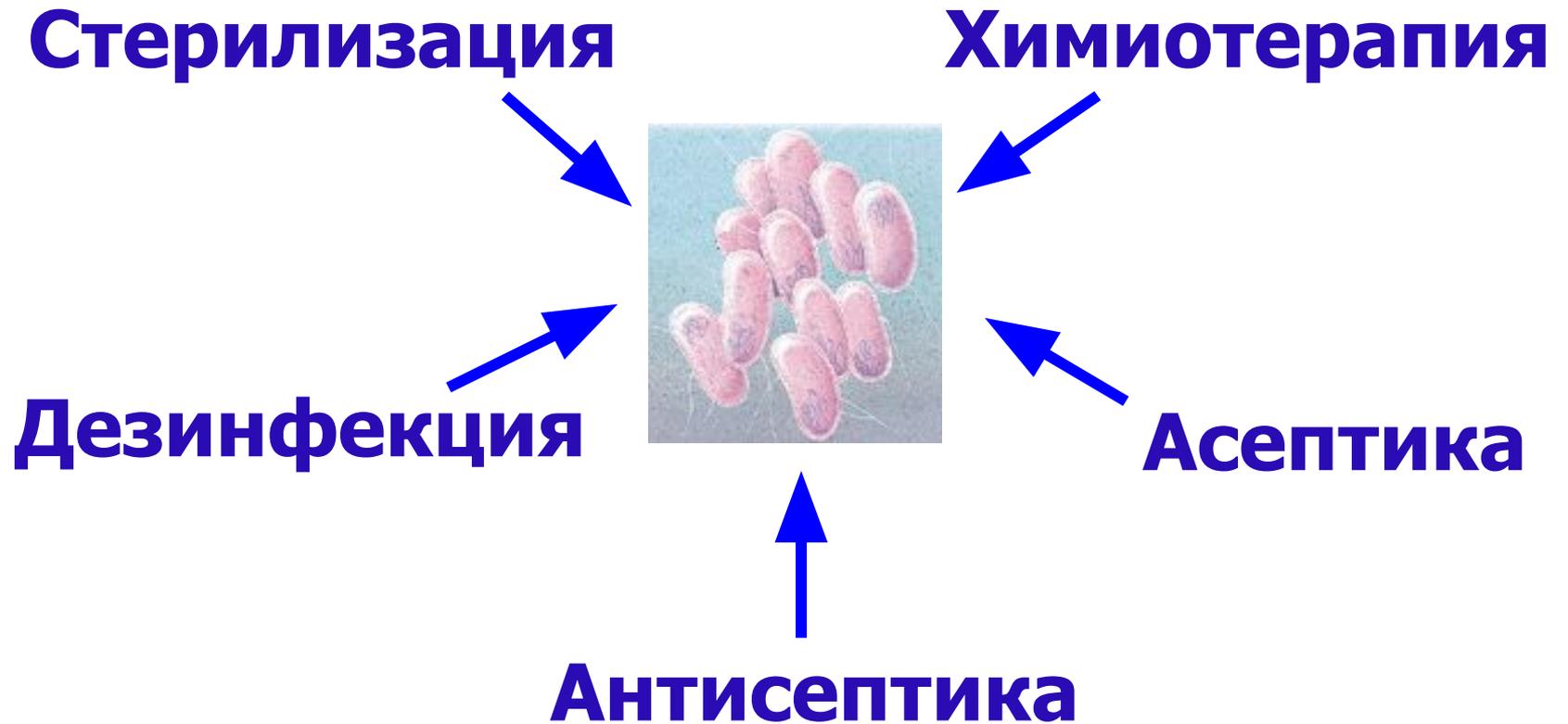


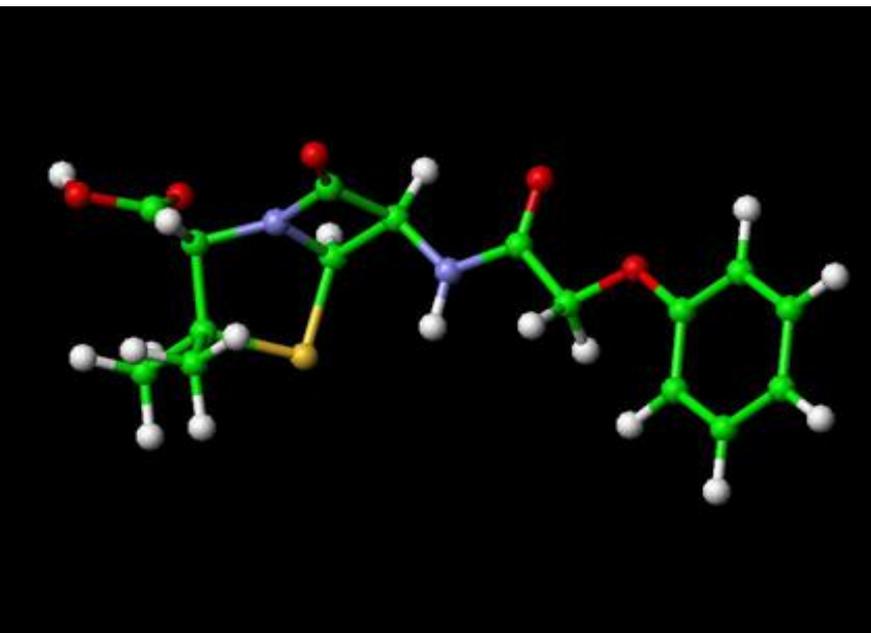
# *Химиотерапевтические препараты и антибиотики*

# Уничтожение микроорганизмов



# История

- Филипп фон Гогенгейм «Парацельс» (1493-1541).
- Пауль Эрлих (1854-1915).
- 1929 г. – А. Флеминг.
- 1940 г. – Э. Чейн, Г.Флори.



# Зинаида Виссарионовна Ермольева – создатель отечественного пенициллина



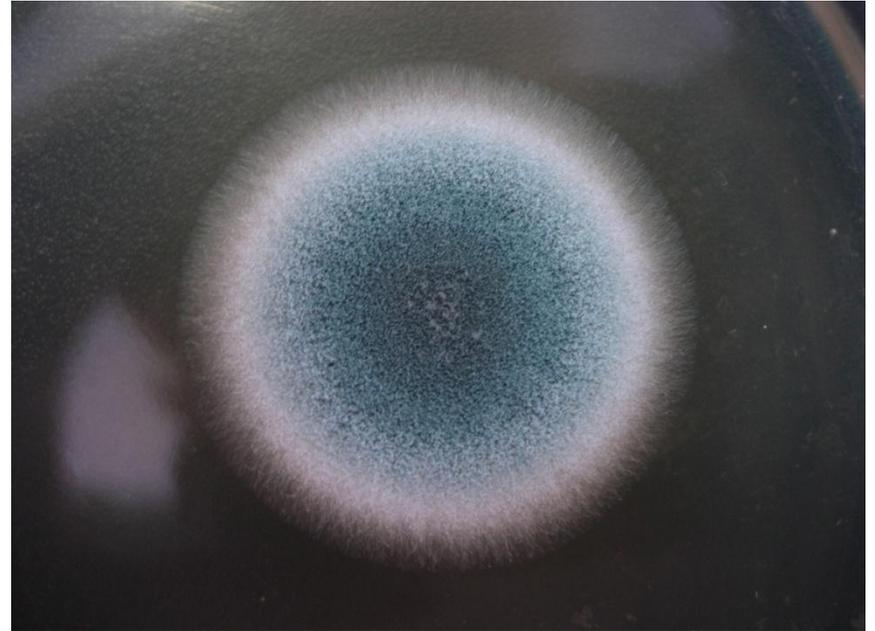
З.В. Ермольева и сэр  
Говард Флори. 1944



В.А. Каверин на кафедре у  
З.В. Ермолевой. 1960-е годы

# Антибиоз

- Ж.Виллеман – 1889г.
- С.Ваксман – 1941 г.
- Л.Пастер: ***жизнь убивает жизнь...***



Принцип «волшебной пули» П. Эрлиха – *убить живое в живом, не вредя живому*, т.е. уничтожить паразита, не нанося ущерба хозяину.



