

Введение в биологию.

Общая характеристика жизни

Спирина Елена Владимировна



План:

1. Биология как наука.
2. Сущность жизни.
3. Свойства живых организмов.
4. Уровни организации живых организмов.
5. Современные методы исследований в биологии.

1. Биология как наука

Биология (от греч. *bios* – жизнь и *logos* – наука, учение)

– наука о жизни.

Биология изучает жизнь во всех ее проявлениях: строение и развитие организмов, их функции, взаимоотношения друг с другом и с окружающей средой.

Термин «биология» был предложен немецким ботаником Г.Р. Тревиранусом и французским естествоиспытателем Ж.-Б. Ламарком в 1802 году независимо друг от друга.

Биология относится к группе естественных наук.

Объект изучения биологии – природа.

Классификация разделов биологии

- В биологии выделяют науки по объектам исследования: о животных – зоология, о растениях – ботаника, анатомию и физиологию человека как основу медицинской науки и т.п. В пределах каждой из этих наук имеются более узкие дисциплины: в зоологии выделяют протозоологию, энтомологию, гельминтологию и т.п.
- Биологию классифицируют по дисциплинам: изучающим морфологию (строение) и физиологию (функции) организмов. К морфологическим наукам относят, например, цитологию, гистологию, анатомию. Физиологические науки – это физиология растений, животных и человека.
- Для современной биологии характерно комплексное взаимодействие с другими науками (химией, физикой, математикой) и появление новых сложных дисциплин.

Биология — наука о жизни, её формах и закономерностях. Биология в наши дни является основой современной медицины и здравоохранения. Раскрывая механизм биологических процессов, биология помогает понимать сущность патологических нарушений, происходящих в организме человека, и находить способы борьбы с заболеваниями, профилактики и лечения их. Лечение больного в настоящее время невозможно без учёта его биологических особенностей. Живой организм представляет собой единое целое. Регулирующие механизмы, в том числе, лекарственные препараты обязательно влияют на организм в целом и каждую его часть. Ни один лекарственный препарат не вводится в практическую медицину без испытаний на лабораторных животных.

2. Сущность жизни.

Наиболее удачное определение жизни было дано Ф. Энгельсом.

Определение Энгельса:

Жизнь – это способ существования белковых тел, состоящих в постоянном самообновлении их химического состава.

Из этого определения следуют два основных положения:

- жизнь связана с белками;
- белки должны регулярно обновляться.

Определение М.В. Волькенштейна:

Живые тела, существующие на Земле, представляют собой открытые саморегулирующиеся и самовоспроизводящиеся системы, построенные из биополимеров: белков и нуклеиновых кислот.

Открытыми называются системы, которые постоянно обмениваются с окружающей средой веществами и энергией.

Биополимеры – сложные вещества, молекулы которых крупные, сложно устроенные и состоят из множества мономеров. Например, белки – это биополимеры, мономерами которых являются аминокислоты, мономерами нуклеиновых кислот являются нуклеотиды.

Через живые открытые системы проходят потоки энергии, информации, вещества.

Живые организмы отличаются от неживых признаками, совокупность которых определяет их жизненные проявления.

1964 г. А.Н.Колмогоров

- "Живые системы характеризуются непрерывными потоками вещества, энергии и информации, которые они способны воспринимать, хранить и перерабатывать".
- **Жизнь существует в виде открытых систем.**

В.А. Энгельгарт (1969)

- Коренное отличие живого от неживого выражается в способности живого создавать порядок из хаотического теплового движения молекул".
- Мерой упорядоченности биосистем служит энтропия.
- Выделяют энтропию "S" это термодинамическая энтропия и "H" - это информационная энтропия.
- Приращение энтропии численно равно отношению количества теплоты, сообщенного системе (или отведенного от нее к термодинамической температуре системе)
 $dS=dQ/T$.

1935 г. Э.С. Бауэр - принцип устойчивого неравновесия живых систем

- "Все живые системы никогда не бывают в равновесии и исполняют за счет свободной энергии постоянную работу против равновесия, требуемого законами физики и химии при существующих внешних условиях".

Э. Шредингер использовал понятие негэнтропии

- ▣ "Живое остается живым только благодаря постоянному извлечению из окружающей среды отрицательной энтропии - негэнтропии. Ее источником является для растений - солнечный свет, для гетеротрофных организмов - вещества, синтезированные автотрофами".
- ▣ По теории Шредингера живые существа, используя негэнтропию, тем самым увеличивают положительную энтропию в окружающей среде.

Теория содержательной информации

- Биосистемы извлекают из окружающей среды не негэнтропию, а содержательную информацию, при этом информация окружающей среды не обедняется, подобно тому, как не обедняется содержание книги при многократном ее прочтении.
- На основе этой теории Камшилов предложил рассматривать процесс индивидуального развития как процесс постепенного извлечения информации из окружающей среды.

3. Свойства живых организмов

Химический состав. Живые существа состоят из тех же химических элементов, что и неживые, но в организмах есть молекулы веществ, характерных только для живого (белки, липиды, нуклеиновые кислоты).

Дискретность и целостность – любая биологическая система (клетка, организм, вид и т.п.) состоит из отдельных частей, т.е. дискретна. Взаимодействие этих частей образует целостную систему (в состав организма входят отдельные органы, связанные структурно и функционально в единое целое).

Структурная организация – живые системы способны создавать порядок из хаотичного движения молекул, образуя определенные структуры. Для живого характерна упорядоченность в пространстве и времени. Это комплекс сложных саморегулирующихся процессов обмена веществ, протекающих в строго определенном порядке, направленном на поддержание постоянства внутренней среды – гомеостаза.

3. Свойства живых организмов

Обмен веществ и энергии (метаболизм) – совокупность процессов синтеза и распада, идущих в клетке с участием энергии.

– **ассимиляция** – процесс синтеза органического вещества с поглощением энергии.

– **диссимиляция** – процесс распада вещества с выделением энергии.

Ассимиляция и диссимиляция вместе составляют метаболизм или обмен веществ и энергии.

3. Свойства живых организмов

Самовоспроизведение. Самообновление. Время существования любой биологической системы ограничено. Для поддержания жизни происходит процесс самовоспроизведения, связанный с образованием новых молекул и структур, несущих генетическую информацию, находящихся в молекулах ДНК.

Рост – увеличение размеров тела.

Развитие у организмов может быть индивидуальным – онтогенез, и историческое развитие – **филогенез**.

Раздражимость и движение – все живое избирательно реагирует на внешние воздействия специфическими реакциями благодаря свойству раздражимости. Организмы отвечают на воздействие движением. Проявление формы движения зависит от структуры организма.

3. Свойства живых организмов

Наследственность – свойство живых организмов сохранять и передавать основные признаки из поколения в поколение.

Изменчивость – свойство живых организмов приобретать признаки отличия.

Биологическая целесообразность – свойство, позволяющее организму приспособиться к изменяющимся условиям окружающей среды.

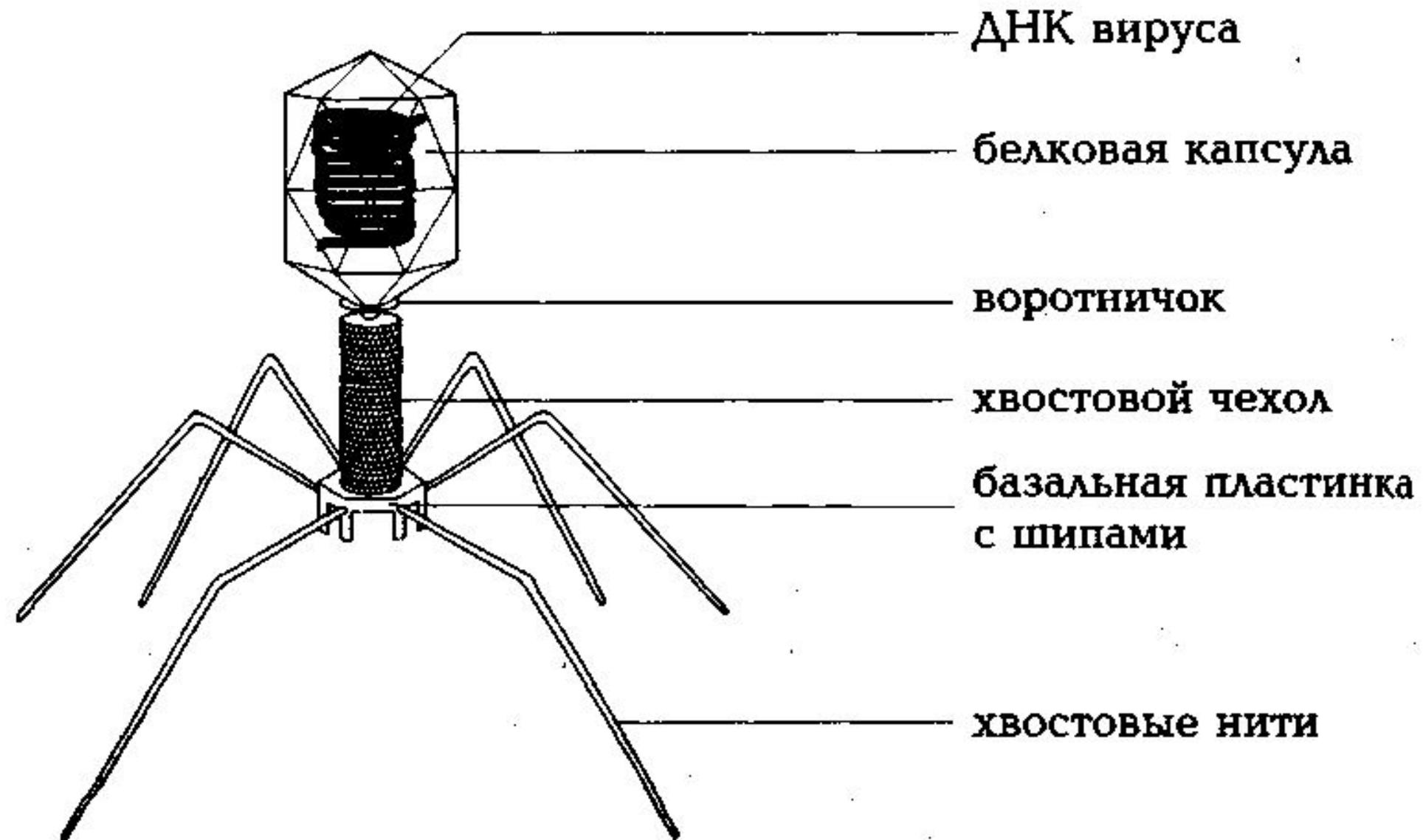
4. Уровни организации живых организмов

1. Молекулярно-генетический уровень.

На этом уровне находятся неклеточные формы жизни – вирусы.

Вирусы открыты Ивановским в 1892 году.

В состав вируса входит нуклеиновая кислота (ДНК или РНК) и белковая оболочка. Размножаться вирусы способны только в клетках других организмов.



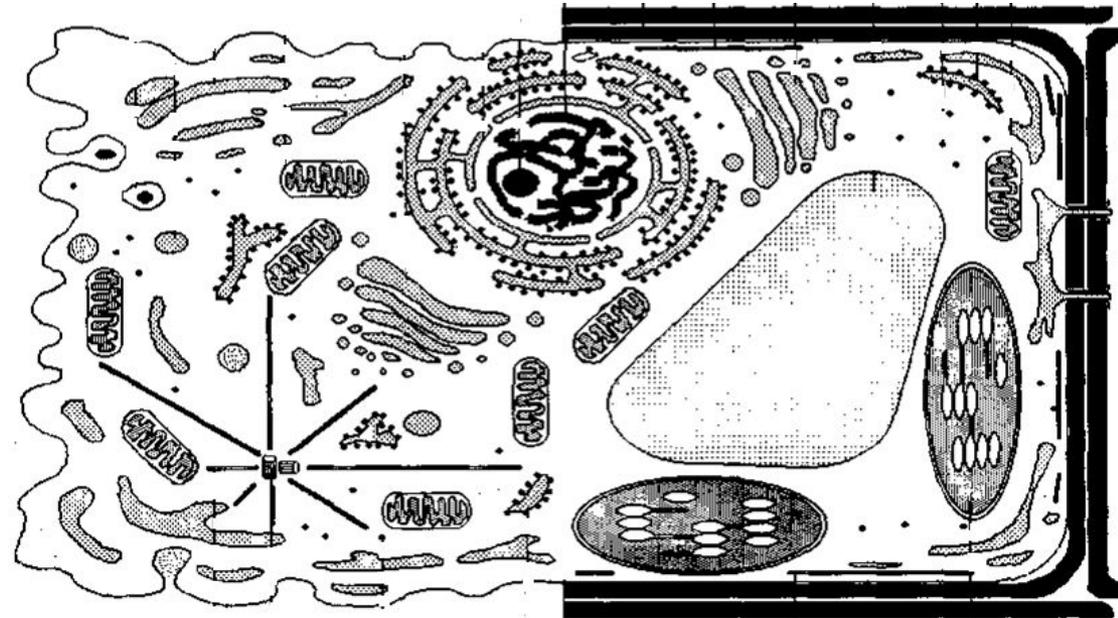
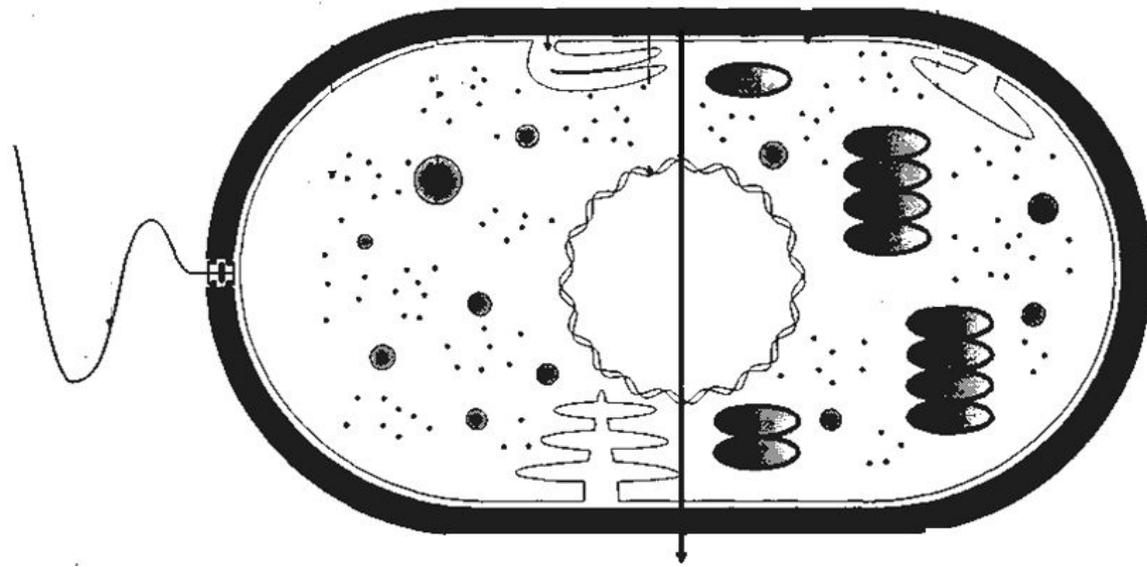
2. Клеточный уровень.

