

ВВЕДЕНИЕ В БИОФИЗИКУ

лекция № 1

Аннотация курса «Биофизика»

Дисциплина входит в учебный цикл: БЗ - Профессиональный цикл

Дисциплина входит в модуль ООП:

Обеспечивающие (предшествующие) дисциплины

Информатика, Математические методы и модели в биологии, Органическая химия, Физика, Физиология человека и животных, Физическая химия, Цитология и гистология

Обеспечиваемые (последующие) дисциплины

Биофизическая химия

Цель дисциплины

Последовательное изложение современных основ биофизики; формирование у студентов умения анализировать процессы и явления, наблюдаемые в биологических системах на разных уровнях организации, и объяснять их, используя основные законы физики и химии

Задачи дисциплины

- обеспечение усвоения теоретических основ биофизики: кинетики, термодинамики, математического моделирования биологических процессов, молекулярной биофизики;
- анализ основных биологических процессов (транспорт веществ через биомембраны, биоэлектrogenез, действия белков и ферментов, преобразование энергии в клетке, регуляция сложных биологических систем) и их молекулярных механизмов;
- выявление единства в многообразии биологических явлений;
- ознакомление с современными методами биофизических исследований: математическим моделированием, абсорбционной, флуоресцентной, инфракрасной спектроскопией, спектроскопией кругового дихроизма, ЯМР, ЭПР.

Положение дисциплины в учебных планах и распределение часов по видам нагрузки

Форма обучения	Дневная первое высшее основная программа
Курс	3
Семестр	5
Курсовая работа (проект)	
Контрольная работа (для з/о)	
Форма промежуточной аттестации	3
Аудиторных всего	54
Лекции	18
Практики	0
Лабораторные	36
Самостоятельная работа студентов	18
Перезачтено, переаттестовано	0
Изучено	72
Экзамен	0
Всего	72
ЗЕТ	2

Л1.1	Биофизика как наука. История и методология биофизики
Л1.2	Кинетика биологических процессов. Математические модели
Л1.3	Термодинамика биологических процессов. Изменение энтропии в открытых системах. Связь энтропии и информации в биологических системах
Л1.4	Молекулярная биофизика. Особенности структурно-функциональной организации биомакромолекул, методы ее изучения
Л1.5	Динамические свойства биополимеров. Роль конформационной подвижности в функционировании белков и нуклеиновых кислот
Л1.6	Структура и функционирование биологических мембран
Л1.7	Биоэлектрические потенциалы
Л1.8	Биоэнергетика. Механизмы преобразования энергии в процессе окислительного фосфорилирования
Л1.9	Биофизика фотобиологических процессов. Механизмы преобразования энергии в процессе фотосинтеза
Л1.10	Радиационная биофизика. Электромагнитные излучения и поля в природе, технике и жизни человека
	Лабораторная работа
Р1.1	Анализ количественных закономерностей развития биологических процессов
Р1.2	Абсорбционная спектроскопия. Спектры поглощения аминокислот и белков
Р1.3	Определение концентрации биологических веществ спектрофотометрическим методом
Р1.4	Кинетика ферментативных реакций. Определение активности ферментов. Расчет кинетических параметров реакций
Р1.5	Базы данных информации о структуре белков и приемы работы с ними
Р1.6	Флуоресцентная спектроскопия, инфракрасная спектроскопия, спектроскопия кругового дихроизма в исследовании биомолекул
Р1.7	Исследование ионогенных групп белков методом кислотно-щелочного титрования на примере гемоглобина
Р1.8	Электрические свойства возбудимой клетки
Р1.9	Действие ионизирующих излучений на биологические объекты

Учебная литература (основная)

- 1) Рубин, Андрей Борисович Биофизика [Текст] : учеб. / А. Б. Рубин. - 3-е изд., испр. и доп.. - М. : Изд-во МГУ : Наука. - (Классический университетский учебник). Т. 1 : Теоретическая биофизика. - 2004. - 448 с. : ил.
- 2) Рубин, Андрей Борисович Биофизика [Текст] : учеб. / А. Б. Рубин. - 3-е изд., испр. и доп.. - М. : Изд-во МГУ : Наука. - (Классический университетский учебник). Т. 2 : Биофизика клеточных процессов. - 2004. - 469 с. : ил.
- 3) Ярмоненко, Самуил Петрович. Радиобиология человека и животных : учеб. пособие / С. П. Ярмоненко, А. А. Вайнсон. - М. : Высш. шк., 2004. - 549 с. : ил.
- 4) Нолтинг, Б. Новейшие методы исследования биосистем / Б. Нолтинг; пер. с англ. Н. Н. Хромова-Борисова. - М. : Техносфера, 2005. - 256 с.. - (Мир биологии и медицины)
- 5) Основы физики и биофизики : учеб. пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям 310800 "Ветеринария" и 310700 "Зоотехния" / А.И. Журавлев, А.С. Белановский, В.Э. Новиков [и др.] ; под ред. засл. деят. науки РФ, д.б.н., проф
- 6) Бёккер, Ю. Спектроскопия [Электронный ресурс] / Бёккер Ю.. - Москва : РИЦ "Техносфера", 2009. - 528 с.. - (Мир химии) Полный текст находится в ЭБС "Университетская библиотека онлайн".

Учебная литература (для углубленного изучения)

- 1) Биофизика для инженеров [Текст] : учеб. пособие / Е. В. Бигдай [и др.] ; под ред. С. П. Вихрова, В. О. Самойлова. - М. : Горячая линия-Телеком, 2008 - . Т. 1 : Биоэнергетика, биомембранология и биологическая электродинамика. - 2008. - 493 с.. - (Учебн
- 2) Биофизика для инженеров [Текст] : учебник / Е. В. Бигдай [и др.]. - М. : Горячая линия-Телеком, 2008 - . Т. 2 : Биомеханика, информация и регулирование в живых системах. - 2008. - 456 с.. - (Учебное пособие для высших учебных заведений). - Библиогр.:
- 3) Беккер, Юрген. Спектроскопия / Ю. Беккер ; пер. с нем Л. Н. Казанцева. - М. : Техносфера, 2009. - 527 с.. - (Мир химии). - Библиогр.: с. 507-523
- 4) Практикум по радиобиологии : учеб. пособие / Н. П Лысенко [и др.]. - М. : КолосС, 2007. - 399 с.. - (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений)
- 5) Джаксон, Мейер Б. Молекулярная и клеточная биофизика [Текст] / М. Джаксон ; пер. с англ. под ред. д-ра хим. наук А. П. Савицкого и д-ра биол. наук А. И. Журавлева. - М. : Мир : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. - 551 с. : ил., табл. ; 25. - Библиогр.: с. 5
- 6) Ризниченко, Галина Юрьевна Лекции по математическим моделям в биологии [Текст] / Г. Ю. Ризниченко. - М. : НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика". Ч. 1 : Описание процессов в живых системах во времени. - 2002. - 232 с.
- 7) Сидоренко, Владимир Михайлович. Молекулярная спектроскопия биологических сред : учеб. пособие / В. М. Сидоренко. - М. : Высш. шк., 2004. - 191 с. : ил.. - Библиогр.: с. 190

- 8) Физическая химия. Принципы и применение в биологических науках / И. Тиноко, К. Зауэр, Д. Вэнг, Д. Паглиси ; пер. Е. Р. Разумовой. - М. : Техносфера, 2005. - 743 с. - Библиогр.: с. 742-743
- 9) Уэй, Том А.. Физические основы молекулярной биологии : учеб. пособие / Т. Уэй. - Долгопрудный : Изд. Дом Интеллект, 2010. - 363 с.
- 10) Гросберг, Александр Юльевич. Полимеры и биополимеры с точки зрения физики / А. Ю. Гросберг, А. Р. Хохлов ; пер. А. А. Аэров. - Долгопрудный : Изд. Дом Интеллект, 2010. - 303 с. - Библиогр.: с. 300-303
- 11) Нанобиотехнологии : практикум / ред. А. Б. Рубин. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 384 с. : ил. - (Нанотехнологии). - Библиогр. в конце ч. и разд.
- 12) Иваницкий, Генрих Романович. Вирази закономерностей [Текст] : правило БИО - стержень науки / Г. Р. Иваницкий ; РАН, Ин-т теорет. и экспер. биофизики, Пущинский гос. ун-т. - М. : Наука, 2011. - 326, [1] с. : ил. - Библиогр. в примеч.
- 13) Динамические модели процессов в клетках и субклеточных наноструктурах / ред.: Г. Ю. Ризниченко, А. Б. Рубин. - М. ; Ижевск : Ин-т компьютерных исслед. : Регулярная и хаотическая динамика (R&C dynamics), 2010. - 447 с. : ил., табл. - (Биофизика. Мате
- 14) Методы компьютерного моделирования для исследования полимеров и биополимеров : [сборник] / отв. ред. В. А. Иванов, А. Л. Рабинович, А. Р. Хохлов. - М. : URSS, 2010. - 662, XX, [4] л. цв. ил. с. + 24 см. - Библиогр. в конце гл.
- 15) Физические методы исследования неорганических веществ : учеб. пособие / Под ред. А. Б. Никольского. - М. : Академия, 2006. - 448 с. - (Высшее профессиональное образование. Естественные науки)

Ресурсы в сети Интернет

- 1) NCBI (The National Center for Biotechnology Information) [Электронный ресурс]. - Электрон. дан. - Режим доступа: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>. - Загл. с экрана.
- 2) EMBL-EBI (European Bioinformatics Institute) [Электронный ресурс]. - Электрон. дан. - Режим доступа: <http://www.ebi.ac.uk>. - Загл. с экрана.
- 3) ExPASy (Expert Protein Analysis System) [Электронный ресурс]. - Электрон. дан. - Режим доступа: <http://www.brenda-enzyme.org>. - Загл. с экрана.
- 4) MolviZ "Top 5" (The "Top 5" 3D Molecular Visualization Technologies) [Электронный ресурс]. - Электрон. дан. - Режим доступа: <http://www.umass.edu:80/microbio/chime/top5.htm>. - Загл. с экрана.
- 5) NCBI Structure (Molecular Modelling Database) [Электронный ресурс]. - Электрон. дан. - Режим доступа: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/structure/index.shtml>. - Загл. с экрана.
- 6) CMS MBR (CMS Molecular Biology Resource) [Электронный ресурс]. - Электрон. дан. - Режим доступа: <http://mbcf.dfc.harvard.edu/cmsmbr/>. - Загл. с экрана.
- 7) Photobiological sciences online [Электронный ресурс]. - Электрон. дан. - Режим доступа: <http://www.photobiology.info>. - Загл. с экрана.
- 8) The Bioluminescence Web Page [Электронный ресурс]. - Электрон. дан. - Режим доступа: <http://biolum.eemb.ucsb.edu/>. - Загл. с экрана.
- 9) Биофизика.ru Взгляд на живое глазами физиков [Электронный ресурс]. - Электрон. дан. - Режим доступа: <http://www.biophys.ru/>. - Загл. с экрана.
- 10) Единое окно доступа к образовательным ресурсам [Электронный ресурс]. - Электрон. дан. - Режим доступа: <http://window.edu.ru>. - Загл. с экрана.

11) Научная электронная библиотека [Электронный ресурс]. - Электрон. дан. - Режим доступа: <http://elibrary.ru/>. - Загл. с экрана.

12) Узденский А. Б. Биоэнергетические процессы: учебное пособие Ростов-н/Д: Издательство Южного федерального университета, 2011 [Электронный ресурс]. - Электрон. дан. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=241180&sr=1>. - Загл. с экрана.

13) Бескровная Е. В., Мосур Е. Ю. Количественный спектрофотометрический анализ. Лабораторный практикум Омск: Омский государственный университет, 2010 [Электронный ресурс]. - Электрон. дан. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=237627&sr=1>. - Загл. с экрана.

