

Жгутики - поверхностные структуры бактерий

**СПбГУ
2014**

План лекции

1. Движение бактерий.

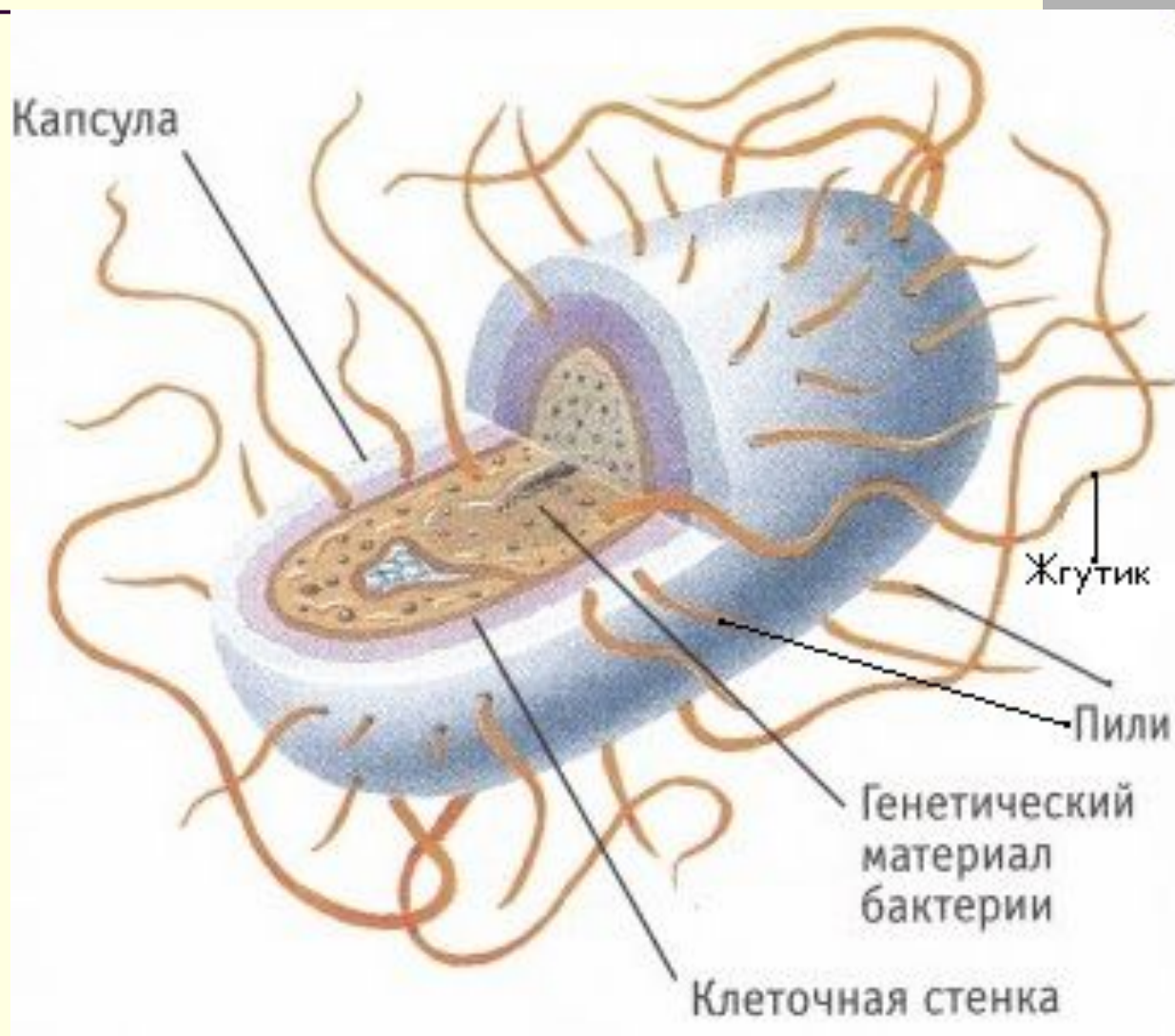
Инвазия - **2-й фактор патогенности**

2. Строение жгутиков

3. Работа жгутиков

4. Таксисы бактерий

Поверхностные структуры бактерий - все над бактериальной КС



1 вопрос Движение бактерий

Инвазия - 2-й фактор патогенности

- **Подвижность - синоним жизни!!!**
- Неотъемлемое свойство всего живого на Земле.
- Движение - проникновение (инвазия) в клетки и вглубь организма-хозяина.
- Возможность движения повышает конкурентноспособность МО.
- Поэтому **инвазия - 2-й фактор патогенности.**
- Движение бактерий происходит за счет жгутиков.
- Жгутики - поверхностные структуры, обеспечивающие движение.

