

**Физика живых систем  
(медицинская физика)  
Введение в специальность**

***Аганов А.В.,***  
**Казань, кафедра медицинской физики**  
**Институт физики**

**6 Декабря 2021 г.**

# План доклада

1. Введение. Образовательные траектории.
2. Место физики в медико-биологических исследованиях. Физические технологии в медицине: эволюция и современные решения.
3. Что такое медицинская физика..
4. Образовательная компонента на примере КФУ.
5. Основные направления и результаты исследований сотрудников кафедры медицинской физики ИФ КФУ

# Образовательные траектории в отделении физики ИФ

Бакалавриат «Физика». Профили (направления)(прием - общий):

- **Физика живых систем**
- Физика квантовых систем и квантовые технологии

*Бакалавриаты : - Нанотехнологии и микросистемная техника*

- *Биотехнические системы и технологии*
- *Инноватика*

Магистратура «Физика». Профили(направления), прием - общий :

- **Медицинская физика**
- Физика перспективных материалов
- Теоретическая физика и моделирование физических процессов
- Аттестация – совместная.

Аспирантура «Физика и астрономия». Научные специальности:

- **Биофизика**
- Физика конденсированного состояния
- Теоретическая физика

Диссертационные советы (физико-математические науки):

- **Биофизика**
- Физика конденсированного состояния
- Теоретическая и математическая физика
- Оптика и спектроскопия

# Образовательные программы по кафедре медицинской физики

## По ИФ: физики

- дисциплины бакалавриата Физика, профиль «Физика живых систем»;
- дисциплины бакалавриата «Биотехнические системы и технологии»;
- дисциплины направления магистратура «Медицинская Физика»;
- дисциплины аспирантуры «Биофизика».
- **Дисциплины курсов общей физики КОФ.**

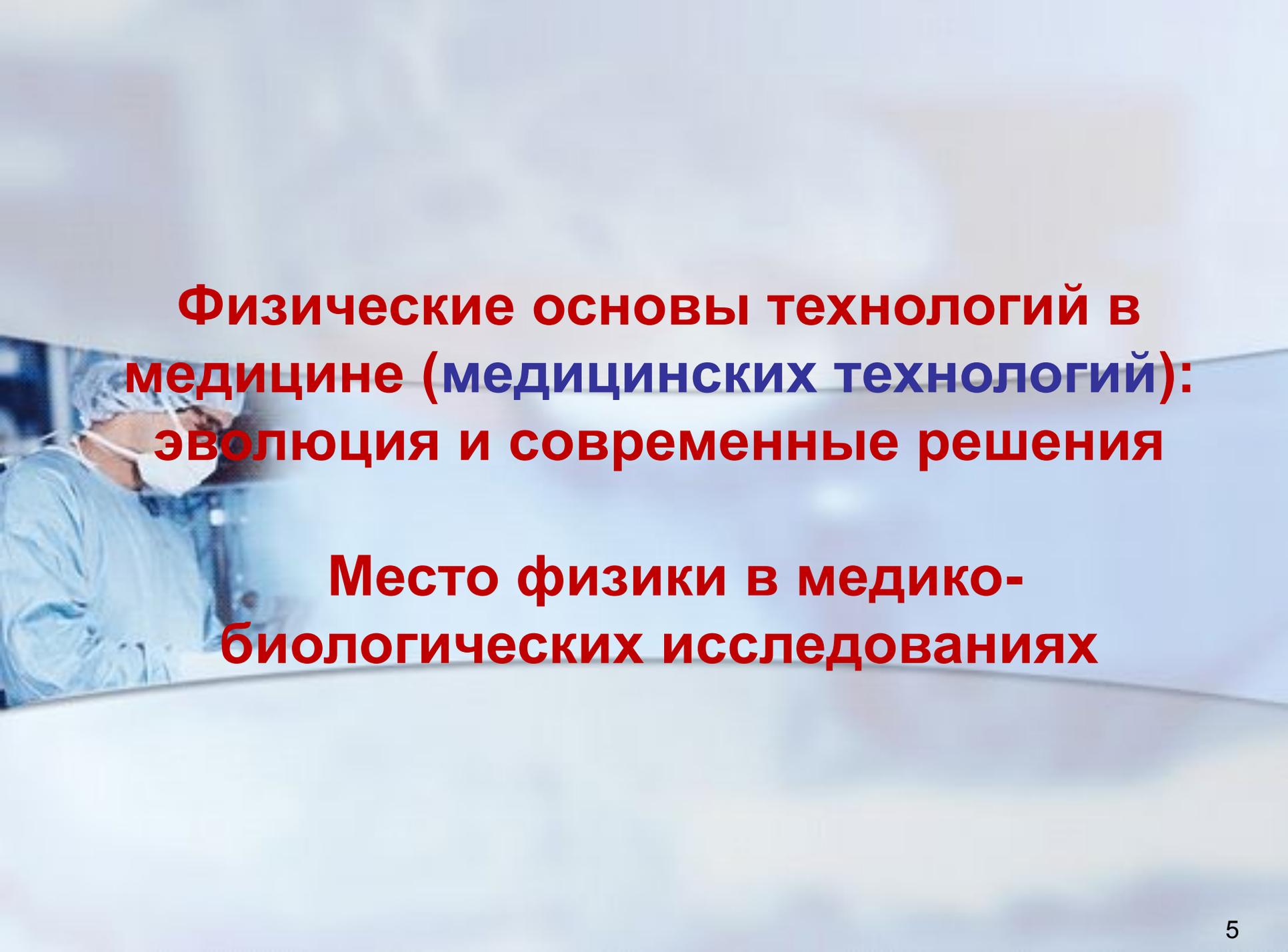
## По ИФМиБ:

- полное сопровождение курса Медицинская физика (на русском и английском языках)
- дисциплины по специальности.

Учебная лабораторная база имеется в полном объеме,  
База учебной практики – клиника КФУ, Онкоцентр РТ (по договору).

База научных исследований:

лаборатория ЯМР высокого разрешения при кафедре и научные лаборатории ИФ, ИФМиБ, институтов ФИЦ Каз НЦ РАН.



**Физические основы технологий в  
медицине (медицинских технологий):  
эволюция и современные решения**

**Место физики в медико-  
биологических исследованиях**

# Микроскопия

1. С середины 17 в., ( А. Левенгук и др.) до 1931: технологии, основанные на классической физике (оптике).
2. 1931 г. Р. Руденберг, 1992 г. (М. Кноль, Э. Руска – прототип современного электронного микроскопа - ЭМ) . увеличение 1 000 000 раз), ультратонкие срезы и т.д. - переход на принципиально новый уровень технологий и возможностей наблюдения объектов (вирусов, бактерий, клеток).
3. Комбинация ЭМ с РСА и Флюоресцентный РСА.
4. **Сегодня: криомикроскопия макробиомолекул.**
5. 1981 г. Г. Биннинг, Г. Рорер – сканирующий туннельный микроскоп (сегодня – нанотехнологии, манипуляции атомами).

**Основная задача – увеличение пространственного разрешения до атомного и субатомного уровня.**

# Ядерная медицина – применение радионуклидных препаратов в диагностике и лечении + лучевая терапия?!

1896 г. А.-А. Беккерель – открытие самопроизвольной радиоактивности.

1901 г. А. Данло – первое применение (радий, туберкулез кожи).

1913 г. Д. Хевеши – начало радиоизотопной диагностики – метод меченых атомов.

1950 – 1960 гг. – организационное оформление ядерной медицины.

*Основные направления:*

1. Разработка протоколов диагностики (МРТ, КТ, ПЭТ).
2. Диагностика и терапия совмещенная с радиационной томографией, высокие энергии (протонная, нейтронная...).
3. Синтез радионуклидов.
4. Методы инкапсулирования и доставки источников излучения в органы.

# Рентгеновское изучение (X-лучи)

1895 г., В.К. Рентген, открытие X-лучей электромагнитных волн в диапазоне от  $\sim 10^3$  до  $\sim 10^{-2}$  Å (от  $\sim 10^{-7}$  до  $\sim 10^{-12}$  м). Отказ от патентования.

1. Рентгеновское обследование (2D).
2. Создание метода РСА (1913 г., М. Лауэ) и дальнейшее развитие технологий на основе использования дифракции рентгеновских лучей.
3. Открытие структуры ДНК (1953 г., Дж. Уотсон, Ф. Крик, М. Уилкинс) – начало структурной биологии (протеомики, молекулярной генетики) и соответствующих технологий.
4. Рентгеновское обследование (3D или КТ или РКТ).
5. РСА при криотемпературах.
6. Спектрометры РСА, совмещенные с излучением частиц.

# Лазерная медицина

**1954 г. Создание лазера. Ч. Таунс, Н. Басов А. Прохоров (СССР).**

1. Лазерная хирургия в самых разных областях (лазерный скальпель, пинцет, выпаривание клеток опухолей...).
2. Лазерная терапия, в том числе физиотерапия и косметология.

Лазерные информационные технологии:

- быстрого прототипирования для биомоделирования;
- дистанционного изготовления биомоделей по томографическим данным обследования пациентов;
- создания биоматериалов, селективное лазерное спекание и синтез полимерных матриц для тканевой инженерии;
- оптико-информационные технологии для офтальмологии, лазерная персонализированная коррекция зрения на основе данных aberрометрии.