14) Рубин А.Б. Биофизика [Электронный ресурс]. - Электрон. дан. - Режим доступа: <http://www.library.biophys.msu.ru/rubin/>. - Загл. с экрана.

15) Полезные ссылки в области биофизики [Электронный ресурс]. - Электрон. дан. - Режим доступа: <http://www.biophys.msu.ru/rus/links/>. - Загл. с экрана.

16) Кафедра биофизики Биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова [Электронный ресурс]. - Электрон. дан. - Режим доступа: <http://www.biophys.msu.ru/>. - Загл. с экрана.

17) Биофизика. Часть 1. Молекулярная биофизика [Электронный ресурс]. - Электрон. дан. - Режим доступа: <http://bio-phys.narod.ru/>. - Загл. с экрана.

18) Фундаментальные физические постоянные [Электронный ресурс]. - Электрон. дан. - Режим доступа: <http://biophys.ru/reference/64-for-use/372-phys-constant>. - Загл. с экрана.

19) Биофизика.ru Взгляд на живое глазами физиков [Электронный ресурс]. - Электрон. дан. - Режим доступа: <http://biophys.ru/>. - Загл. с экрана.

20) Финкельштейн А.В. Введение в физику белка [Электронный ресурс]. - Электрон. дан. - Режим доступа: http://phys.protres.ru/lectures/protein_physics/. - Загл. с экрана.

21) Спектроскопические методы в биофизике и экологии [Электронный ресурс]. - Электрон. дан. - Режим доступа: <http://genphys.phys.msu.su/rus/edu/sc/karavaev.pdf>. - Загл. с экрана.

22) Новиков К. Н. , Котелевцев С. В. , Козлов Ю. П. Свободно-радикальные процессы в биологических системах при воздействии факторов окружающей среды М.: Российский университет дружбы народов, 2011 [Электронный ресурс]. - Электрон. дан. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=115740&sr=1>. - Загл. с экрана.

23) Ерофеев Н. П. , Захарова Л. Б. , Парийская Е. Н. Физиология возбудимых мембран : практикум по физиологии для студентов медицинских факультетов университетов и вузов: учебное пособие СПб: СпецЛит, 2012 [Электронный ресурс]. - Электрон. дан. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=104910&sr=1>. - Загл. с экрана.

24) Никиян А. , Давыдова О. Биофизика: конспект лекций Оренбург: ОГУ, 2013 [Электронный ресурс]. - Электрон. дан. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259291&sr=1>. - Загл. с экрана.

25) Самойлов В. О. Медицинская биофизика: учебник для вузов СПб: СпецЛит, 2013 [Электронный ресурс]. - Электрон. дан. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=253912&sr=1>. - Загл. с экрана.

26) Современные проблемы биохимии : Методы исследований: учебное пособие Минск: Вышэйшая школа, 2013 [Электронный ресурс]. - Электрон. дан. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=235695&sr=1>. - Загл. с экрана.

27) Ярышев Н. Г. , Панкратов Д. А. , Токарев М. И. , Камкин Н. Н. , Родякина С. Н. Физические методы исследования и их практическое применение в химическом анализе М.: Прометей, 2012 [Электронный ресурс]. - Электрон. дан. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=212909&sr=1>. - Загл. с экрана.

28) Антонова Т. В. Практикум по спектрофотометрическому анализу: учебное пособие Омск: Омский государственный университет, 2008 [Электронный ресурс]. - Электрон. дан. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=237514&razdel=257>. - Загл. с экрана.

ВОПРОСЫ:

- Предмет и задачи биофизики
- История биофизики
- Становление и развитие биофизики в России
- Методы биофизики
- Применение и современные направления развития биофизики

1. Предмет и задачи биофизики

- . Термин «биофизика» впервые использовал в 19 веке Пирсон.
- . Биофизика – наука, изучающая физические и физико-химические процессы, протекающие в биологических системах, а также влияние на них различных физических факторов.
- . Биофизика с помощью физических методов и подходов изучает живые организмы на различных уровнях организации.

. Объект биофизики – живые системы в сравнении с неживой природой.

. Живой организм – это открытая, саморегулирующаяся, самовоспроизводящаяся и развивающаяся гетерогенная система, важнейшими функциональными веществами которой являются биополимеры: белки и нуклеиновые кислоты.

Характерные особенности живых систем:

- Высокая упорядоченность, дискретность и целостность, многоуровневая организация
- Способность к самовоспроизведению
- Способность к развитию в направлении усложнения организации
- Раздражимость
- Наличие обмена веществ с окружающей средой
- Способность к адаптации
- Биопотенциалы

Основные признаки живой материи

- Питание. Пища – источник энергии и веществ, необходимых для роста и других процессов жизнедеятельности.
- Дыхание. В процессе дыхания происходит высвобождение энергии при расщеплении высокоэнергетических соединений. Высвобождаемая энергия запасается в молекулах АТФ.
- Раздражимость. Живые существа способны реагировать на изменение внешней и внутренней среды
- Подвижность. Живые организмы способны перемещаться из одного места на другое.
- Выделение. Это способность живых организмов к выведению из организма конечных продуктов обмена веществ.
- Размножение. Выживание определенного вида обеспечивается сохранением главных признаков родителей у потомства путем бесполого или полового размножения.
- Рост. Объекты неживой природы растут за счет присоединения вещества к наружной поверхности, а живые организмы – изнутри за счет питательных веществ которые организм получает в процессе питания.

Принципы структуры живых организмов:

- **единство элементарного состава**
- **единство типов химических связей**
- **единство мембранного типа строения субклеточных органелл**
- **единство клеточного строения**
- **единство строения многоклеточных организмов**

Принципы функционирования живых организмов:

- единство биохимических реакций и циклов
- единство дыхания
- единство движения
- единство наследования основных принципов структуры и функций

Биофизика исследует живые системы на уровне

- ◆ молекул
- ◆ органелл
- ◆ отдельных клеток
- ◆ органов
- ◆ отдельных организмов
- ◆ популяций
- ◆ биоценозов
- ◆ экосистем

ЗАДАЧИ БИОФИЗИКИ

- Изучение на молекулярном уровне структуры субклеточных образований и механизмов их функционирования
- Выяснение связей между структурой и функциональными свойствами биополимеров и других биологически активных веществ
- Выявление общих законов обмена веществ и энергии на уровне клетки и организма
- Исследование молекулярных механизмов мембранного транспорта, дыхания, подвижности
- Создание и теоретическое обоснование физ.-хим. методов исследования биообъектов

- **Физическое истолкование различных функциональных явлений (генерация и распространение нервного импульса, мышечное сокращение, рецепция, зрение, фотосинтез и др.)**
- **Моделирование сложных систем и предсказание их поведения**

Разделы современной биофизики

```
graph TD; A[Разделы современной биофизики] --> B[Молекулярная биофизика]; A --> C[Биофизика клетки]; A --> D[Биофизика сложных систем];
```

Молекулярная
биофизика

Биофизика
клетки

Биофизика
сложных систем

Молекулярная биофизика

Исследует:

- **Строение и физ.-хим. свойства макромолекул и других биологически активных соединений**
- **Механизм работы биомолекул**
- **Взаимодействия молекул и их превращения**

Изучение взаимодействия биополимеров друг с другом, с малыми молекулами и ионами: хранение и передача наследственной информации, синтез и распад биополимеров, процессы обмена на всех уровнях организации

Репликация ДНК

100 000 пар
нуклеотидов
в минуту

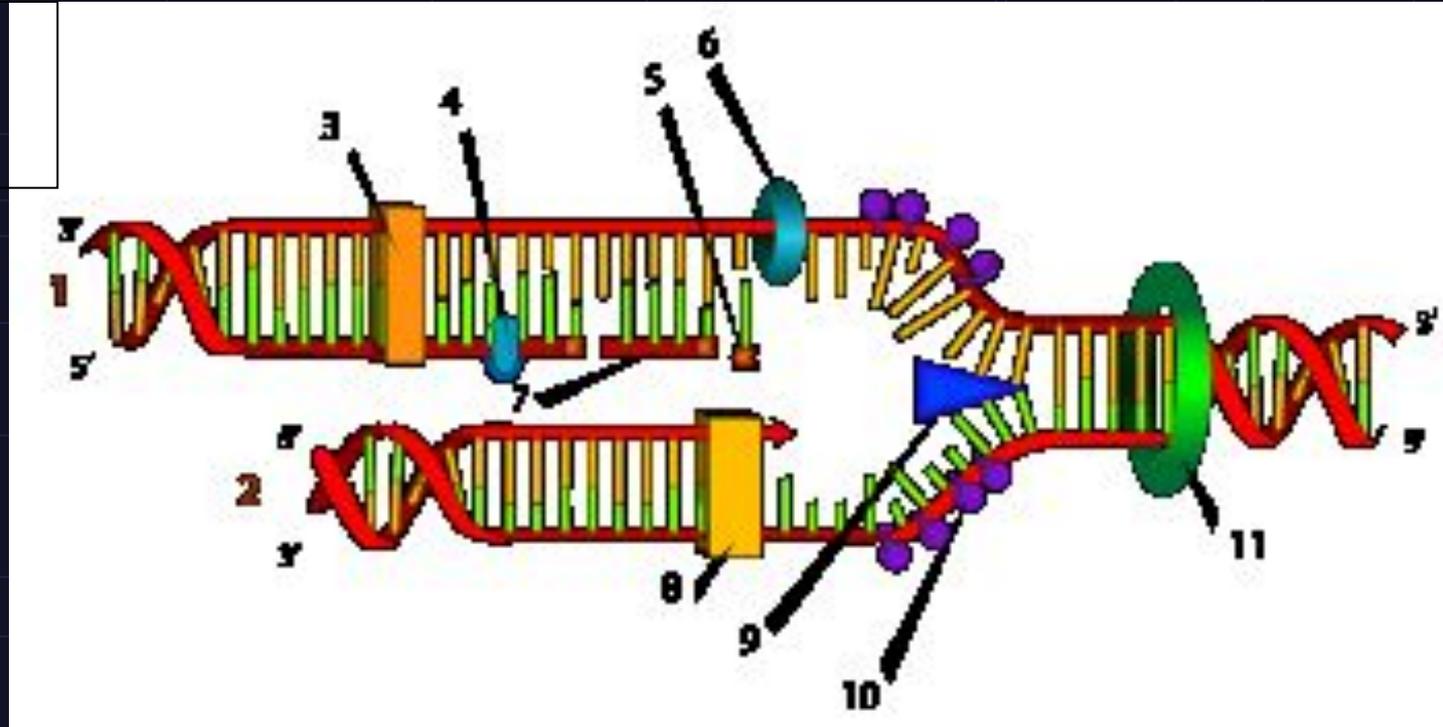


Схема процесса репликации

(1) запаздывающая нить, (2) лидирующая нить, (3) ДНК полимераза (Pol α), (4) ДНК лигаза, (5) РНК праймер, (6) ДНК праймаза, (7) фрагмент Оказаки, (8) ДНК полимераза (Pol δ), (9) хеликаза, (10) одиночная нить со связанными белками, (11) топоизомераза

Эрвин Шредингер
«Что такое жизнь?
Физический аспект живой клетки»



«Большой, важный и очень часто обсуждаемый вопрос заключается в следующем: как физика и химия могут объяснить те явления в пространстве и времени, которые происходят внутри живого организма?»

«Наиболее существенную часть живой клетки – хромосомную нить – можно с полным основанием назвать аperiodическим кристаллом»

«...periodические кристаллы... Они составляют одну из наиболее очаровательных и сложных структур, которыми неодушевленная природа приводит в замешательство интеллект физика. Однако по сравнению с аperiodическим кристаллом они кажутся несколько элементарными и скучными».

