

Хромосомы бактерий

Геном бактерий

1. Хромосомная ДНК.

- представлена двунитевой кольцевой суперспирализованной молекулой ДНК.
- Кольцевая ДНК складывается в петли, основания которых фиксируются негистоновыми белками.
- Хромосомная ДНК бактерий занимает определенную область – **нуклеоид**.
- Геном прокариот состоит из структурных генов и регуляторных последовательностей, организованных в опероны.

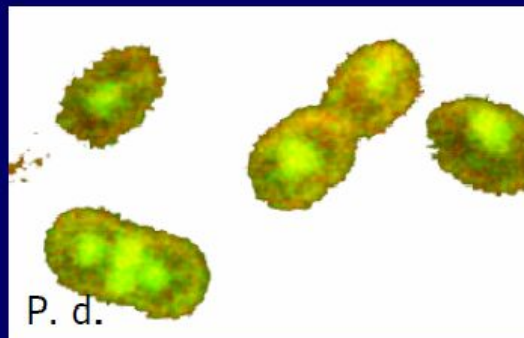
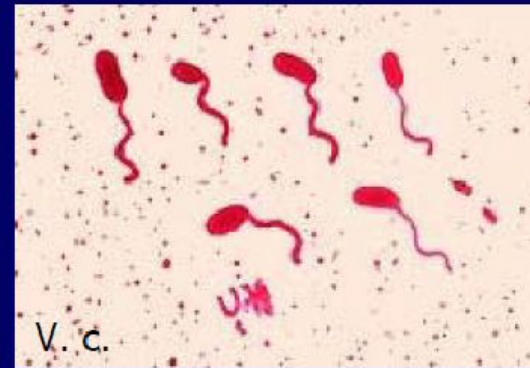
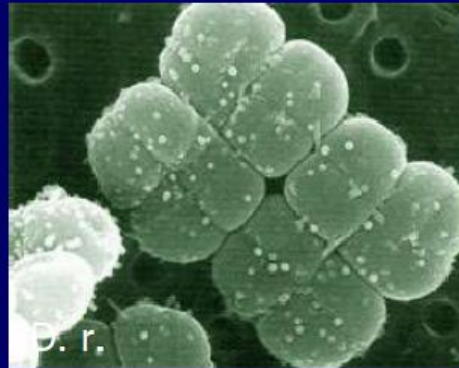
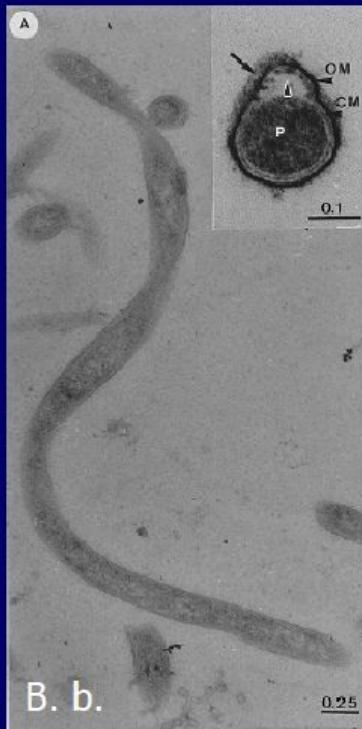
2. Экстрахромосомная ДНК.

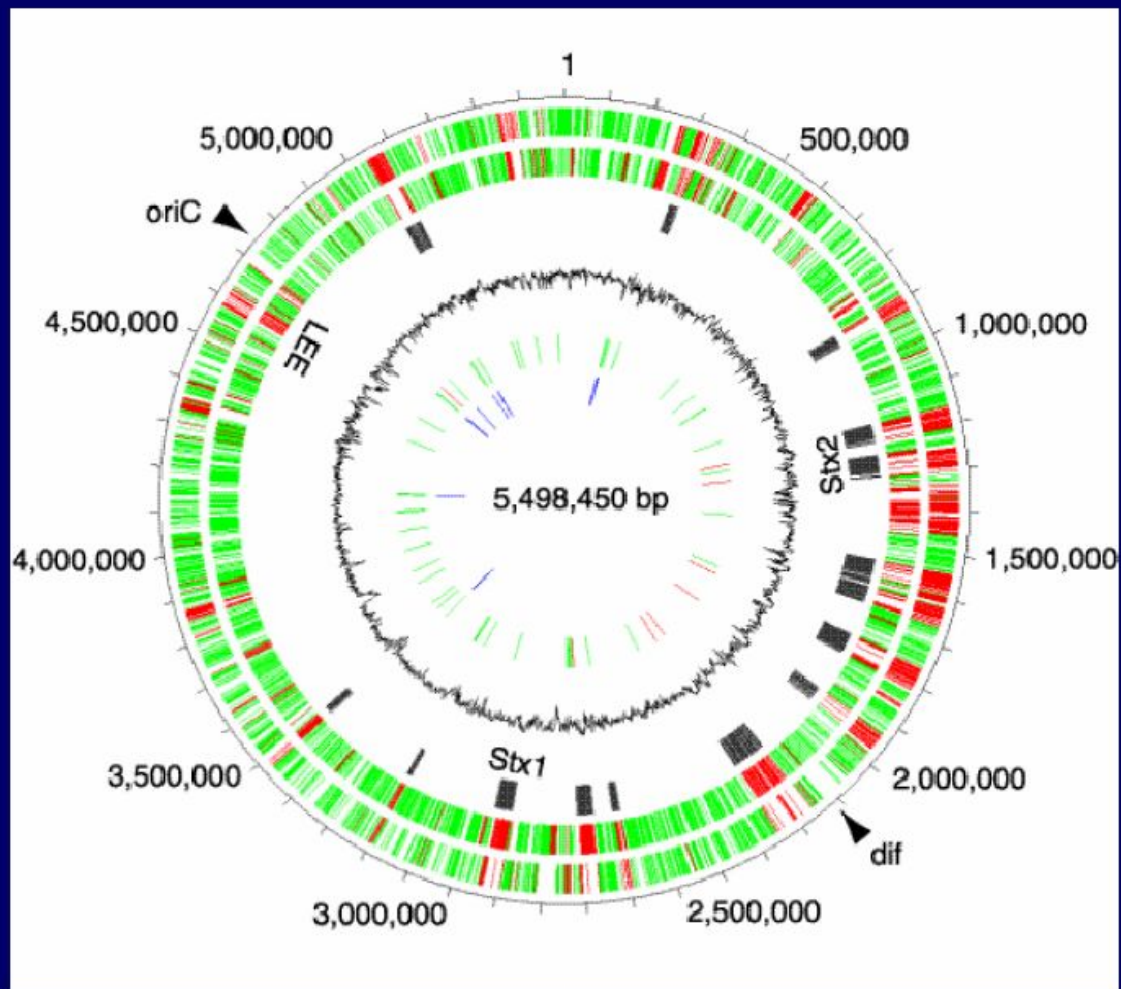
Плазмиды – малые кольцевые двухцепочечные самореплицирующиеся ДНК бактерий.