# Химиотерапевтический индекс:

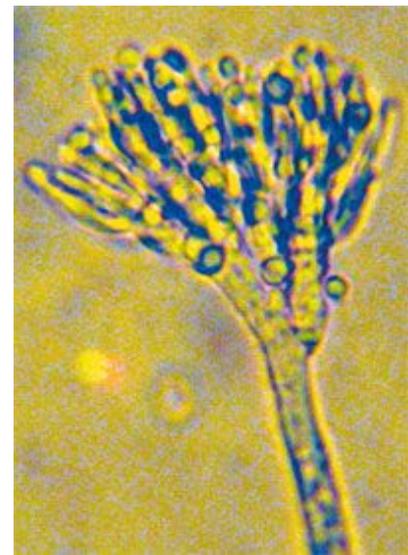
минимальная токсическая доза препарата  
(максимальная переносимая)



**>1**

минимальная доза, проявляющая  
антимикробную активность  
(минимальная терапевтическая)

- **Антибиотики** – специфические продукты жизнедеятельности или их модификации, обладающие высокой физиологической активностью по отношению к определенным группам микроорганизмов, избирательно задерживая их рост или полностью подавляя развитие.



# Способы получения антибиотиков

- **Биологический синтез** – антибиотики природные (пенициллин, стрептомицин).
- **Химический синтез** – антибиотики синтетические (химиотерапевтические препараты). Хинолоны, фторхинолоны.
- **Комбинированный способ** – антибиотики полусинтетические (метициллин, оксациллин).

# Классификация антибиотиков по химическому строению

- $\beta$ -Лактамы (пенициллины, цефалоспорины, карбапенемы).
- Аминогликозиды (стрептомицин, гентамицин).
- Тетрациклины (тетрациклин, доксициклин).
- Макролиды (эритромицин, олеандомицин).
- Линкозамиды (линкомицин).
- Гликопептиды (ванкомицин).
- Рифампицины (рифампицин).
- Полимиксины.
- Полиены (нистатин, леварин, амфотерицин В).
- Сульфаниламиды.
- Ингибиторы ДНК-гиразы (хинолоны, фторхинолоны).
- Нитрофураны (фуразолидон).
- Дополнительная группа (хлорамфеникол, фузидиевая кислота).

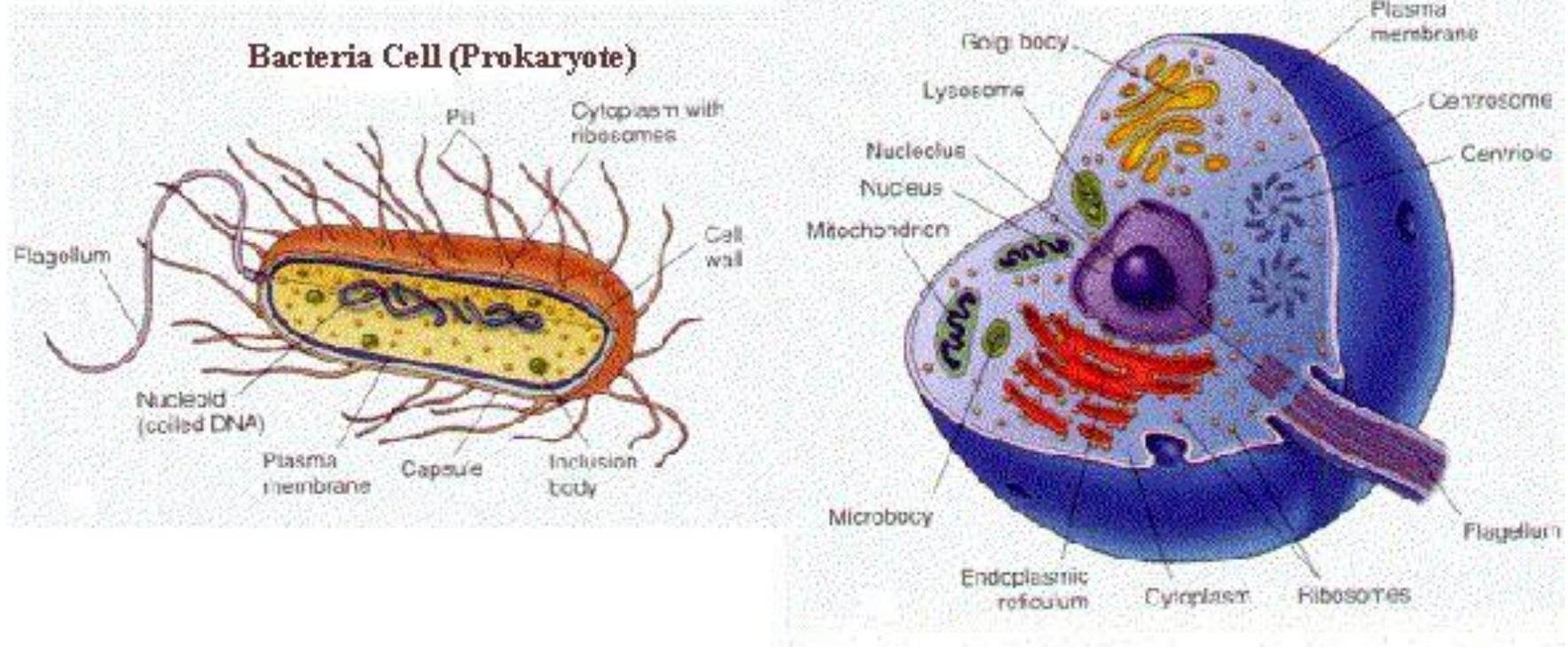
# Классификация антибиотиков по происхождению

- Антибиотики, вырабатываемые **микроорганизмами** (грамицидины, полимиксины), в том числе **актиномицетами** (стрептомицин, тетрациклины, эритромицин ).
- Антибиотики, образуемые плесневыми **грибками**: (пенициллин, гризеофульвин ).
- Антибиотики, образуемые **лишайниками**, водорослями и низшими растениями (усниновая кислота).
- Антибиотики, образуемые высшими **растениями** (фазеолин).
- Антибиотики **животного** происхождения (лизоцим, интерферон).