Клетка — это элементарная структурная единица живых организмов.



На клеточном уровне находятся такие живые существа как простейшие (например, амеба).

Строение клеток прокариот



Комбинированная схема животной и растительной клетки

А

Б

3. Тканевой уровень.

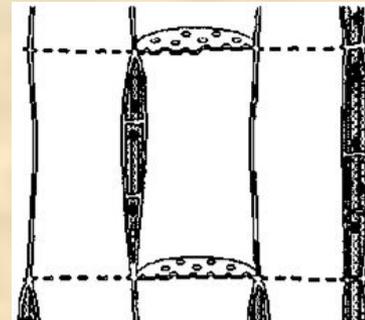
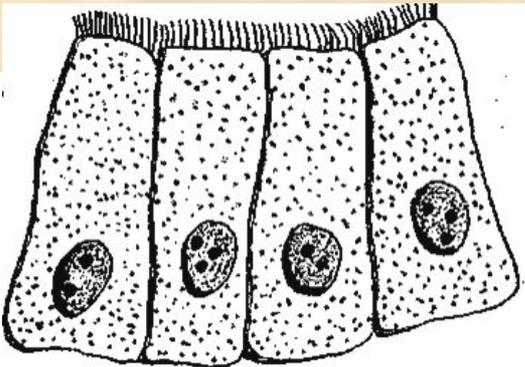
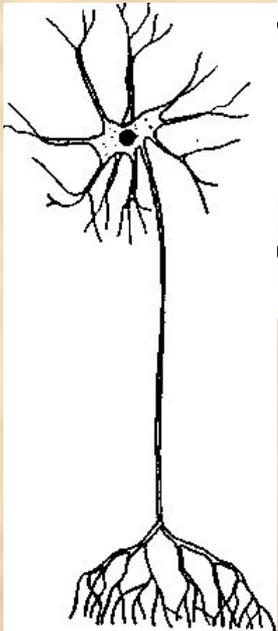
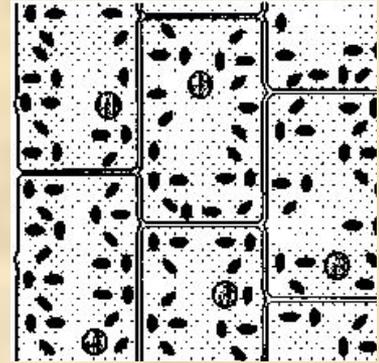
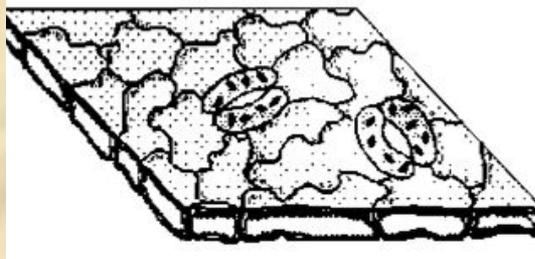
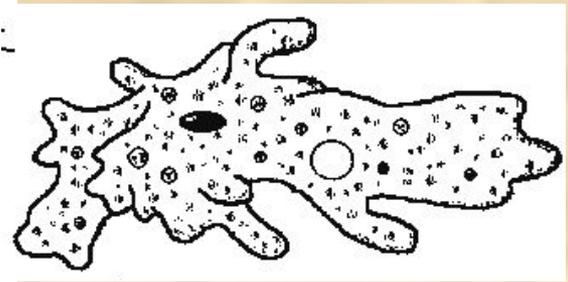
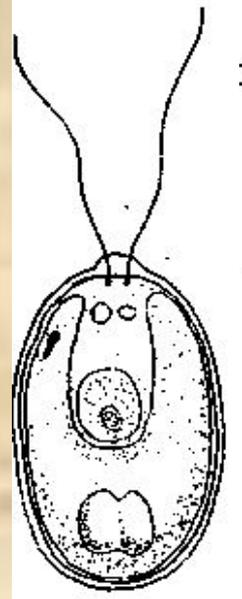
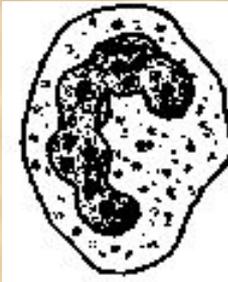
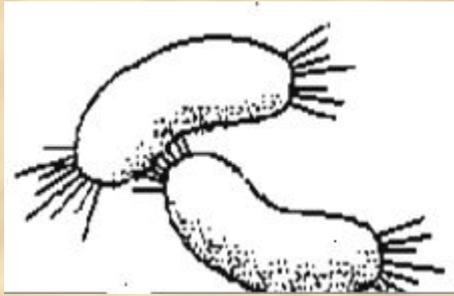
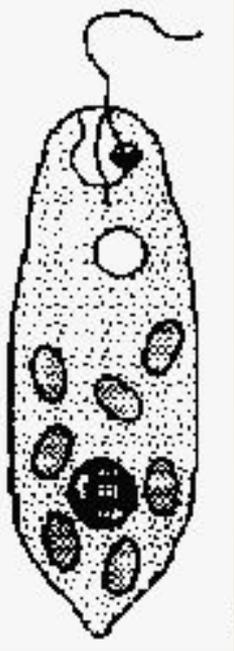
Ткань – совокупность клеток, специализированных по строению, функциям, происхождению. На этом уровне находятся самые примитивные по строению многоклеточные организмы, такие как кишечнополостные (например, гидра).

4. Органный уровень.

Орган – совокупность нескольких тканей, выполняющих одну общую функцию.

5. Организменный уровень.

Этот уровень характерен для многоклеточных организмов, у которых органы объединяются в системы органов и выполняют одну функцию. Например, пищеварительная система состоит из множества органов, таких как пищевод, желудок, кишечник и т.д.



Формы клеток одноклеточных и многоклеточных организмов.

6. Популяционно-видовой уровень.

Популяция – совокупность особей одного вида, занимающих определенный ареал (территорию). Внутри популяции постоянно накапливаются признаки отличия, и популяция может дать начало новому виду. На этом уровне осуществляются простейшие эволюционные преобразования.

7. Биogeоценотический уровень.

Биogeоценоз – совокупность особей разных видов и различной сложности организации со всеми факторами среды их обитания. Например, биogeоценозом может быть водоем реки Свияги, парк Победы, широколиственный лес и т.д.

8. Биосферный уровень.

Биосфера – область распространения живых существ на Земле. Биосфера – это система высшего порядка, охватывающая все явления жизни на планете. На этом уровне происходит круговорот веществ, превращение энергии, связанной с жизнедеятельностью всех живых организмов, обитающих на Земле.

Современные методы исследований в биологии

1. Биосферный уровень

- Фото- и видеосъемка из космоса.
- Мониторинг качества среды в пространстве и времени.
- Моделирование.