*Нильс Бор
«Свет и жизнь»*



«Мы вынуждены принять, что собственно биологические закономерности представляют собой законы природы, дополнительные к тем, которые пригодны для объяснения свойств неодушевленных тел».

Биофизика клетки

Исследует физико-химические процессы, лежащие в основе жизнедеятельности клетки, и роль в них внутриклеточных, особенно, мембранных структур.

- Биофизика сократительных систем
- Биофизика проводимости
- Биофизика органов чувств

Биофизика сложных систем

- исследует ткани, органы, организмы и их популяции, в том числе методом математического моделирования

2. История биофизики

I этап – начало XVII – середина XVIII вв.

накопление отдельных фактов, использование законов физики и метода аналогий для объяснения наблюдаемых явлений

II этап - середина XVIII – середина XX вв.

проведение экспериментов и определение физико-химических параметров живых организмов; использование законов физики и химии для объяснения сложных биологических явлений

III этап – середина XX в. до настоящего времени

разработка сложных биофизических методов исследования, выделение разделов биофизики, формирование терминов; для объяснения биологических процессов и явлений привлекают не только законы физики и химии, но и математики и биологии

I этап – начало XVII – середина XVIII вв.

- 16 в – создание первого микроскопа (братья Янсоны)
- У. Гарвей (1578-1657) провел прямые наблюдения на людях и использовал учение о гидродинамике для исследования кровообращения
- 1637 г. - Р. Декарт дал описание устройства глаза как оптического прибора и механизма формирования зрительного восприятия
- А. ван Левенгук (1632-1723) – создал линзы с 160-кратным увеличением, которые были использованы для изучения простейших организмов
- Р. Гук (1635-1703) – усовершенствование микроскопа, установил клеточное строение растительной ткани
- Л. Эйлер (1707-1783) – учение о движении крови
- М.В. Ломоносов (1711-1765) – работы по термодинамике и цветному зрению

I этап – начало XVII – середина XVIII вв.

- А.Л. Лавуазье (1743-1794) – доказал, что дыхание животных равнозначно окислению и горению веществ
- 1785 г. - Ш. Кулон исследовал действие электрических зарядов на человека и животных
- Л. Гальвани (1737- 1798) и А. Вольта (1745-1827) исследовали электрические явления у животных

II этап - середина XVIII – середина XX вв.

- М. Шлейден (1838 г.), Т. Шван (1839 г.) - обосновали клеточную теорию
- Ю. Либих (1803-1873), М. Рубнер (1854-1932) – установили применимость 1 закона термодинамики к живым организмам
- У. Этуотер и Ф. Бенедикт в 1892-1897 гг. провели калориметрические исследования на животных и человеке
- Т. Юнг (1773-1829) – теория цветного зрения
- Ю.Р. Майер (1814-1878) – обосновал закон хранения энергии в живых организмах
- К. Матеуччи (1837 г.), Э.Г. Дюбуа-Реймон (1818-1896), Г. Гельмгольц, Ю. Бернштейн (1912) исследовали электрические явления в тканях живых организмов
- Л. Герман (1838-1914) высказал гипотезу об электрической природе распространения нервного импульса

II этап - середина XVIII – середина XX вв.

- В. Пфедфер (1877 г.), Х. де Фриз (1884) - предложили мембранную гипотезу
- Р. Овертон (1902 г.) - сформулировал основные правила проникновения веществ в клетку
- Ж. Леб (1859-1924) - основоположник физико-химической биологии, исследовал роль различных ионов в биологических процессах
- Х. Шаде (1912) – работа о роли физико-химических явлений в различных заболеваниях
- В. Нернст (1864-1941) – ионная теория биоэлектрических явлений
- А. Хилл (1886-1977) – термодинамика мышечных сокращений
- А. Ходжкин, Дж. Эклс, А.Ф. Хаксли (1914 г.) - мембранная теория биоэлектrogenеза

III этап – середина XX в. до настоящего времени

- 1961 г. - создание Международного союза теоретической и прикладной биофизики
- 1982 г. - первый Всесоюзный биофизический съезд в Москве

3. Становление и развитие биофизики в России

- 1725 г. – открытие Академии наук в Петербурге (Петр I)
- Л. Эйлер: движение крови по сосудам, ход лучей в глазу, теория слуха
- М.В. Ломоносов: сформулировал трехкомпонентную теорию цветного зрения, классификация вкусовых веществ, действие электрического тока на живые системы, предположение о воздушном питании растений
- И.М. Сеченов (1829-1905) исследовал растворимость газов в крови, природу биоэлектрических явлений
- Н.Е. Введенский (1852-1922) установил предельные ритмы возбудимых сред (нервов, мышц, ЦНС)

Становление и развитие биофизики в России

- В.Ю. Чаговец (1873-1941) – обосновал теорию ряда биоэлектрических явлений
- 1919-1922 гг.– создан Институт биофизики (Москва) под руководством П.П. Лазарева
- П.П. Вавилов – изучение квантовой природы света (воздействие на глаз человека)
- С.В. Кравков, Б.Ф. Дерягин и др. - биофизика зрения
- П.П. Лазарев, П.Н. Беликов и др. – биофизика слуха
- М.Н. Шатерников – энергетический баланс человека, построил камеру для изучения обмена веществ и энергии
- А.А. Красновский (1913-1993), работая в Институте биохимии АН СССР (Москва), исследовал первичные механизмы и стадии фотосинтеза

1952 г. – Институт биофизики АН СССР (Г.М. Франк), в 1967 г. переведен в г. Пущино.

Исследования в области:

- молекулярной биофизики,
- биофизики клетки,
- радиобиологии,
- фотобиологии,
- радиоспектроскопии,
- электронной микроскопии,
- рентгеноструктурному анализу биополимеров,
- проблем регулирования и управления в биологических системах

Ленинград – научная школа по фотохимии и фотобиологии

Красноярск – Институт физики и биофизика АН СССР

1953 г. - проф. Б.Н. Тарусов организовал кафедру биофизики на биологическом факультете МГУ

Кафедры биофизики созданы в университетах Ленинграда, Воронежа, Красноярска, Нижнего Новгорода, Саратова

4. МЕТОДЫ БИОФИЗИКИ

Методы анализа структуры и свойств биомолекул

Прямые методы

дифракция рентгеновских лучей
(рентгеноструктурный анализ)

прямая информация о пространственной структуре (расположении всех атомов в пространстве).
Необходимы гомогенные, хорошо очищенные, кристаллические препараты вещества

Непрямые методы исследования структуры и свойств

(позволяют изучать биомолекулы в растворе в условиях, когда их состояние и поведение приближено к нативному состоянию молекул в клетке)

электронная микроскопия

форма и размер макромолекул, упаковка субъединиц, расположение субъединиц в ассоциатах

электрофорез,
седиментационный анализ,
хроматография

чистота препарата, субъединичный состав, форма и размер макромолекул, молекулярная масса

**Абсорбционная
спектроскопия
(спектрофотометрия)**

**вторичная структура макромолекул,
ионизация отдельных групп,
контроль технологических процессов**

**Дифференциальная
спектрофотометрия**

конформационные изменения макромолекул

**Инфракрасная
спектроскопия
(ИК-спектроскопия)**

**вторичная структура макромолекул
изменение структуры макромолекул**

**Круговой дихроизм
(КД-спектроскопия)**

вторичная структура, связывание с лигандами

**Спектроскопия
комбинационного
рассеяния**

конформационные изменения макромолекул

**Флуоресцентная
спектроскопия
(флуоресценция)**

**конформационные изменения макромолекул,
подвижность групп и динамика структуры**

**ЯМР
(ядерный магнитный
резонанс)**

конформация макромолекул, изменения структуры

**ЭПР
(электронный
парамагнитный
резонанс)**

конформация макромолекул, подвижность групп

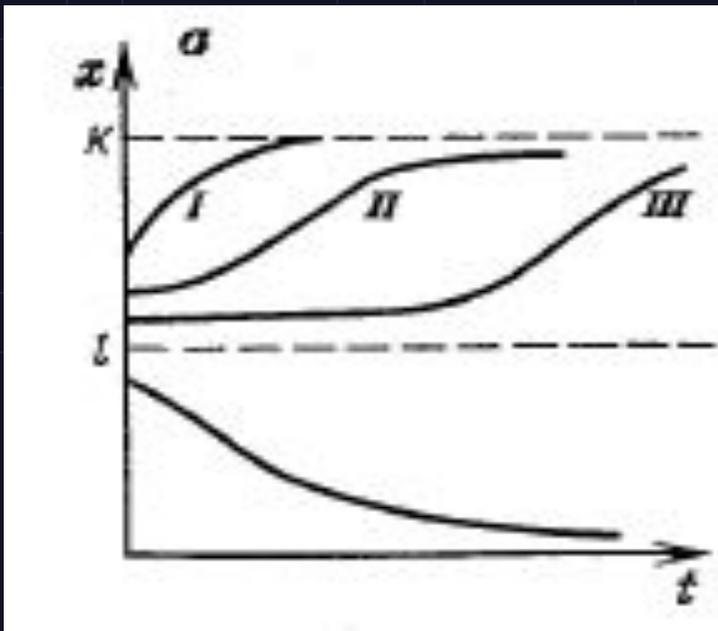
Масс-спектрометрия

**выявление и идентификация биомолекул,
исследование структуры биомолекул**

5. ПРИМЕНЕНИЕ БИОФИЗИКИ

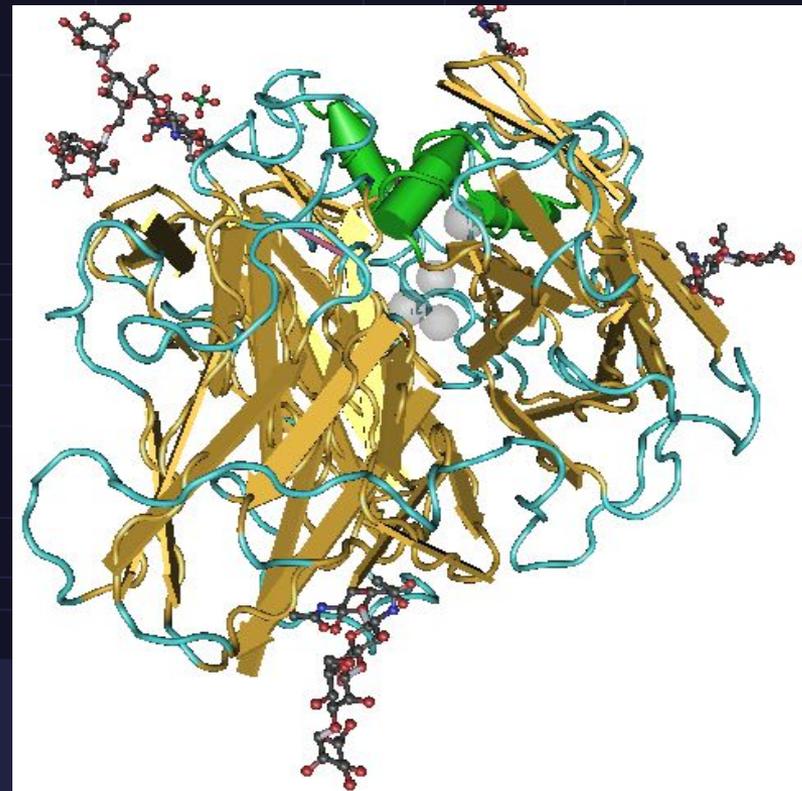
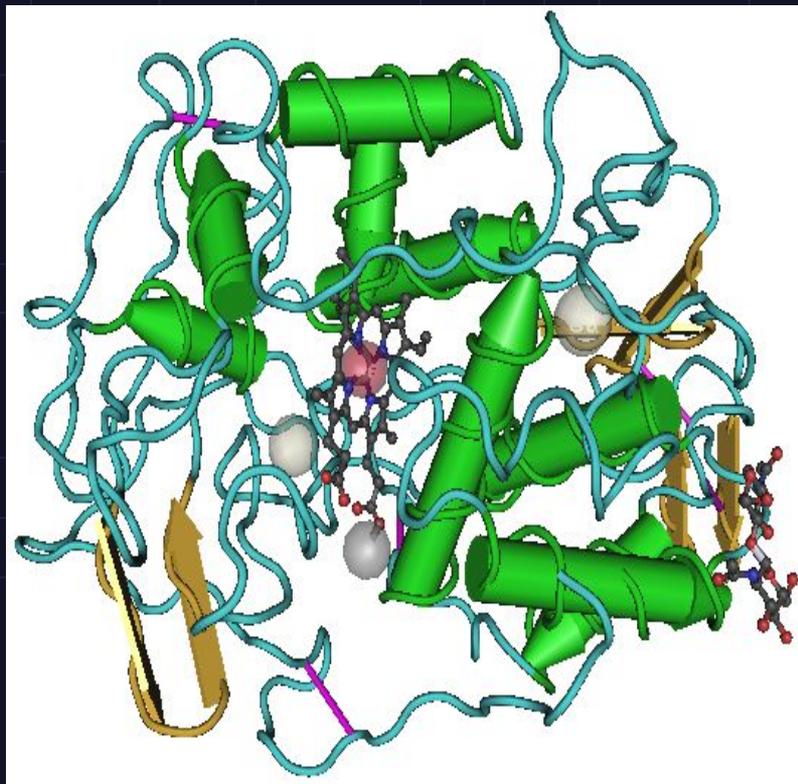
1. Моделирование биологических систем