Мобильные генетические элементы – последовательности ДНК, способные перемещаться из одного участка локализации в другой. Могут вызывать различные типы генных мутаций, инактивацию генов. Встраивание поблизости от молчащего гена может приводить к его активации. Способствуют эволюции генома.

Число хромосом

<i>Deinococcus radiodurans</i>	2 кольцевые (2.6 + 0.4)
<i>Vibrio cholerae</i>	2 кольцевые (2.9 + 1.1)
<i>Paracoccus denitrificans</i>	3 кольцевые (2.0 + 1.1 + 0.64)
<i>Borrellia burgdorferi</i>	1 линейная (0.946)
<i>Agrobacterium tumefaciens</i>	1 линейная (2.1), 1 кольцевая (3.0)





E. coli K12
4 639 221 п.н.
4909 генов

E. coli

Белок-кодирующие гены	87.8%
РНК-кодирующие гены	0.8%
регуляторные последовательности	11.0%

Haemophilus influenzae 85%

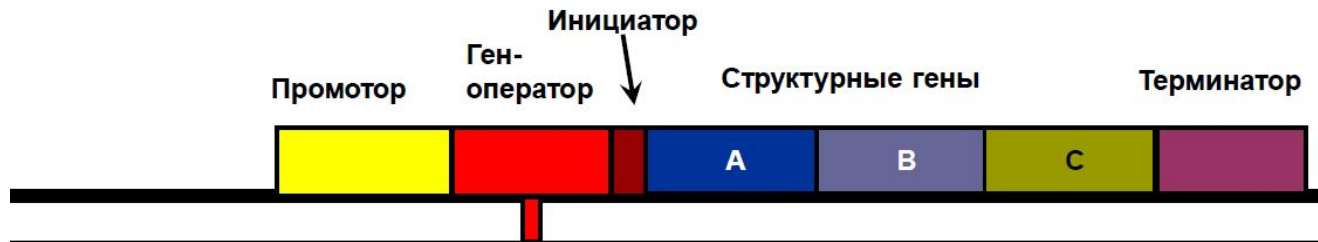
Bacillus subtilis 86%

Mycoplasma genitalium 88%

Helicobacter pylori 91%

Регуляция работы генов у прокариот

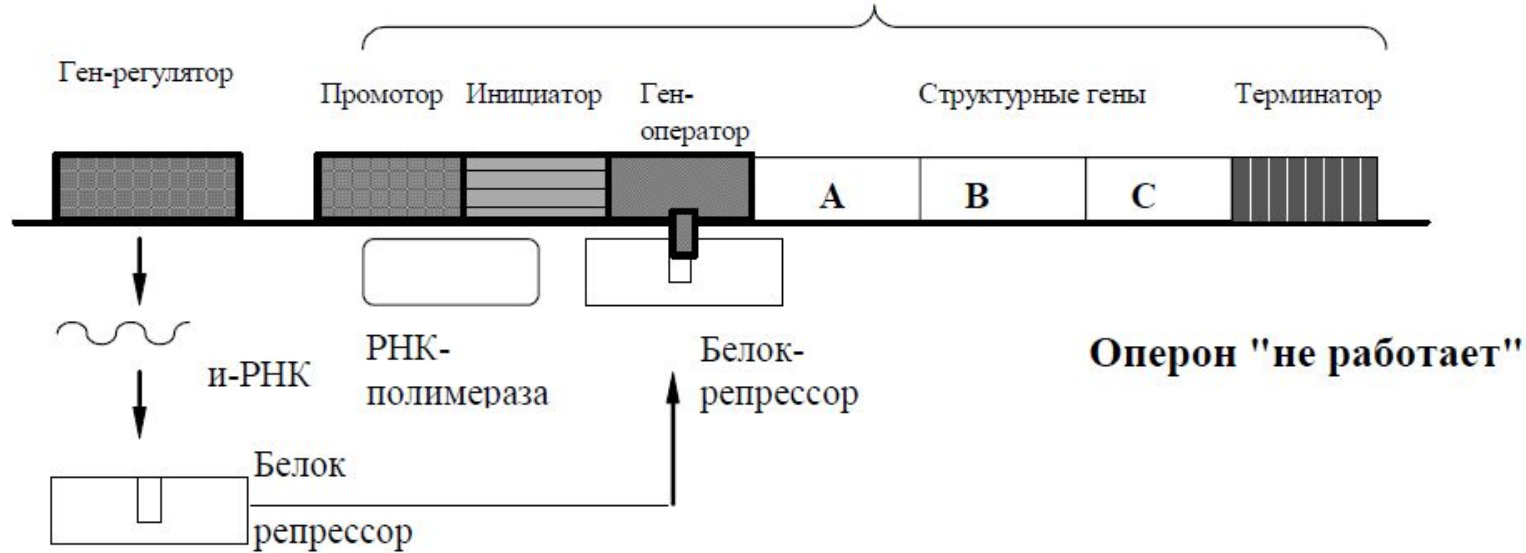
М Жакоб Ж Мано 1961 г