July - September, 1989

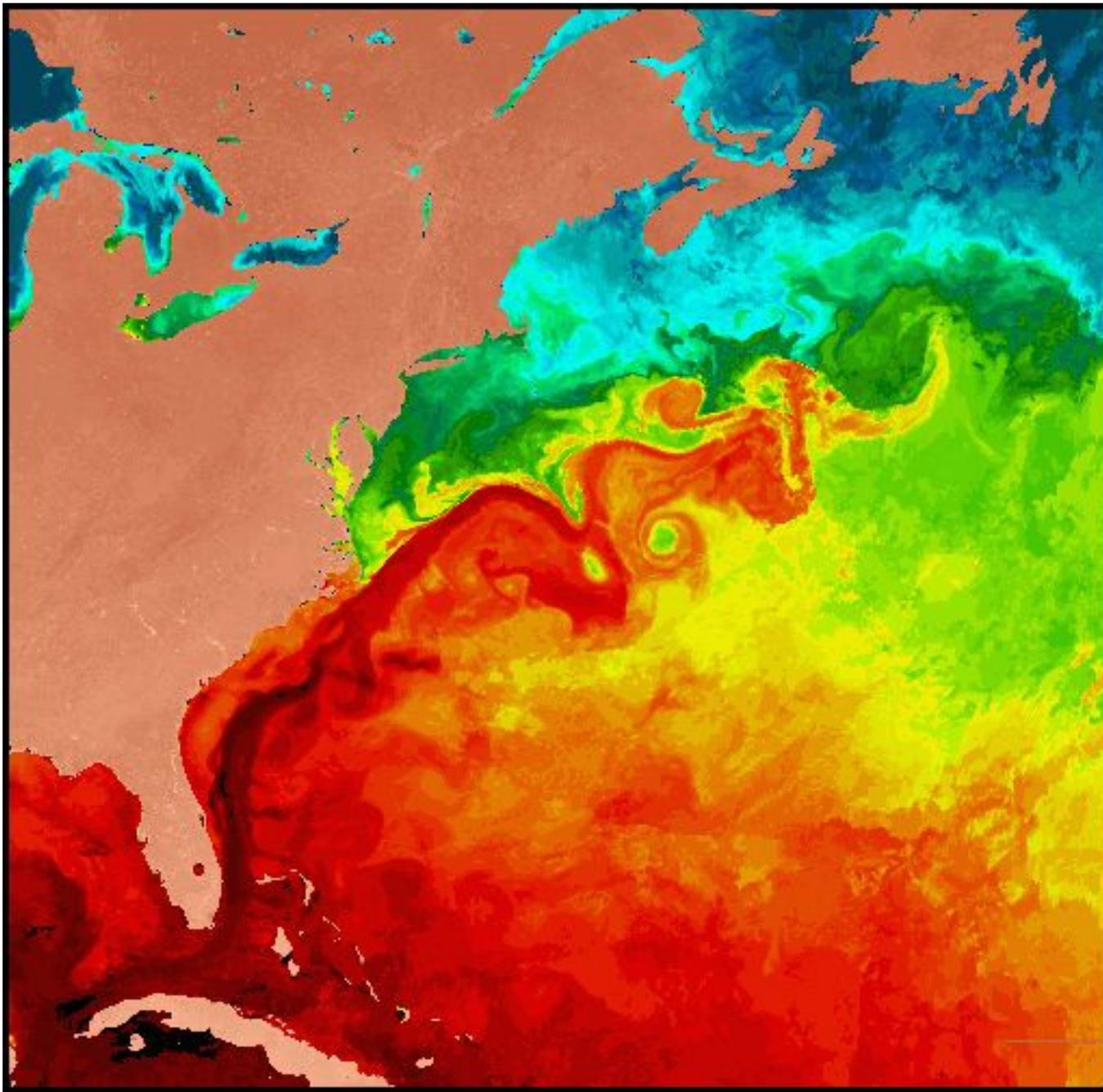


August 12, 2003

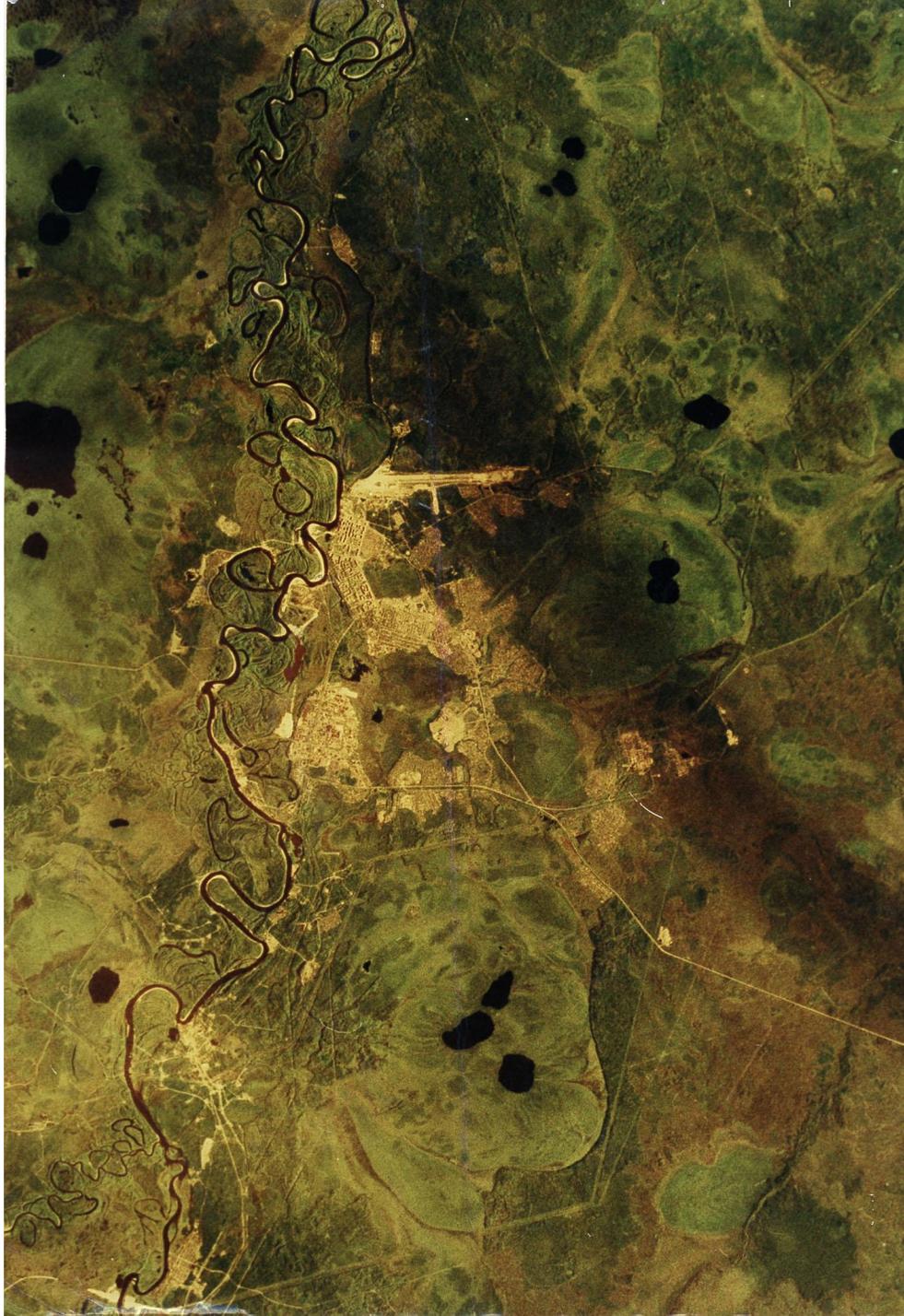
Очертани
я
Аралског
о моря
(фотосъе
мка из
космоса)
[earthobservatory.na
sa.gov](http://earthobservatory.nasa.gov)



Аральско
е
море
в 2006 г.



Теплые
потоки
Гольфстрим
а у
побережья
Северной
Америки



Город Урай,
ХМАО

2. Биогеоценотический уровень

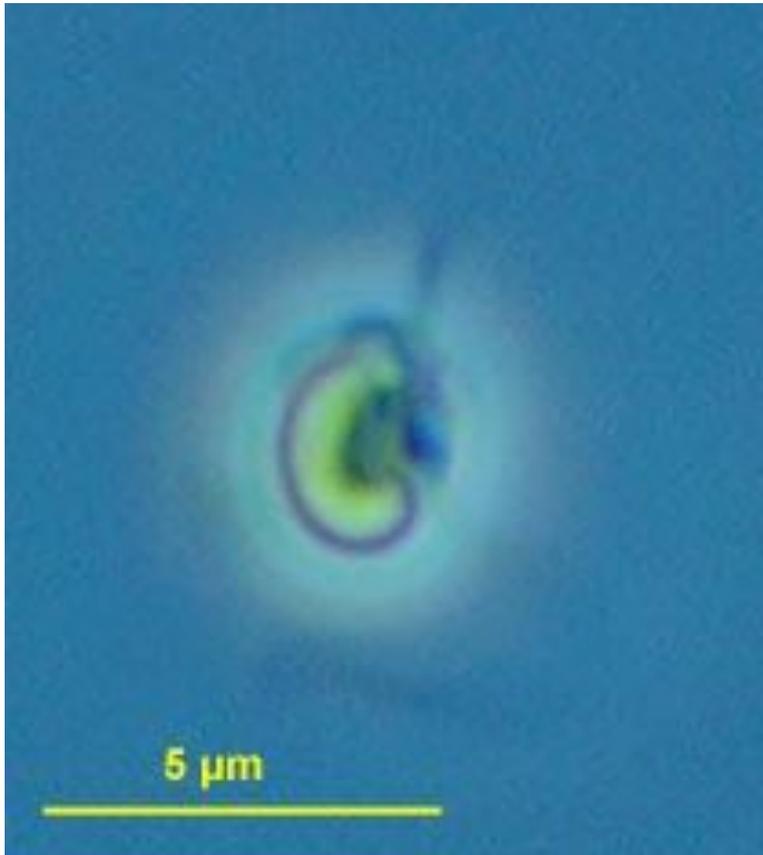
- Инвентаризация живых и неживых компонентов и их взаимодействия.
- Мониторинг состояния биогеноценозов в количественных показателях.
- Моделирование.

Секвенирование природных проб

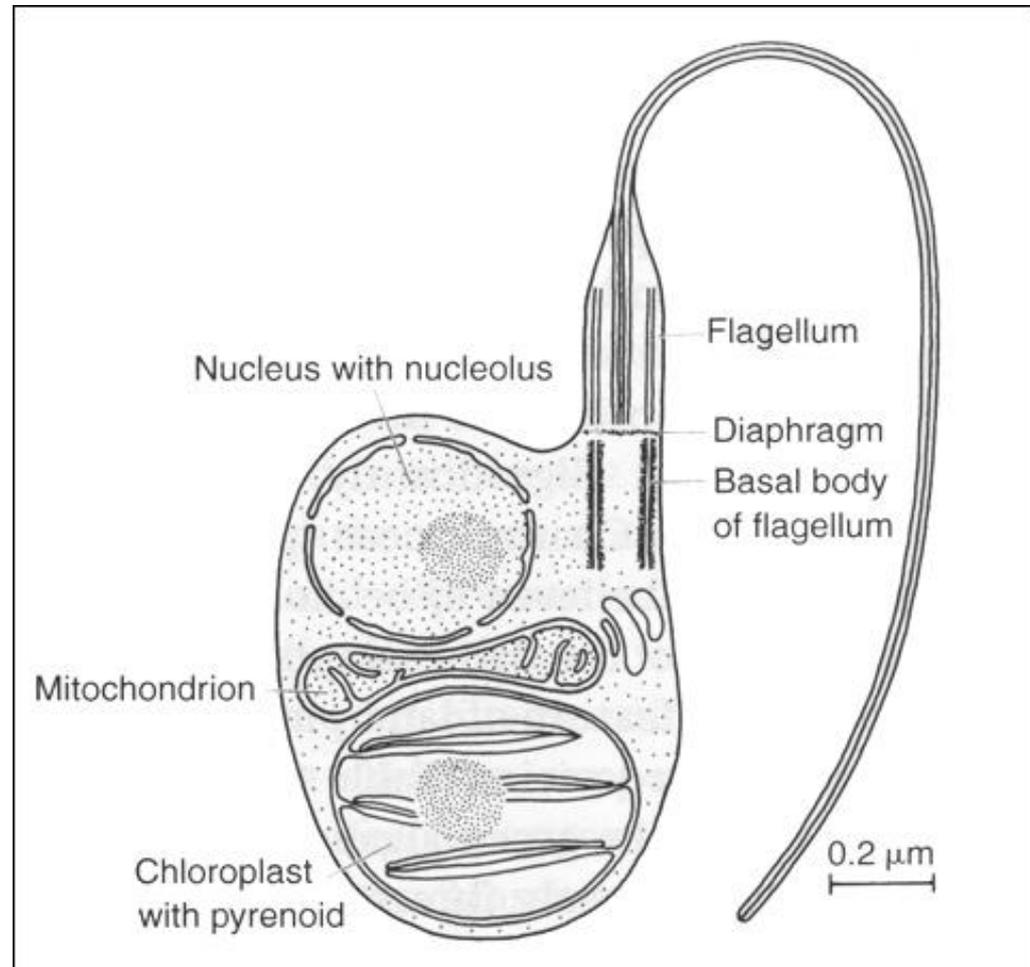
- открыты многочисленные новые эукариоты размером 2 – 20 мкм;
- они позволили заполнить многие пробелы в филогенетическом древе эукариот;
- большинство из найденных в пробах «пикопротистов» или «пикоэукариот» пока безымянны;
- для многих пикопротистов известен геном, но не установлен внешний вид.

Пикопротисты из группы водорослей

Bolidomonas pacifica



Micromonas pusilla



3. Популяционно-видовой уровень

- Изучение количественных показателей популяций (динамика численности, направление и скорость распространения, пределы адаптаций и др.).
- Систематика и кладистика.
- Генетические исследования.
- Этологические исследования.
- Моделирование.

Методы изучения поведения

- Наблюдение в природе.
- Депривационный эксперимент.
- Метод условных рефлексов.
- Метод проблемных ящиков.
- Метод лабиринтов.
- Метод обходного пути.
- Метод отсроченных реакций.
- Метод "выбор по образцу".
- Обучение языкам-посредникам.
- Генетические исследования поведения.

Фразы Уошо (на амслене)

- дай - сладкий;
- подойди - открой;
- Уошо - пить - скорее;
- я - дам - тебе;
- конфета - питье (арбуз);
- вода-птица (лебедь);
- жалеть - собака (о заболевшем щенке);
- грязный Джек (как ругательство).

"Экзамен" Кензи

(более 600 вопросов - инструкций)

- положи булку в микроволновку;
- достань сок из холодильника;
- дай черепахе картошки;
- выйди на улицу и найди там морковку;
- вынеси морковь на улицу;
- если не хочешь яблоко, то положи его обратно;
- налей кока-колы в лимонад;
- налей лимонад в кока-колу;
- выдави зубную пасту на гамбургер;
- найди собачку (игрушку) и сделай ей укол;
- пусть змея (игрушка) укусит Линду;
- набери сосновых иголок в рюкзак.

Обучение дельфинов

(язык - жестовые сигналы экспериментатора
или звуки, генерируемые компьютером)

- дотронься хвостом до иллюминатора;
- набери воды и облей Алекса;
- надень кольцо на палку справа;
- просунь палку в кольцо;
- положи мяч внутрь корзины;
- положи мяч под корзину;
- положи мяч слева вдали от корзины.

4. Организменный уровень

- Изучение анатомии и физиологии организмов.
- Серологические исследования.
- Изучение стволовых клеток.
- Изучение поведения и психики.
- Исследование медицинских и ветеринарных аспектов (болезни, аномалии развития и др.).
- Близнецовый метод.

5. Клеточный уровень

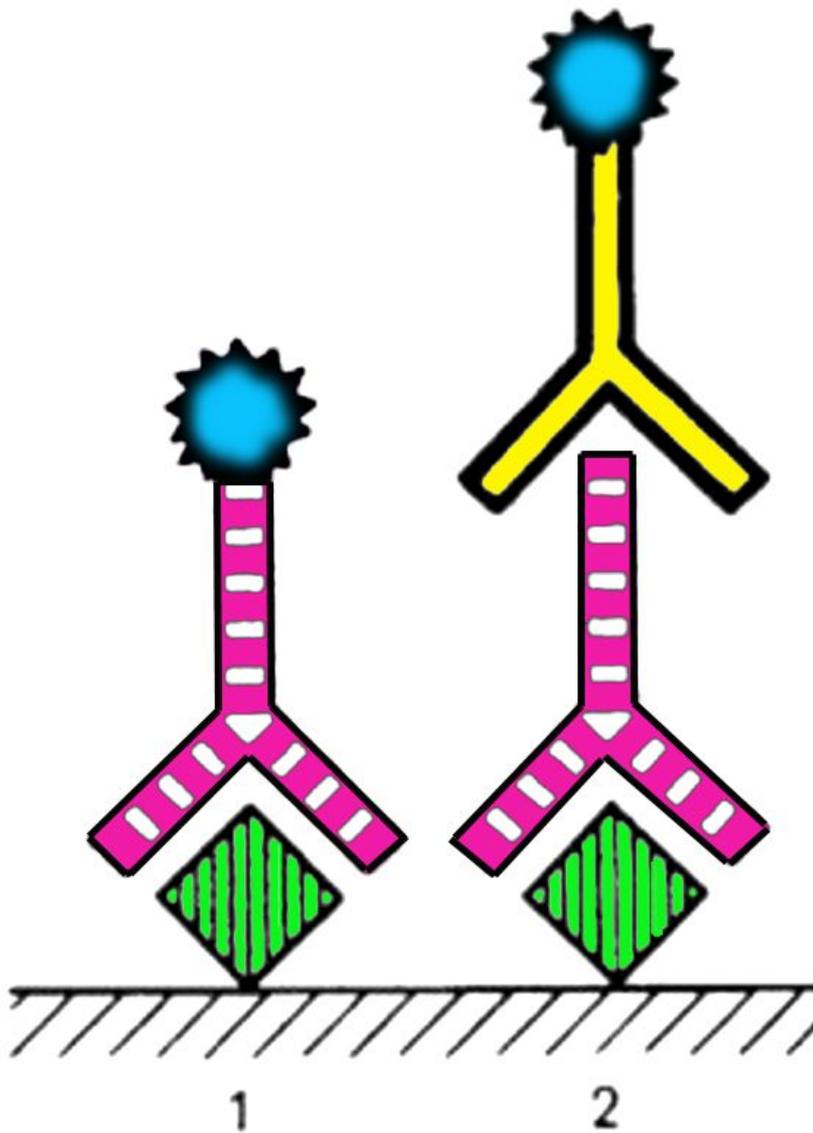
- Светооптическая микроскопия.
- Иммунофлуоресцентный анализ.
- Электронная микроскопия.
- Биохимические исследования.
- Пересадка ДНК и органелл.
- Выращивание клеток *in vitro*.