а) математическое моделирование

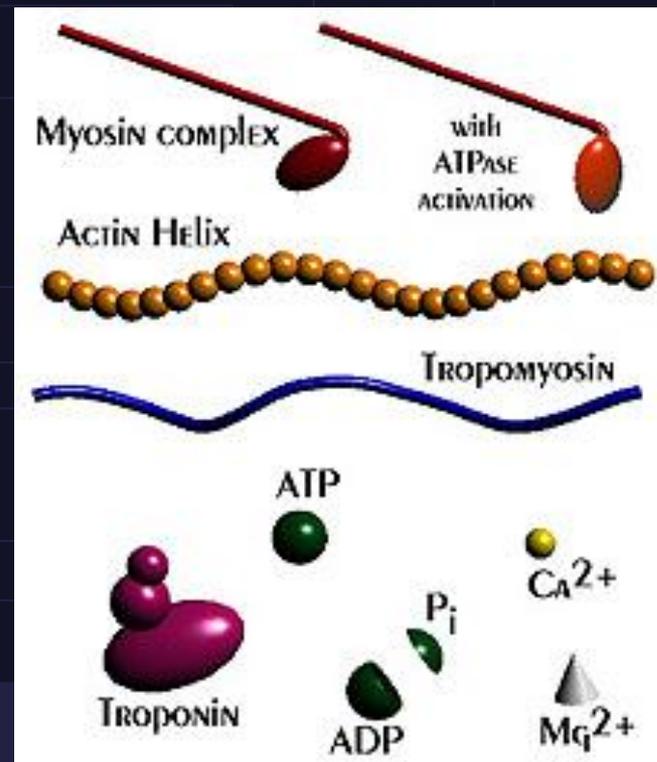
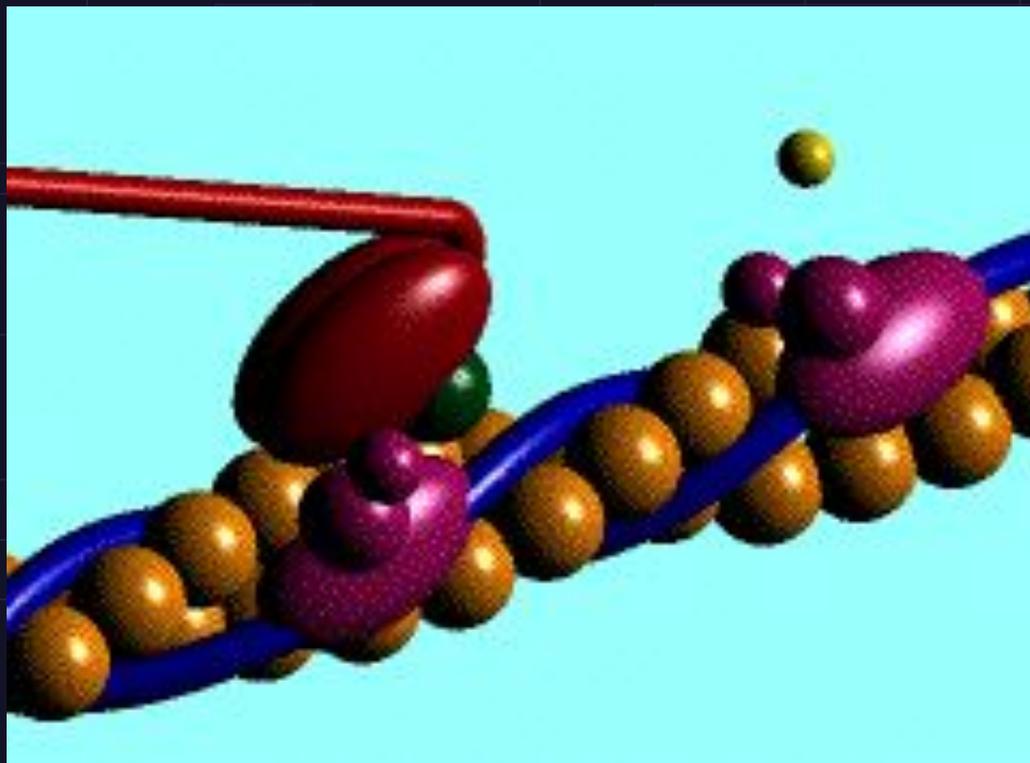


$$\dot{x} = a \frac{\beta x^2}{\beta + \tau x} - \gamma x - \sigma x^2$$

б) моделирование структуры биомолекул

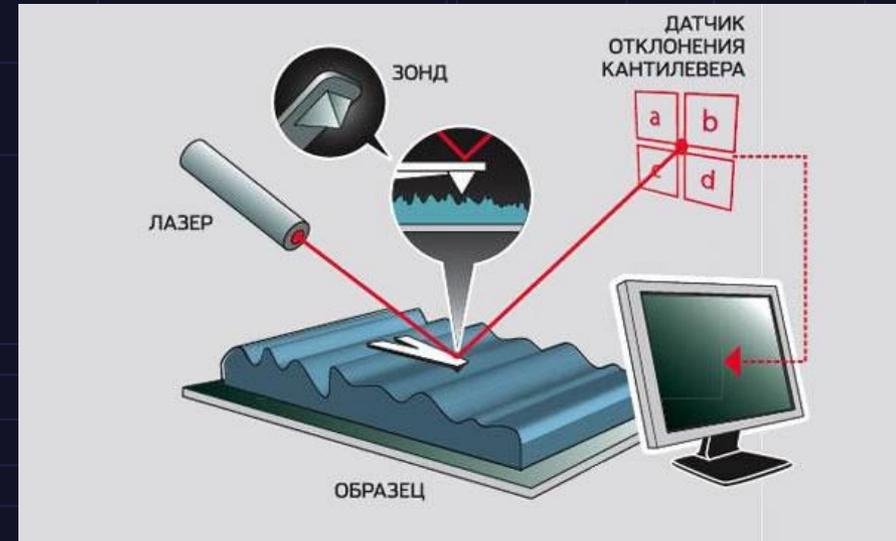
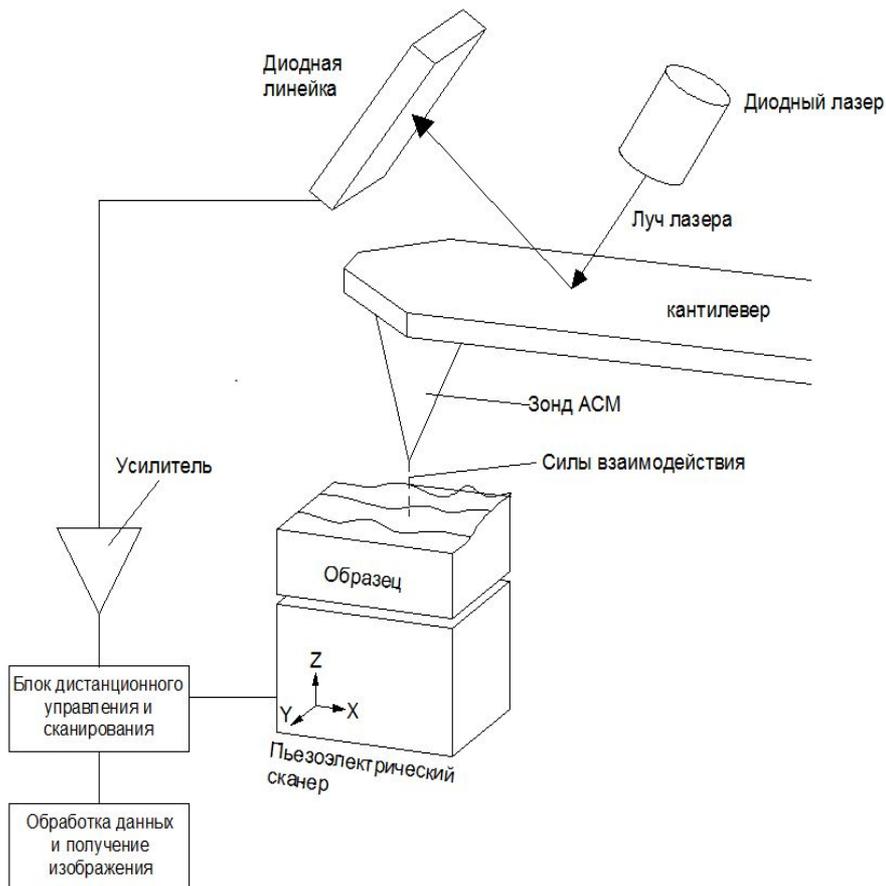