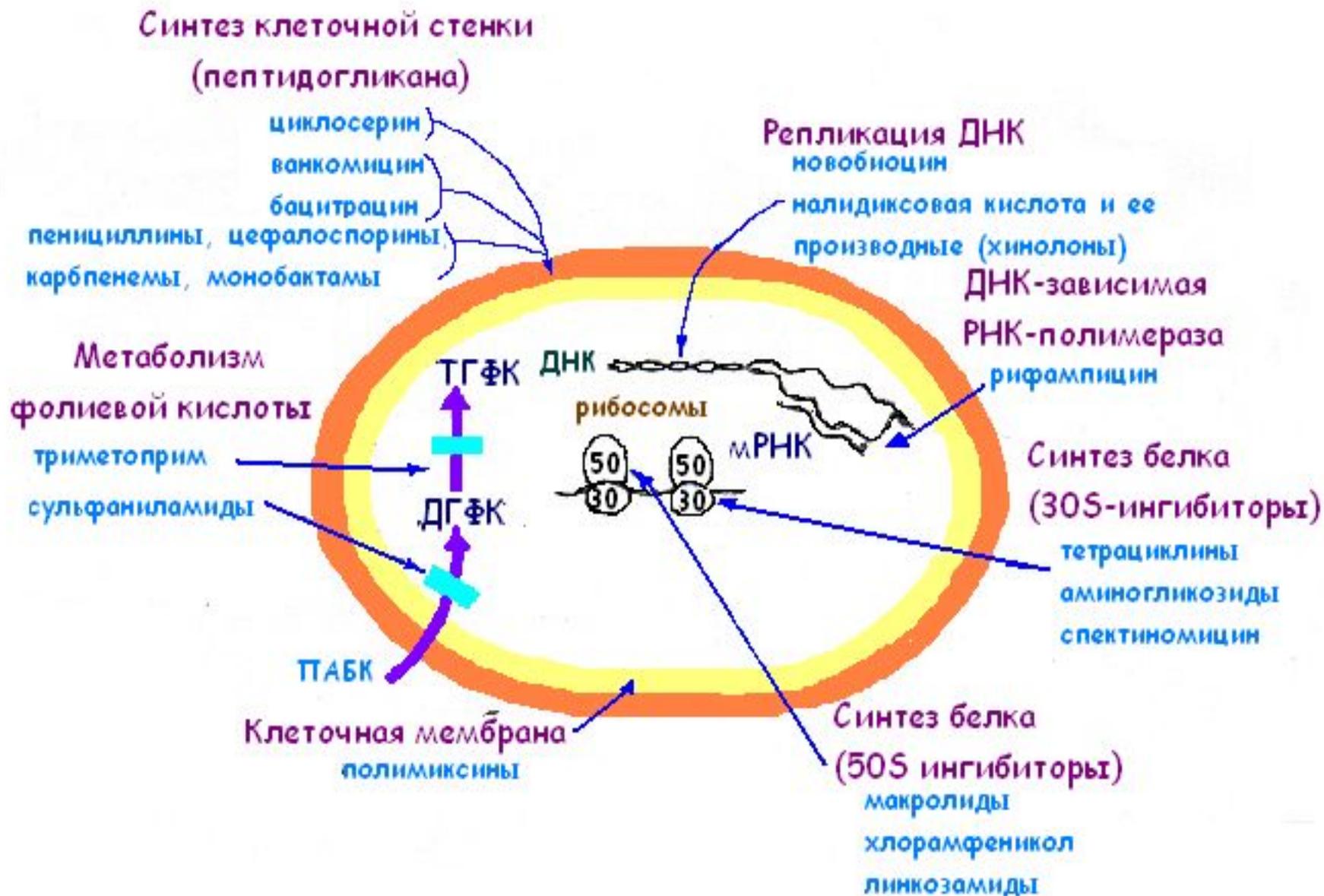
# Классификация антибиотиков по спектру биологического действия

- *Противобактериальные антибиотики узкого спектра действия:* природные и полусинтетические пенициллины, полусинтетические цефалоспорины и др.
- *Противобактериальные антибиотики широкого спектра действия:* тетрациклины, хлорамфеникол, аминогликозиды, полусинтетические пенициллины (ампициллин, карбенициллин) и др.
- *Противотуберкулезные антибиотики:* стрептомицин, канамицин, циклосерин.
- *Противогрибковые антибиотики:* нистатин, гризеофульвин, амфотерицин В и др.
- *Противоопухолевые антибиотики:* актиномицин С, адриамицин (доксорубицин), рубомицины и др.

# Бактерии (прокариоты) существенно отличаются от клеток организма (эукариотов)

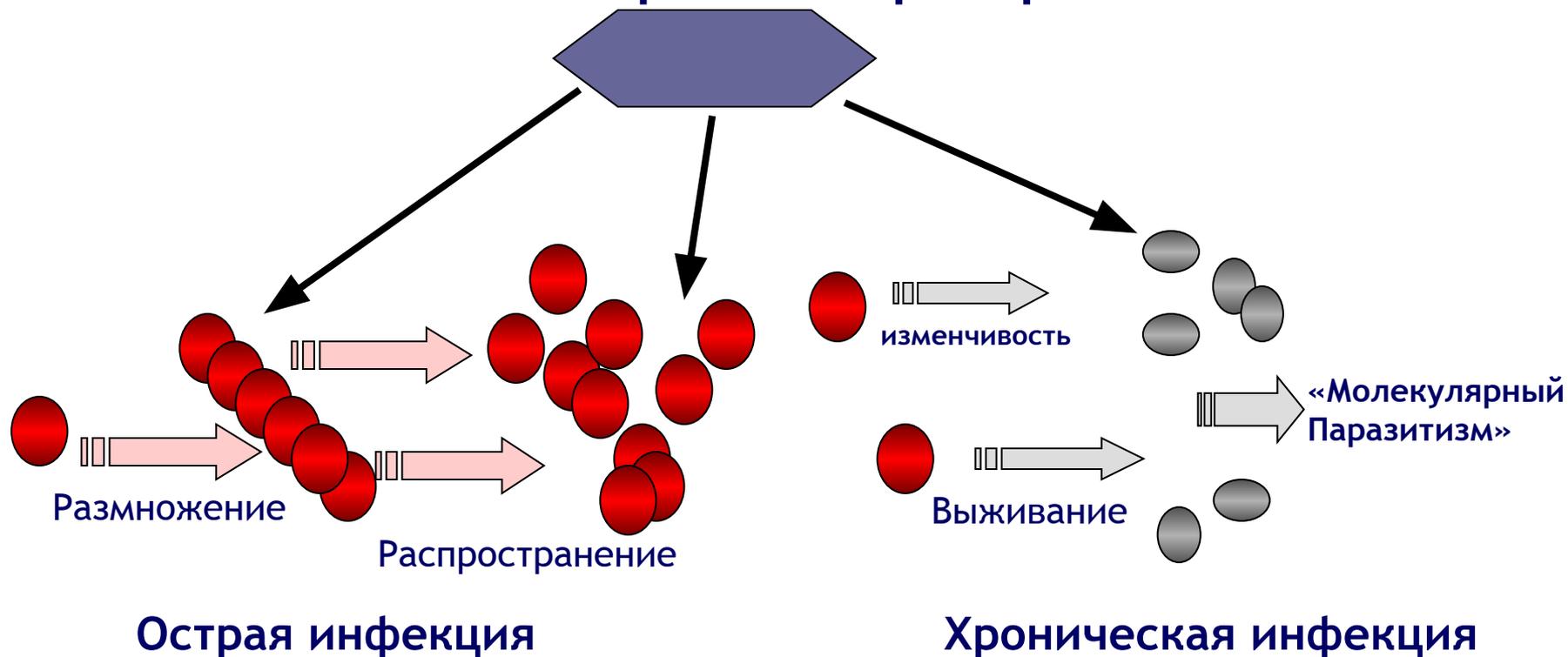


# Механизм действия антибиотиков



# Острая и хроническая инфекции – две разные формы взаимодействия патогена с организмом хозяина

## Антимикробный препарат



**Антибиотики действуют на микроорганизм в фазе активного роста и размножения**

# Бактериостатический и бактерицидный эффекты антимикробных агентов



# Побочное действие антибиотиков

## На макроорганизм

- **Токсические реакции:**  
гепатотоксическое действие (тетрациклины, эритромицин), нефротоксическое действие (аминогликозиды), нарушение формирования костного скелета и эмали зубов (тетрациклины), поражение органов кроветворения (хлорамфеникол и сульфаниламиды), кровотечения (цефалоспорины).
- **Дисбиозы.**
- **Воздействие на иммунитет:**  
аллергические реакции, иммунодепрессия (хлорамфеникол угнетает антителообразование, тетрациклины – фагоцитоз).