Метод прямой или одноступенчатой иммунофлуоресценции (ПИФ)

Метод иммунофлуоресценции впервые был предложен Альбертом Кунсом в 1942 году.

Для ранней диагностики инфекционных заболеваний животных начал использовать П.И. Притулин в 1955 году.

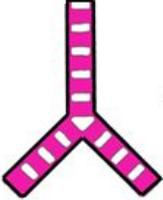
В настоящее время это один из основных методов диагностики вирусных, бактериальных, грибковых и протозойных болезней человека, а также некоторых генетических аномалий.

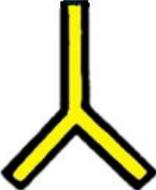


1 - прямой метод
иммунофлуоресценции

2 - непрямой метод
иммунофлуоресценции

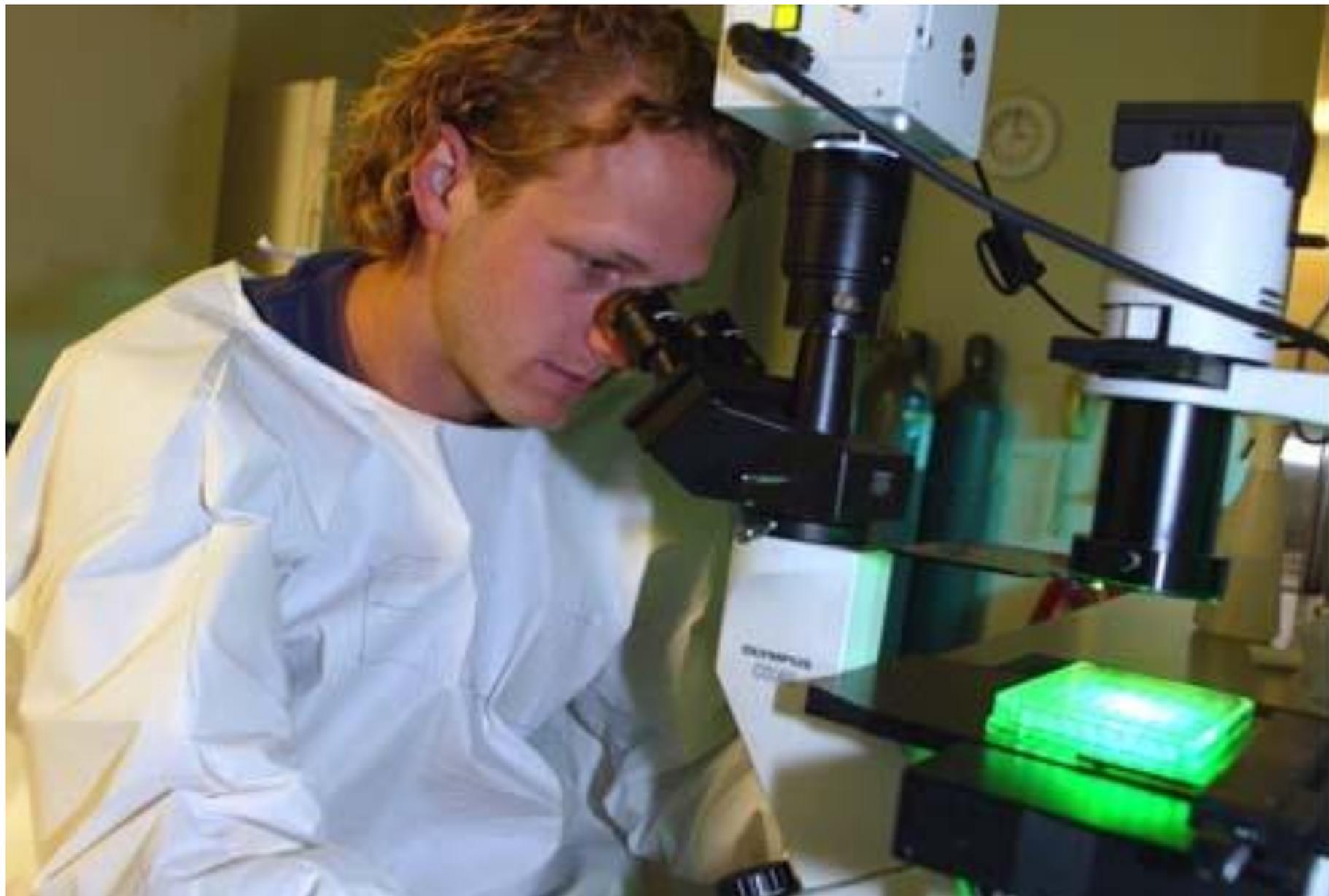
 - флуоресцирующий
маркер

 - антитело (1 ступень)

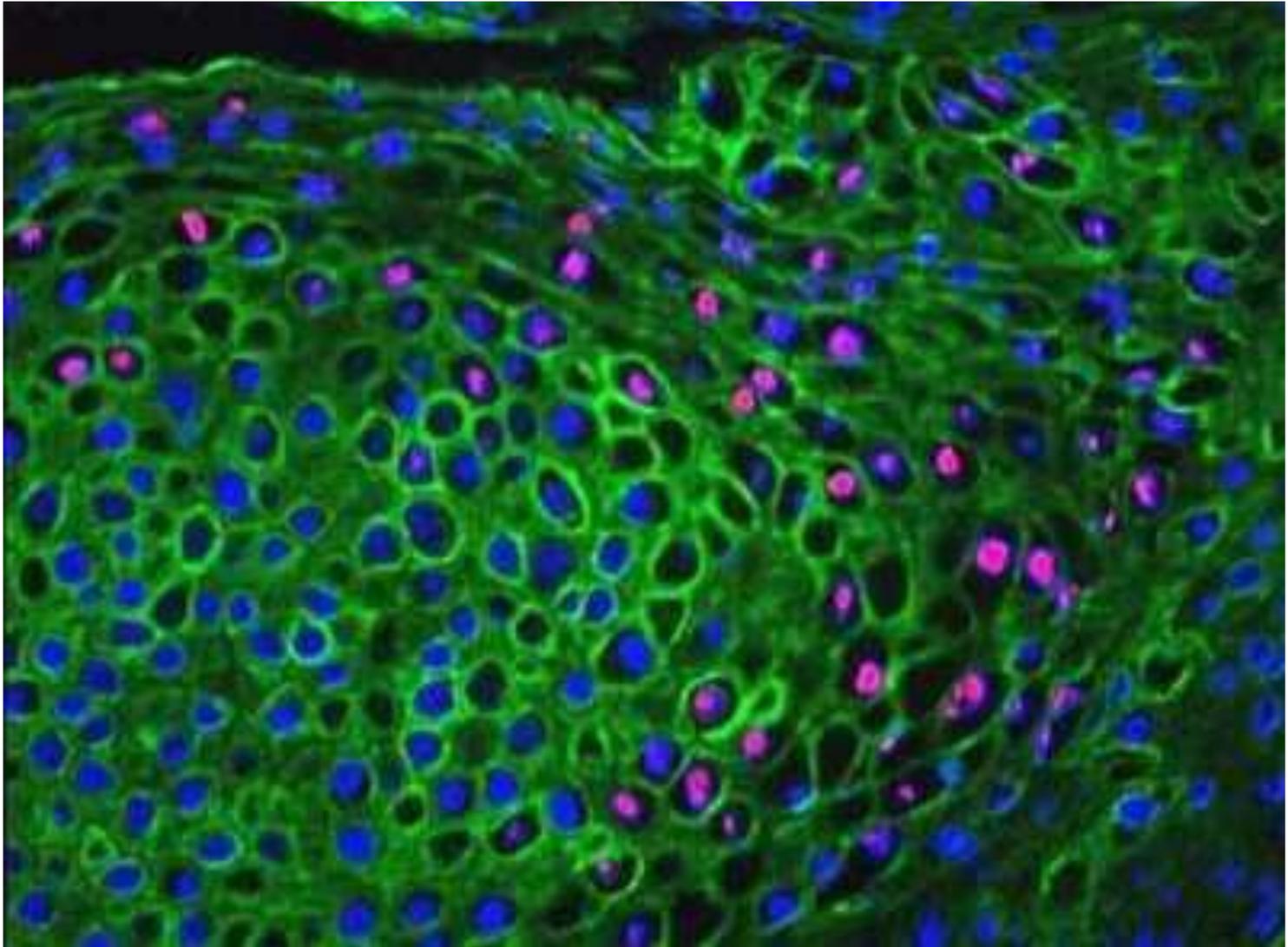
 - антитело (2 ступень)

 - исследуемый
объект (вирус,
хламидия, грибок,
раковая клетка и т.д.)