# Воздействие электромагнитного излучения на биосистемы

1. Электромагнитные поля и живая природа. Реакция биологических систем разного уровня организации на воздействие электромагнитных полей. Организмы – как биосенсоры и биоиндикаторы воздействия ЭМП.
2. Терагерцовое излучение. Воздействие на белки крови, зондирование ткани роговицы и т.п.
3. Перспективы создания 3D-сканеров для визуализации поражений кожи.
4. Лазерное воздействие на хрящевые ткани

# Ультразвуковые и технологии

1. УЗ исследование и диагностика, в том числе, эхоэнцефалография и эхокардиография, доплероскопия, томография.
2. УЗ – терапия – фонофорез (регенерационная медицина): (микромассаж, повышение температуры клеток и тканей, увеличение проницаемости клеточных оболочек и стимуляция тканевого обмена и процессов регенерации.
3. УЗ в биологии: отделение клетки от ферментов. Разрушения внутриклеточных структур таких, как митохондрии и хлоропласты с целью изучения взаимосвязи между их структурой и функциями.
4. Мутации, в том числе молекул ДНК.

# Магнитный резонанс

1. 1944 г. Открытие **Э**лектронного **П**арамагнитного **Р**езонанса (**ЭПР**), Е.К. Завойский, **Казанский университет, Казань, СССР**.
2. 1946 г. Открытие **Я**дерного **М**агнитного **Р**езонанса (**ЯМР**). Е. Парсел, Ф. Блох, США.
3. 1985 г. К. Вютрих. ЯМР метод расшифровки трехмерной структуры биологических макромолекул в растворе.
4. 1972 г. МРТ (ЯМР и ЭПР).
5. ЯМР гистология.
6. Метабомика (метабономика). Метаболический паспорт человека.

# Магнитный резонанс

1. ЯМР спектроскопия и ее сочетание с функциями магнитно-резонансной томографии.
2. Локальные измерения метаболического портрета живой ткани, температуры внутренних органов, неинвазивная биопсия *in vivo*. Молекулярная визуализация.
3. Целевая доставка фармпрепаратов в область патологии. Биомаркеры и парамагнитные визуализаторы. Нанокапсулированные препараты, наблюдение их эффектов при онкологии и ишемии головного мозга. Контроль доставки лекарственных нанобиоконтейнеров и экстракции препарата на мишени под действием физических полей.
4. Магнитная гипертермия.



# ИНИЦИАТИВЫ ПРЕВОСХОДСТВА

Международный Центр Магнитного Резонанса

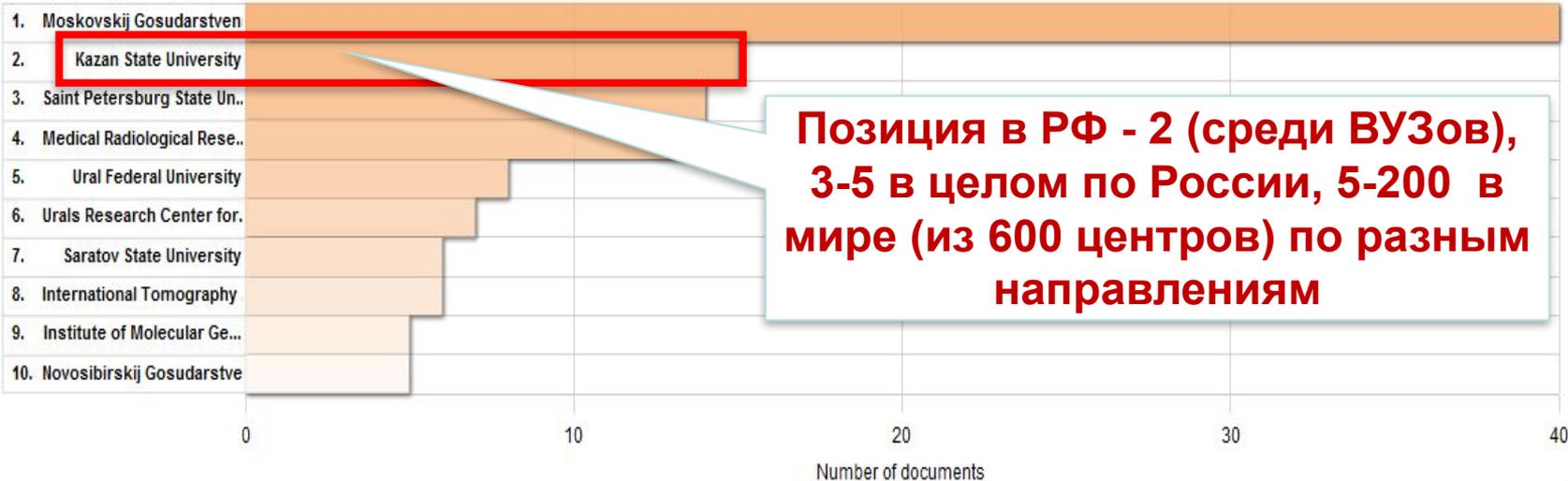
## Позиции Казанского Федерального университета в области магнитного резонанса в биологии и медицине (среди ВУЗов РФ)

Analyze results | [Back to results](#)

Date range 1967 to 2013 Analyze Document results 397

Year | Source title | Author name | Affiliation name | Country | Document type | Subject area

Affiliation name This chart shows the total number of documents for this query by Affiliation Name.



Позиция в РФ - 2 (среди ВУЗов),  
3-5 в целом по России, 5-200 в  
мире (из 600 центров) по разным  
направлениям

# Адресная доставка лекарств

1. Системы доставки лекарственных средств:
  - полимерные транспортеры (недеградируемые полимеры, лекарственно-конъюгированные полимеры, биodeградируемые полимеры);
  - микрочастицы (микросферы, производство полимерных микросфер).
2. Способы доставки:
  - с использованием антител (иммунотоксины, внутриклеточная адресация с использованием биоспецифических антител, присоединение антител для активного нацеливания липосом, фолатов,
  - интеллектуальные системы диагностики и доставки лекарств (механизмы высвобождения лекарств, навигация, телеметрия и локализация капсул).
3. Дизайн новых лекарственных средств, вычислительная техника и компьютерные методы техники.

# Физика и медицина

20 век



# Физика и медицина

21 век





# Медицинская физика



## **Знаете ли вы что такое МЕДИЦИНСКАЯ ФИЗИКА?**

*Медицинская физика – это наука о системе, объединяющей состояние человеческого организма и физические знания о материальном мире, целью которой является создание диагностических, профилактических и лечебных средств, основанных на новейших достижениях физики, математики и техники. Кроме физики, она тесно связана с медициной, биофизикой, радиобиологией, патофизиологией, информатикой, но родилась эта наука на стыке между физикой и медициной.*

# Области компетенции

Фундаментальная медицинская физика: физика различных органов и систем человеческого организма, физические поля в организме, взаимодействие человека с физическими излучениями; физико-математическое моделирование органов, систем и процессов – **БИОФИЗИКА!!!**

Прикладная медицинская физика: физика лучевой терапии, ядерной медицины, лучевой диагностики; физика неионизирующих методов диагностики и терапии; проблемы компьютеризации, математическое моделирование в диагностике и терапии; радиационная безопасность и радиоэкология; контроль и гарантия качества диагностики и лечения.

# Прикладная медицинская физика.

## Разработка и внедрение в медицинскую практику:

- Медико-физической аппаратуры, в том числе техники эксперимента для биомедицинских исследований;
- Методов диагностики заболеваний;
- Методов исследования живых систем, включая метаболизм, объектов медико-биологического назначения, продуктов жизнедеятельности живых организмов, токсикологии и т.д.);
- Физических основ технологий в медицине и т.д.

# Используемые и развиваемые методы исследований и технологии в ИФ КФУ

## Магнитный резонанс:

- ЯМР высокого разрешения,
- ЯМР-диффузометрия,
- ЭПР спектроскопия,
- Магнитно-резонансная томография (-микро, -мини и человека; МРТ-технологии).

## Другие методы и технологии:

- Лазерная спектроскопия,
- Рентгеноструктурный анализ,
- Ядерно-физические методы,
- Оптические методы,
- Математическое моделирование биофизических процессов – электрофизические.

# Лекционные курсы у бакалавров (дисциплины по выбору)

- Биофизика и молекулярная биология,
- Физика жидкостей
- Основы анатомо-гистологических знаний и физиологии,
- Физические методы в исследовании структуры и динамики молекулярных систем,
- Основы магнитного резонанса,
- Теория моделирования и визуализации в физике,
- Введение в нанотехнологии,
- Современная оптика,
- Квантовая механика молекулярных систем,
- Атомная и молекулярная спектроскопия
- Магнитные материалы,
- Биофизика диагностики заболеваний / Магнитно-резонансная томография.

# Лекционные курсы в магистратуре

- Современные проблемы биофизики.
- Основы ядерной физики в приложении к медицине.
- Оптика и лазерная физика в биомедицине.
- Физические методы визуализации.
- Основы магнитного резонанса.
- Молекулярные механизмы патологий и принципы диагностики.
- Лучевая диагностика и терапия, Радиационная физика в медицине.
- Позитрон-эмиссионная томография (ПЭТ), Рентгеновская компьютерная томография (РКТ или КТ).
- Структурная биология.
- Клиника внутренних болезней.
- Ядерная магнитно-резонансная томография (МРТ человека, мини и микро-томография).
- Ядерный магнитный резонанс биологических объектов.
- ЭПР в медицине.
- Принципы и системы доставки лекарственных средств.
- Биомеханика, Медицинская электроника (факультативы).
- Правовые аспекты деятельности в области медицинской физики.