в) Модели биологических явлений и процессов



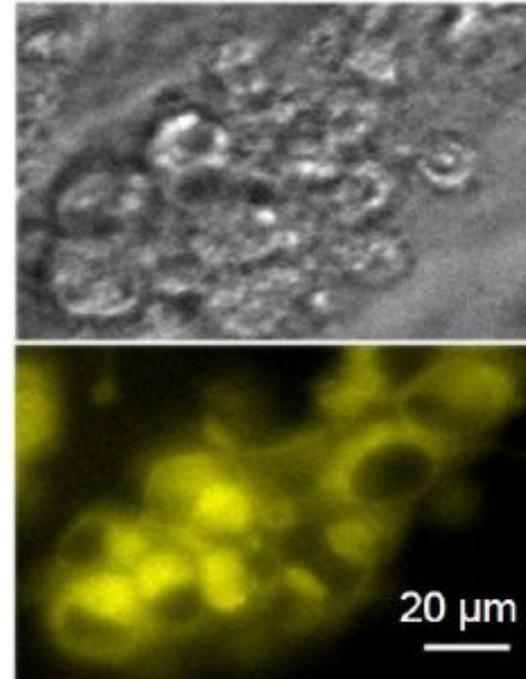
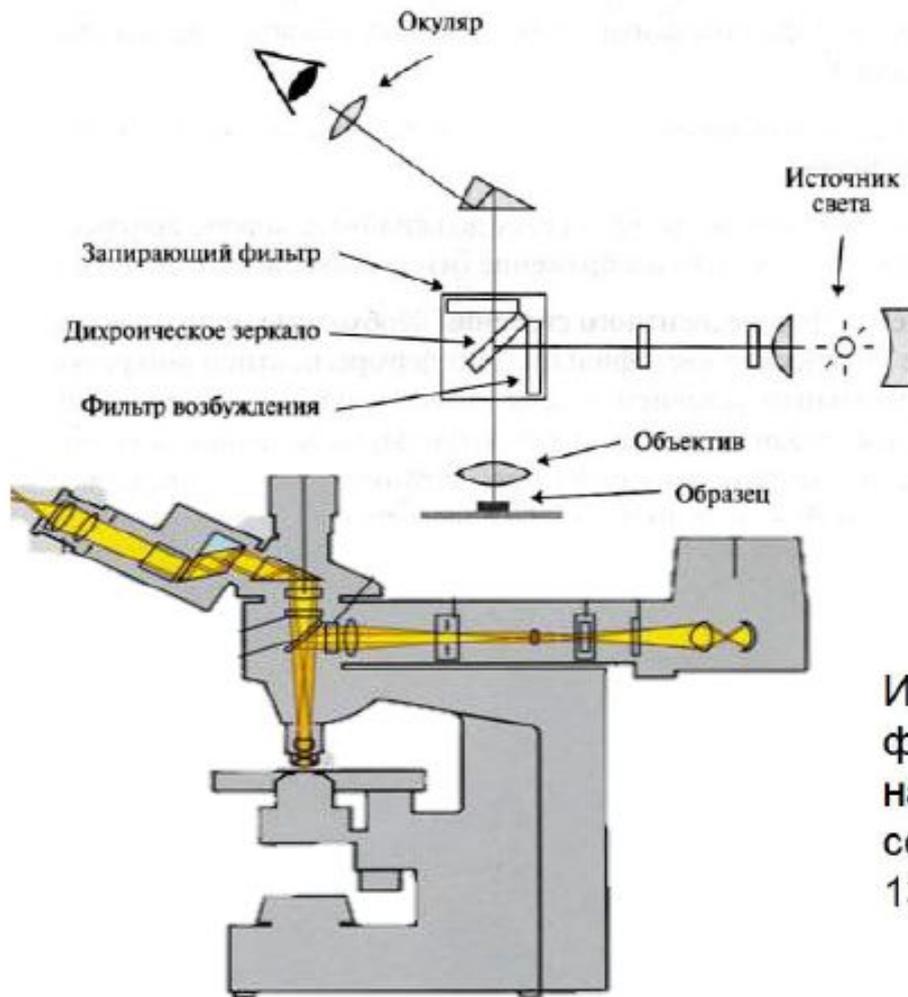
2. Методы исследования биообъектов (в том числе нанобиообъектов)

атомно-силовая микроскопия



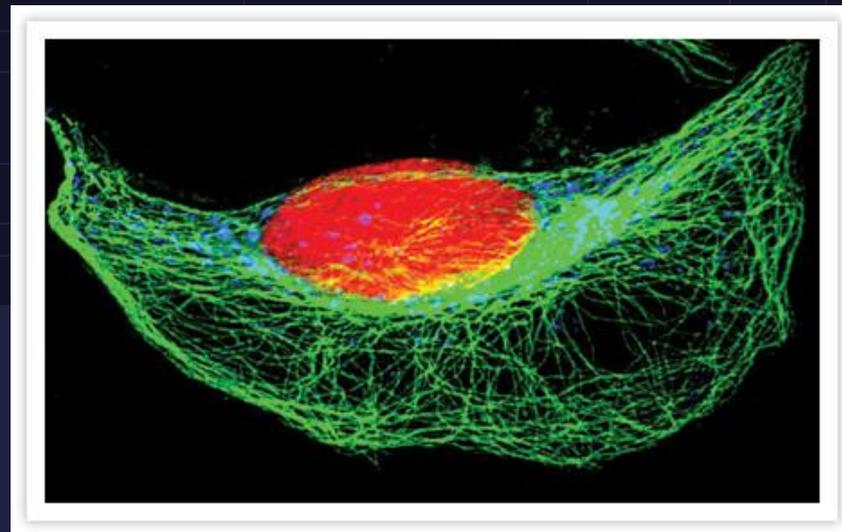
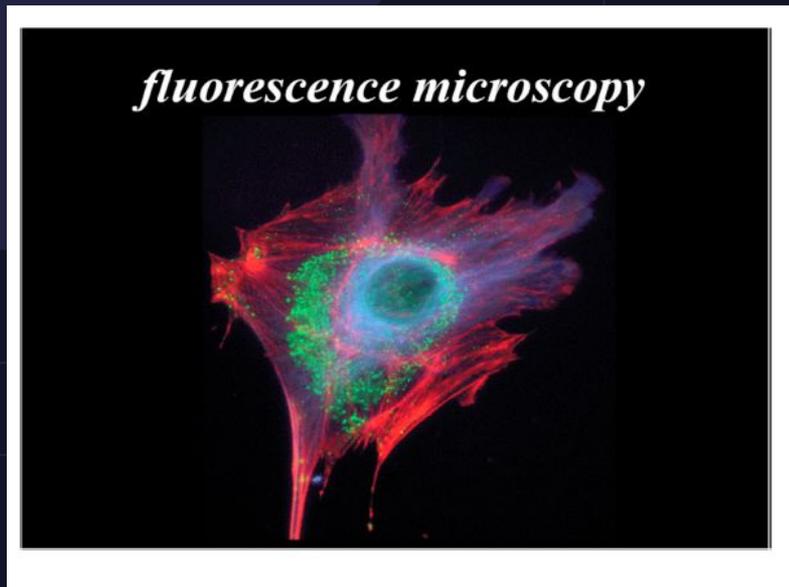
2. Методы исследования биообъектов (в том числе нанобиообъектов)

Флуоресцентная микроскопия

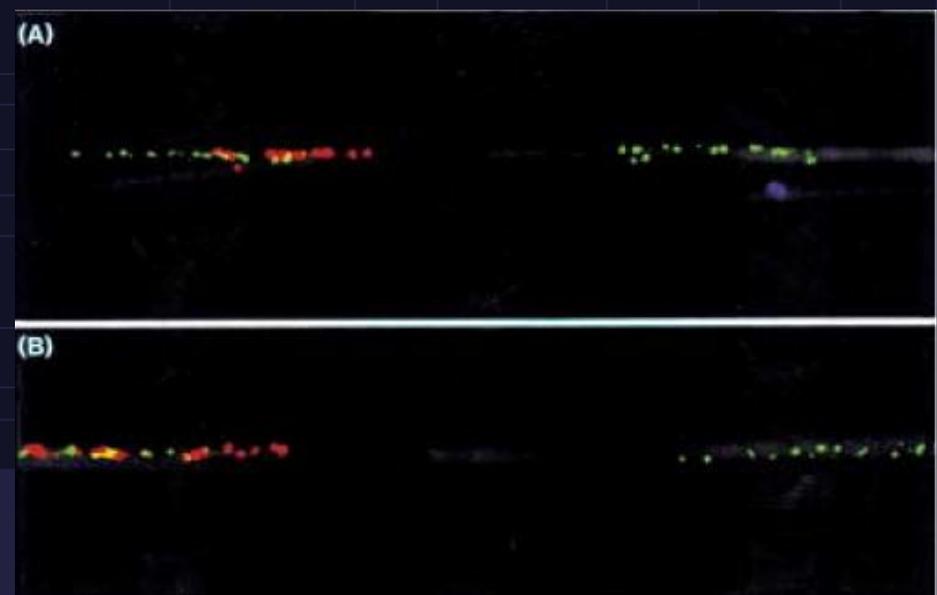
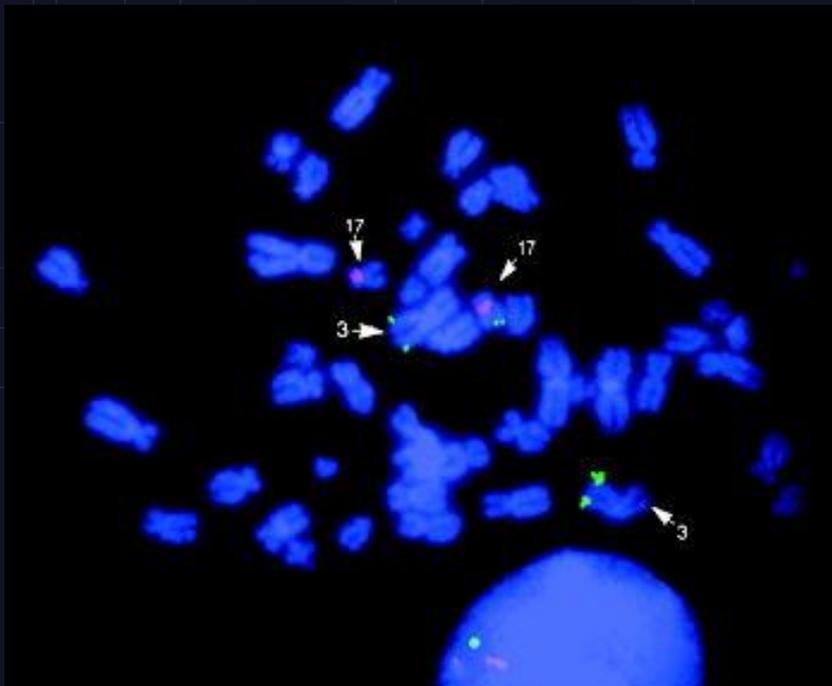
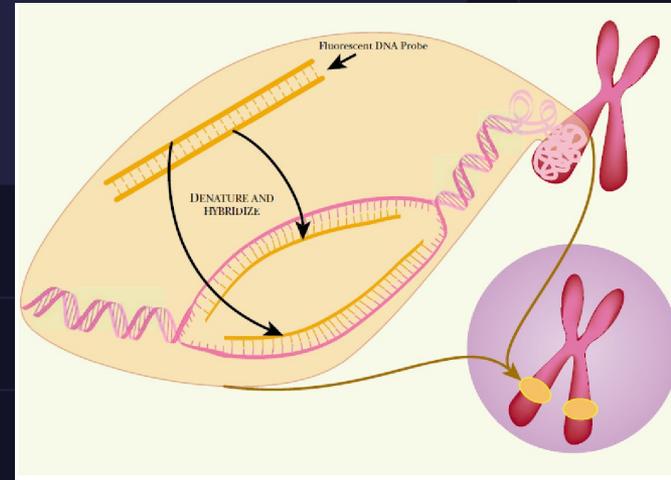
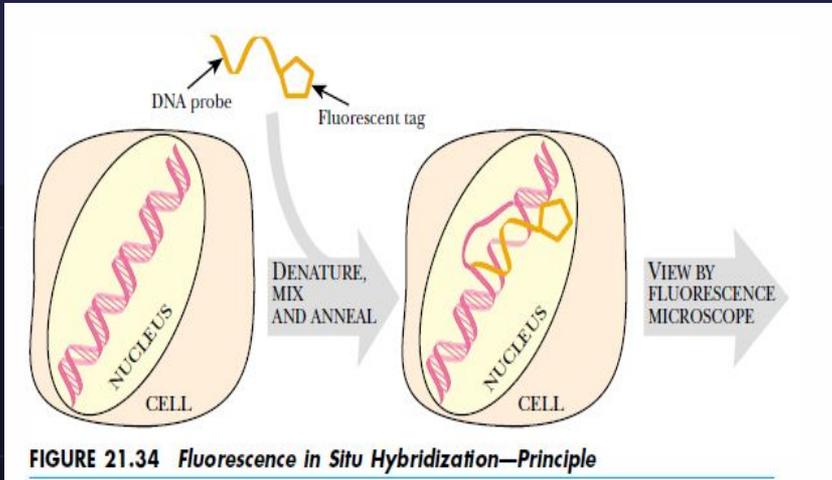