Клетки *E. coli* (ТЭМ)

Жгутики

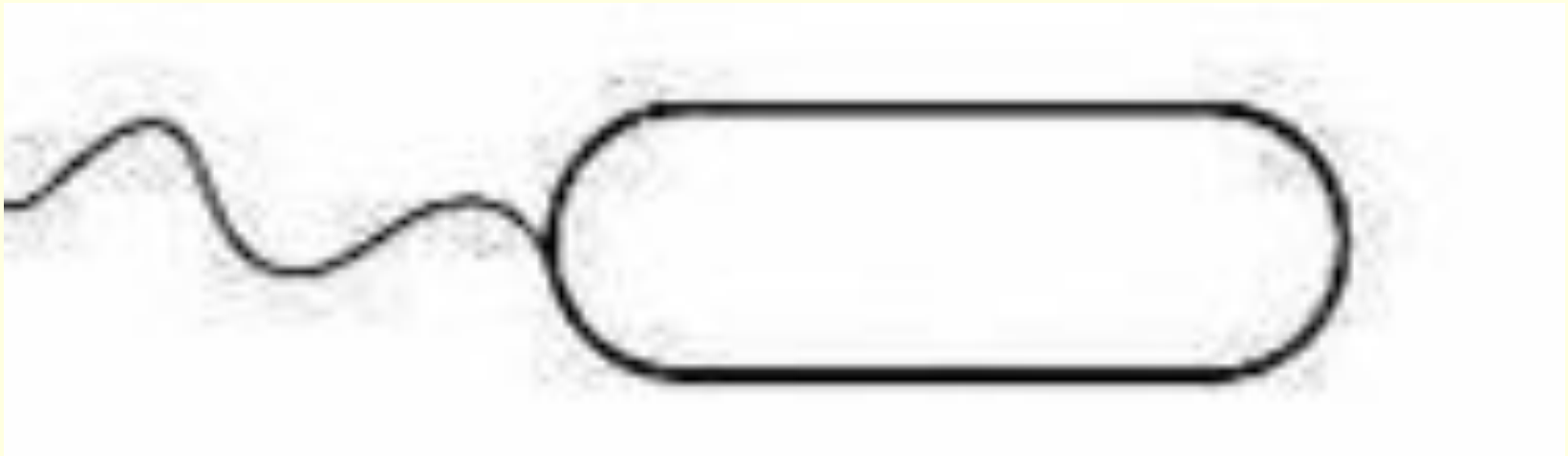


Типы движения

- 1. Движение плавающего типа в жидких средах за счет наружных жгутиков – холерный вибрион *V.cholerae*.
- 2. Подтягивающий тип движения за счет пилей – синегнойная палочка *Pseudomonas aeruginosa*.
- 3. Движение по типу роения в слизи – за счет наружных жгутиков *Proteus vulgaris*.
- 4. Движение в вязких средах за счет периплазматических жгутиков спирохет *Treponema pallidum*.

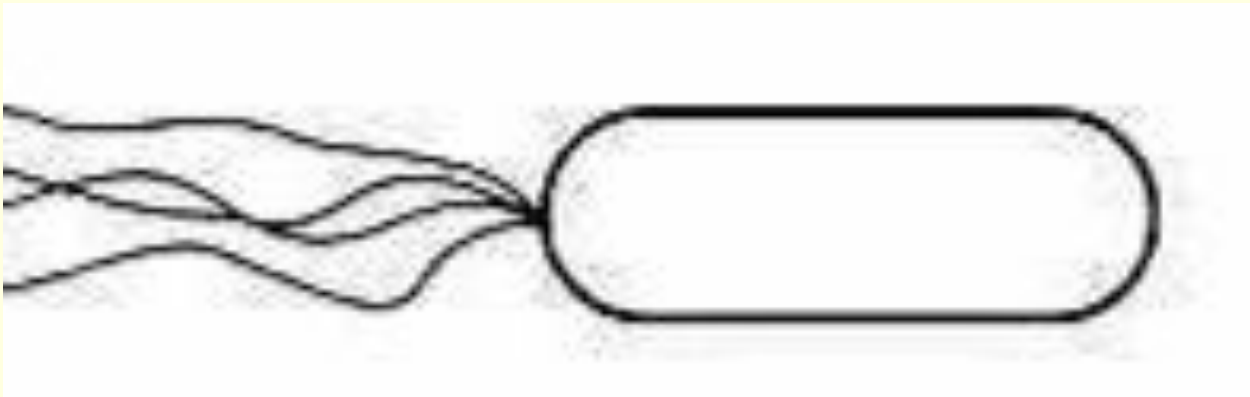
Типы жгутикования

1. Монотрихальный - единственный жгутик на полюсе —
монотрихи (*Vibrio cholerae*)