# Организации, на базе которых проходят учебные занятия и научные исследования

- **Казанский университет**
  - **Институт физики (кроме кафедры медицинской физики)**
    - Кафедра физики молекулярных систем
    - Кафедра общей физики
    - Кафедра радиоспектроскопии и квантовой электроники
    - Кафедра физики твердого тела
  - **Институт фундаментальной медицины и биологии**
    - Кафедра биохимии
    - Кафедра физиологии человека и животных и др.
- **ФИЦ КазНЦ РАН: КИББ, КФТИ**
- **Университетская клиника КФУ (МСЧ)**
- **Казанский государственный медицинский университет**
- **Республиканский клинический онкологический диспансер МЗ РТ**
- **ОИЯИ (Объединенный институт ядерных исследований) г. Дубна и др.**

# Трудоустройство !!!

## **НАУЧНАЯ ТРАЕКТОРИЯ:**

Магистратура – Аспирантура – Докторантура

## **НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ТРАЕКТОРИЯ:**

Вузы и Институты РАН, работа за рубежом по профилю.

## **НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ТРАЕКТОРИЯ:**

Работа в диагностических и диагностико-терапевтических центрах системы здравоохранения (государственных и частных).

## **БИЗНЕС – ТРАЕКТОРИЯ:**

Работа в компаниях по продвижению медицинского оборудования и предоставления медицинских услуг.

В ближайшей перспективе работа в системе телемедицины.

# Основные направления и результаты исследований кафедры, проводимых сотрудниками кафедры медицинской физики ИФ КФУ

в рамках Основного Научного Направления КФУ (ИФ)

**«Физические методы в медикобиологических исследованиях»**

# Спектроскопия ЯМР: структура лекарственных препаратов и взаимодействие с мембранами клеток

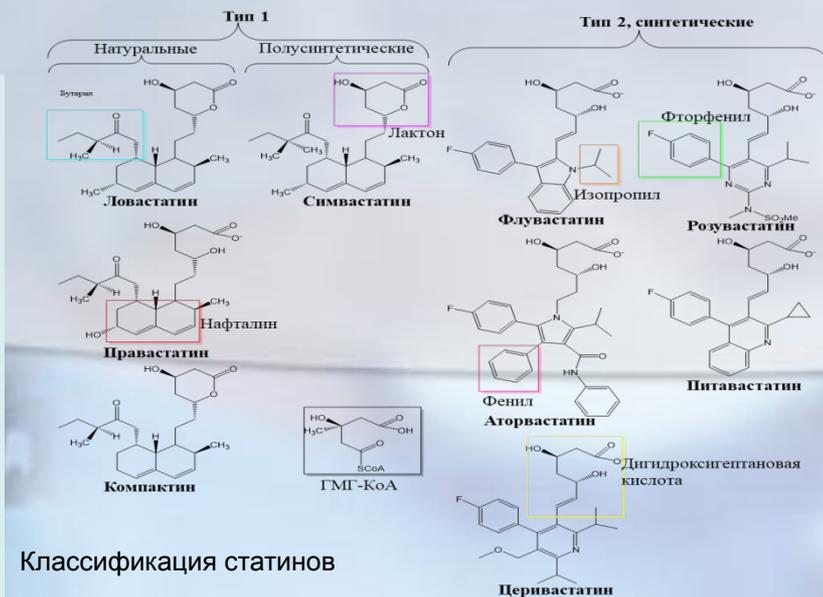
Каф. медицинской физики, лаборатория ЯМР

Участники:

Проф. Аганов А.В.  
 Проф. Клочков В.В.  
 С.н.с., к.ф.-м.н Ефимов С.В.  
 доц. Блохин Д.С.  
 С.н.с., к.ф.-м.н. Рахматуллин И.З.  
 Асс., к.ф.-м.н. Аганова О.В.  
 Асс. Шуршалова Г.С.

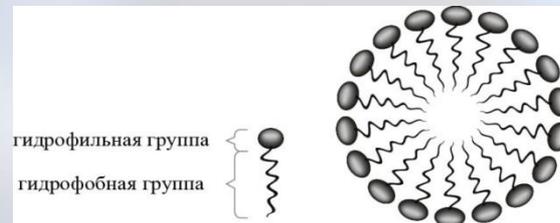
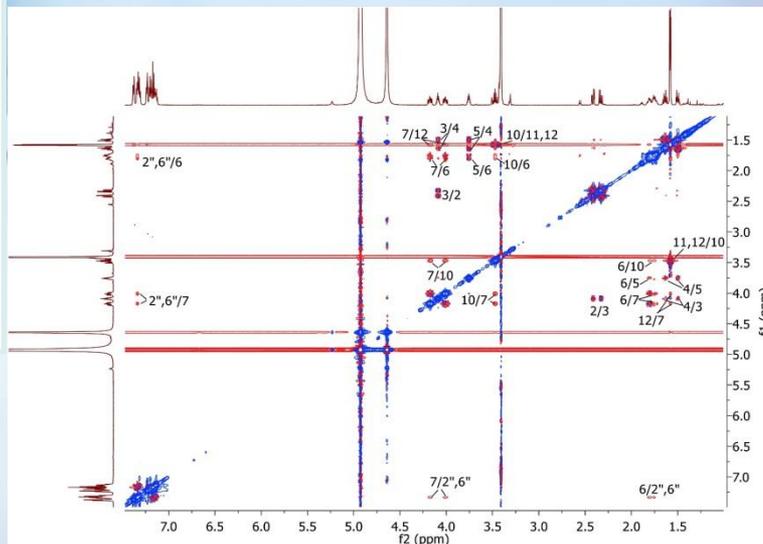
Контакты:

[vklochko@kpfu.ru](mailto:vklochko@kpfu.ru)  
 ком. 103а

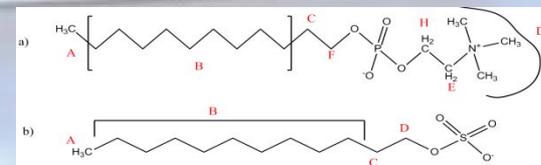


Классификация статинов

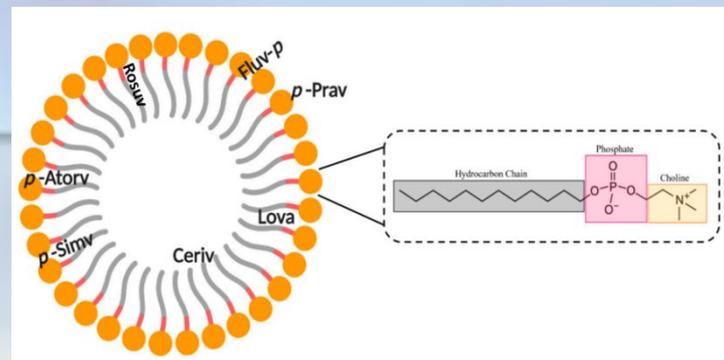
2D NOESY-спектр аторвастатина в CD<sub>3</sub>OD



Модель биологической мембраны



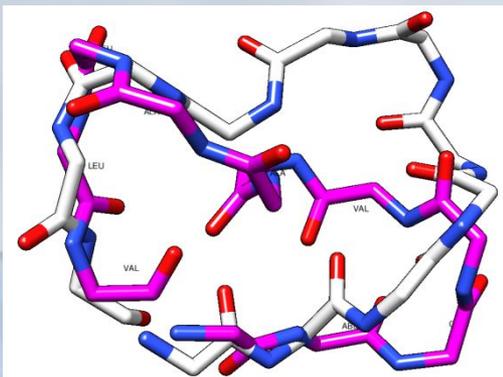
Химическая структура а) ДФХ и б) ДСН



Схематическое изображение мицеллы додецилфосфохолина (ДФХ) с приблизительными местами связывания статинов

# Спектроскопия ЯМР: структура лекарственных препаратов и их взаимодействие с мембранами клеток

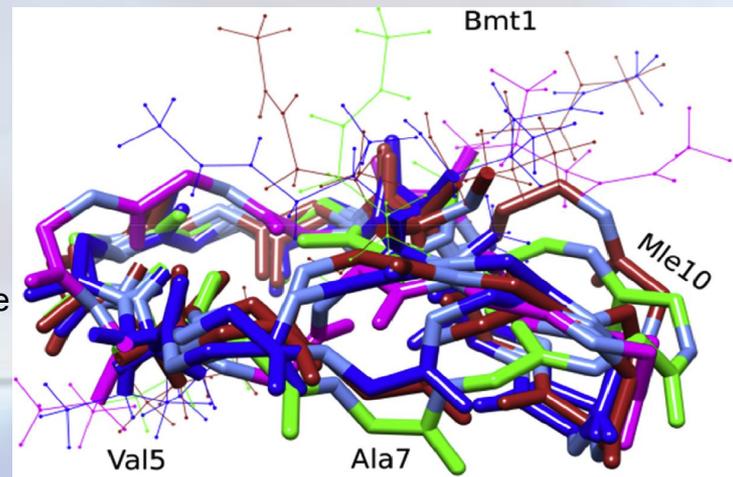
Пространственное строение циклоспорина (CsA) в растворе и в комплексе с модельной биологической мембраной