Изображение клеток в обычном и флуоресцентном микроскоп (после насыщения люминесцирующим составом). J. American Chemical Society 131, 10077–10082 (2009)

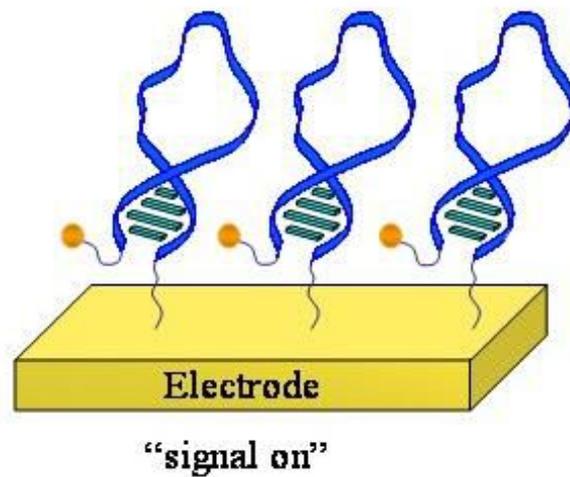
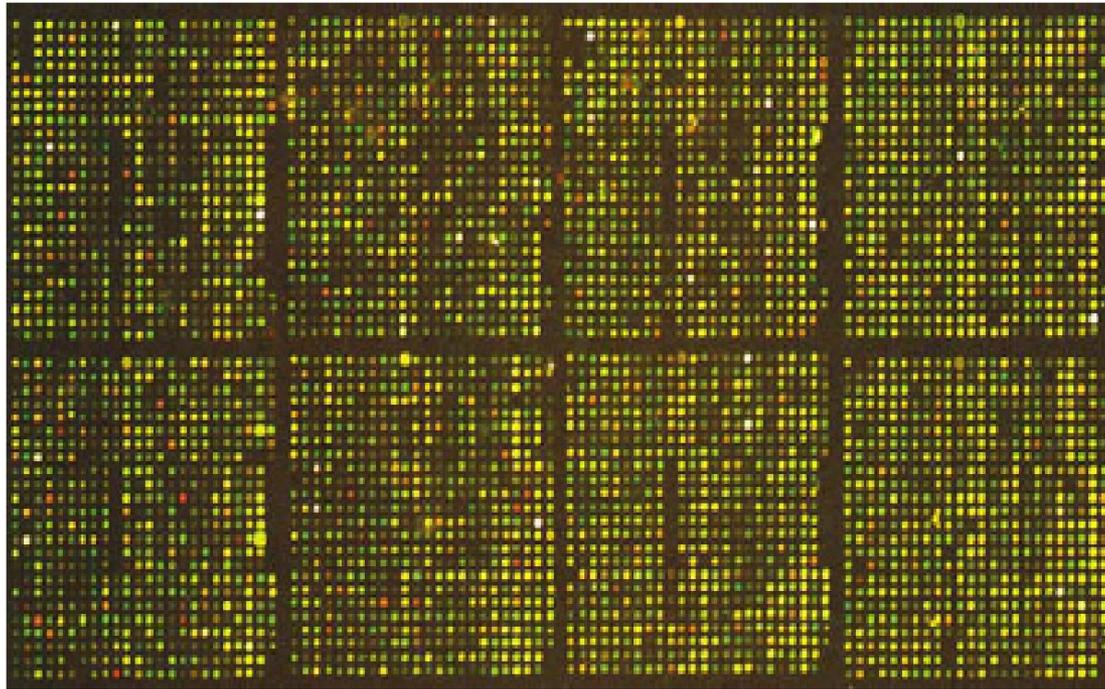
Флуоресцентная микроскопия



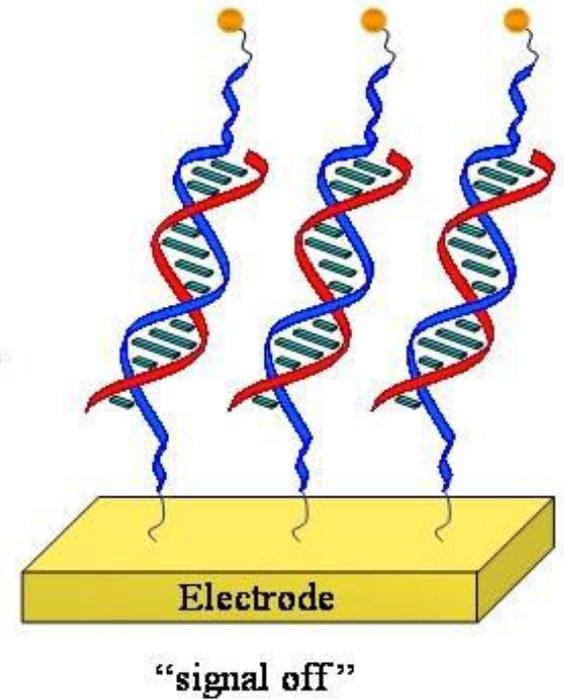
Метод гибридизации *in situ* с применением флуоресцентных ДНК-зондов (fluorescence *in situ* hybridization, FISH)



Исследование экспрессии генов в клетках



target
DNA



Исследование экспрессии генов в клетках



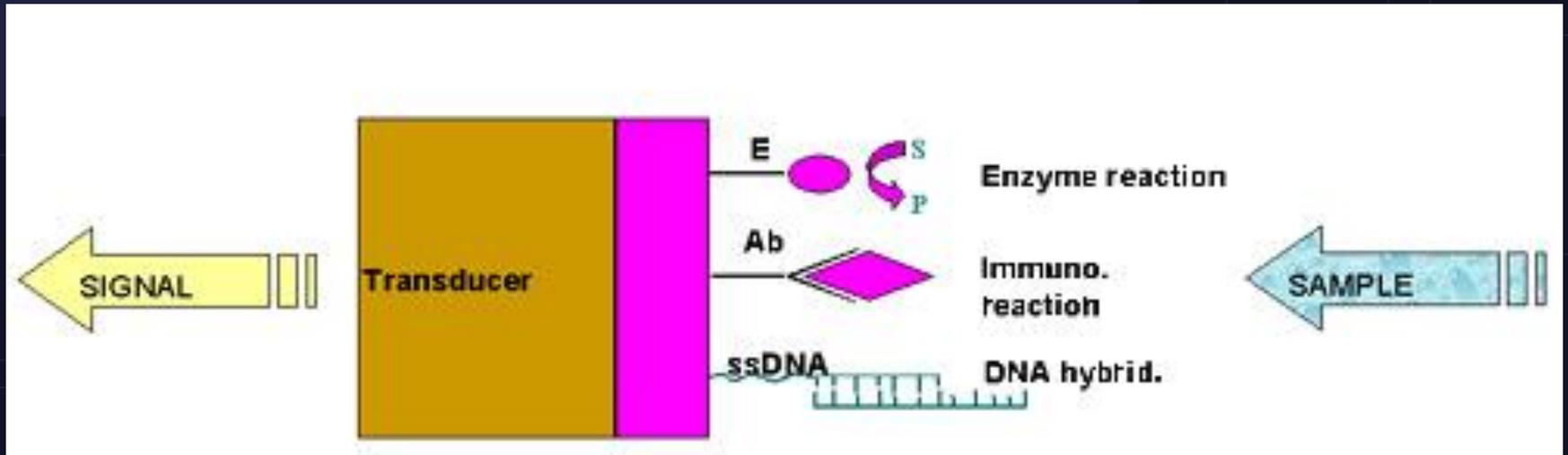
Создание биочипов и молекулярных биосенсоров

Биосенсоры – это в высокой степени интегрированные устройства, включающие мембрану (не обязательно), биологический (ферменты, ткани, бактерии, дрожжи, антигены/антитела, липосомы, органеллы, рецепторы, ДНК) или биомиметический чувствительный элемент (рецептор или систему распознавания), первичный преобразователь сигнала и его усилитель.

Отвечают требованиям современного анализа – высокая чувствительность, избирательность, дешевизна, простота и экспрессность, миниатюрный размер.



Создание биочипов и молекулярных биосенсоров



Биоспецифическое комплементарное взаимодействие

фермент – субстрат
фермент – ингибитор
фермент – кофактор

рецептор – гормон
транспортные белки – лиганды
антитело – антиген

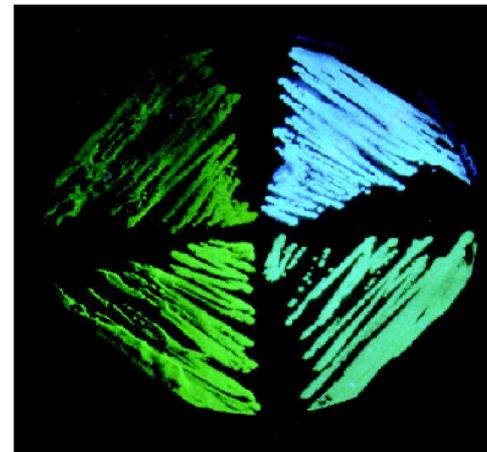
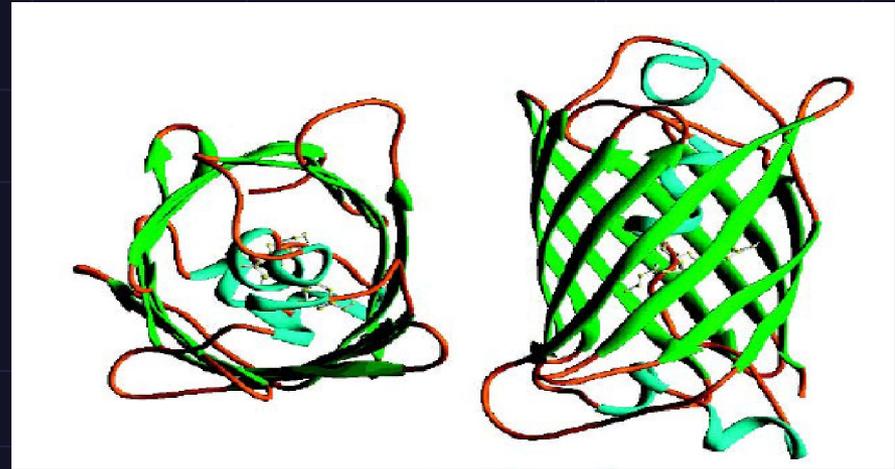
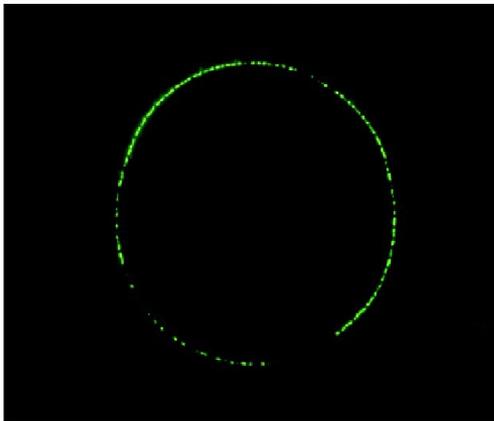
одноцеп. ДНК – компл. одноцеп. ДНК
одноцеп. ДНК – мРНК