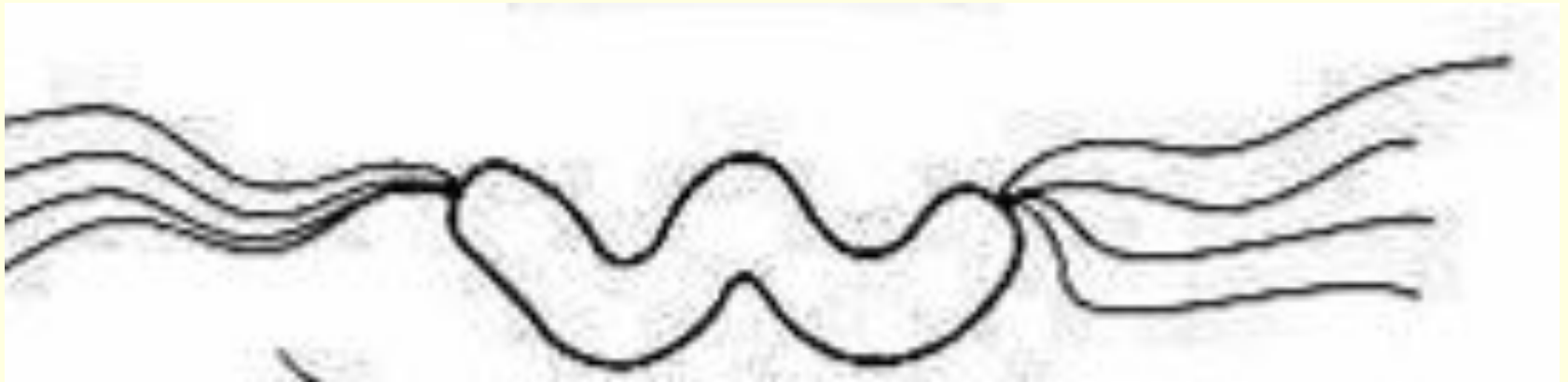
Типы жгутикования

2. Лофотрихальный - пучок жгутиков на одном полюсе клетки — лофотрихи (р. *Pseudomonas*)



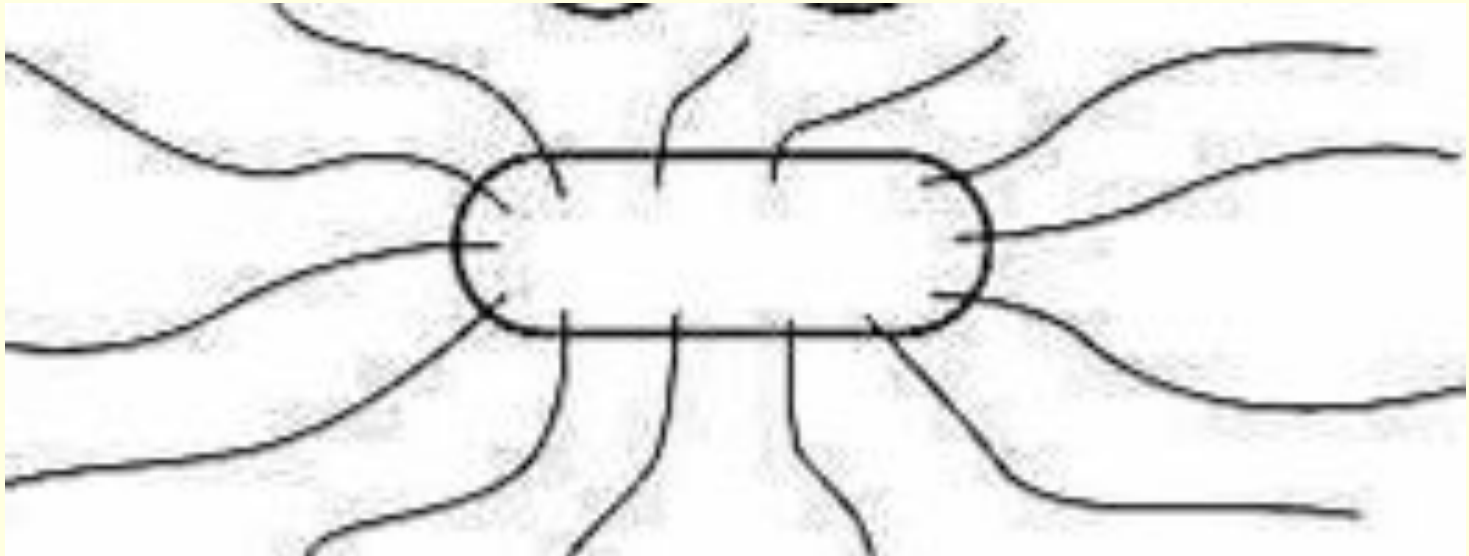
Типы жгутикования

3. Амфитрихальный - пучки жгутиков на двух полюсах – амфитрихи (р. *Spirillum*).