в комплексе с мицеллой

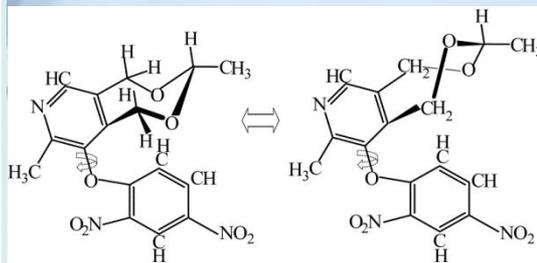


в хлороформе



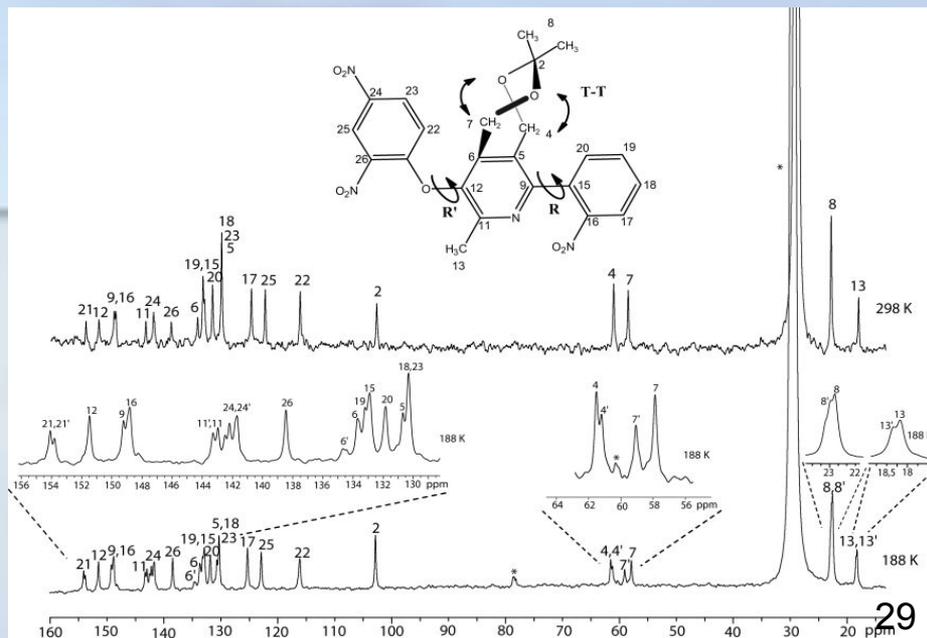
Циклоспорин CsA подавляет отторжение пересаженных тканей

Конформационная структура и динамика производных пиридоксина (витамин B6)



$R_1 = H; R_2 = H; CH_3; CH(CH_3)_2; C(CH_3)_3;$

Пространственное строение циклоспоринов CsB (голубой), CsC (зеленый), CsD (красный) и CsE (розовый)



Каф. медицинской физики, лаборатория ЯМР

Участники:

Проф. Аганов А.В.  
Проф. Клочков В.В.  
Доц. Юльметов А.Р.  
С.н.с., к.ф.-м.н. Ефимов С.В.  
Доц. к.ф.-м.н.. Блохин Д. С.  
С.н.с., к.ф.-м.н. Рахматуллин И.З.  
Асс., к.ф.-м.н. Аганова О.В.,  
Н.с. Згадзай Ю.О.,  
Асп. Кобчикова П.П.

Контакты:

[vklochko@kpfu.ru](mailto:vklochko@kpfu.ru)

ком. 103а

ЯМР  $^{13}C$  (500 спектр соединения в растворе хлороформа для двух температур 298 К и 188 К

# Структурные исследования аппарата синтеза белка патогенных микроорганизмов

Каф. медицинской  
физики,  
лаборатория ЯМР  
лаборатория  
Структурной биологии  
ИФМиБ,  
Лаборатория  
структурного анализа  
биомакромолекул ФИЦ  
КазНЦ РАН

## Участники:

Проф. Аганов А.В.,  
Проф. Клочков В.В.,  
**Проф. Усачев К.С.**,  
С.н.с., к.ф.-м.н. Ефимов  
С.В.,  
Доц. Блохин Д.С.,  
Н.с., к.ф.-м.н. Колосова  
О.А.,  
Н.с. Згадзай Ю.О.

## Контакты:

[k.usachev@kpfu.ru](mailto:k.usachev@kpfu.ru)  
[k.usachev@knc.ru](mailto:k.usachev@knc.ru)

ком. 104

## Основное направление исследований:

Структурно-функциональный анализ аппарата синтеза белка патогенных для человека микроорганизмов.

## Применяемые методы исследований:

- Генетические манипуляции со штаммами микроорганизмов методами геной инженерии: клонирование, мутагенез, создание делеционных мутантов;
- методы молекулярной биологии;
- крио-электронная микроскопия;
- рентгеноструктурный анализ;
- спектроскопия ЯМР высокого разрешения.

Результаты исследований позволяют понять механизм связывания и взаимодействия между белковыми факторами и рибосомой, что, в свою очередь открывает возможность для разработки новых антимикробных препаратов.

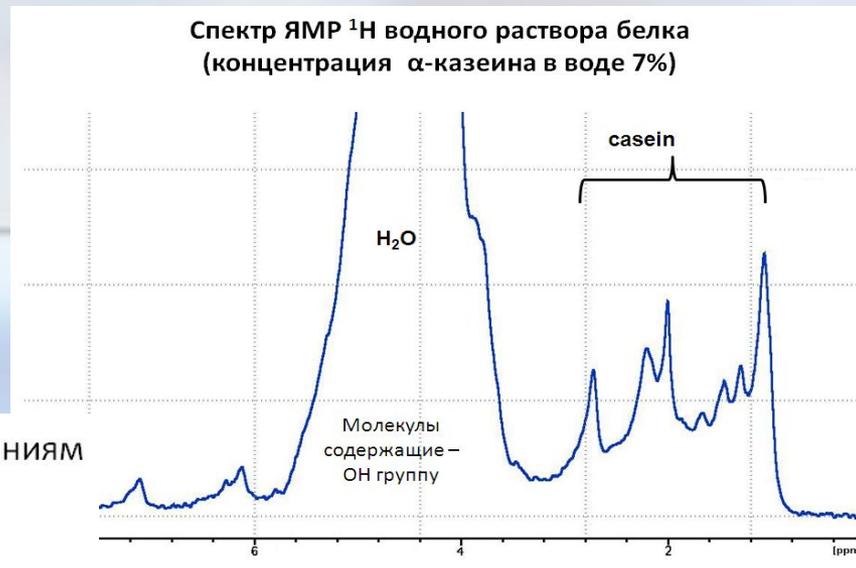
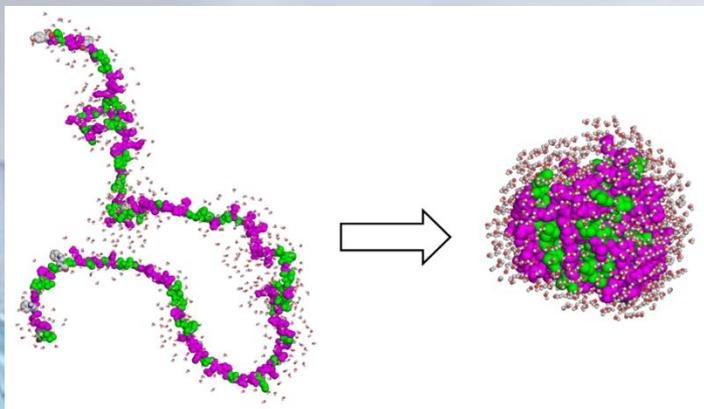


## Достижения:

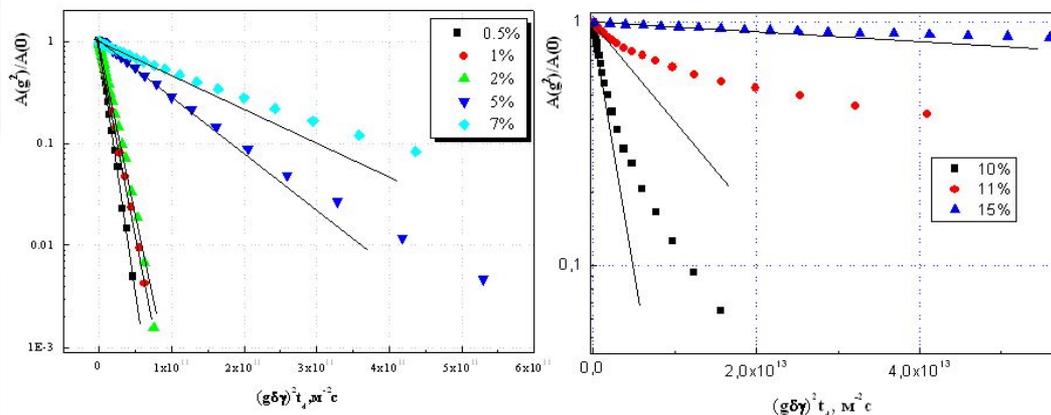
*Впервые с высоким разрешением установлена структура 70S рибосомы золотистого стафилококка и структуры ряда функциональных комплексов рибосомы с различными лигандами (мРНК и тРНК) и факторами регуляции трансляции (HPF, RsfS, EF-P, RbfA) и определены молекулярные механизмы, лежащие в основе действия стресс-индуцированных белковых факторов.*

# Особенности трансляционной подвижности белков в водных растворах

Кафедра физики молекулярных систем (проф. В.Д. Скирда, ст. преп. Д.Л. Мельникова [melndaria@gmail.com](mailto:melndaria@gmail.com), ИФ к. 204)



Диффузионные затухания, полученные по спектральным линиям для белка в водных растворах при разных концентрациях белка  $\alpha$ -казеина

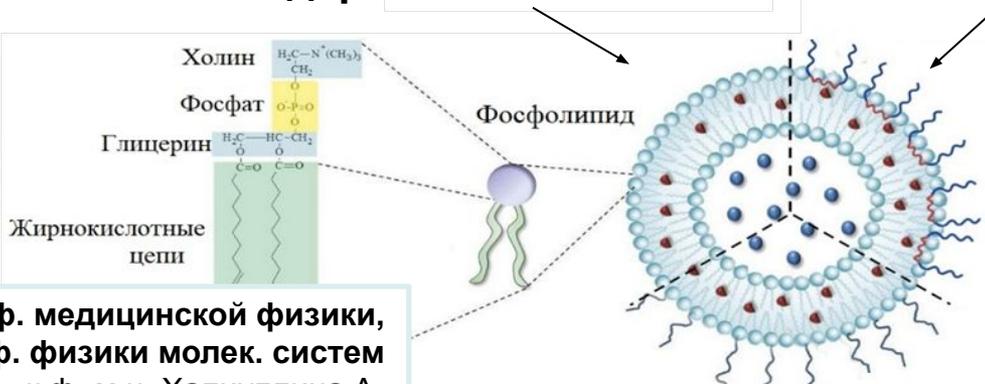


**Вид диффузионных затуханий свидетельствует о наличии широкого спектра коэффициентов самодиффузии, вызванного процессами надмолекулярной структурной организации.**