Создание биочипов и молекулярных биосенсоров

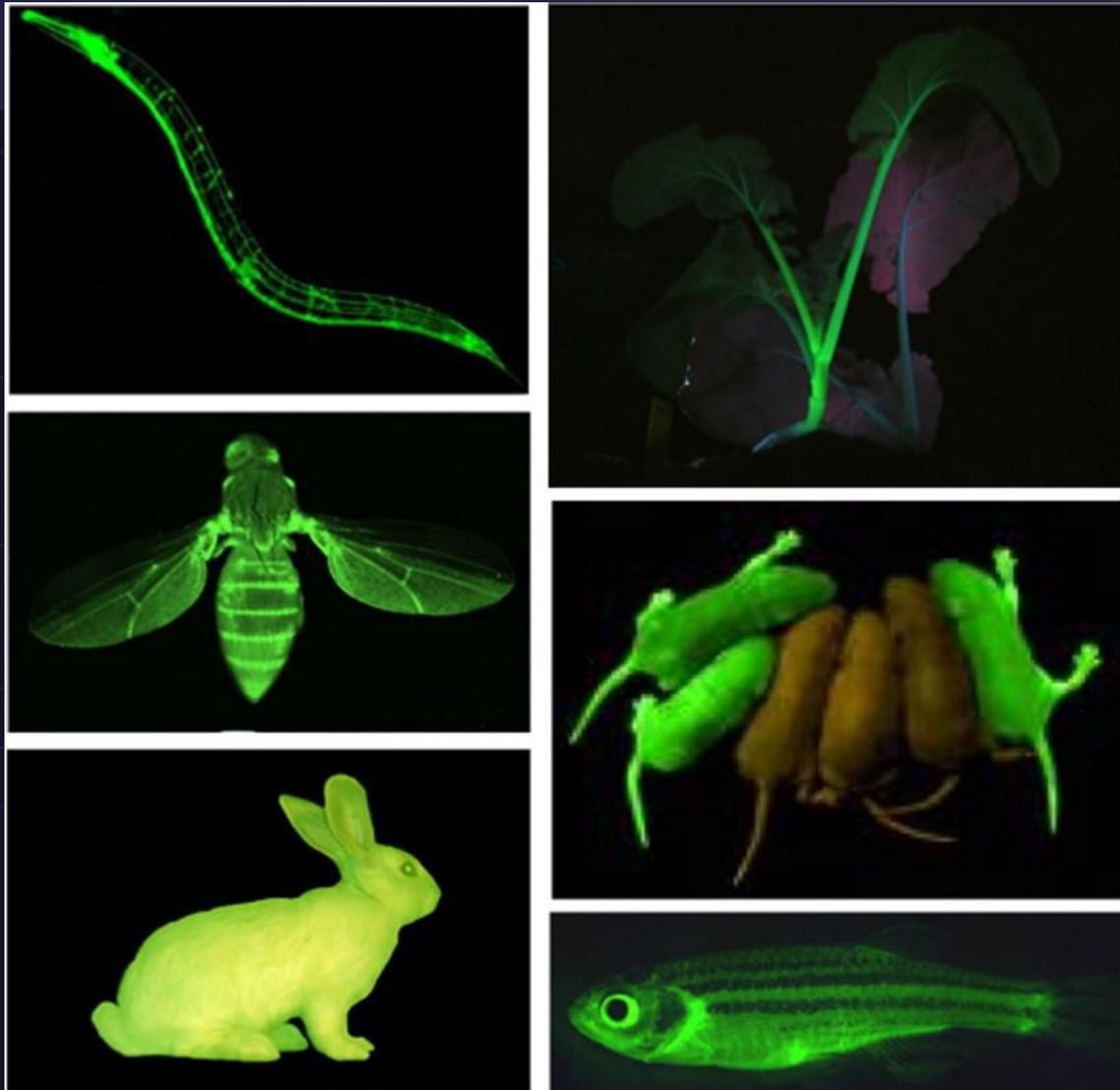


3. Визуализация биообъектов

GFP



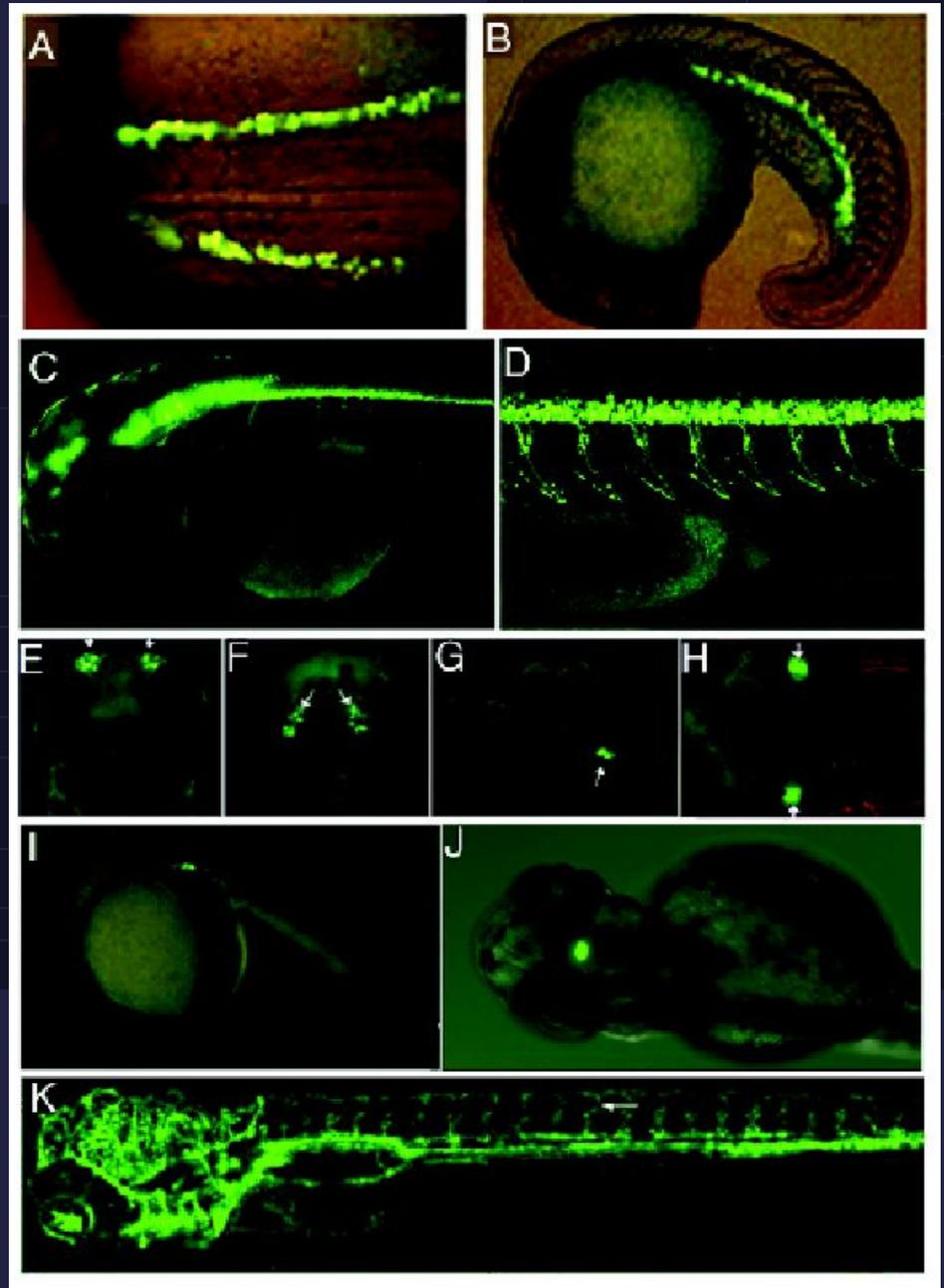
3. Визуализация биообъектов

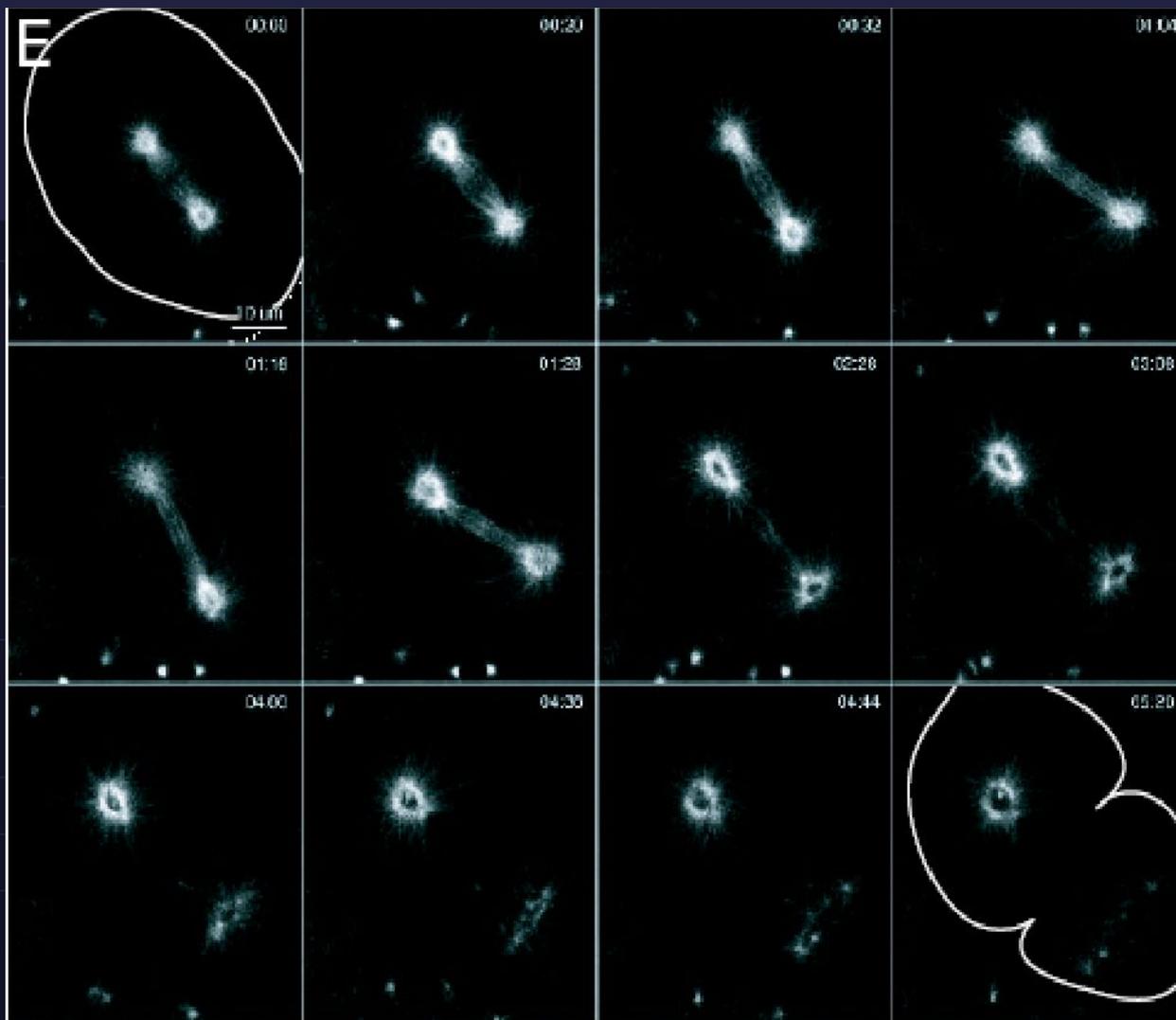


GFP

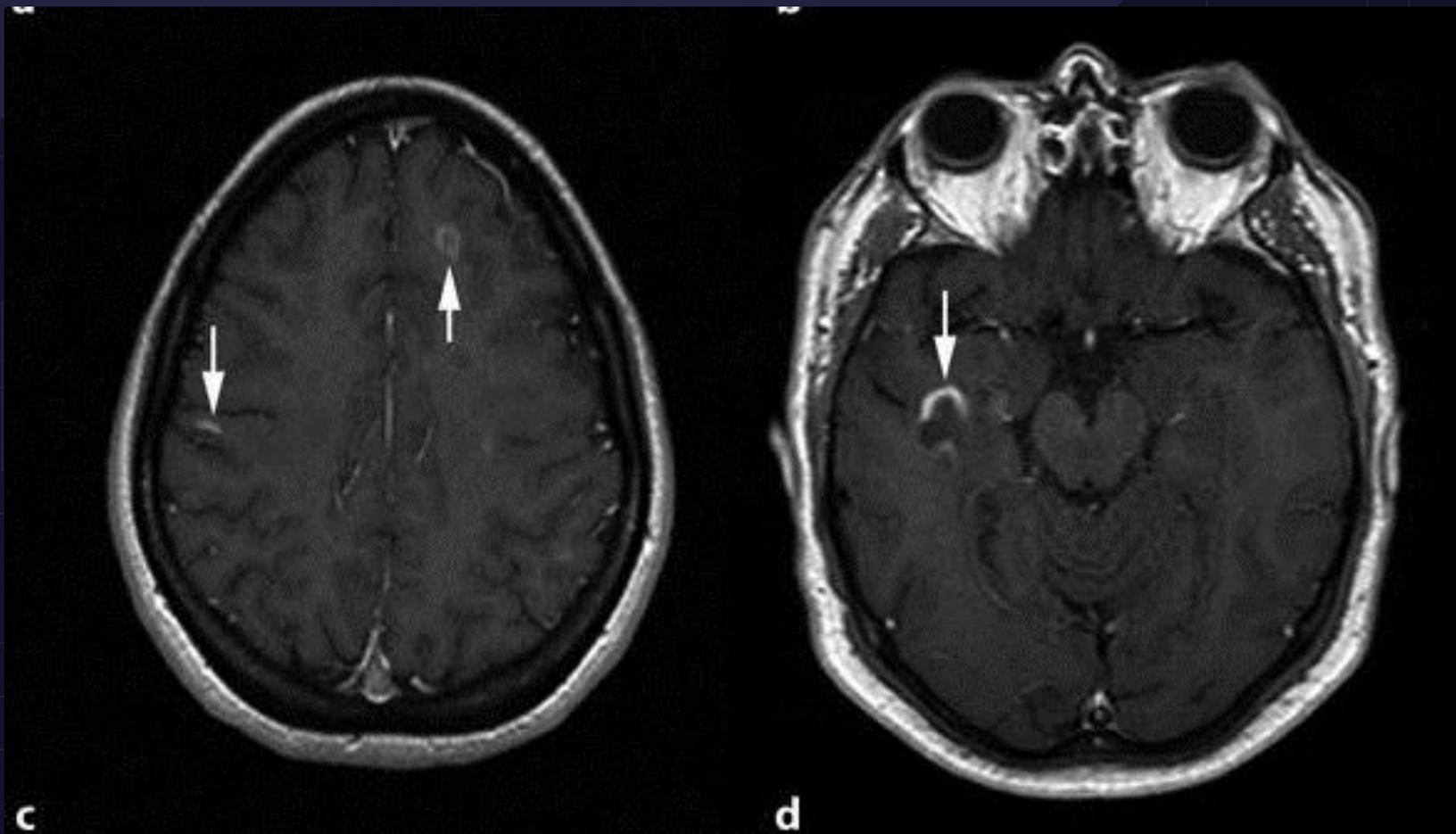
3. Визуализация биообъектов