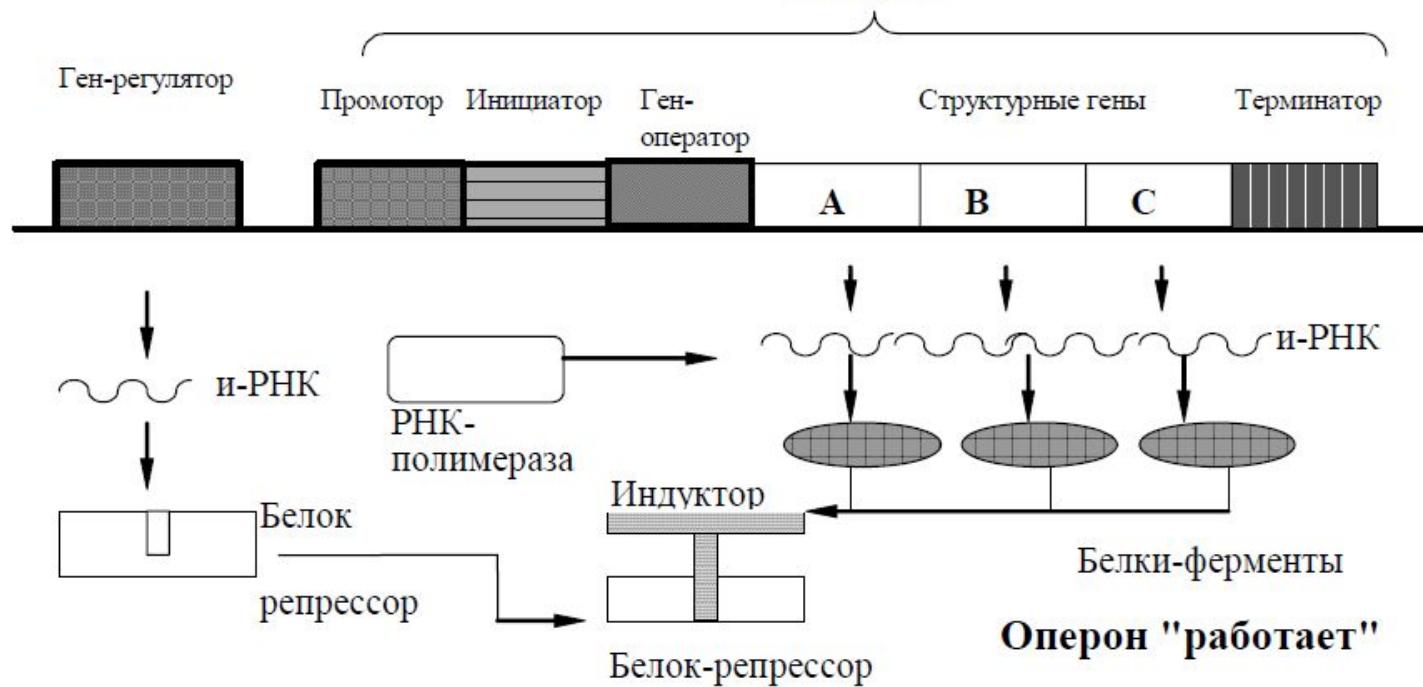
Единица регуляции транскрипции - оперон, в состав которого входят:

- Промотор-место прикрепления РНК-полимеразы
- Ген-оператор-регулирует доступ РНК-полимеразы к структурным генам, взаимодействуя с регуляторными белками
- Инициатор-место начала считывания генетической информации
- Структурные гены–определяют синтез белков-ферментов, обеспечивающие цепь последовательных биохимических реакций
- Терминатор–последовательность нуклеотидов завершающая транскрипцию

Оперон



Оперон



Отличия плазмид от вирусов

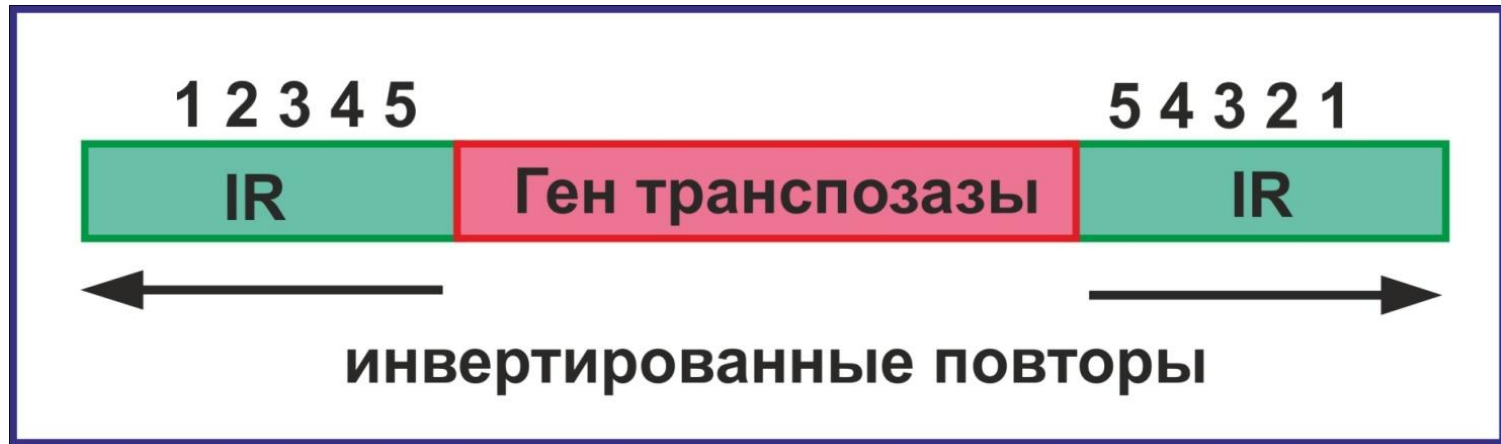
- Среда их обитания- только бактерии (среди вирусов , кроме вирусов бактерий- бактериофагов имеются вирусы растений и животных).
- Плазмиды сосуществуют с бактериями, наделяя их дополнительными свойствами.
- Геном представлен двунитевой ДНК.
- Плазмиды представляют собой “голые” геномы, не имеющие никакой оболочки, их репликация не требует синтеза структурных белков и процессов самосборки.