# Исследование структурно-динамических характеристик систем доставки лекарств на основе липосом, модифицированных полимерами методами ЯМР

Стандартная липосома

Липид-полимерная липосома



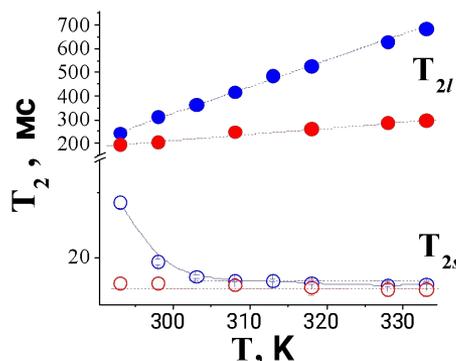
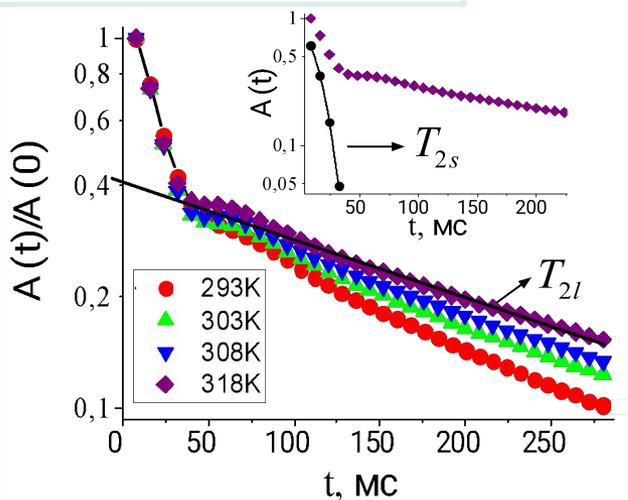
- Гидрофобное лекарство
- Гидрофильное лекарство

- Предотвращают слипание липосом.
- Защищают лекарство от преждевременного разрушения ферментами.
- Увеличивают время циркуляции липосом в кровеносном русле.

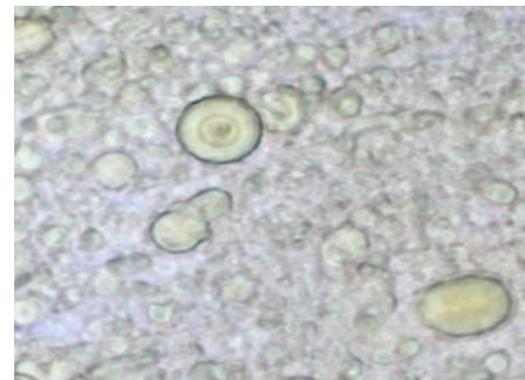
Каф. медицинской физики,  
 каф. физики молек. систем  
 доц., к.ф.-м.н. Халиуллина А.  
 В., проф. Филиппов А.В.

Контакты:

[alija\\_syl@mail.ru](mailto:alija_syl@mail.ru), ком. 101в



- $T_{2s}$  – характеризует твердотельную компоненту
- $T_{2l}$  – характеризует экспоненциальную «жидкофазную» компоненту



Суспензия липидов,  
 плюроника и куркумина

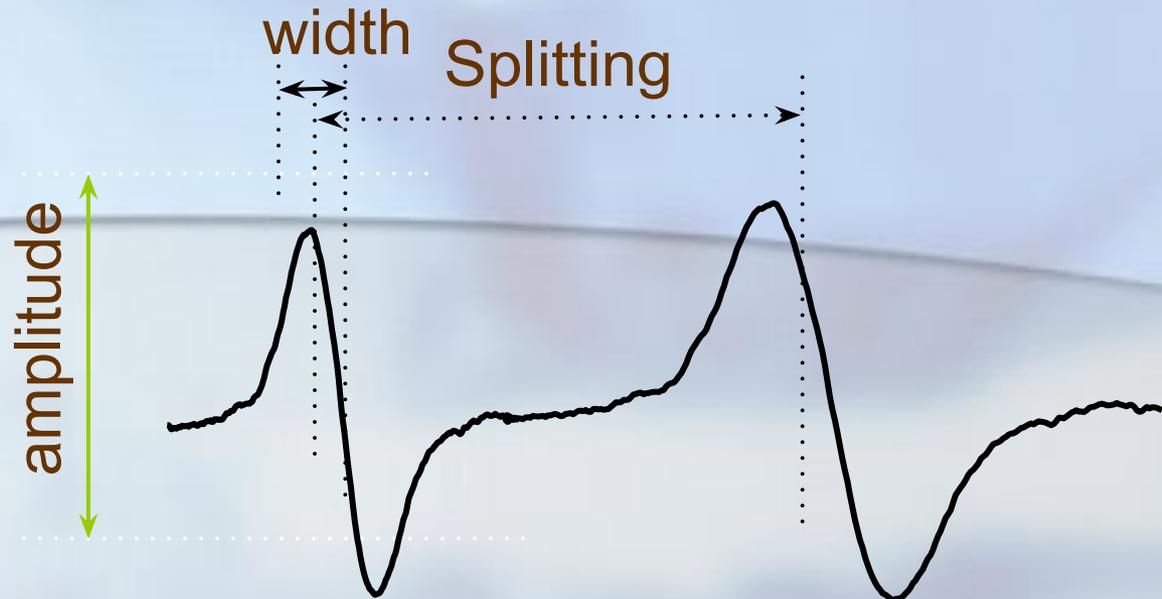
# Функциональные параметры из ЭПР спектра

Физиологические и метаболические (функциональные) параметры

Oxygen,  $pO_2$   
Redox status  
Acidosis, pH  
Thiols (GSH)  
Cell viability  
Viscosity  
Tissue perfusion  
Molecular motion

Oxygen,  $pO_2$   
Acidosis, pH  
Viscosity  
Molecular motion

Redox status  
Cell viability  
Tissue perfusion



# Текущие Проекты группы ЭПР/ЯМР для биологии и медицины

Рук. темы, д.ф.м-н. М.Р. Гафуров

Кафедра медицинской физики и кафедра радиоспектроскопии и квантовой электроники

Применение и развитие мультимодальных методов магнитного резонанса для медико-биологических приложений в исследованиях комплексов биологически активных веществ, имплантов, новых контрастных агентов визуализации изображений и доставки лекарственных средств.

Керамические материалы на основе катион-замещенных форм фосфатов кальция для медицины.

<https://kpfu.ru/prioritetnye-napravleniya/laboratorii/sae-39translyacionnaya-7p-medicina39/mezhdunarodnyj-centr-magnitnogo-rezonansa>

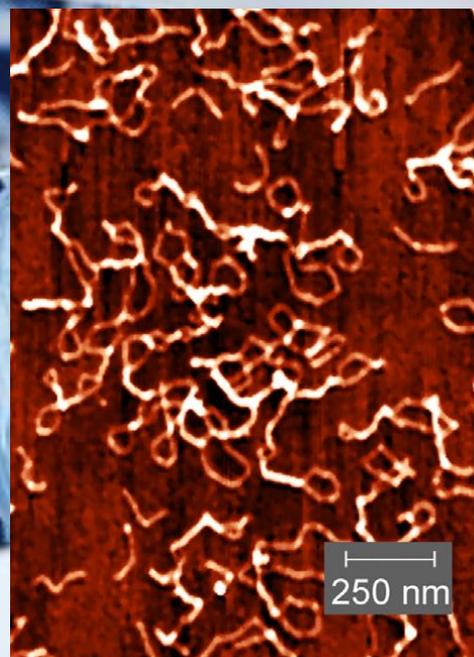
# Спектроскопия ЯМР пиллар[5]аренов (системы доставки биологически активных препаратов)

Каф. медицинской физики,  
ФИЦ КазНЦ РАН

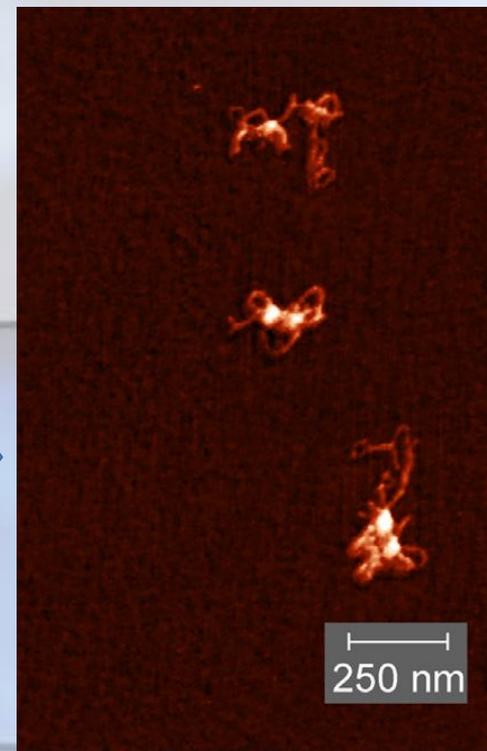
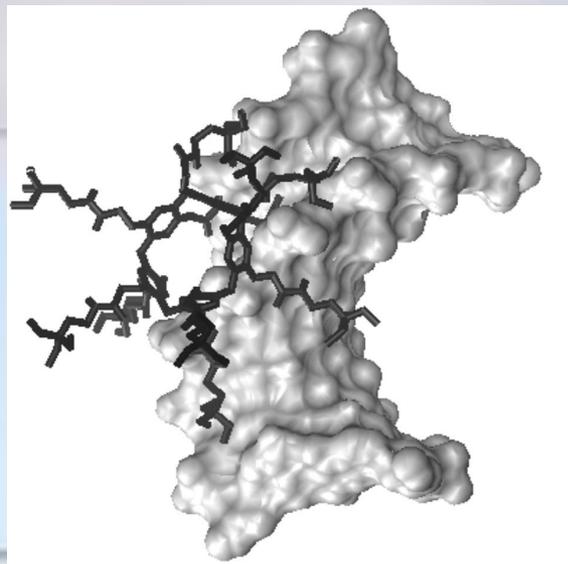
Доц., к.ф.-м.н. Хайрутдинов Б.И.