Типы жгутикования

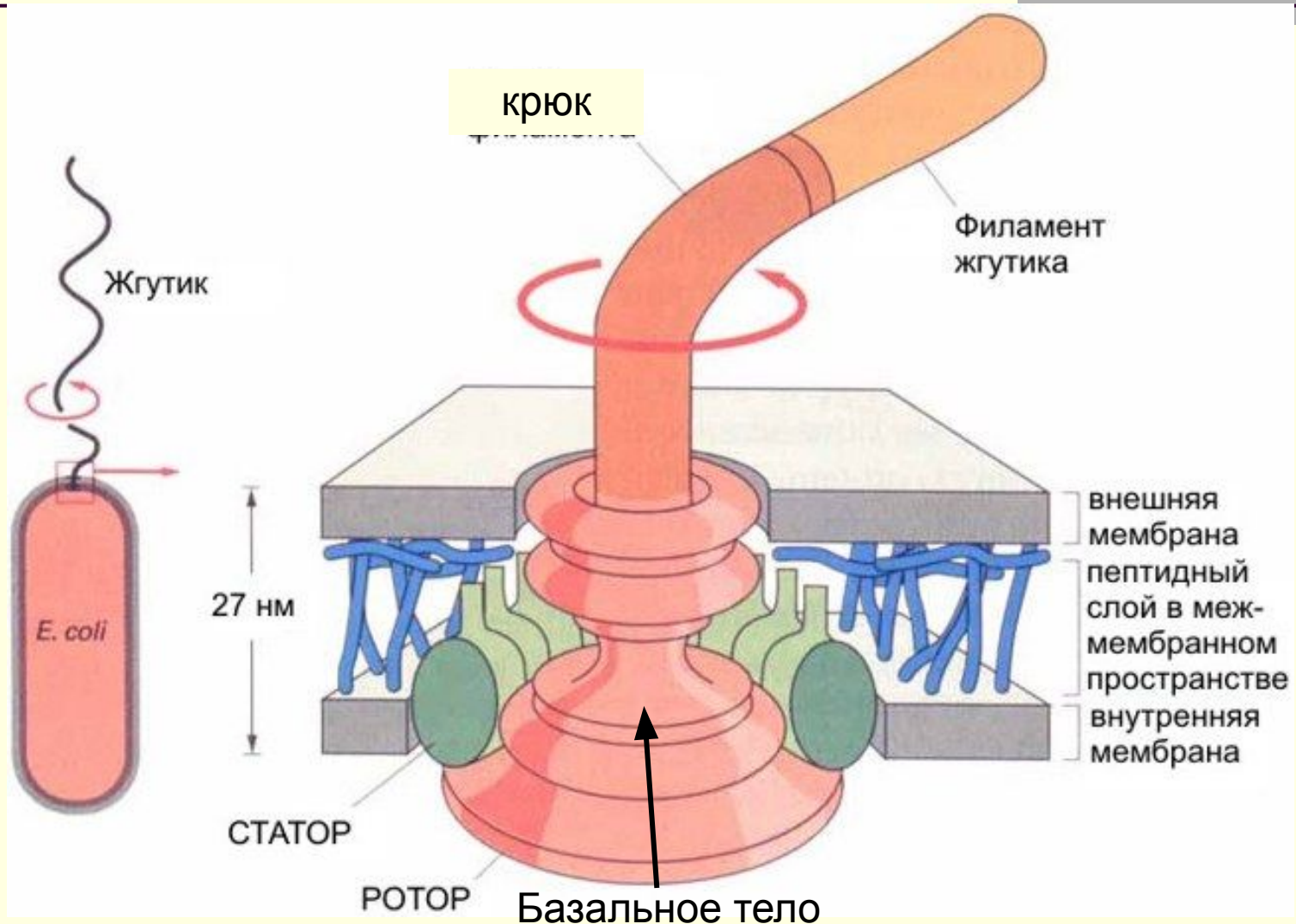
4. Перитрихальный – жгутики по всей поверхности клетки – перитрихи (р. *Salmonella*).