## На микроорганизм

- Появление атипичных форм микроорганизмов (образование L-форм).
- Формирование антибиотико-резистентности.

# **Резистентность бактерий к антибиотикам**

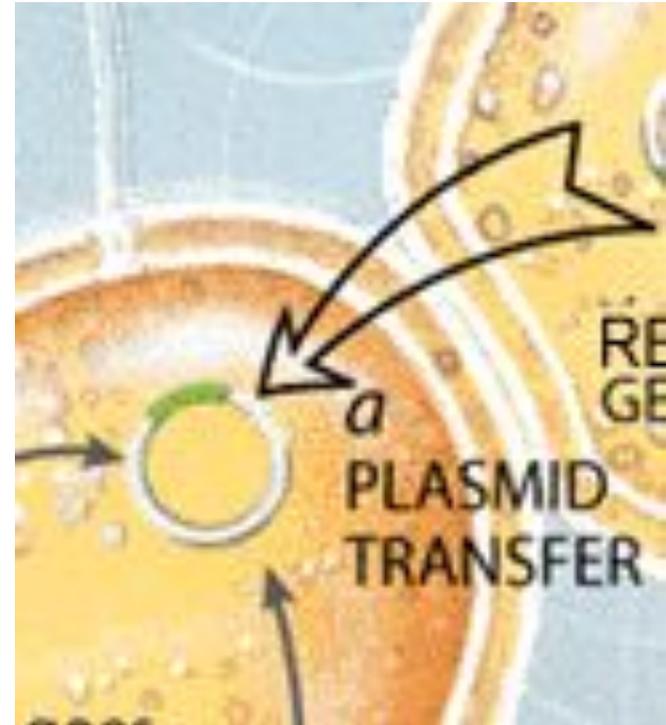
**В медицинском смысле резистентными следует считать бактерии, если они не обезвреживаются такими концентрациями антибиотика, которые возникают в организме при введении фармакологических (т.е. клинически реальных) дозировок.**

# Устойчивость бактерий к антибиотикам

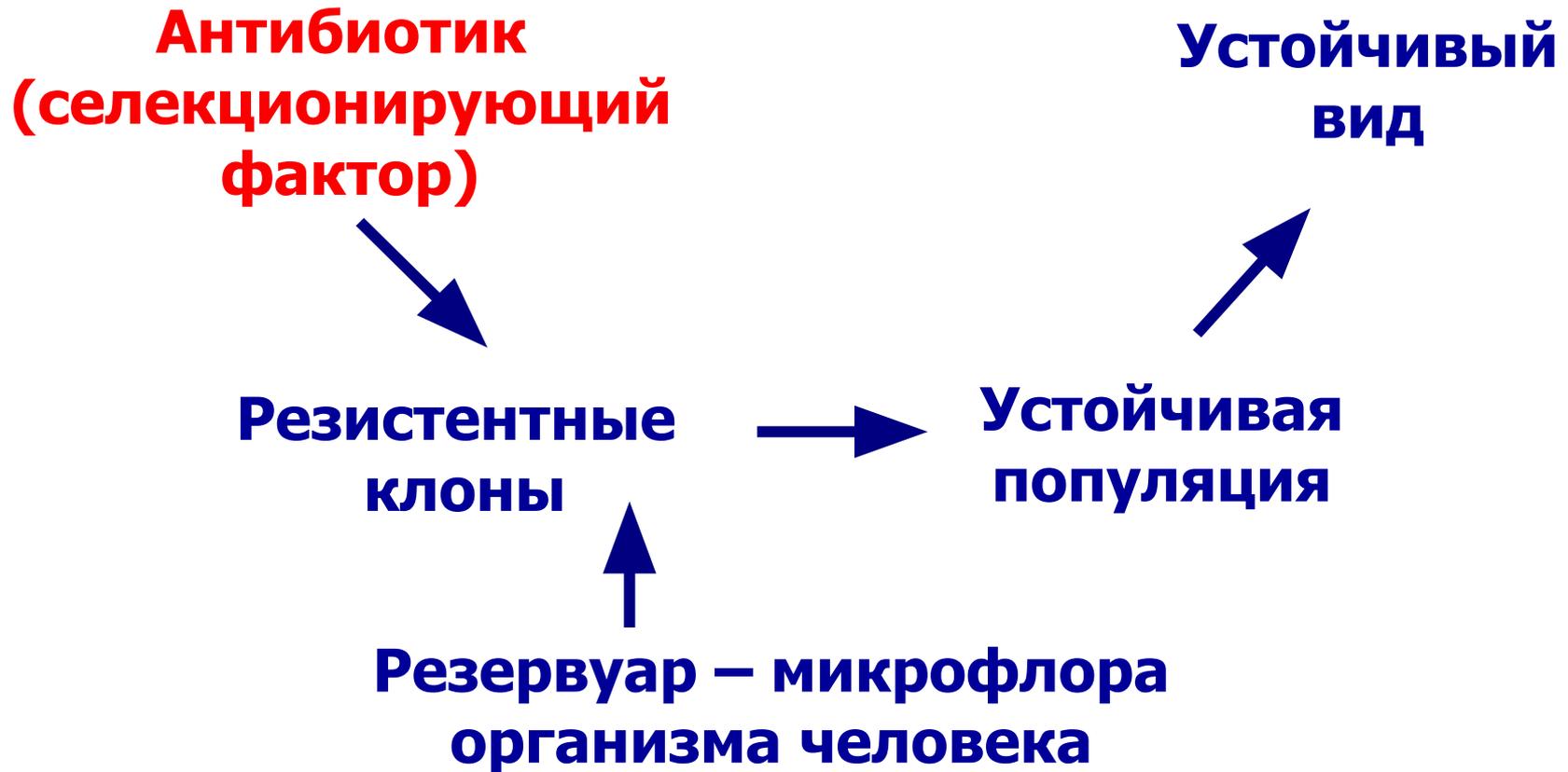
| <b>Устойчивость к антибиотикам</b>  |  |
|---|--|
| <b>природная</b>  | <b>приобретенная</b>   |
| <b>хромосомные гены</b>   | <b>г-гены, переносимые<br/>транспозонами и R-<br/>плазмидами</b> |
| <b>отсутствие мишени или<br/>недоступность мишени<br/>вследствие первично низкой<br/>проницаемости или<br/>ферментативной инактивации</b> | <b>различные механизмы</b>                                       |
| <b>постоянный видовой признак,<br/>легко прогнозируется</b>   | <b>непредсказуема</b>  |

# Гены резистентности могут передаваться в процессе:

- конъюгации (плазмиды, транспозоны);
- трансдукции (бактериофаги);
- трансформации (после гибели бактерии).



# Селекция резистентных клонов под действием антибиотика



# Общие принципы реализации антимикробного эффекта:

- антибиотик должен связаться с бактерией и пройти через ее оболочку;
- антибиотик должен быть доставлен к месту действия;
- антибиотик должен вступить во взаимодействие с внутриклеточными мишенями.

# Механизмы резистентности

- **Нарушение проницаемости клеточных оболочек.** Причина – полная или частичная утрата пориновых белков.

**Система MAR** (*multiple antibiotic resistance* – множественная устойчивость к антибиотикам): снижение количества одного из пориновых белков (*OmpF*) + повышение активности одной из систем активного выведения → тетрациклины или хлорамфеникол →  $\beta$ -лактамы и хинолоны.