Основные категории плазмид.

- **F- плазмиды** - донорские функции, индуцируют деление (от fertility - плодовитость). Интегрированные F - плазмиды- Hfr- плазмиды (высокой частоты рекомбинаций).
- **R- плазмиды** (resistance) - устойчивость к лекарственным препаратам.
- **Col- плазмиды**- синтез колицинов (бактериоцинов)- факторов конкуренции близкородственных бактерий (антогонизм).
- **Hly- плазмиды**- синтез гемолизина.
- **Ent- плазмиды**- синтез энтеротоксинов.
- **Tox- плазмиды**- токсинообразование.

Мобильные элементы генома бактерий

IS-элементы



Простые инсерционные последовательности
(800-1000 н.п.)

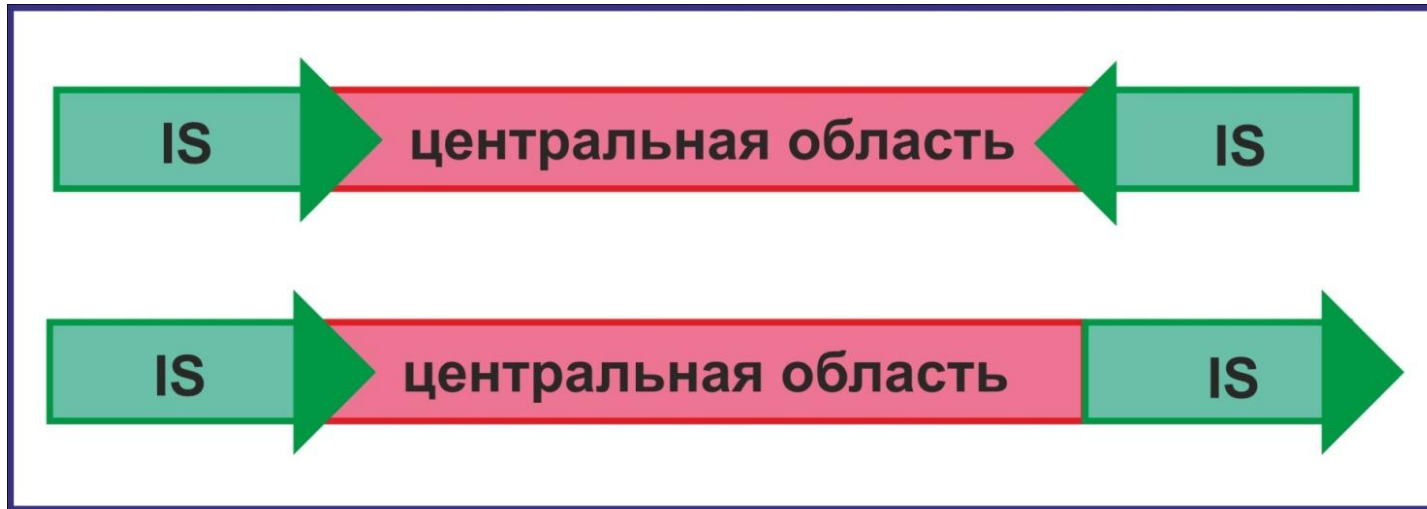
Входят в состав бактериальных хромосом и плазмид.

Содержат ген транспозазы и IR-элементы, которые представлены короткими инвертированными повторами.

При встраивании **IS-элементы** вызывают в месте встраивания небольшую дупликацию.

Мобильные элементы генома бактерий

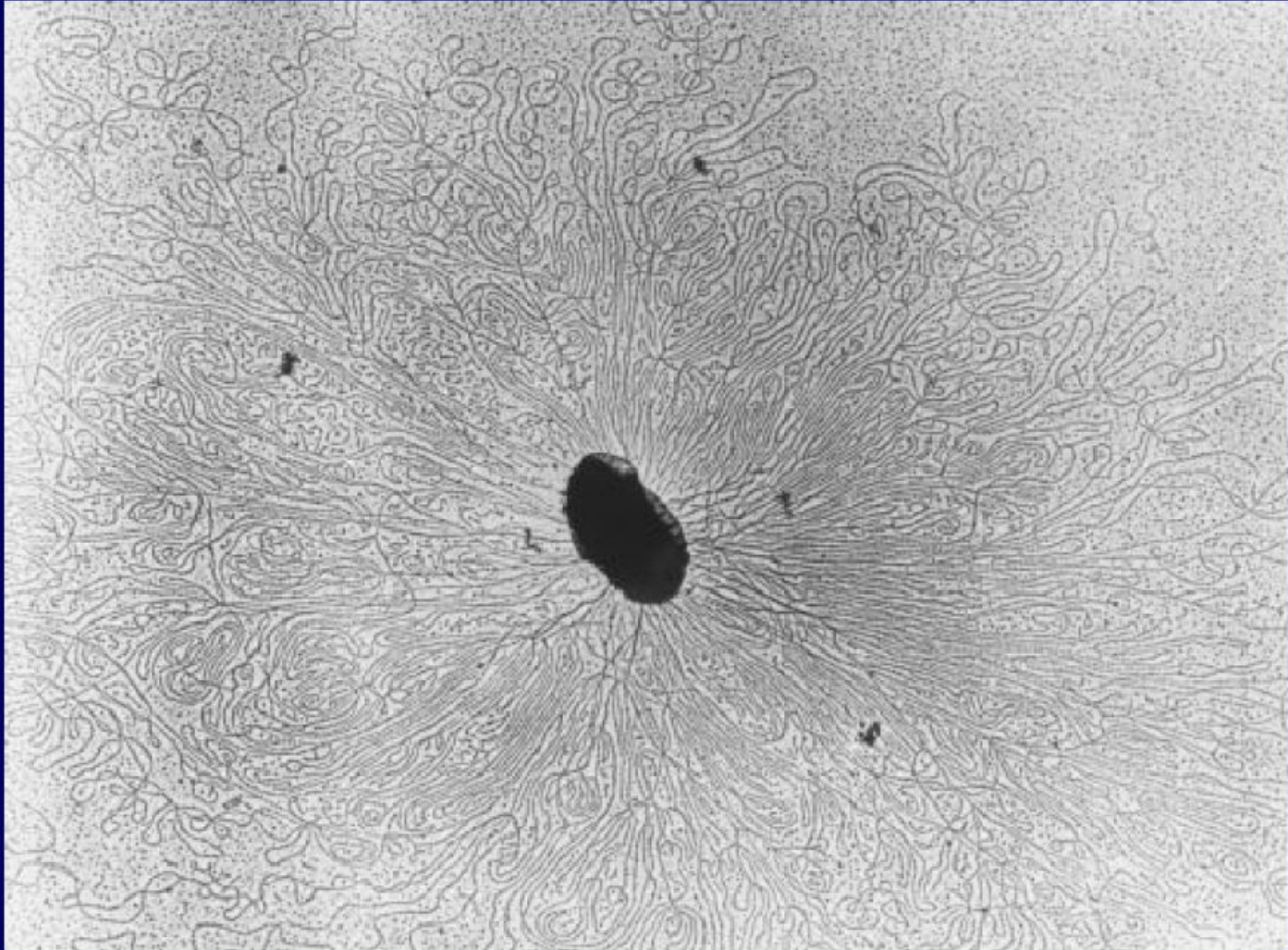
Транспозоны (Tn)