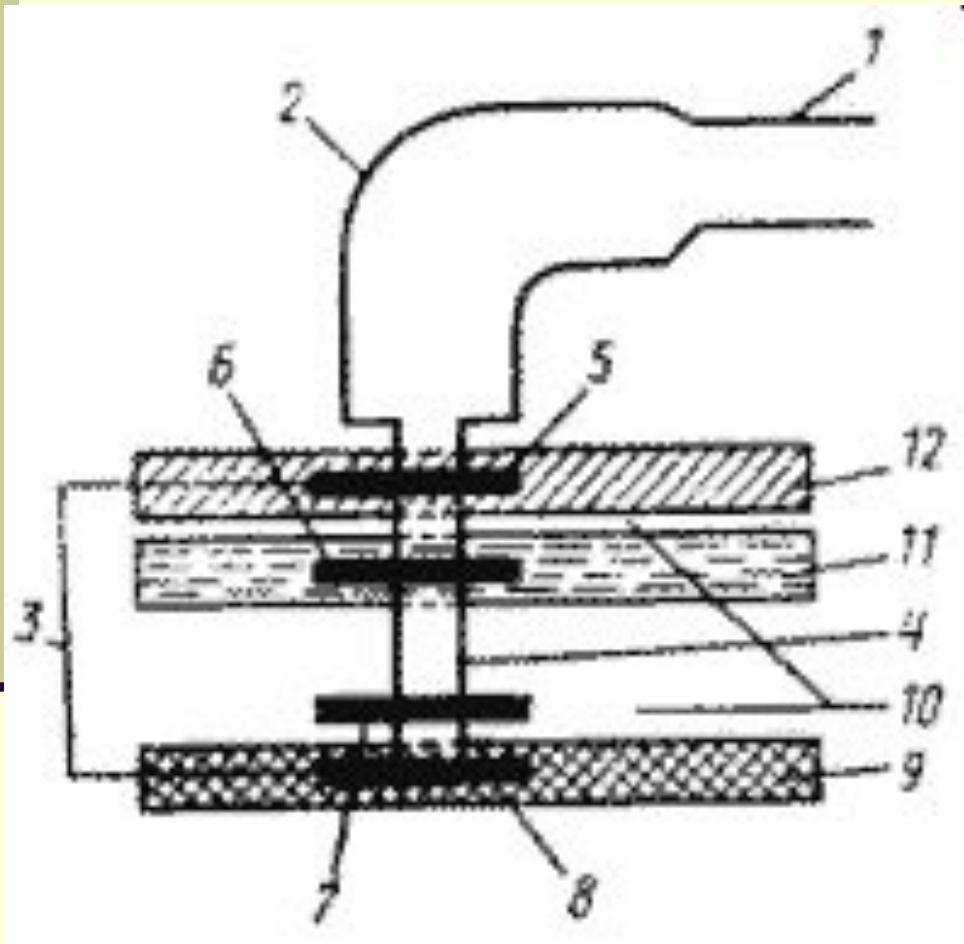
2 вопрос Строение бактериального жгутика

- Бактериальный жгутик **(Ж)** – полая белковая структура спиралевидной формы (белок флагеллин).
- Ж можно опосредованно видеть в световом микроскопе (по движению клеток, метод темнопольной микроскопии).
- Три субструктуры Ж
- (детали строения Ж видны только в ЭМ):
 - 1. Нить (филамента) – пропеллер (за пределами клетки).
 - 2. Крюк - соединительная структура, обеспечивает соединение между мотором и нитью.
 - 3. Базальное тело (трансмембранный белок - мотор).

Строение бактериального жгутика



Строение жгутика Гр- бактерий



- 1 — нить;
- 2 — крюк;
- 3 — базальное тело;
- 4 — стержень;
- 5 — L-кольцо;
- 6 — P-кольцо;
- 7 — S-кольцо;
- 8 — CM-кольцо;
- 9 — ЦПМ;
- 10 — периплазматическое пространство;
- 11 — пептидогликановый слой;
- 12 — наружная мембрана

Субструктура – нить (Н-АГ)

- Нить жгутика – полый цилиндр из 11 овальных несократимых белков под углом 45° образуют трехмерную спираль – выполняет механическую функцию.
- Диаметр около 20 нм.
- Длина от 5 до 20 мкм.
- Мол.масса флагеллина 25-70 кДа.
- **Белок нити - Н-АГ**
- жгутиковый антигенный комплекс.

Формирование нити жгутика

- Ряды белков – в разном конформационном состоянии, соединяясь, образуют спираль.
- Ж образуется в результате самосборки без затраты энергии.
- Увеличение длины Ж происходит на конце нити.
- Новые молекулы белка проходят через полый цилиндр и присоединяются к дистальному концу Ж.
- На конце нити - шапочка (пробка) закрывает цилиндр, чтобы белки не выскакивали из него.