# Механизмы резистентности

- *Модификация мишеней*

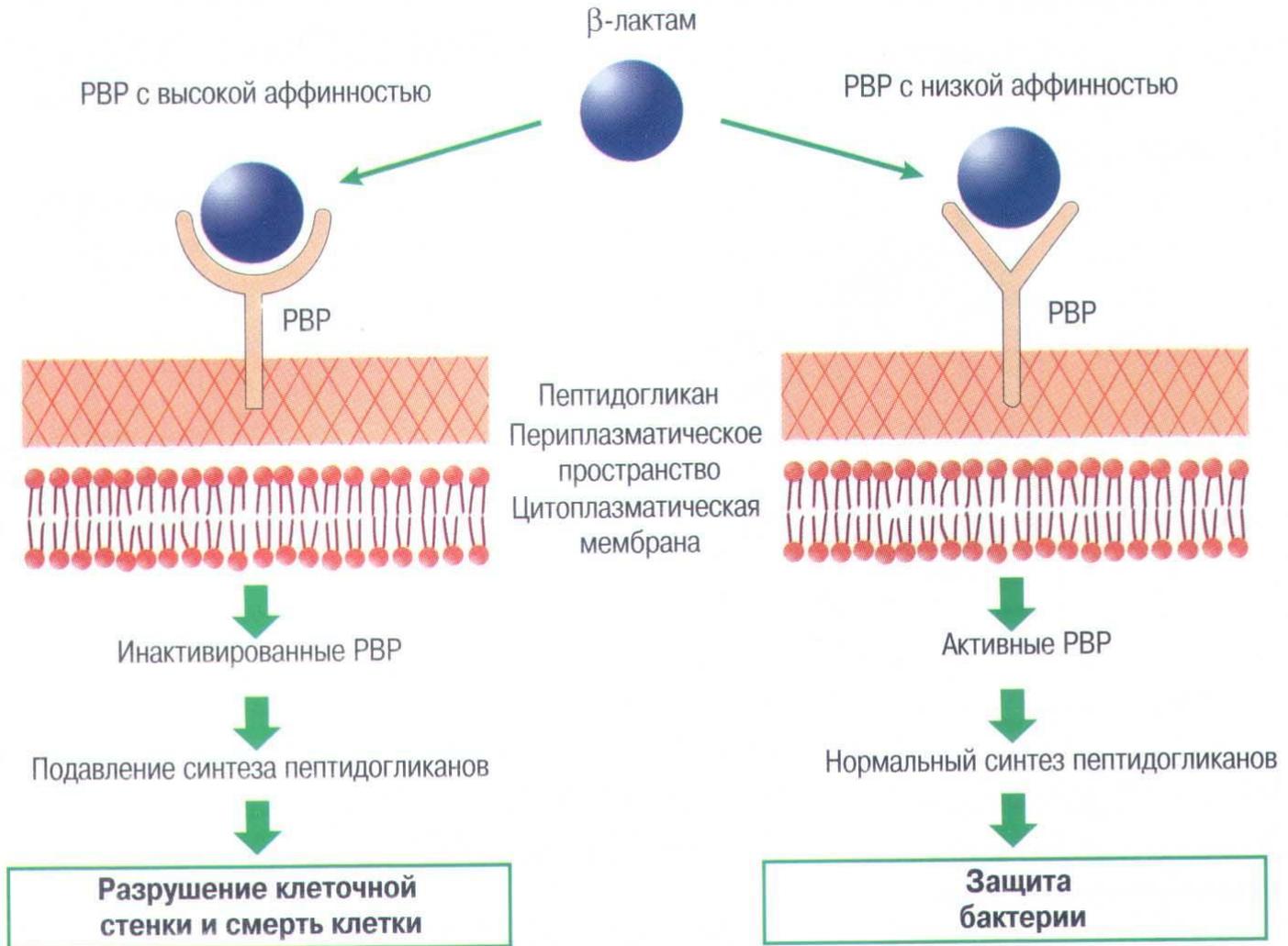
**β-лактамы – ПСБ**

**(стафилококки – ПСБ2а → устойчивость к метициллину или оксациллину).**

**хинолоны/фторхинолоны → модификация ДНК-гиразы и топоизомеразы IV,**

**макролиды, кетолиды и линкозамиды → метилирование 50S субъединица рибосомы.**

# УСТОЙЧИВОСТЬ *S. PNEUMONIAE* К $\beta$ -ЛАКТАМАМ ПОСРЕДСТВОМ ПЕРЕСТРОЙКИ МИШЕНИ

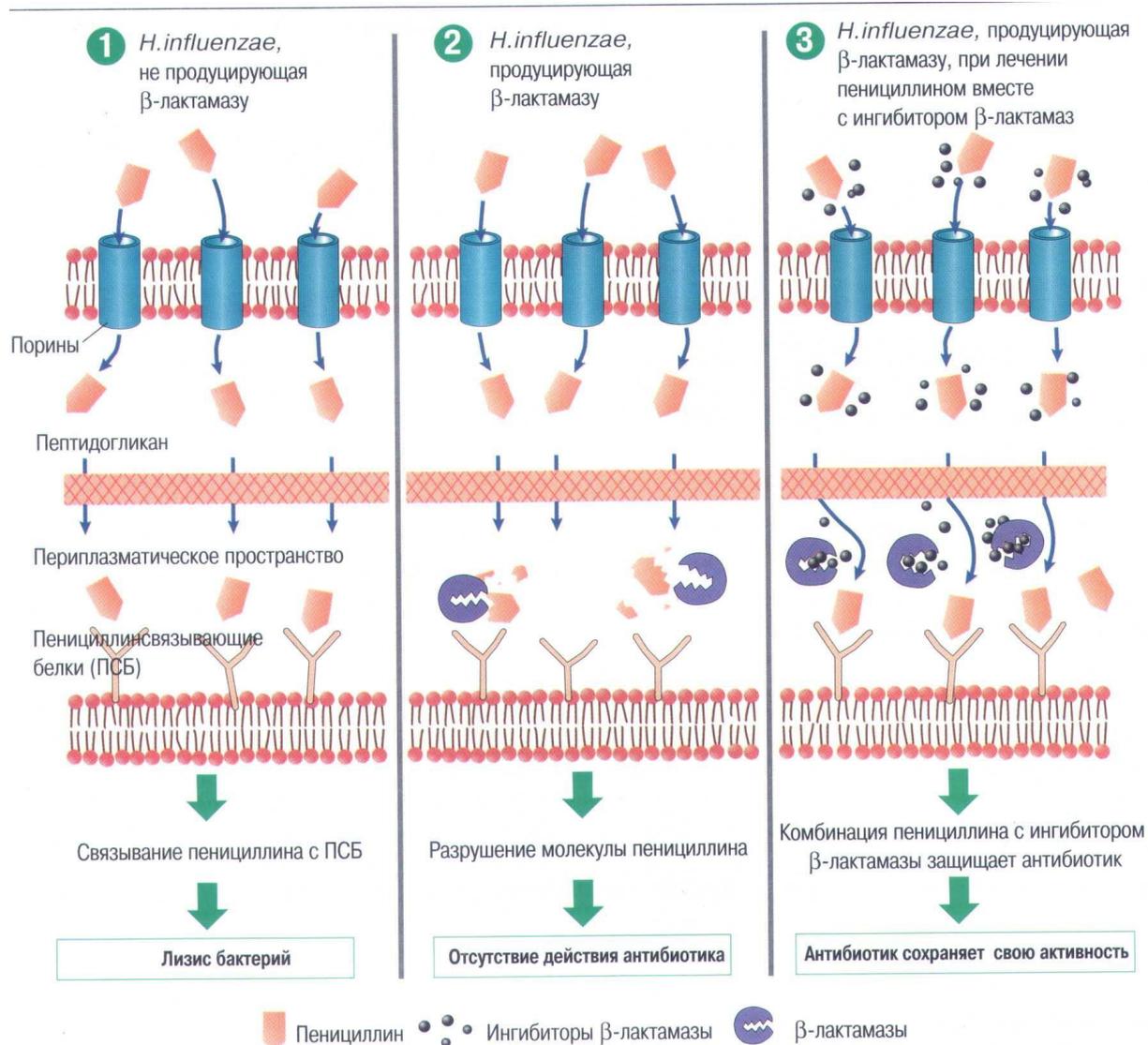


# Механизмы резистентности

## *Инактивация антибиотика*

- **$\beta$ -лактамазы** → гидролиз  $\beta$ -лактамного кольца.
- **Ингибиторы  $\beta$ -лактамаз**: клавулановая кислота, сульбактам, тазобактам (амоксиклав, цефоперазон/сульбактам).
- **Ферментативная инактивация.**  
Модифицированные молекулы аминогликозидов теряют способность связываться с рибосомами и подавлять биосинтез белка. Россия – гентамицин и торбамицин.