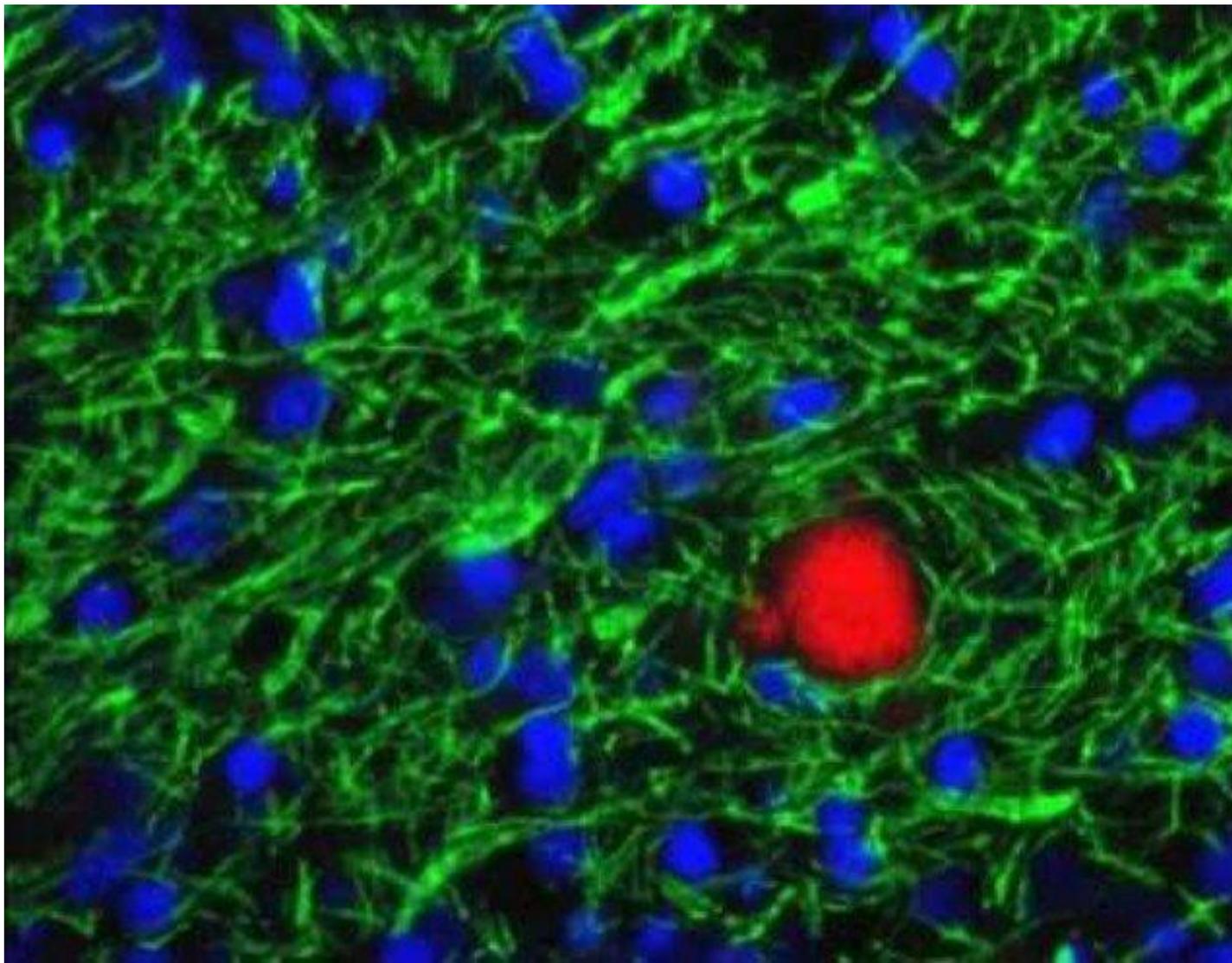
Работа на люминесцентном микроскопе



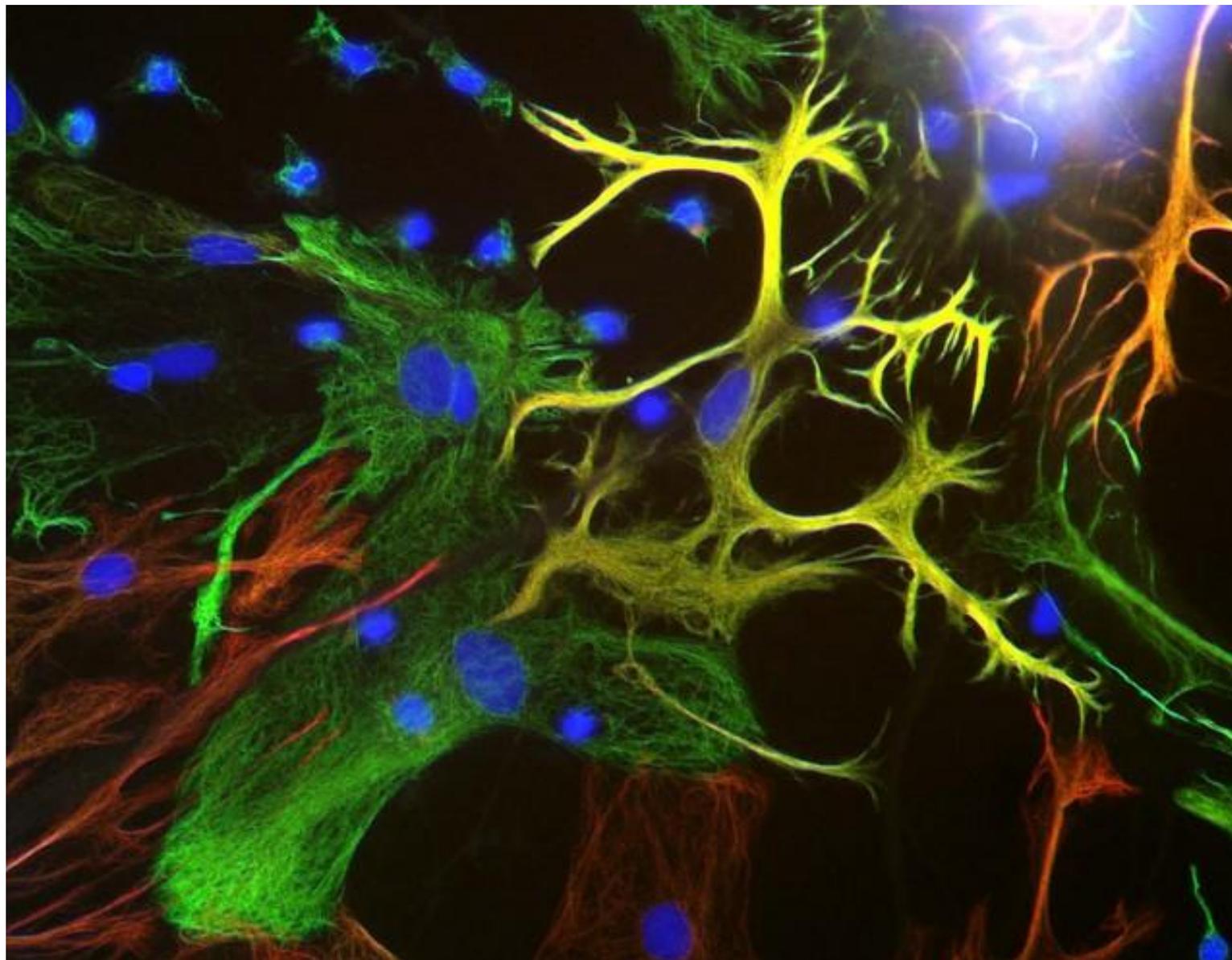
Срез эпидермиса человека. В зеленый цвет окрашены клетки кожи, в синий - ядра здоровых клеток, в розовый - ядра клеток, пораженных вирусом папилломы.



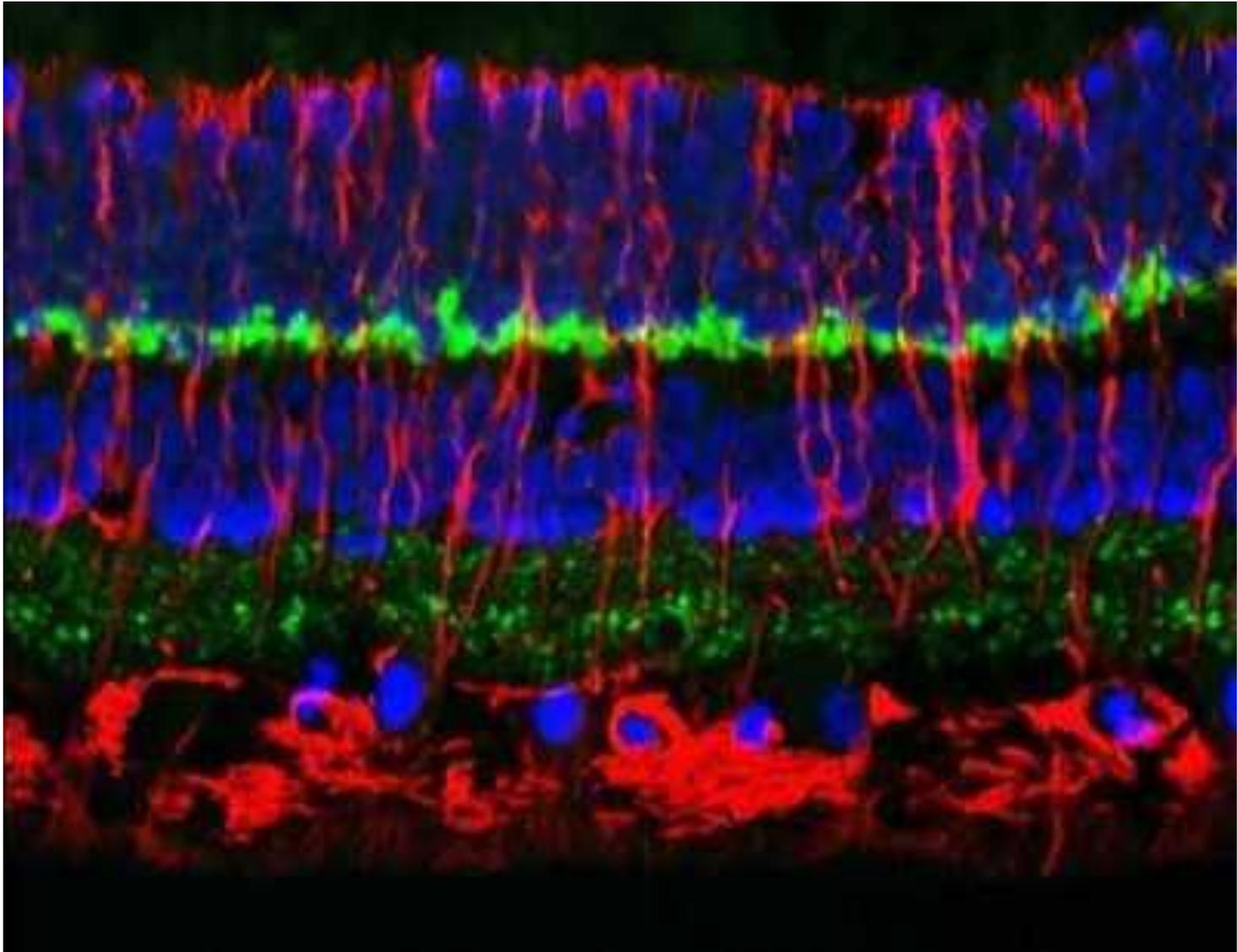
Срез ткани головного мозга млекопитающего. В зеленый цвет окрашены нервные волокна, в синий - ядра нейронов, в красный - прионовый белок.



Клетки коры головного мозга крысы, обработанные несколькими разными антителами



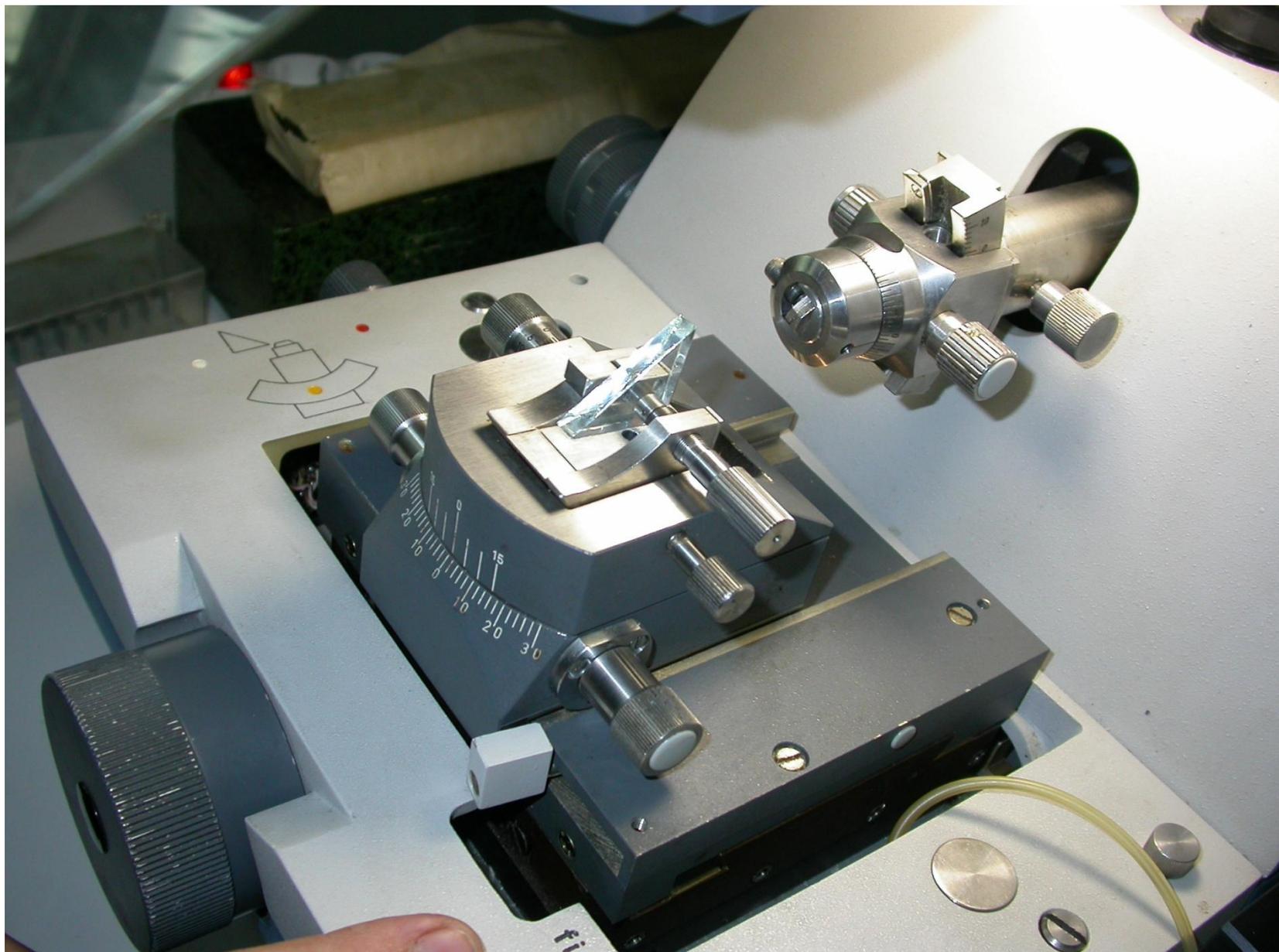
Срез сетчатки глаза человека, обработанный
несколькими разными антителами
(www.immunoportals.com)



Электронная микроскопия

- Просвечивающий или трансмиссионный электронный микроскоп (ТЭМ)
- Сканирующий электронный микроскоп (СЭМ)

Приготовление срезов на ультрамикротоме



"Окраска" срезов солями урана и свинца



Установка препаратов в "держателе"