Контакты:

[khairutdinov@kibb.knc.ru](mailto:khairutdinov@kibb.knc.ru)



**ДНК**



**ДНК + пиллар[5]  
арен**

**Компактизация ДНК пиллар[5]ареном повышает  
эффективность переноса геномной информации в клетку**

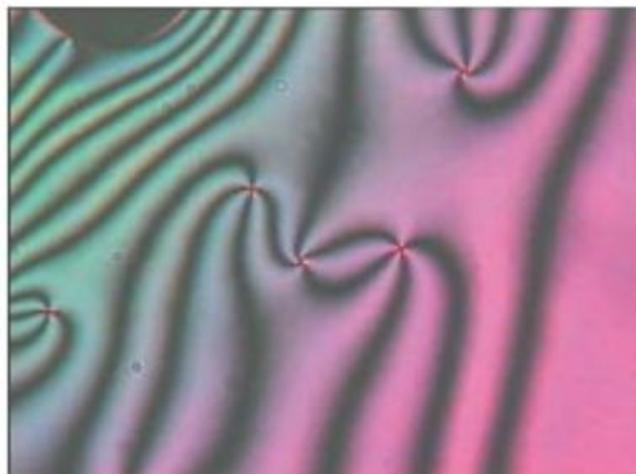
# Спектроскопия ЯМР/ЭПР/УФ: спин-переменные жидкокристаллические комплексы с фотоуправляемыми свойствами

Каф. медицинской физики,  
ФИЦ КазНЦ РАН

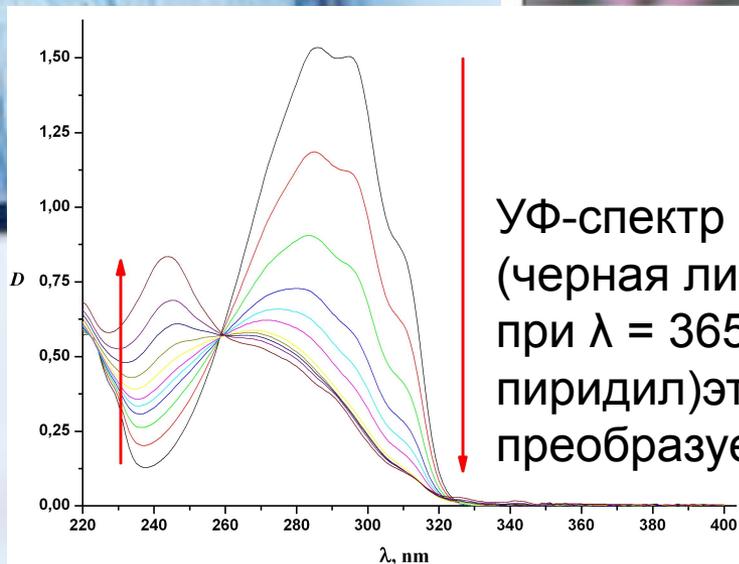
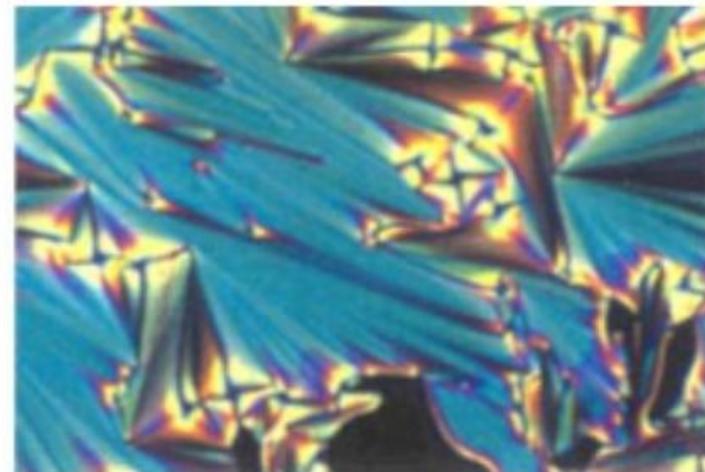
Доц., к.ф.-м.н. Туранов А.Н.  
Контакты:  
[sasha\\_turanov@rambler.ru](mailto:sasha_turanov@rambler.ru)  
ком. 103



Нематическая фаза



Смектическая фаза



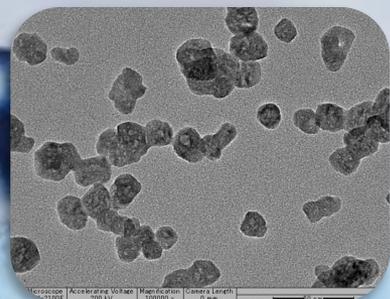
Fe(III) под воздействием T, P, hv  
 $S=1/2 \rightleftharpoons S=5/2$

УФ-спектр поглощения DPE в ацетонитриле до облучения (черная линия) и после облучения (цветные линии) при  $\lambda = 365$  нм. Время облучения: 2, 4, 6, ... 90 мин. 1,2-ди(4-пиридил)этилен) – модель родопсина, зрительного пигмента, преобразующего фотон в электрический импульс

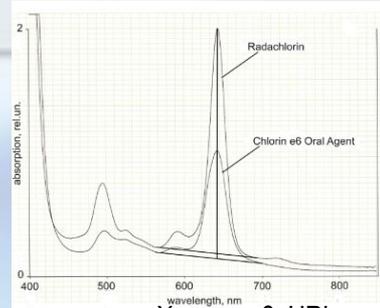
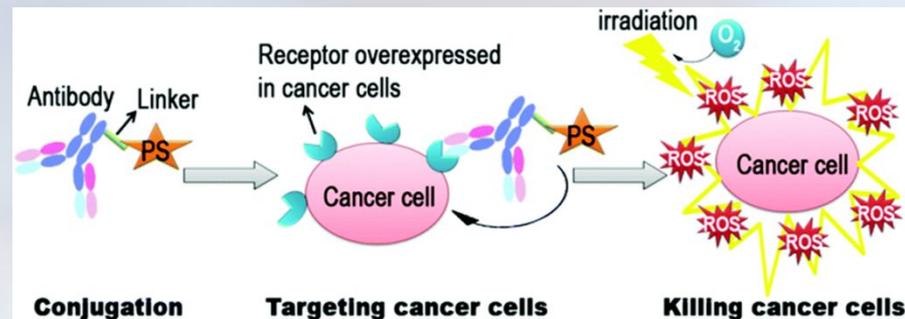
# Фотоиндуцированная биологическая активность наночастиц фторидов

НИЛ МРС и КЭ ИФ, криогенный корпус, ИФМиБ:

Доц., к.ф.-м.н. А.С. Низамутдинов  
[anizamutdinov@mail.ru](mailto:anizamutdinov@mail.ru),  
 с.н.с. к.ф.-м.н. М.С. Пудовкин

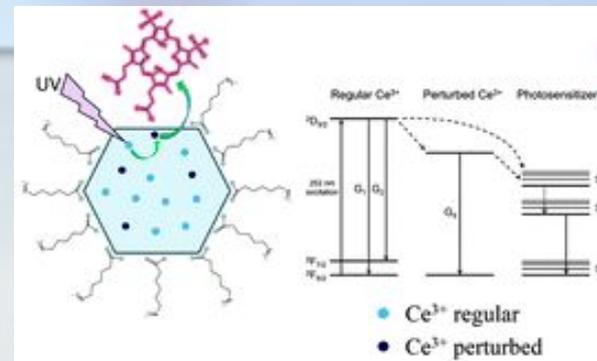


$R=20\pm 5\text{ нм}$



Хлорин е6. URL:

[http://www.magicray.ru/PDT\\_Photodynamic\\_therapy/pharma/chlorin\\_e6.html](http://www.magicray.ru/PDT_Photodynamic_therapy/pharma/chlorin_e6.html)



Cooper, Daniel R., et al *Physical Chemistry Chemical Physics* 16.24 (2014): 12441-12453.

## Наши методы:

1. Синтез наночастиц.
2. Оптическая и лазерная спектроскопия, с временным разрешением до сотен пикосекунд.
3. Различные виды микроскопии.
4. Цитометрия.
5. Методы биохимии.