# ИНАКТИВАЦИЯ ПЕНИЦИЛЛИНА БАКТЕРИЯМИ *H. INFLUENZAE*, ПРОДУЦИРУЮЩИМИ $\beta$ -ЛАКТОМАЗУ



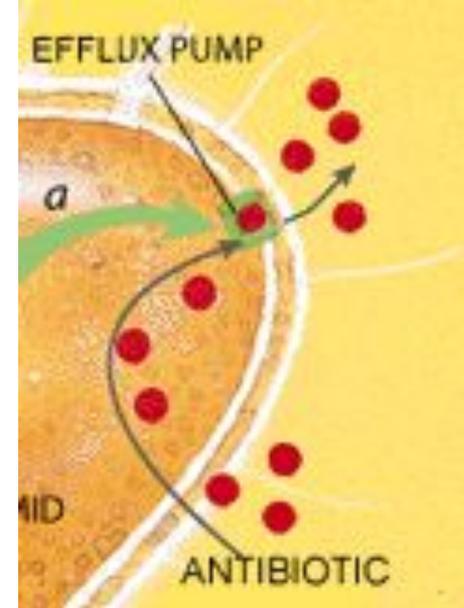
# Механизмы резистентности

- *Активное выведение антибиотика* из бактериальной клетки (эффлюкс).

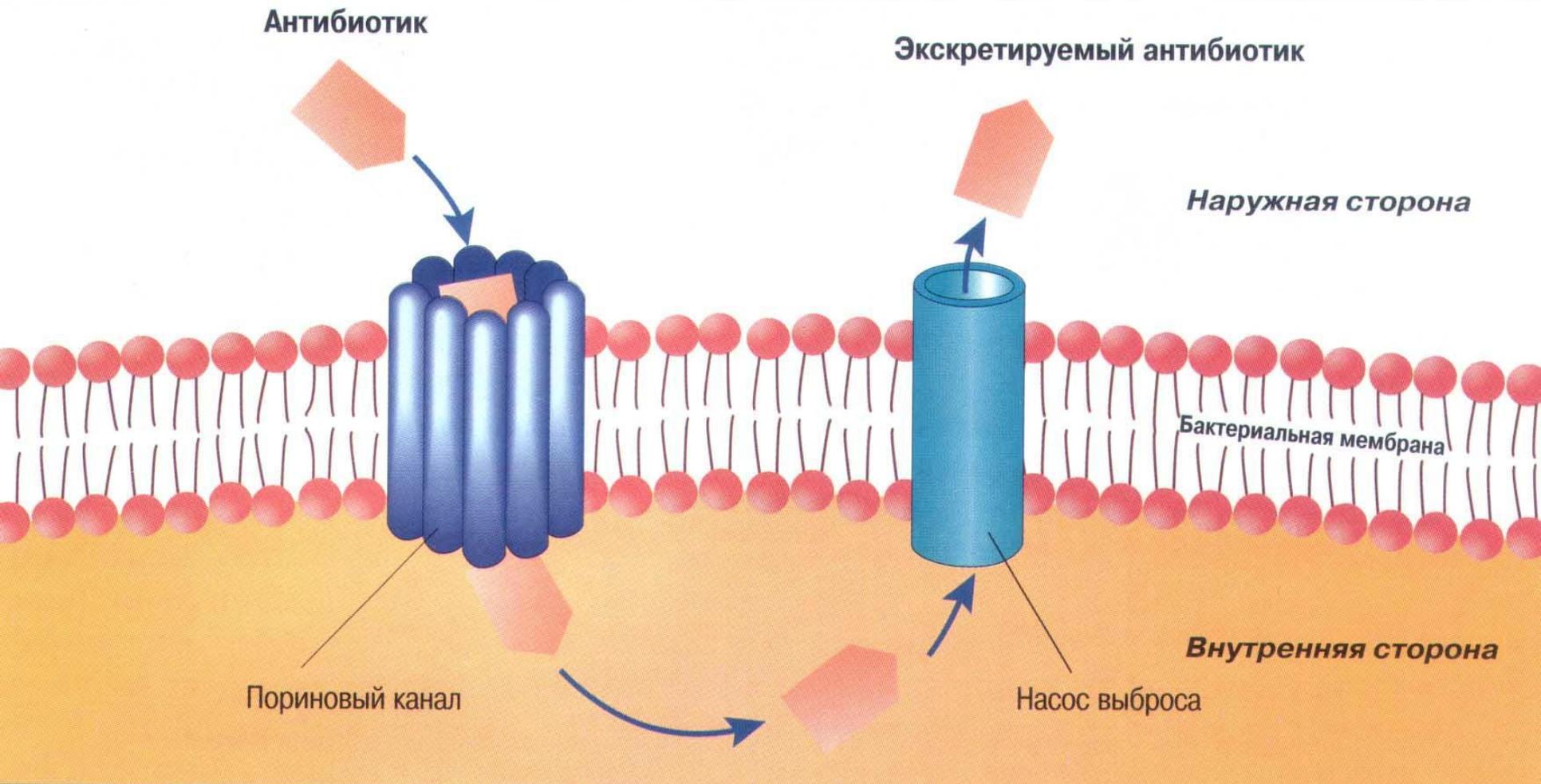
Синегнойная палочка → карбопенемы.

Хинолоны, макролиды, линкозамиды и тетрациклины.