Работа на электронном микроскопе



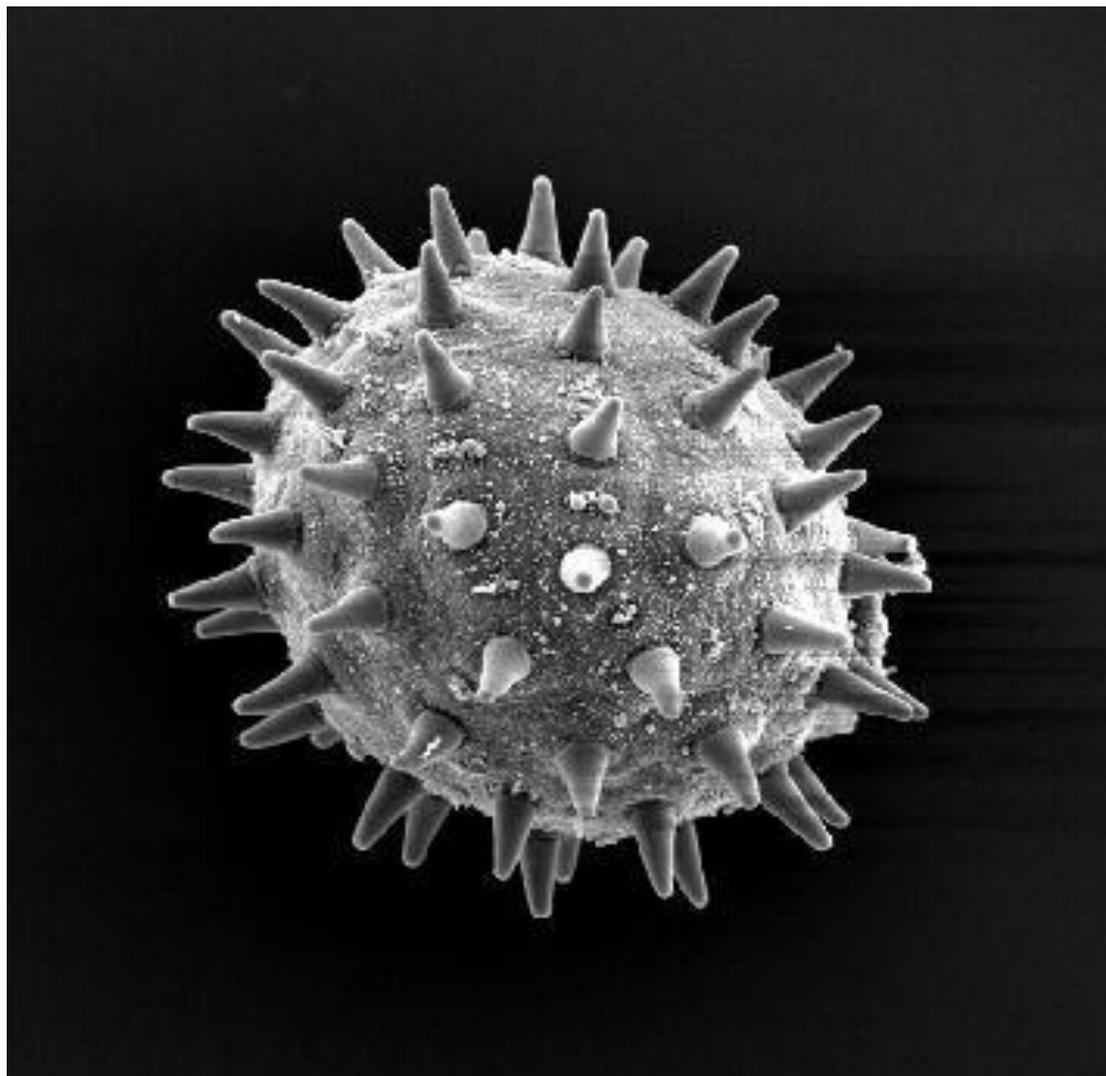
Пример микрофотографии ТЭМ (срез клетки инфузории)



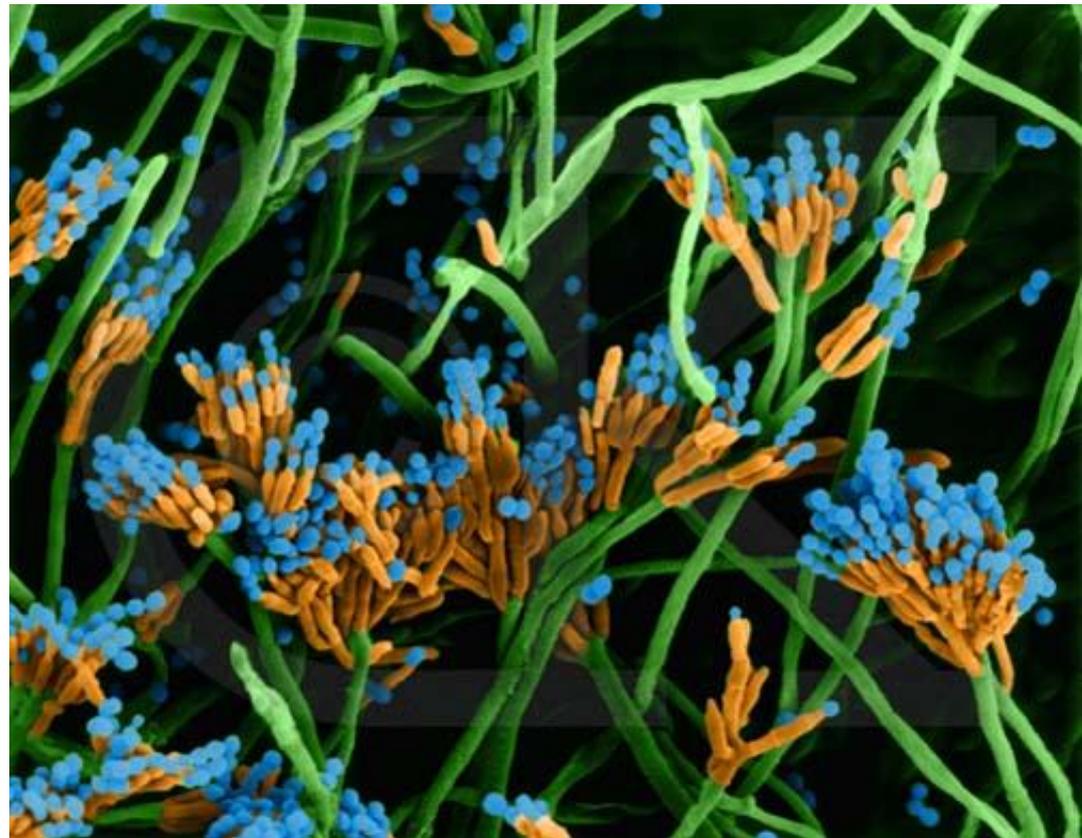
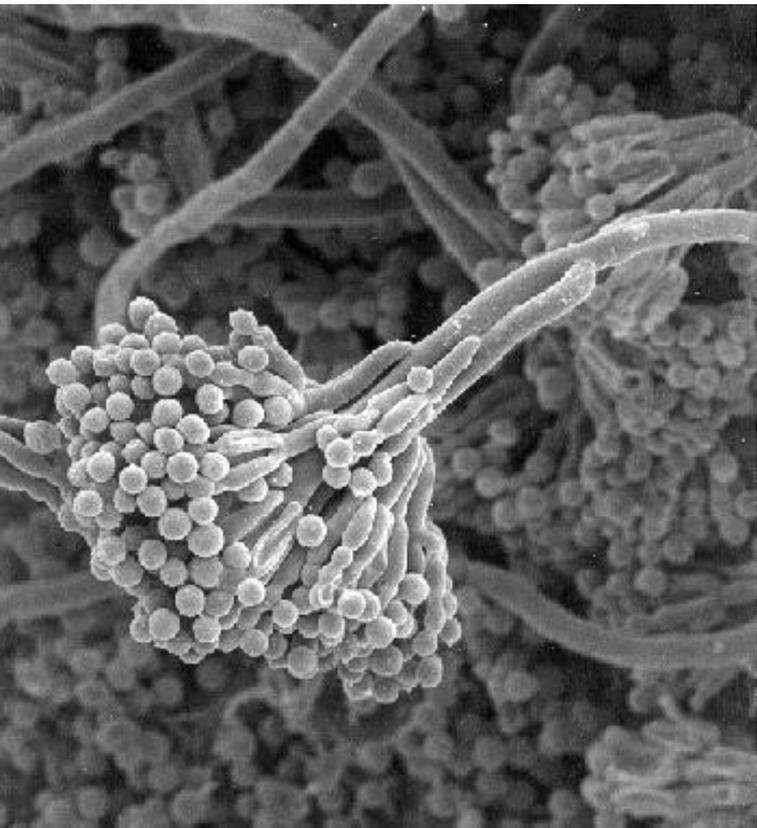
Примеры микрофотографий СЭМ: Головной отдел термита



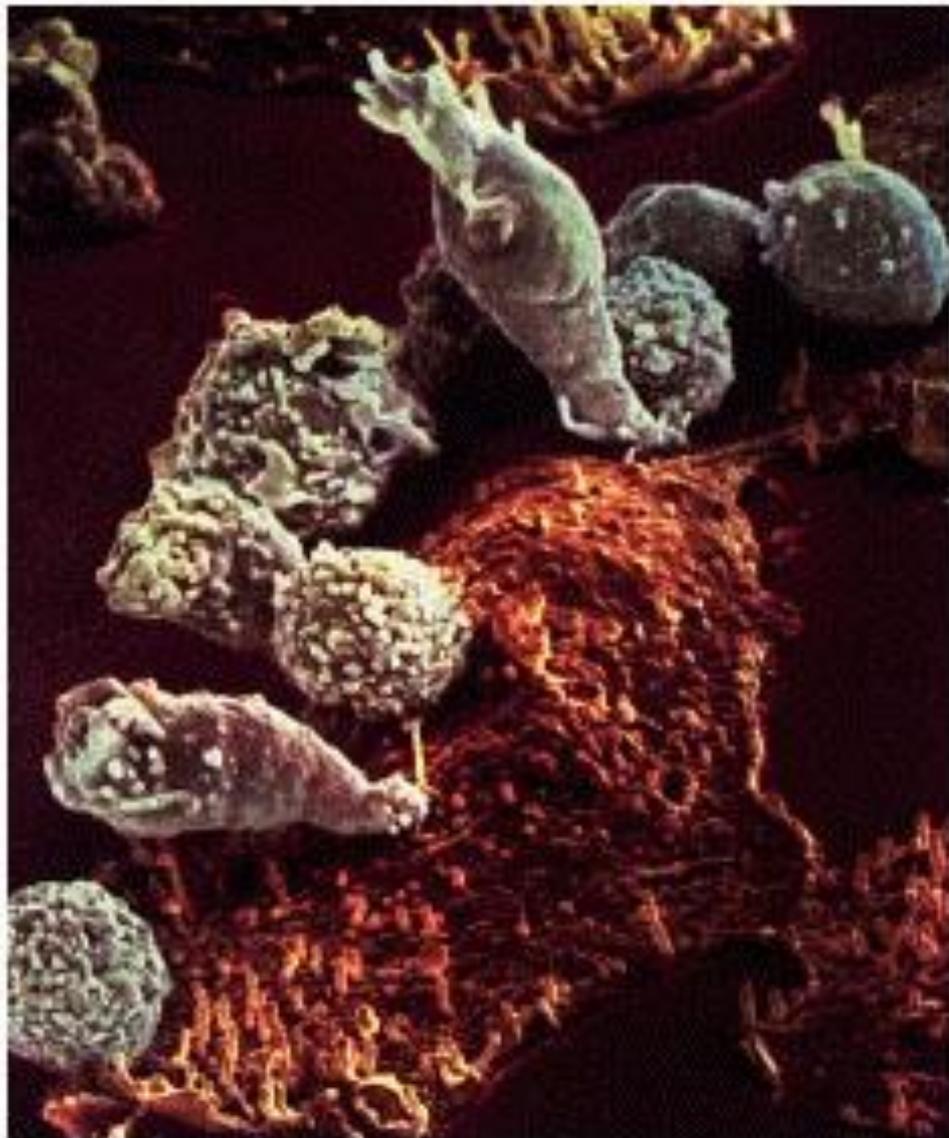
Пыльцевое зерно гибискуса



Пеницилл (фотография справа обработана в графическом редакторе Adobe Photoshop, гифы окрашены в зеленый цвет, спорангии – в оранжевый, споры – в голубой)



T-лимфоциты атакуют раковую клетку



6. Молекулярный уровень

- Рентгеноструктурный анализ молекул.
- Генная инженерия.
- Раскрытие механизмов работы «молекулярных моторов».

Химический метод анализа ДНК

Метод химической деградации
(А. Максам, У. Гилберт, 1977).

- *Матрица* - фрагмент ДНК.
- *Процесс* - химическая модификация пуриновых и пиримидиновых оснований, гидролиз.
- *Реагенты* - диметилсульфат, пиперидин, гидразин, радиоактивные концевые маркеры.
- *Продукт* разделяют при помощи электрофореза в геле и определяют полную структуру фрагмента ДНК.

Ферментативные методы анализа ДНК

Метод прямого секвенирования ДНК

(Ф. Сэнджер, Д. Коулсон, 1975 г.);

Метод терминирующих аналогов трифосфатов

(Ф. Сэнджер, 1977).