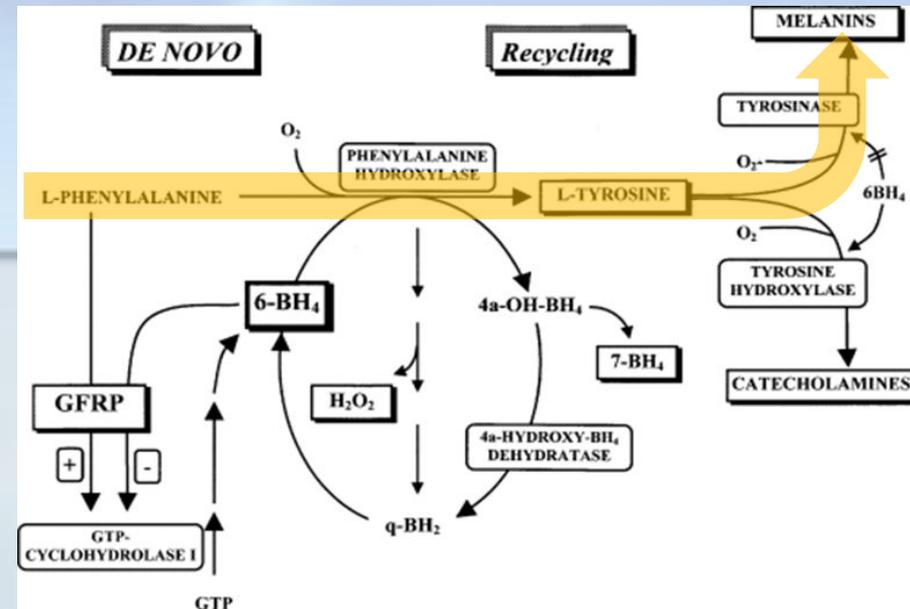
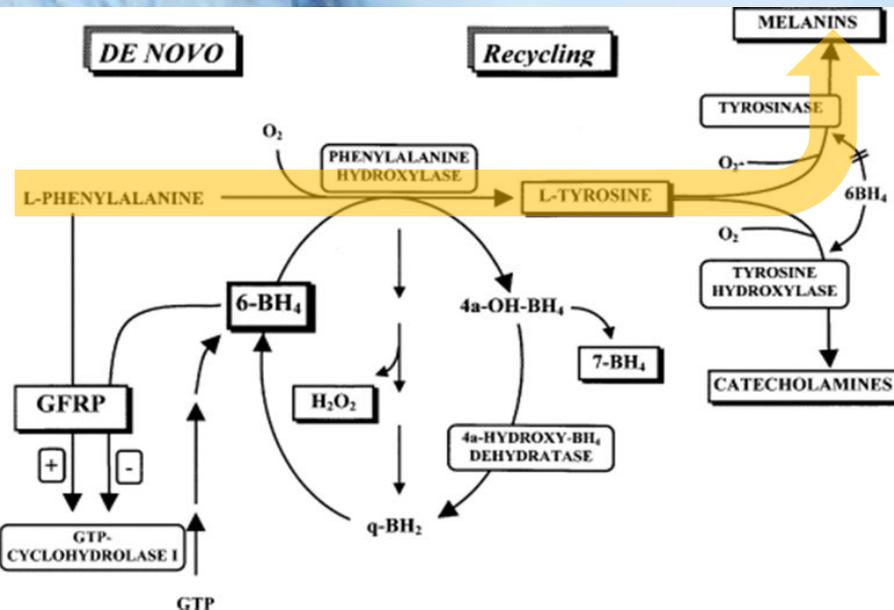
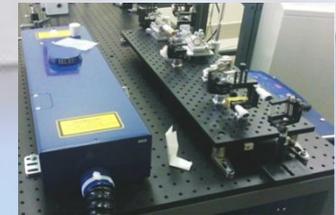
# Фотонные (лазерные) технологии диагностики и персонафицированной терапии витилиго и псориаза

Исследуются:

- процессы фотодимеризации птеринов в зависимости от длины волны для определения оптимальных условий терапии;
- процесс генеза меланина, птеринов в здоровых и больных клетках в зависимости от длины волны;
- процессы жизнедеятельности фибробластов кожи здоровой и пораженной псориазом при облучении УФ излучением;
- разрабатываются перспективные лазерные источники для терапии.

**Партнеры:**

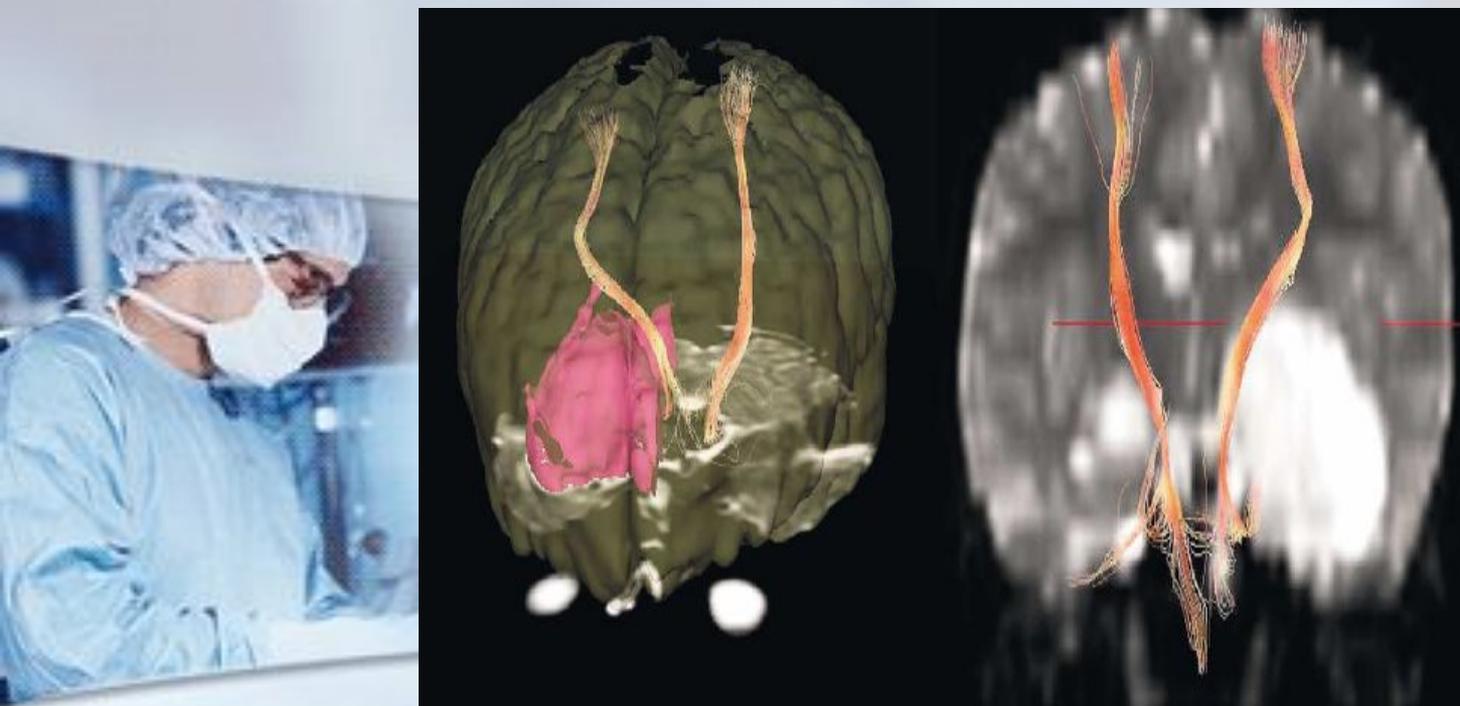
Кафедра микробиологии КФУ;  
Институт биохимии им. Баха, Москва;  
РНИМУ им. Пирогова, Москва;  
Институт биологии развития, Москва;  
СПбГУ, Санкт-Петербург





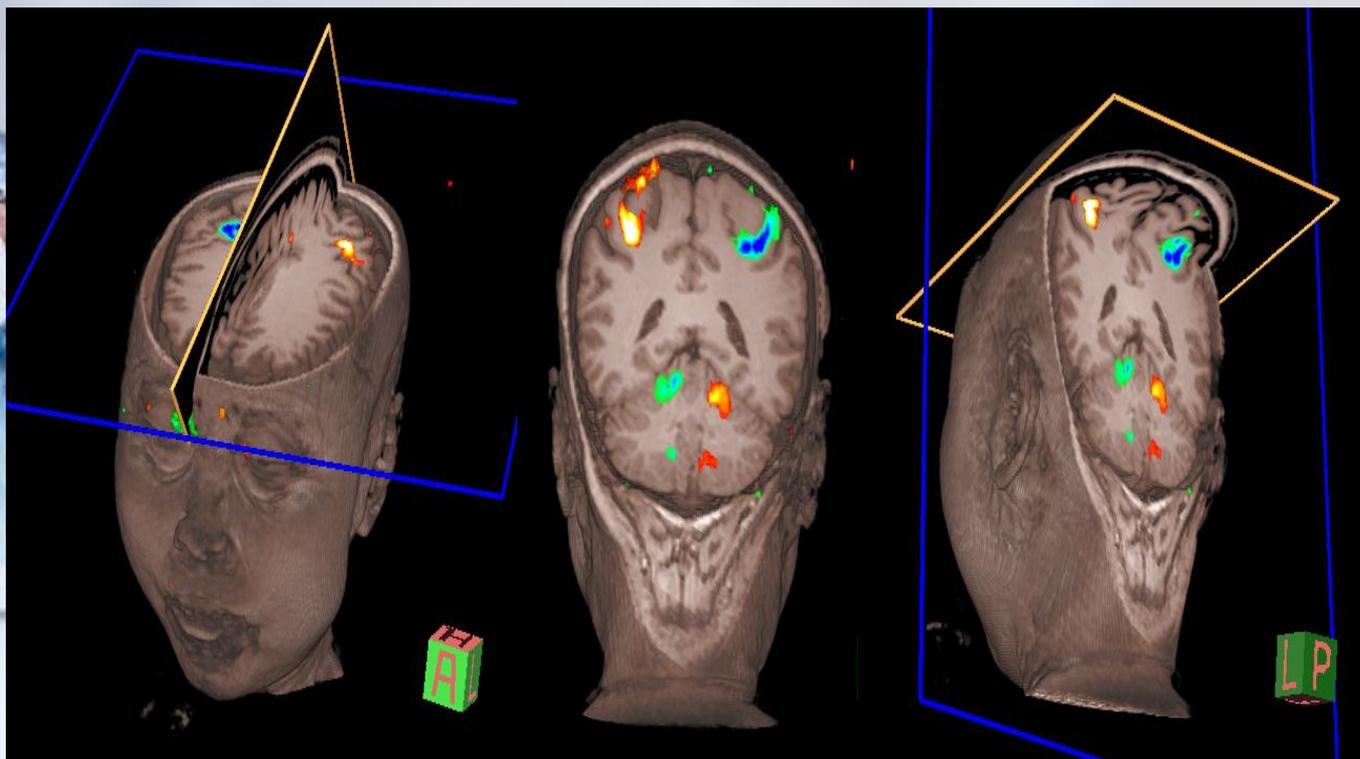
# Биофизика мозга

# Пример клинических приложений



Найденные аксональные тракты и их смещение у пациента с опухолью головного мозга

# Функциональная МР томография: зоны активации головного мозга при перебирании пальцами (finger tapping)



Кооперация с лабораторией Когнитивных наук, университета г. Фрайбурга, Германия

**Лаборатория «Нейробиологии»  
ИФМиБ, кафедра медицинской  
физики ИФ:**

Доц., к.б.н. Захаров А.В.

