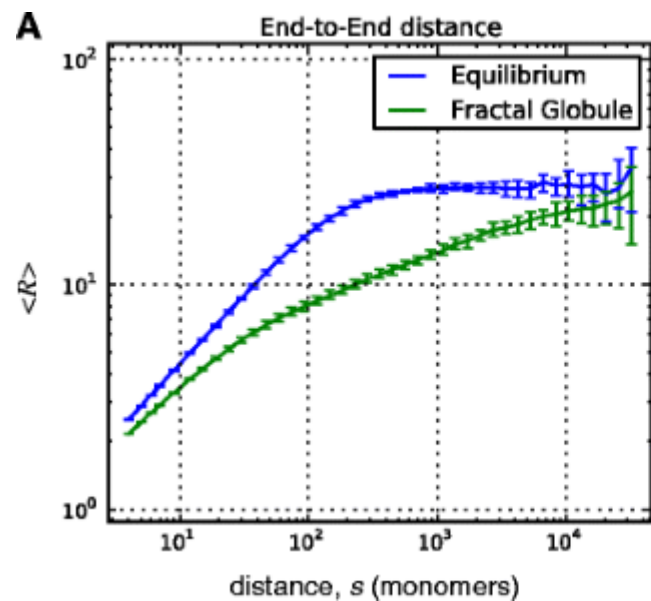
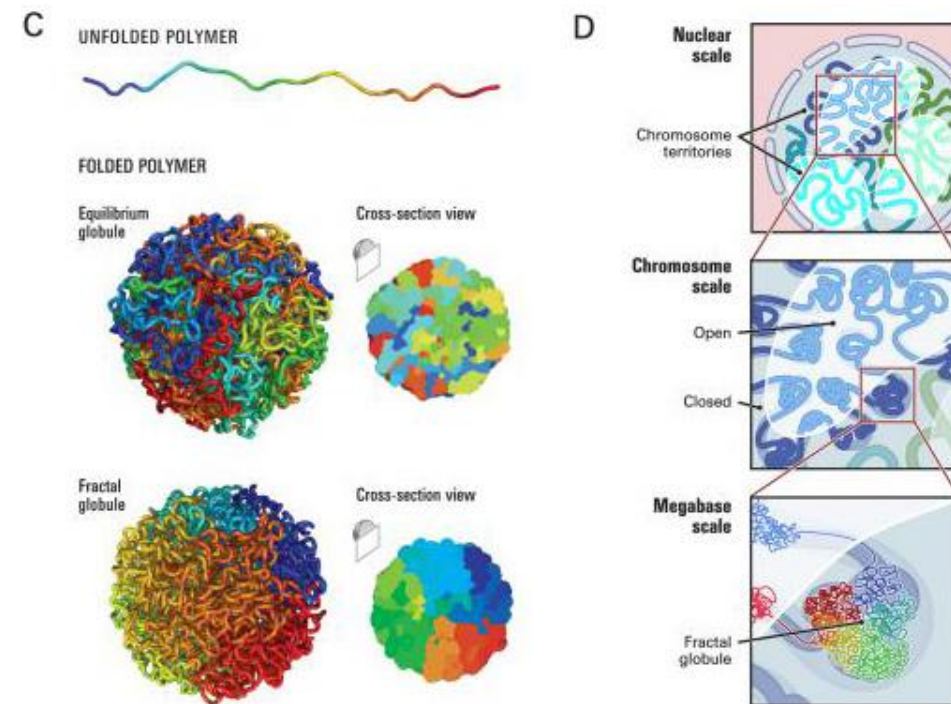
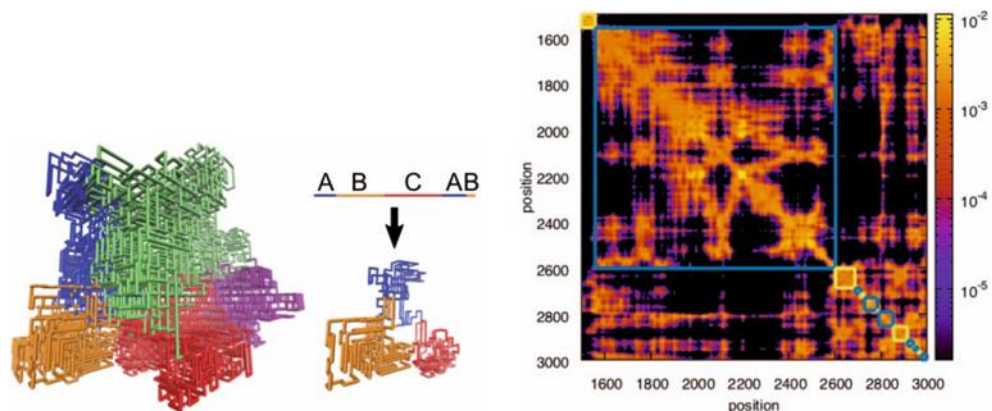


Loop TAD



Впервые стало возможным определять трехмерную структуру ДНК в явном виде?

ДНК в хроматине в концентрированном растворе, но не в виде гауссовых цепей



Контрольные вопросы:

1. Что такое фрактал и фрактальная размерность?
2. Как выглядит график $R(s)$ для клубка/глобулы?
3. Какие характерные длины цепей основных биополимеров?
4. Какие функции выполняют полисахариды? Примеры?
5. Какие существуют основные виды белков?
6. Какие бывают уровни структурной организации белков?
7. Что такое парадокс Левинталя?
8. Какие функции выполняет РНК?
9. Что такое CRISPR-Cas9?
10. Что такое Hi-C?

На следующей лекции: пленки и волокна