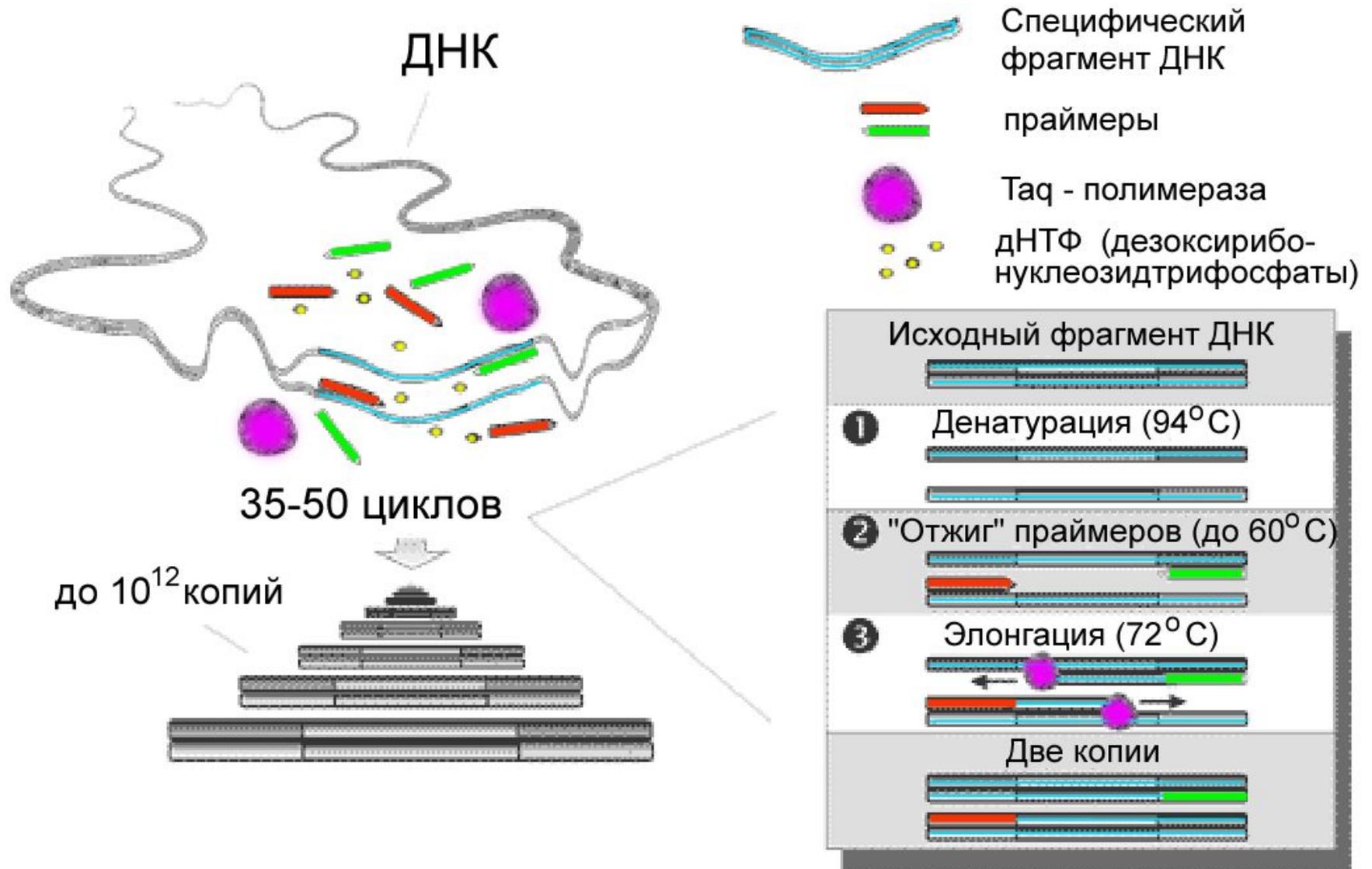
- *Матрица* - одноцепочечный фрагмент ДНК.
- *Процесс* - клонирование (амплификация) участка ДНК.
- *Праймер ("затравка")* - синтетический олигонуклеотид или природный субфрагмент.
- *Фермент синтеза ДНК* - изотермическая ДНК полимераза из *E.coli* (с добавлением при каждом цикле).
- *Реагенты* - нуклеотидтрифосфаты, терминаторы транскрипции.
- *Продукт* разделяют при помощи электрофореза в агарозном геле и определяют последовательность исходной ДНК.

Ферментативные методы анализа ДНК

ПЦР - амплификация (К. Муллис, 1983; Нобелевская премия по химии 1993 г).

- *Матрица* - вся ДНК клетки.
- *Процесс* - клонирование (амплификация) участка ДНК.
- *Праймеры прямой и обратный* - два олигонуклеотида, ограничивающих интересующий фрагмент ДНК.
- *Фермент синтеза ДНК* - термостабильная ДНК полимераза (Taq из *Thermus aquaticus* и другие).
- *Реагенты* - дезоксирибонуклеозидтрифосфаты; буфер, содержащий ионы Mg и Mn.
- *Продукт* - изучается различными методами (секвенирование, электрофорез, жидкостная хроматография, масс-спектрометрия и др.)

Принцип полимеразной цепной реакции (ПЦР)

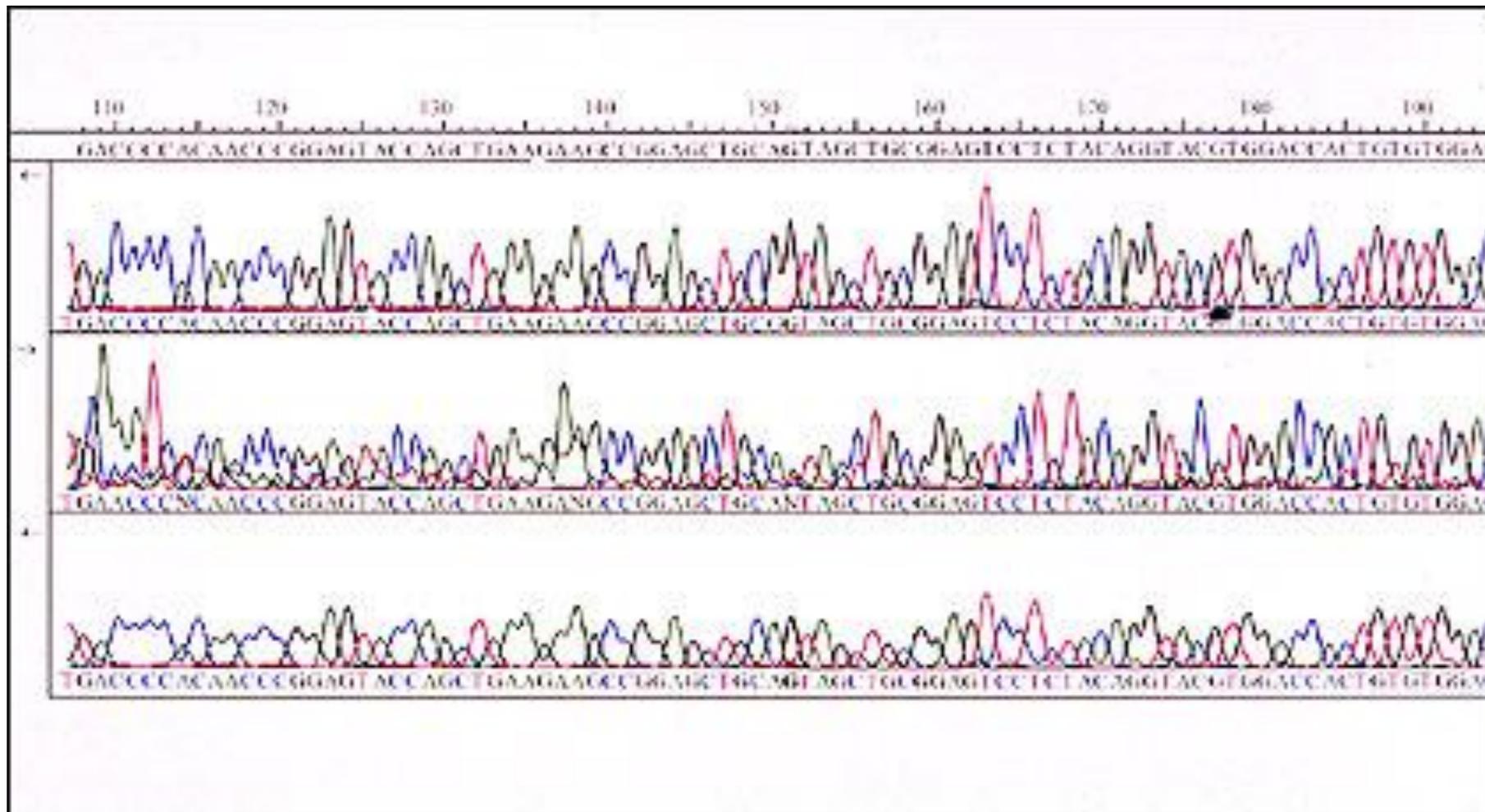


Ферментативные методы анализа ДНК

Автоматическое секвенирование ДНК (промышленные установки).

- *Матрица* - фрагменты ДНК (после ПЦР - амплификации).
- *Процесс* - клонирование (амплификация) ДНК.
- *Праймеры прямые и обратные* - синтетические олигонуклеотиды (из 10-20 мономеров).
- *Фермент синтеза ДНК* - термостабильная ДНК полимераза (Taq из *T.aquaticus* и другие).
- *Реагенты* - красители, терминаторы транскрипции.
- *Источник света* - лазер аргонный, гелий-неоновый, полупроводниковый.
- *Продукт* разделяют в секвенаторе при помощи электрофореза на пластинах или в капиллярах, определяют расположение нуклеотидов детекцией флуоресцирующих красителей и реконструируют полную последовательность исходной ДНК при помощи ЭВМ.

Распечатка результатов работы секвенатора по установлению последовательности ДНК, где каждый «пик» соответствует определенному нуклеотиду. Тимин показан красным цветом, гуанин – черным, аденин зеленым и цитозин – синим.

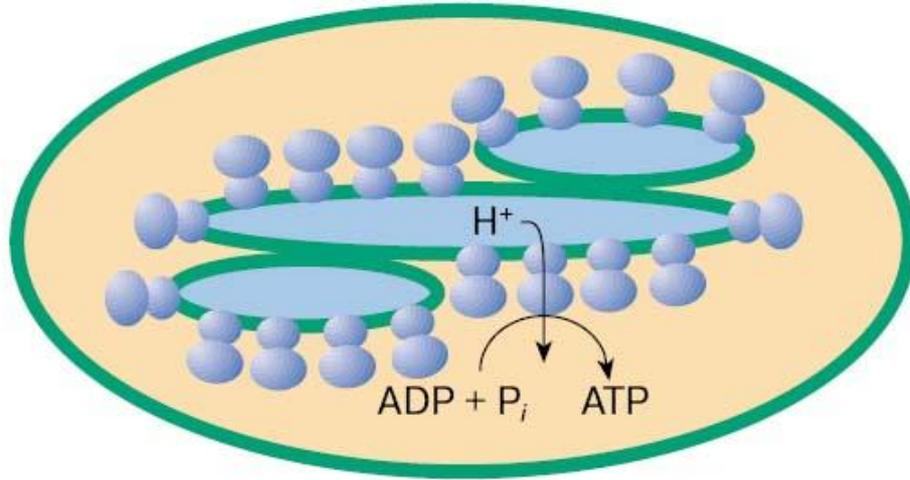


Вращающиеся молекулярные моторы

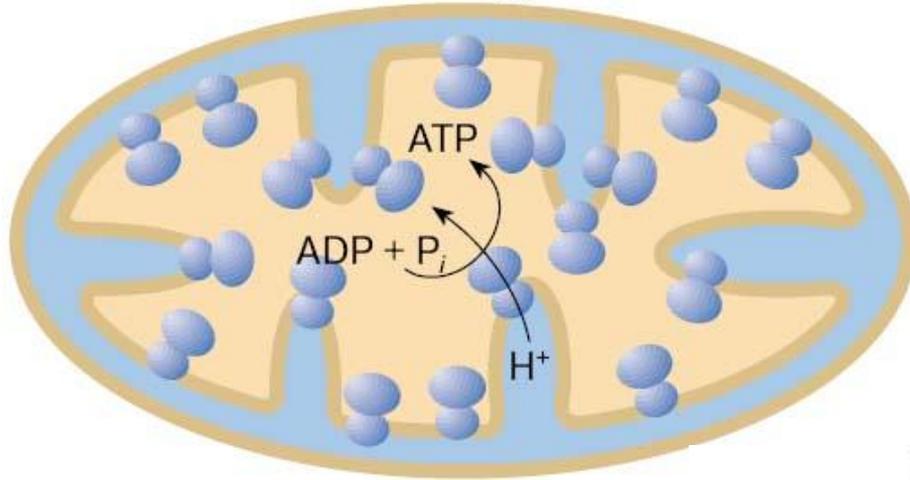
- Джеймс Уокер и Поль Бойер.
Нобелевская премия по химии 1997 г.
- за открытие механизма работы протонной АТФсинтазы (или АТФсинтетазы) – универсального молекулярного мотора в митохондриях, хлоропластах и у бактерий.

На основе рентгеноструктурного анализа пространственного расположения атомов с разрешением 2,8 ангстрем.