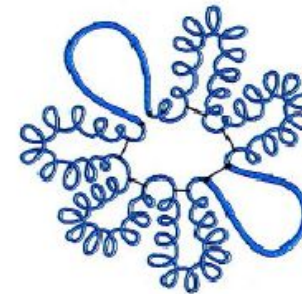
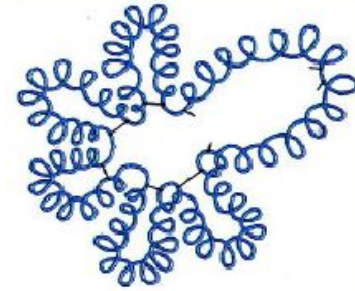
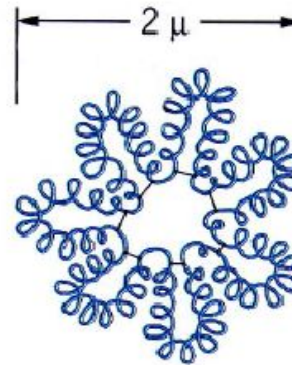
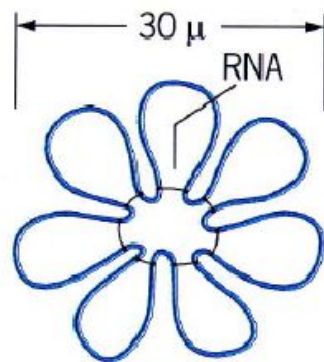
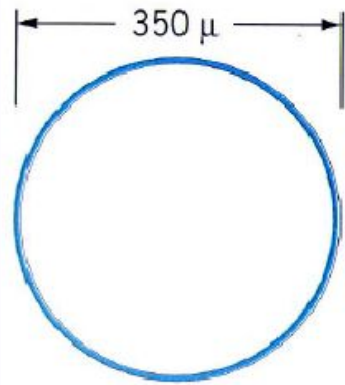
Сложные МГЭ размером более 2000 н.п.

Транспозоны фланкированы длинными концевыми повторами, которые могут состоять из IS-элементов. Содержат гены транспозазы и другие структурные гены (гены устойчивости к антибиотикам, солям тяжелых металлов, синтеза токсинов).