GFP



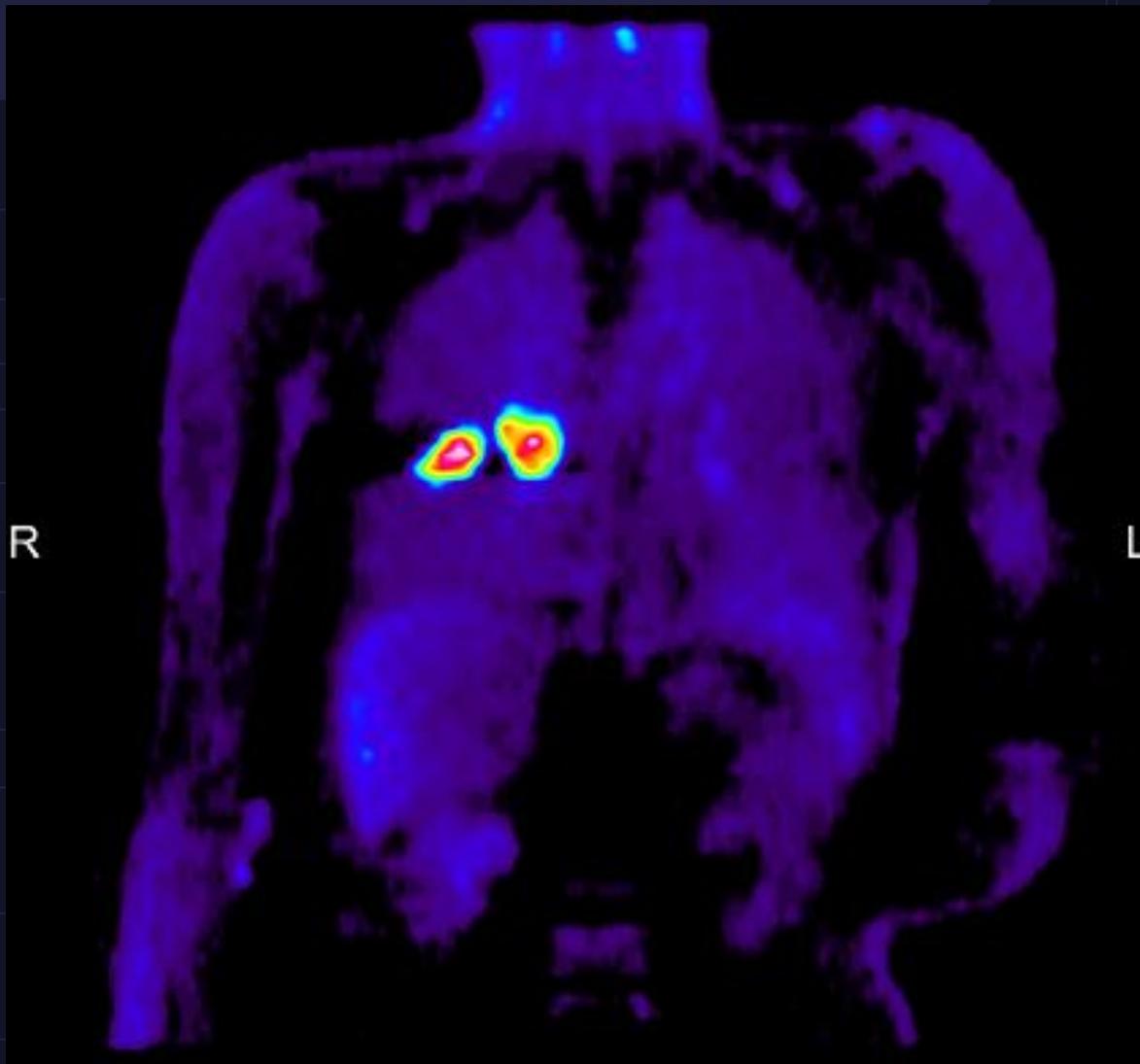


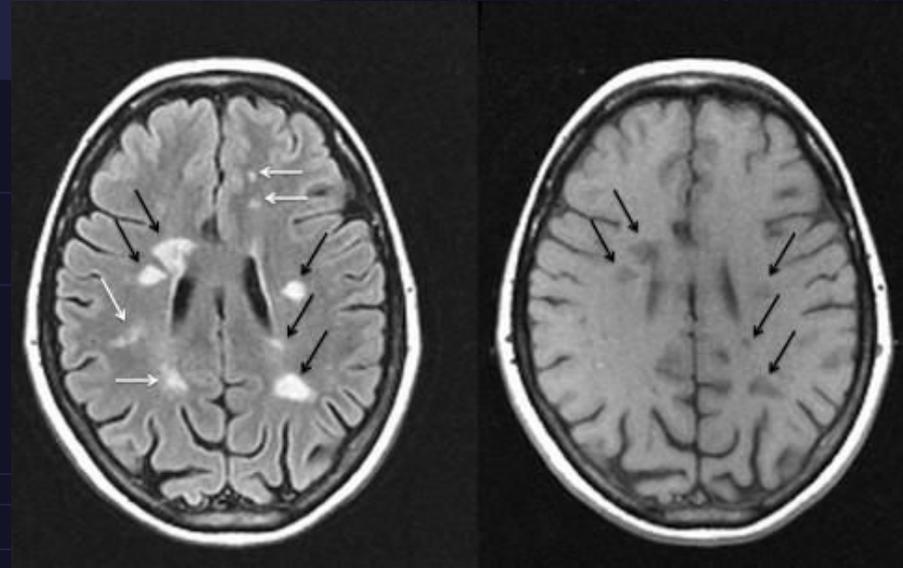
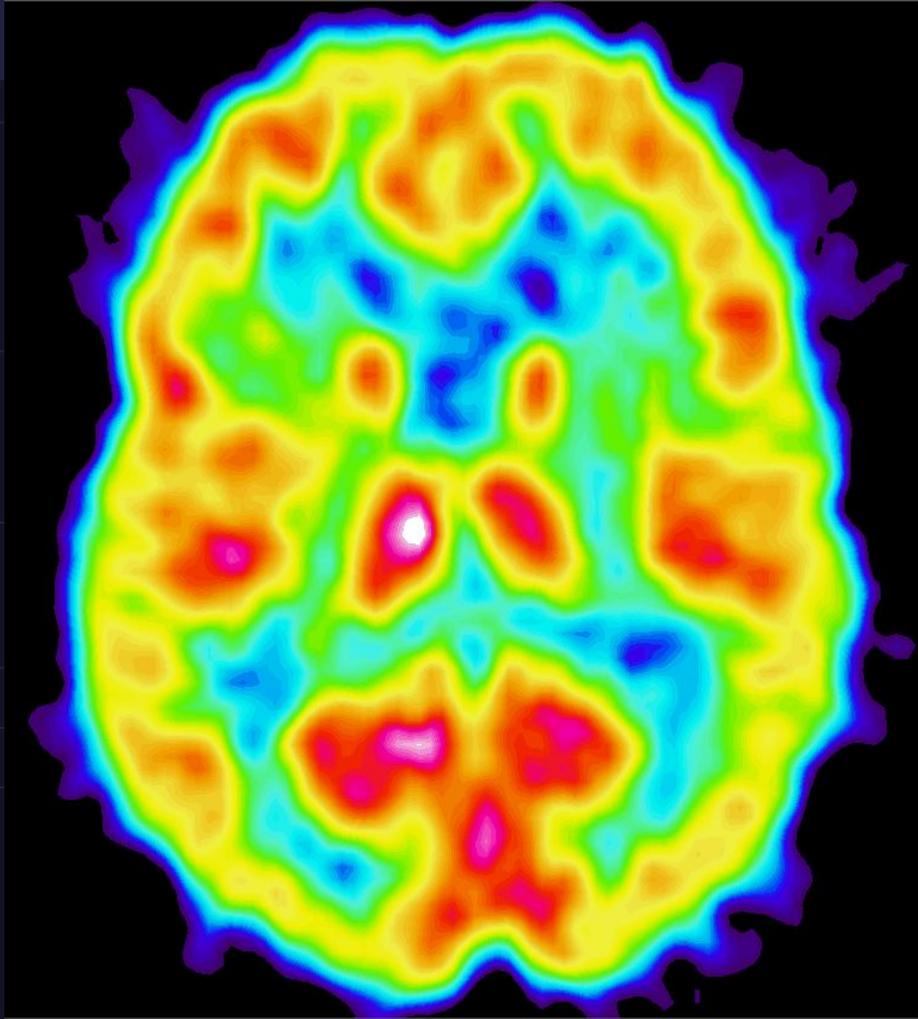
3. Визуализация биообъектов



контрастирование бляшек при рассеянном склерозе

4. Диагностика и лечение





Метастазы в головном мозге
с контрастом без контраста