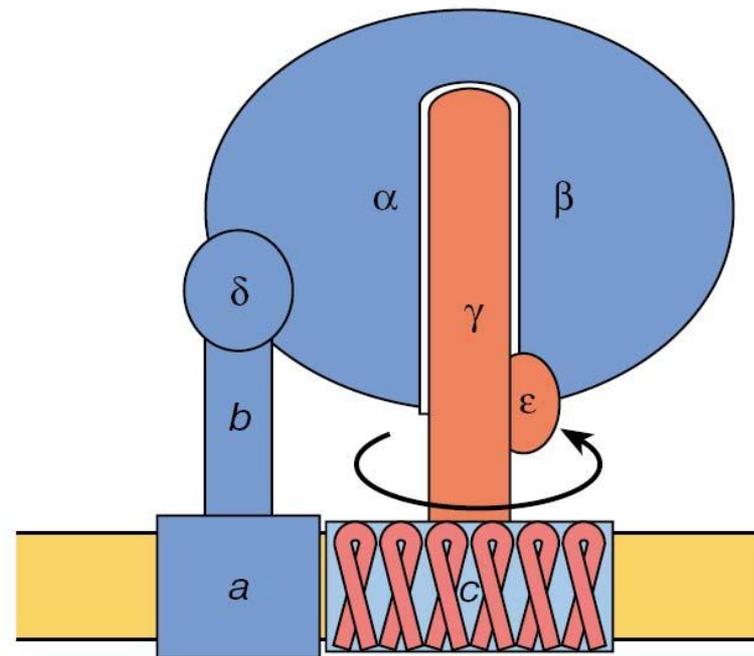
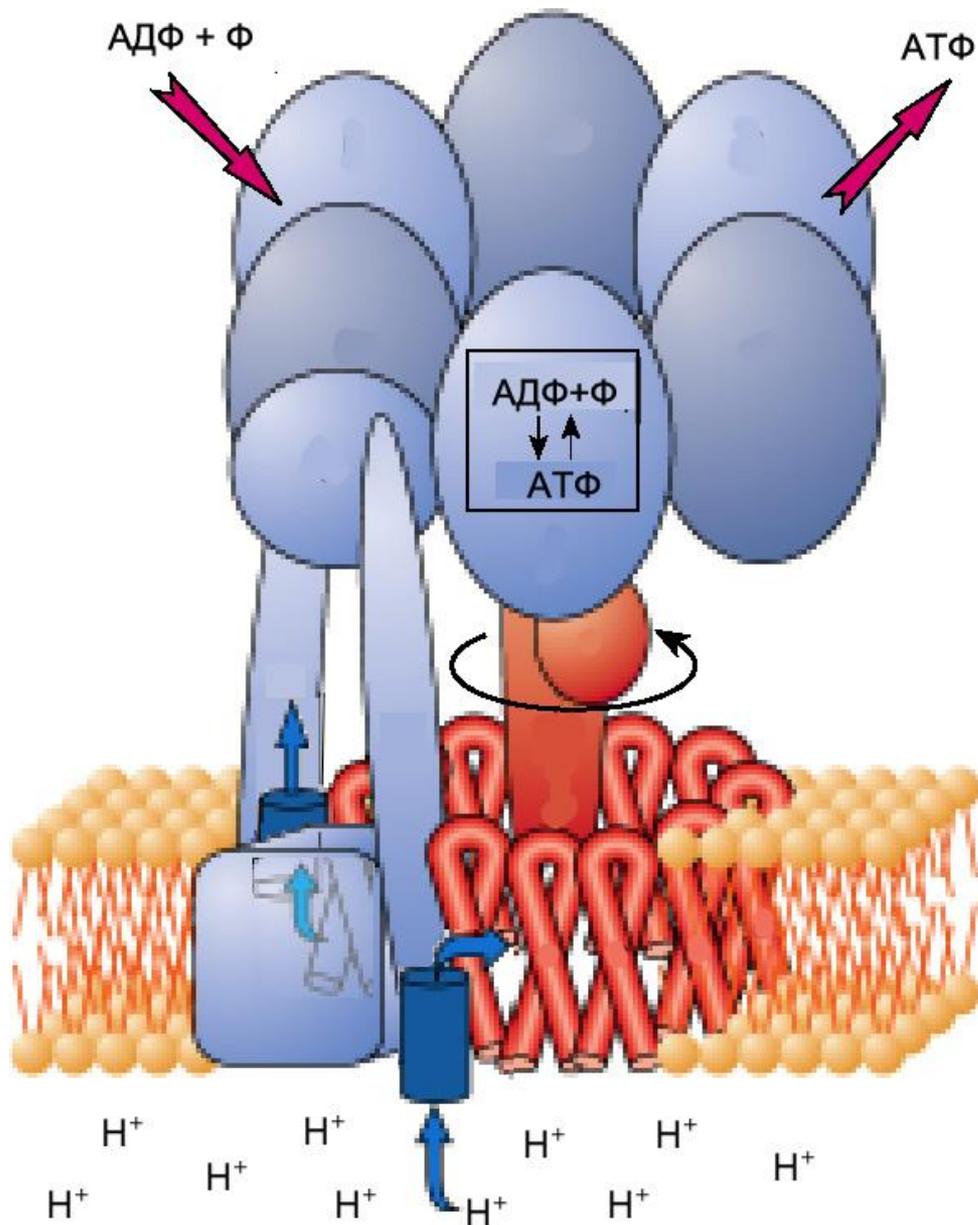
Хлоропласт



Митохондрия

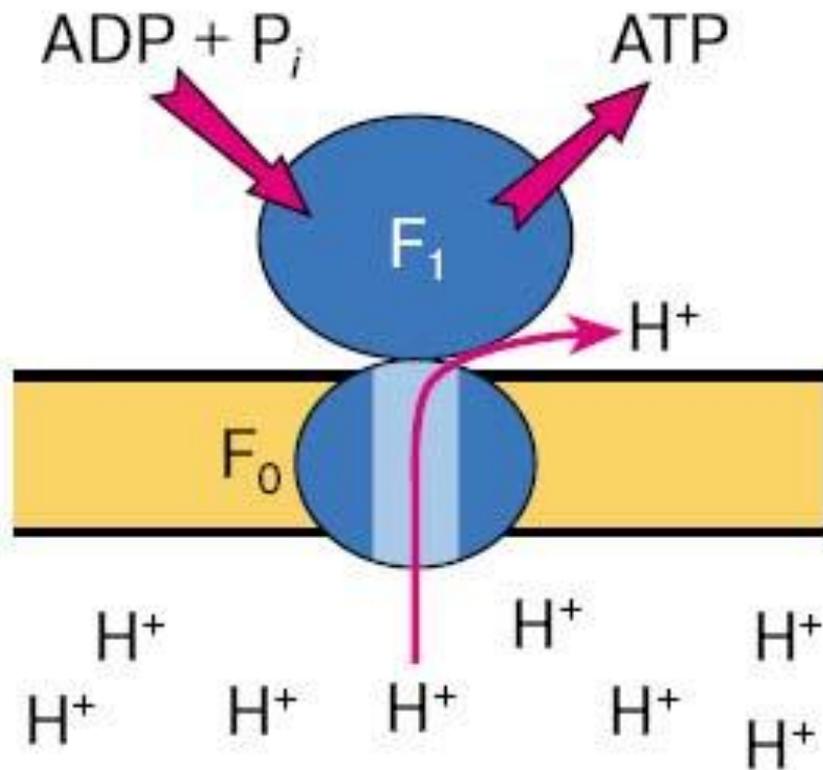


Расположение протонных АТФсинтаз в мембранах хлоропластов и митохондрий. Голубые участки соответствуют областям с повышенным протонным потенциалом (кислотные резервуары), Участки песочного цвета – области с пониженным протонным потенциалом (щелочные резервуары).

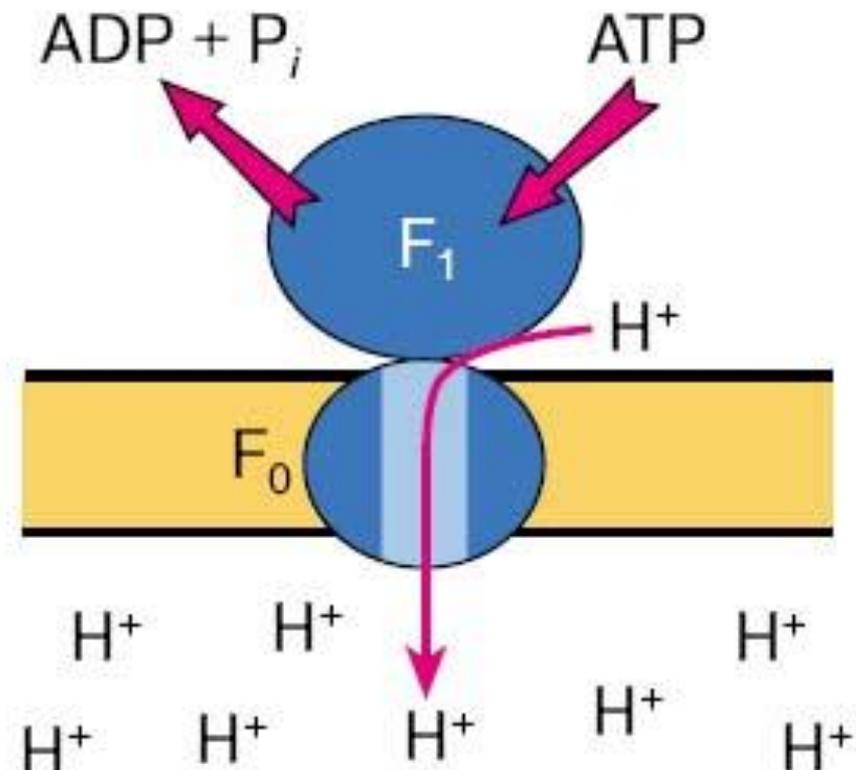


Неподвижная часть
АТФсинтазы – «статор»
(синий) закорен в
мембране.
Подвижная часть - «ротор»
(красный) свободно
вращается.

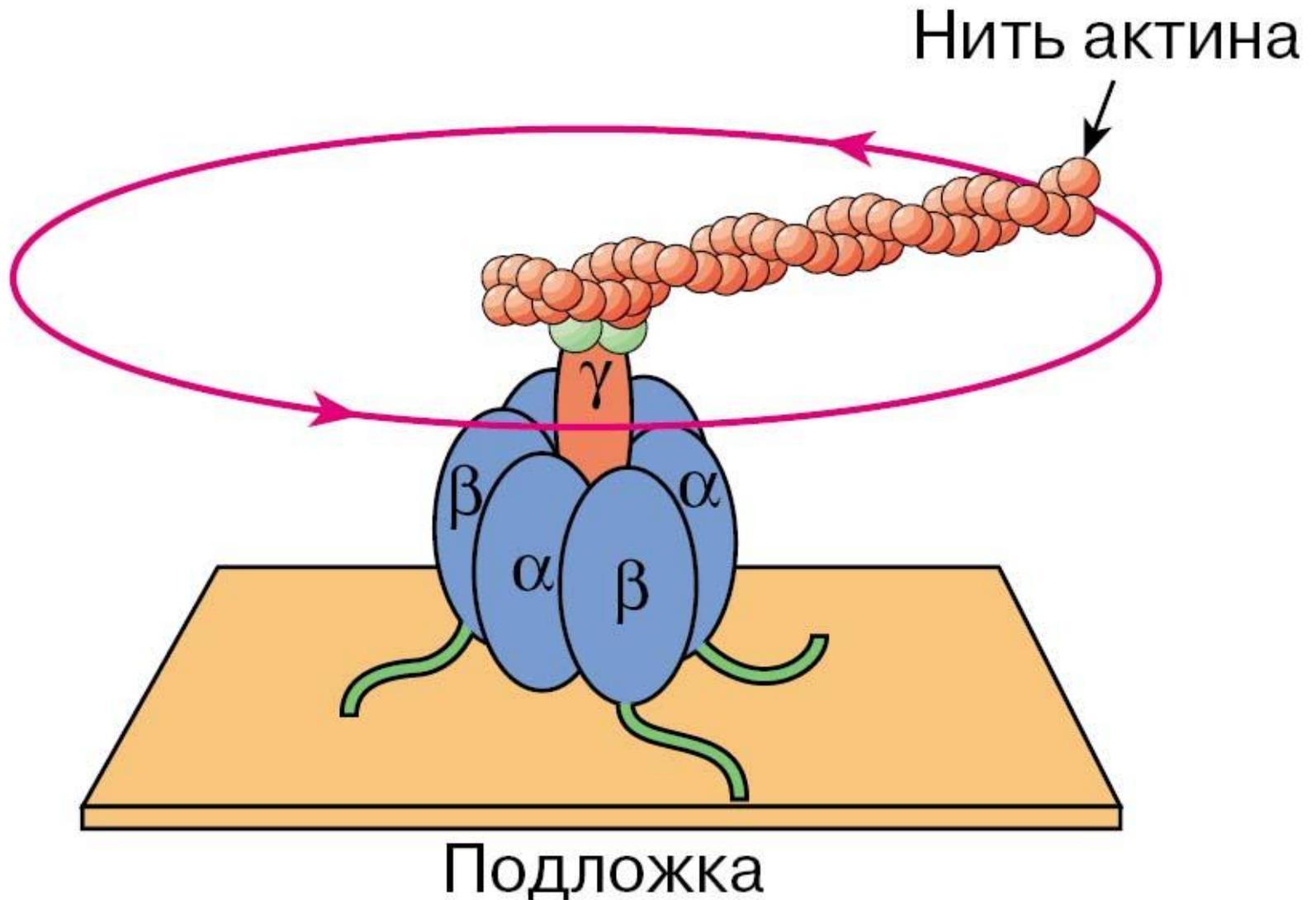
a



б



**Направление переноса ионов водорода
через мембрану в режиме синтеза (а)
и гидролиза (б) молекул АТФ**



Доказательство вращения молекулярного мотора АТФ-синтазы (из статьи А.Н.Тихонова «Молекулярные моторы», СОЖ № 7, 1999)

- Общая масса молекул АТФ, синтезируемых в организме человека за сутки, примерно равно его массе тела.
- КПД протонной АТФсинтазы – около 100%
- Другие молекулярные моторы: электромотор, вращающий **жгутики** бактерий; линейные моторы **кинезина** (перенос органоидов в цитоплазме), **актиномиозинового** комплекса (в мышцах) и **динеин-тубулинового** комплекса (в ресничках и других микроворсинках).