Escherichia coli



«Псевдокомпармент» – нулеоид

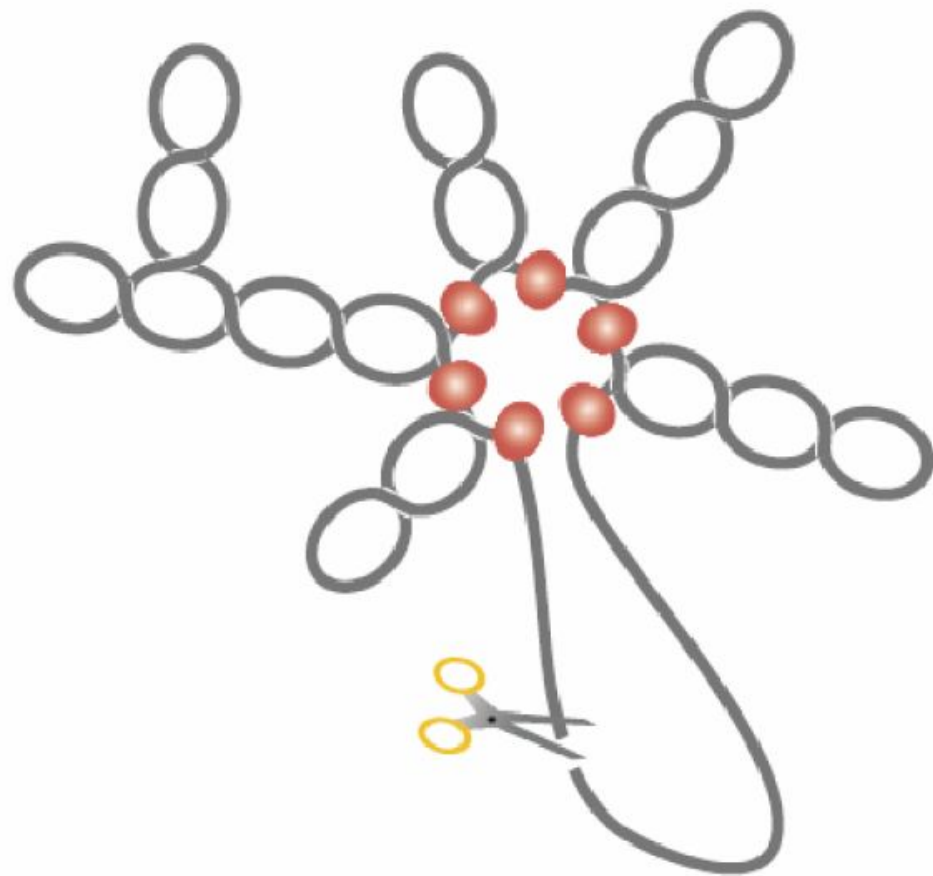


1.6mm long chromosomal DNA molecule of *Escherichia coli*

cell that is only 2 μm long and 1 μm wide

У бактерий существует несколько механизмов компактизации ДНК

Суперспирализация
Упаковка в белки



Current Opinion in Genetics & Development

Бактериальная хромосома состоит из 50–400 отрицательно суперспирализованных ДНК петель, средний размер которых около 10 т.п.н. Эти ДНК петли являются топологически независимыми дискретными хромосомными территориями.

nucleoid-associated proteins (NAPs)

DNA bridging proteins

histone-like
nucleoid structuring
protein

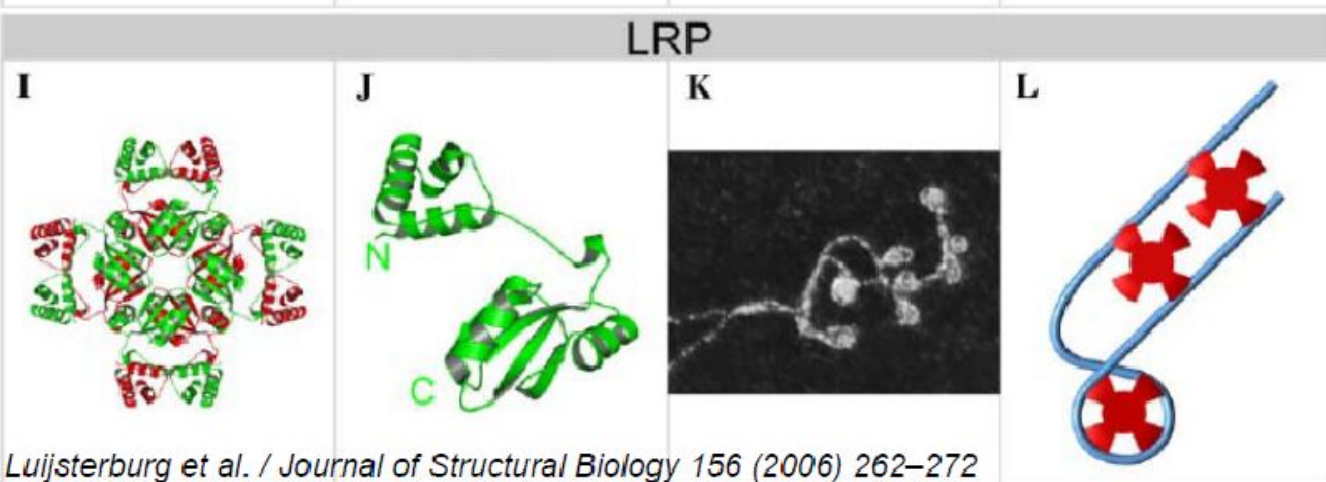
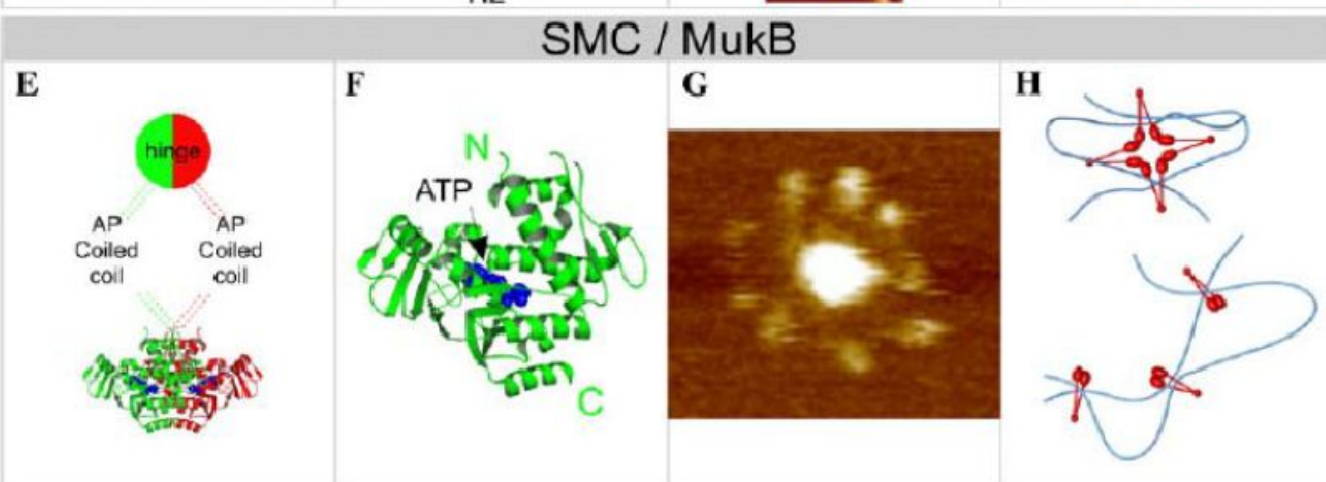
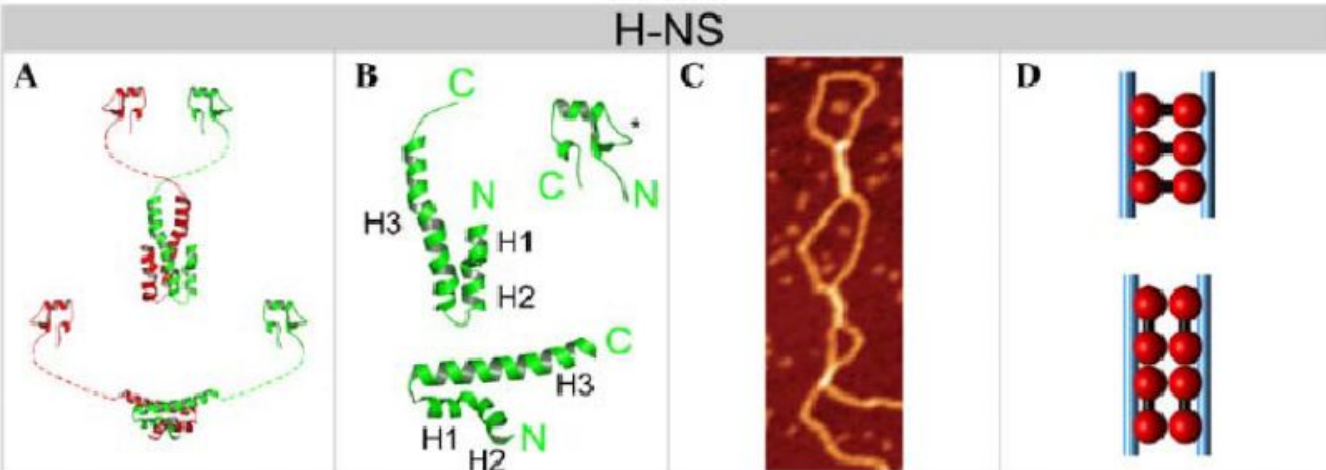
H-NS