Субструктура – крюк

- Нить присоединяется к крюку.
- Крюк находится за пределами клетки.
- Состоит из 22 молекул белка.
- Крюк поддерживает нить.
- Крюк, присоединяясь к базальному телу Ж, определяет работу нити.

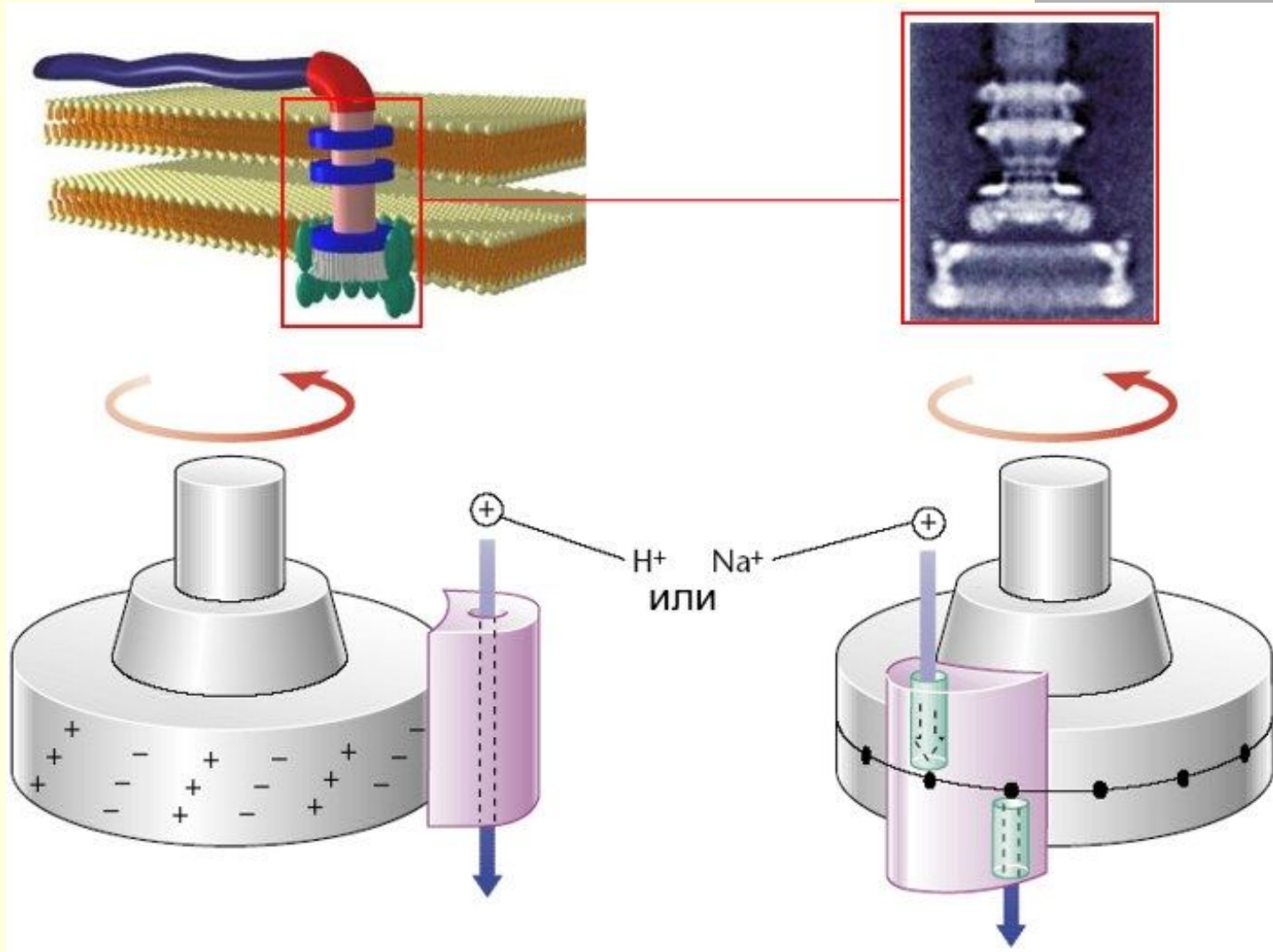
Субструктура - базальное тело (БТ)

- БТ—основной генератор движения Ж.
- БТ встроено в клеточную стенку бактерии.
- БТ состоит из нескольких дисков.
- У Гр(-) бактерий – 4 диска.
- Гр(+) бактерий - 3 диска.
- Диски - белковые структуры.