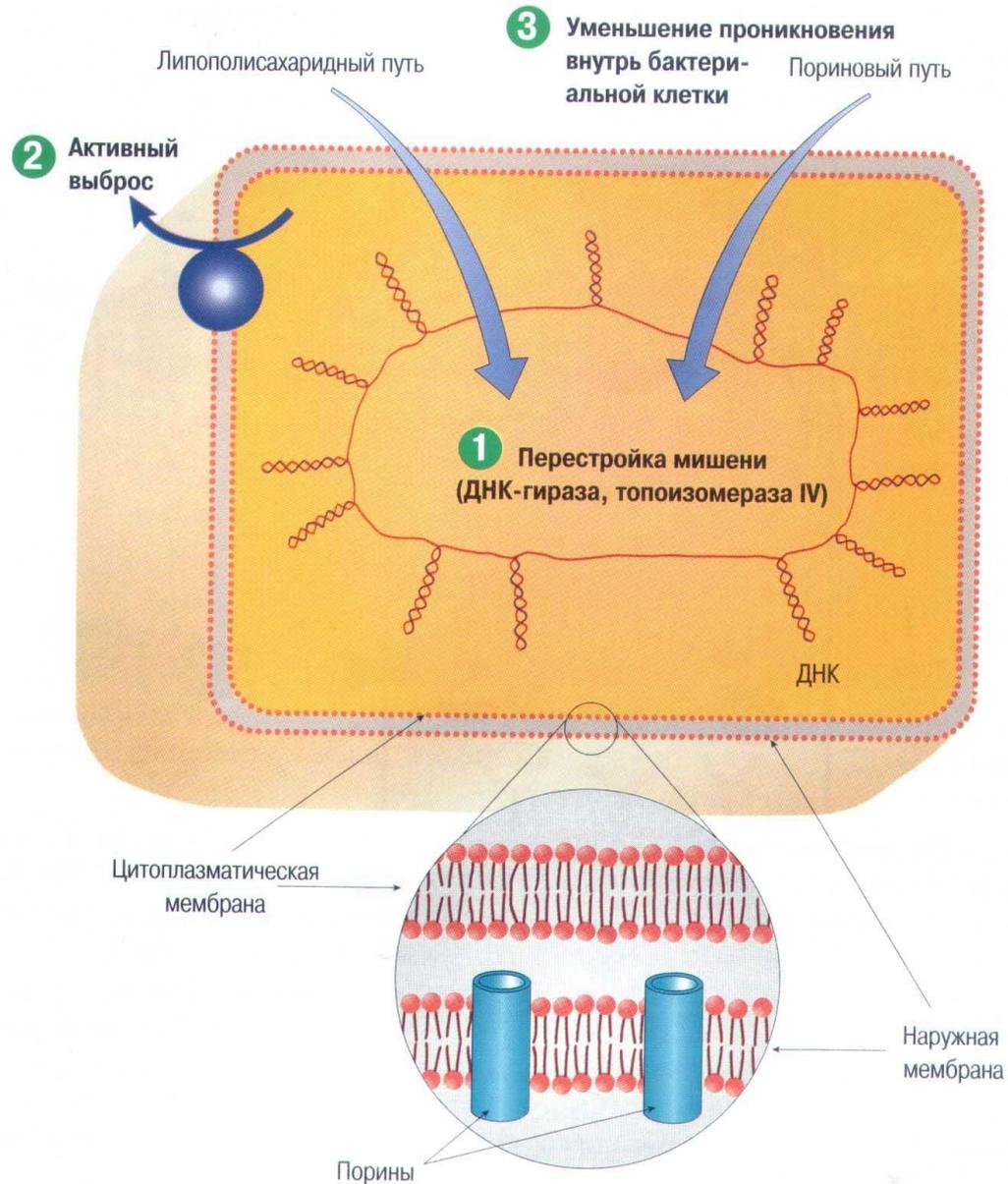
- *Формирование метаболического шунта* → триметоприм, сульфаниламиды.
- *Конкурентное связывание* или перехват антимикробного агента.



# АКТИВНЫЙ ВЫБРОС АНТИБИОТИКА - МЕХАНИЗМ УСТОЙЧИВОСТИ К E. COLI



# МЕХАНИЗМЫ УСТОЙЧИВОСТИ К ХИНОЛОНАМ У ГРАМОТРИЦАТЕЛЬНЫХ БАКТЕРИЙ



# Абсолютная резистентность

- *Enterococcus faecalis*
- *Mycobacterium tuberculosis*
- *Pseudomonas aeruginosa*

# Основные эффекты антибиотика

- лечебный – воздействие на внедрившийся инфекционный агент;
- устранение не патогенных бактерий.

# Нарушение экологии микромира

- изменение видов,
- появление новых возбудителей резистентных к антибиотикам (энтерококки, Acinetobacter и Xanthomonas).

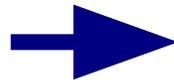
# Антибиотики выходят из-под контроля

- Использование антибиотиков без показаний.
- Препараты, применяющиеся для лечения людей, широко используются в животноводстве и земледелии.

# Стратегия применения АБ

- Ограничение применения АБ без показаний

- Выбор препарата с максимальной эффективностью



- Лучшие результаты лечения

- Нет селекции резистентных штаммов

- Снижение затрат на АБ

# Принципы рациональной антибиотикотерапии

- Микробиологический принцип.
- Фармакологический принцип.
- Клинический принцип.
- Эпидемиологический принцип.
- Фармацевтический принцип.

# Методы определения чувствительности бактерий к антибиотикам

## Серийных разведений

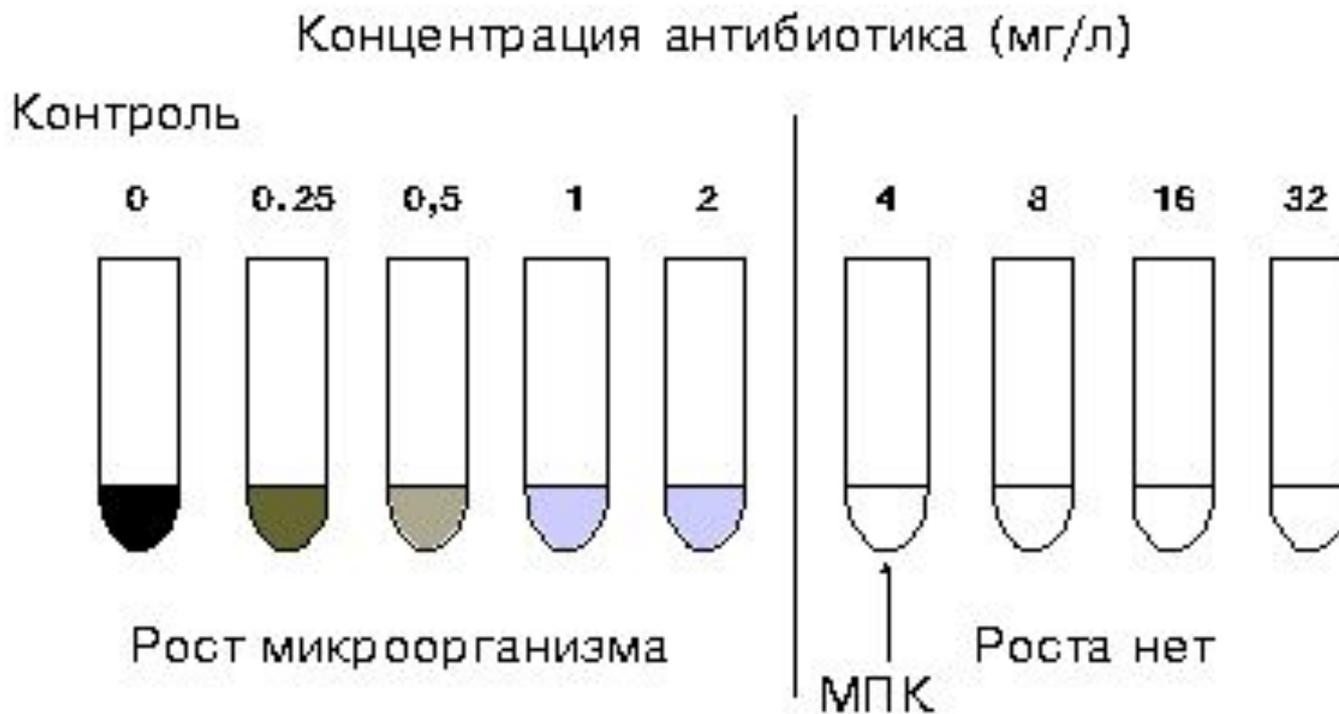
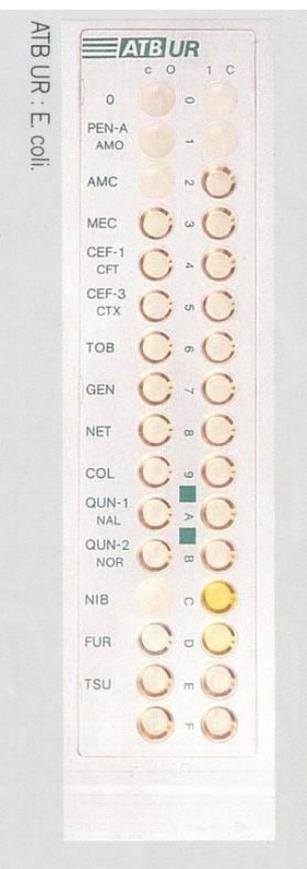
- В агаре, в бульоне
- Макровариант, микровариант
- По количеству концентраций:  
«длинный ряд», по пограничным концентрациям