Structural
maintenance of
chromosomes

SMC

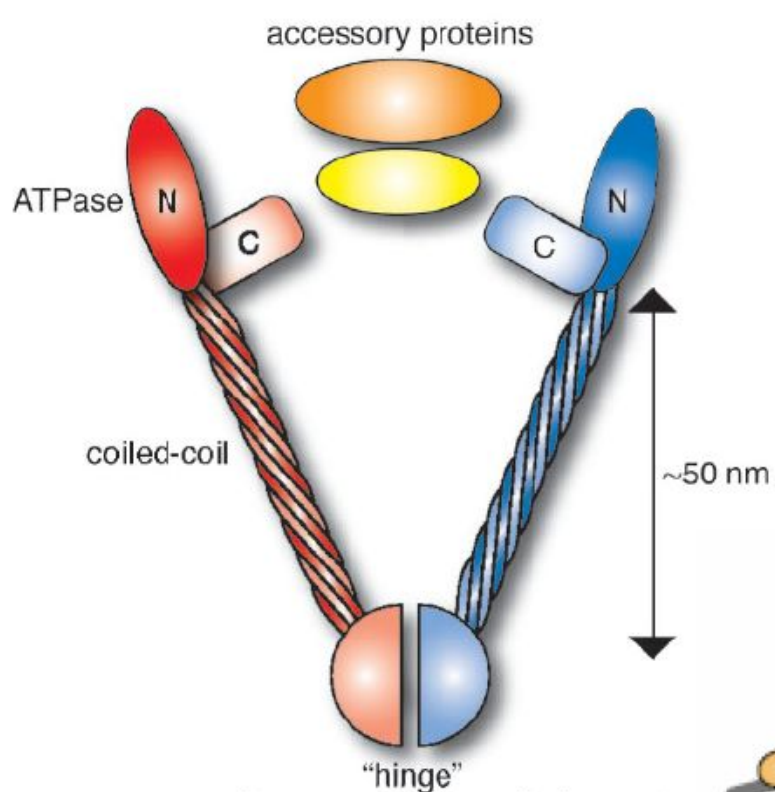
Leucine-
responsive
regulatory protein

LRP

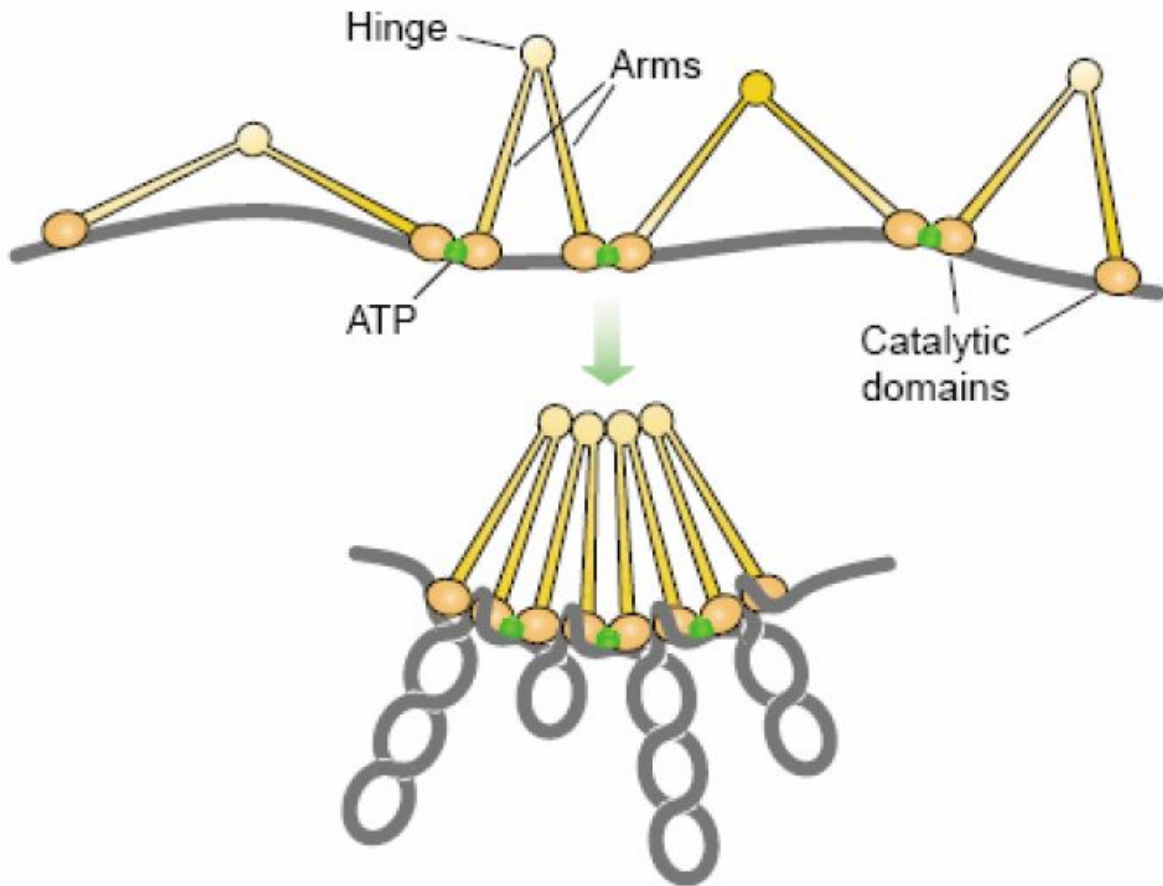


SMC

Очень консервативные белки.
Эукариотические когезины и
конденсины – гомологи
бактериальных SMC.



Механизм конденсации ДНК



SMC architecture. SMCs, which act in chromosome organization, sister cohesion, and processing of DNA ends, may be homodimers (bacteria) or heterodimers (eukaryotes). The "hinge" is the dimerization region. Interactions of the N- and