3 вопрос Работа жгутиков

- Ж вращается за счет движения крюка.
- Вращение крюка происходит за счет ПДС.
- H^+ с внешней мембраны по системе дисков проходят до нижнего СМ-диска.
- отрицательно заряженные АК и белки за счет H^+ заряжаются положительно.
- При перескакивании H^+ происходит поворот Ж.
- После поворота с карбоксильных групп АК H^+ уходят в цитоплазму.
- У бактерий могут быть разные типы Ж, работающие за счет H^+ , или ионов Na^+ .
- Ж - мотор, работающий на H^+ , или ионах Na^+ , а не на электронах.

Принцип работы жгутика



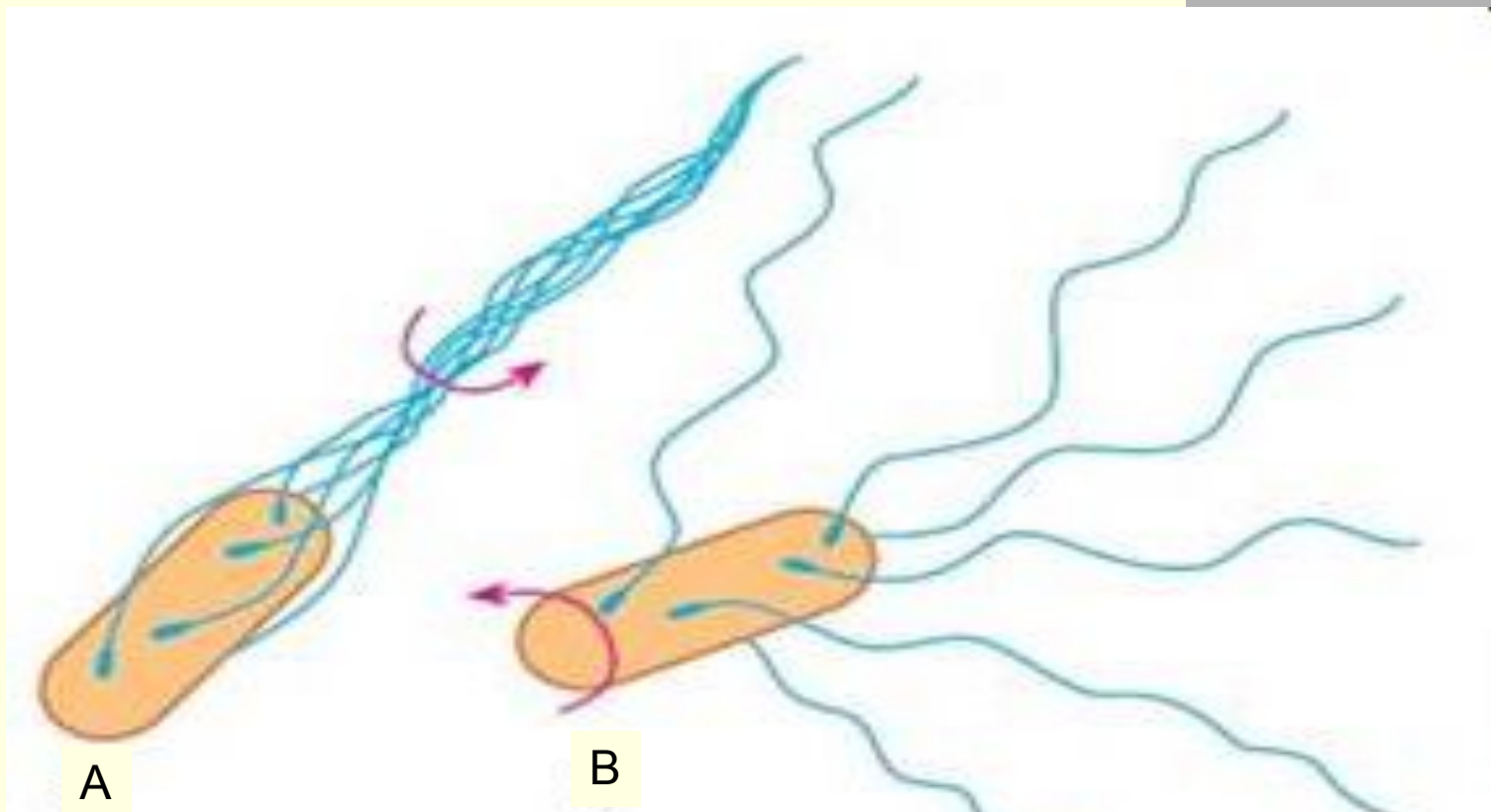
Работа жгутиков

- Ж работает как винт или пропеллер.
- Скорость вращения крюка – 300 об/сек
- Ср. скорость движения – 100 мкм/сек
- Самый быстрый пловец в мире МО –
- *Vibrio cholerae* - 72 см/час
- Сравн. с человеком - 100 км/час

Направление движения бактерий

- Ж при плавании собираются в пучок и начинают вращаться против часовой стрелки.
- Затем происходит пробег бактерии, после чего Ж начинают вращаться по часовой стрелке.
- При этом бактерия совершает небольшой кувырок.
- Направление движения – случайное.
- Частота кувырков и пробегов будет одинаковой, если условия среды не меняются.
- При изменении условий среды меняются параметры движения.