## Диффузионные

- Диско-диффузионный
- Эпсилометрический (E-тест)

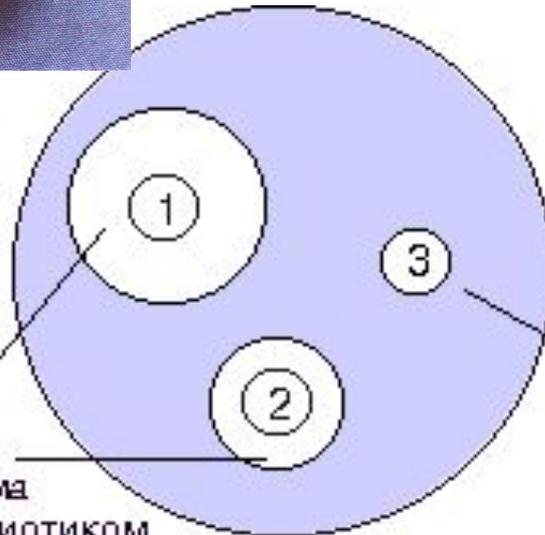
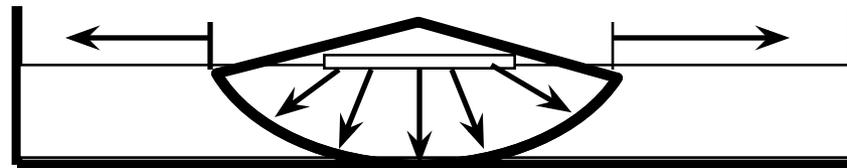
# Метод серийных разведений

- МПК – минимальная концентрация антибиотика, подавляющая видимый рост исследуемого микроорганизма



# Диско-диффузионный метод

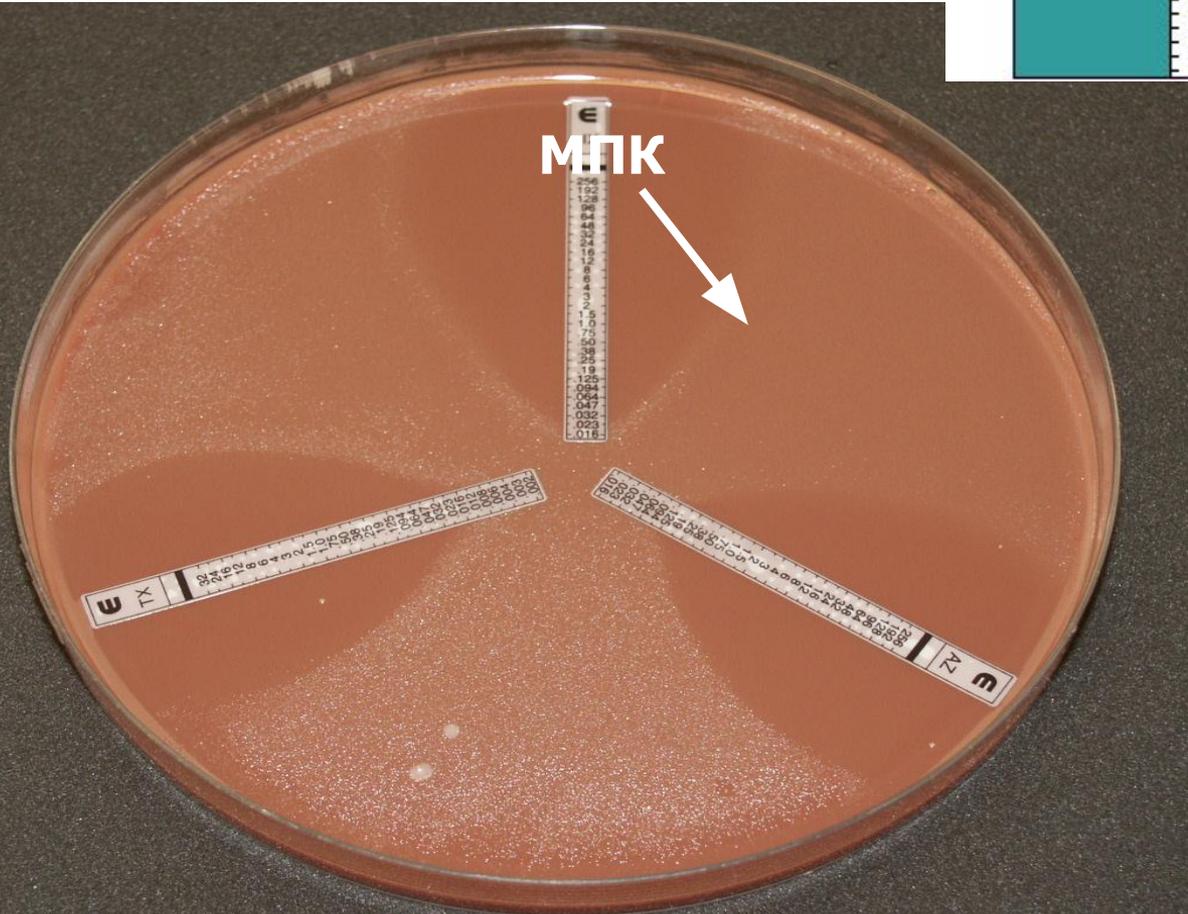
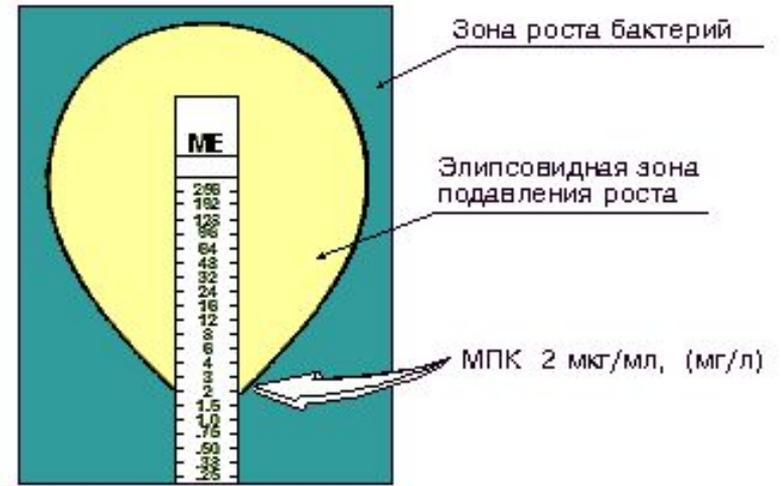
В процессе диффузии по поверхности агара движется фронт концентрации антибиотика равной МПК



Зона подавления роста микроорганизма вокруг диска с антибиотиком (микроорганизм чувствителен к антибиотику (1) или микроорганизм умеренно резистентен к антибиотику (2))

Нет зоны подавления роста микроорганизма вокруг диска с антибиотиком (микроорганизм устойчив к антибиотику (3))

# E - тест



# Категории чувствительности микроорганизмов

- **S Чувствительный:** лечение инфекции, вызванной данным микроорганизмом данным антибиотиком вероятно будет эффективным
- **I Промежуточный:** лечение инфекции, вызванной данным микроорганизмом данным антибиотиком может быть эффективным при использовании повышенных доз и при локализации очага инфекции в том участке, где возможно формирование повышенных концентраций антибиотика
- **R Устойчивый:** лечение инфекции, вызванной данным микроорганизмом данным антибиотиком вероятно будет неэффективным