C-terminal regions form a functional ATPase. Two or more accessory proteins interact with the C-N-terminal regions. These regions may also interact to form a closed ring

DNA bending proteins

Integration host factor

IHF

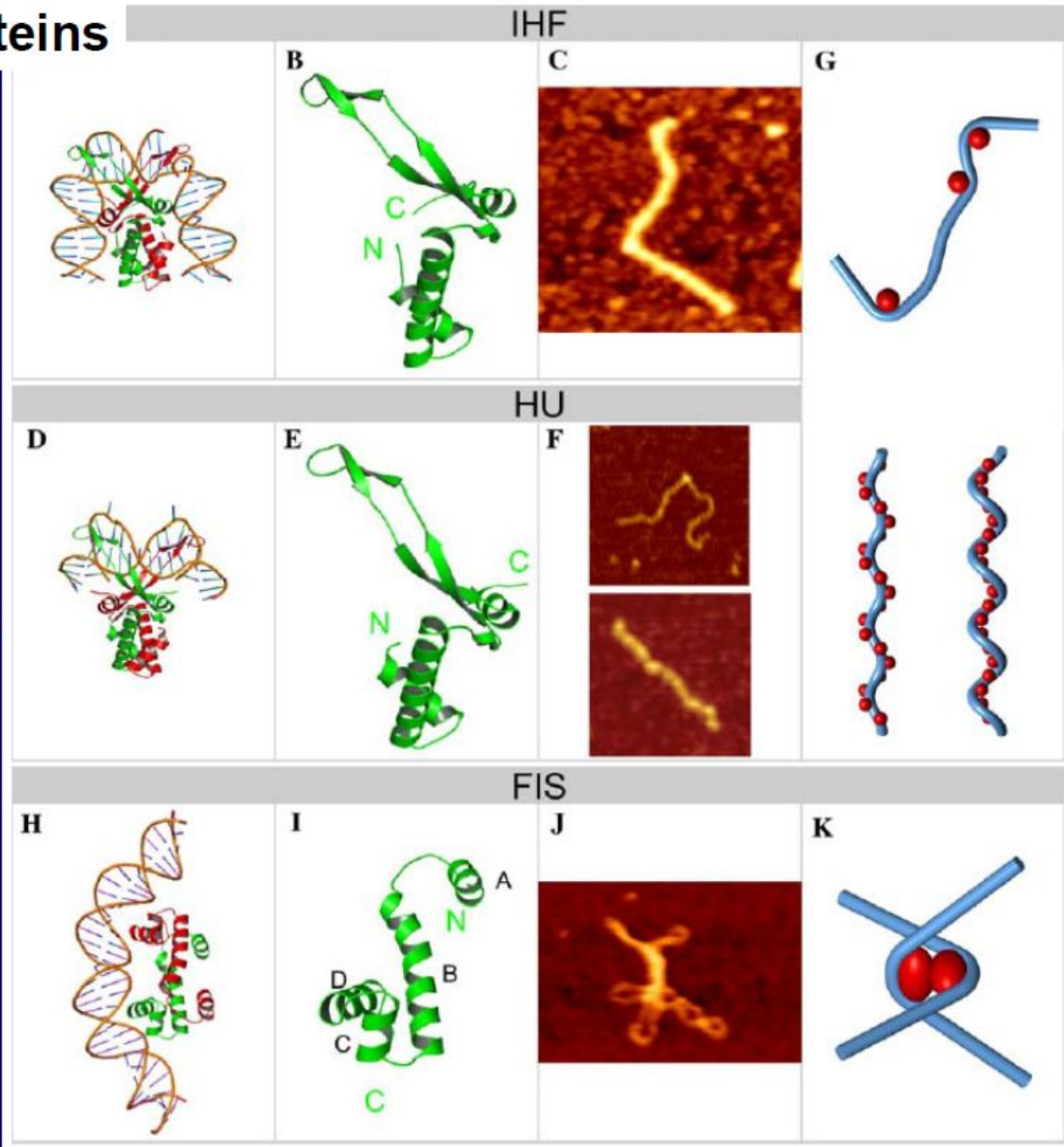
The histone-like protein from *E. coli* strain U93

HU (heat-unstable nucleoid protein)

HU

The factor for inversion stimulation (**Fis**)

FIS



Зависимость организации нуклеоида от фазы роста.

Организация петель и сайтов транскрипции зависит от общего уровня транскрипции.