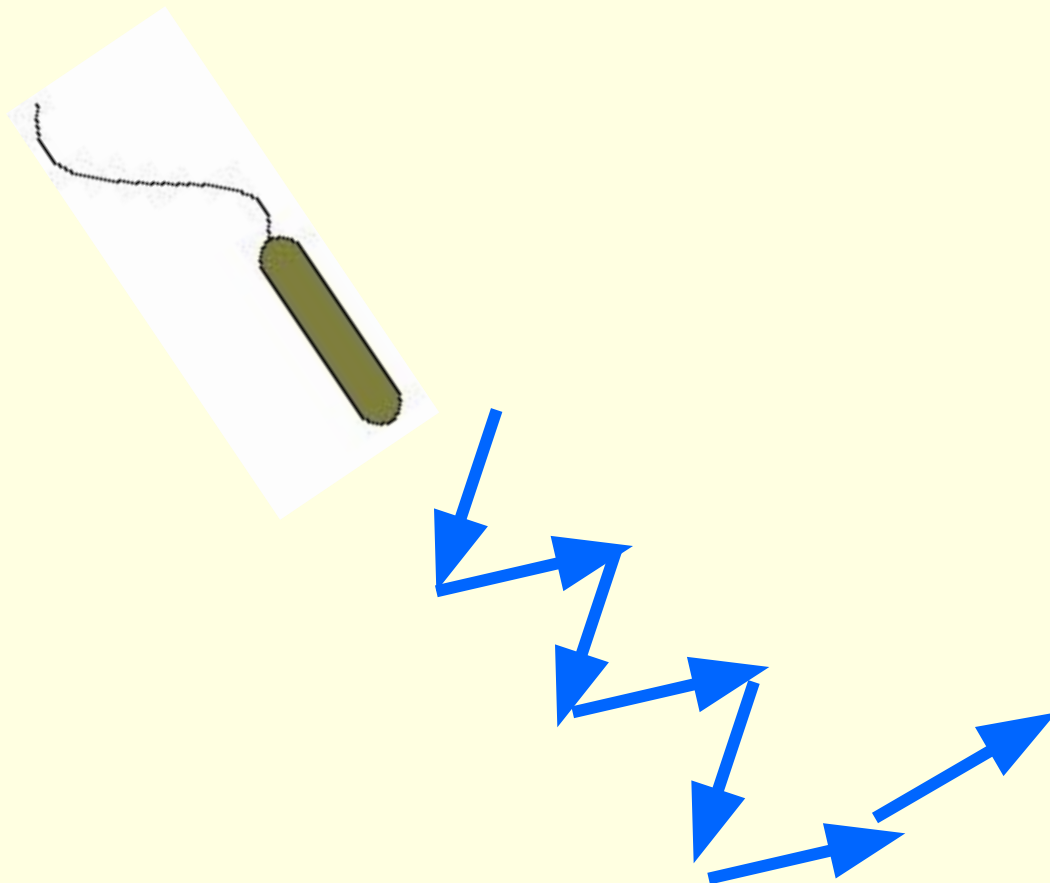
Вращение бактерий и их жгутиков при движении



Расположение жгутиков *E.coli* при движении

Кинез

Реакция, проявляющаяся в изменении скорости плавания - кинез.
Траектория кинеза – ломанная линия.



4 вопрос Таксисы бактерий

- Плавание с определенной целью – поиск питательных субстратов или избегание действия неблагоприятных факторов.
- Целенаправленное передвижение - способность к таксису.
- Плыть в направлении более благоприятных условий – **положительный таксис**.
- Избегать неблагоприятных условий – **отрицательный таксис**.
- Таксис – ориентированное движение МО в направлении к аттрактанту и удаление от репеллента.

Разновидности таксисов

- 1. хемотаксис — реакция на изменение концентрации растворенных веществ
- 2. аэротаксис - «-» кислорода
- 3. осмотаксис — «-» осмолярности
- 4. фототаксис - «-» освещенности
- 5. термотаксис - «-» температуры
- 6. тигмотаксис — «-» механического воздействия
- 7. гальванотаксис — «-» электрического тока
- 8. магнитотаксис — «-» магнитного поля