[anvzaharov@kpfu.ru](mailto:anvzaharov@kpfu.ru),

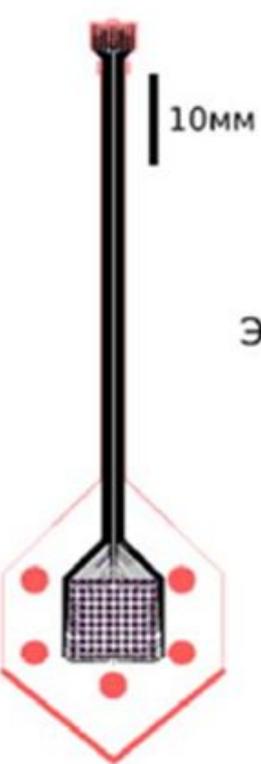
н.с., к.б.н. Сучков Д.С.

ул. К. Маркса 76, 2-корпус

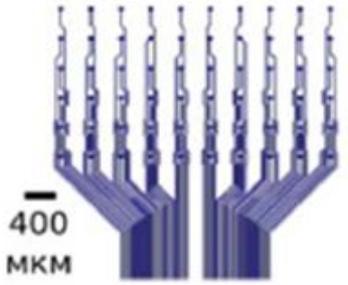
1. Разработка методики регистрации активности нейронов *in vivo* и *in vitro* электродами на тонкопленочной основе.
2. Исследование механизмов неонатального эпилептогенеза.
3. Моделирование неоднородности свойств синаптических везикул.
4. Реализация обратной связи в электрофизиологических экспериментах *in vivo* и *in vitro* на основе модели исследуемого объекта.
5. Моделирование возникновения распространяющейся деполяризации коры мозга.
6. Обратная задача электродинамики в нейробиологии: вычисление пространственной конфигурации нейронных источников по регистрируемым электрическим потенциалам коры мозга крысы.

# Тонкопленочные ЭКоГ электроды

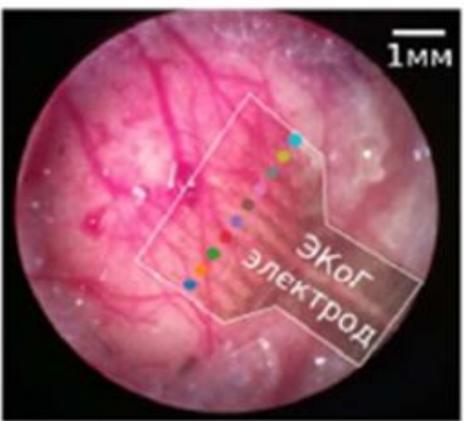
Общий вид



Топология

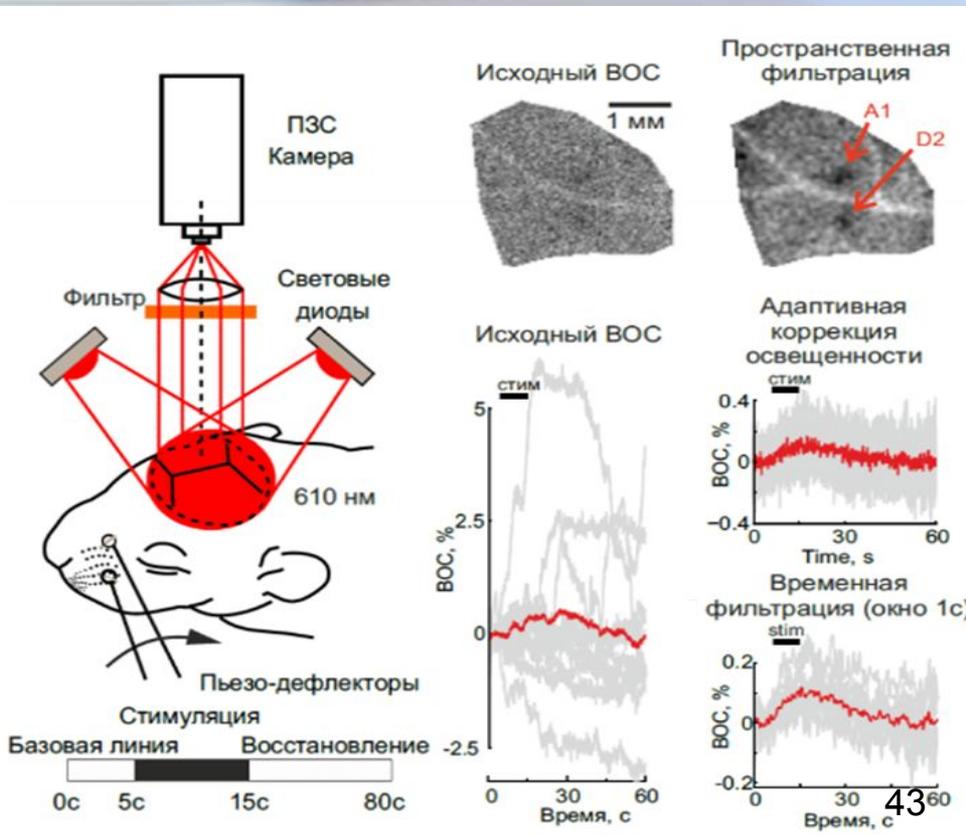


Эпидуральное приложение



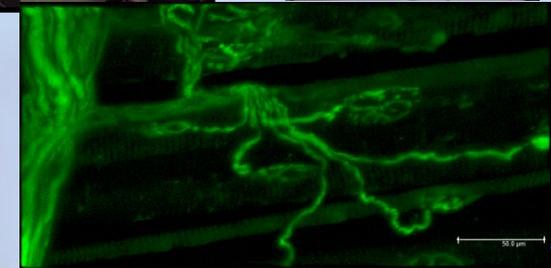
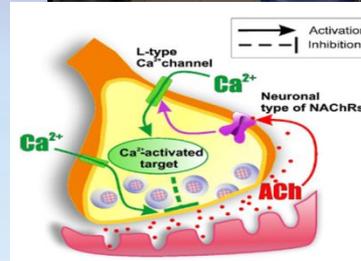
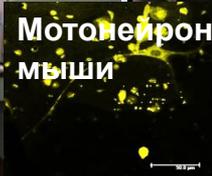
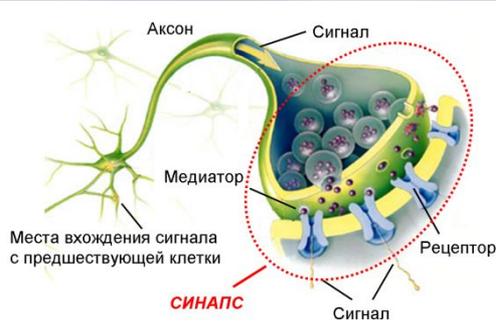
Тонкопленочные 60-канальные электроды для мультимодальной эпидуральной регистрации потенциалов коры головного мозга крыс и внутреннего оптического сигнала

Визуализация функциональной нагрузки участков коры мозга (Внутренний Оптический Сигнал)



# Изучение механизмов выделения и рецепции нейромедиаторов в периферических синапсах

Лаборатория «Биофизики синаптических процессов»  
 КИББ ФИЦ КНЦ РАН:  
 Рук., с.н.с., к.б.н. Самигуллин Д.В.  
[samid75@mail.ru](mailto:samid75@mail.ru)



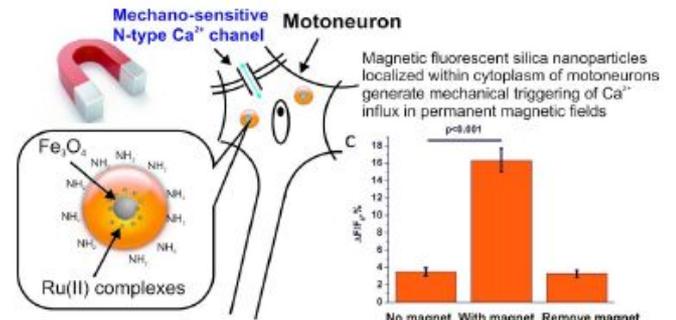
**Экспериментальные методы:** Электрофизиология, флуоресцентная конфокальная микроскопия, биохимия.

**Работа с культивируемыми клетками животных:**

**Цель:** исследование развития и функционирования нервно-мышечного синапса на модели *in vitro*

**Работа с магнитными наночастицами:**

**Цель:** Поиск и оптимизация способов дистанционного воздействия на возбудимые и не возбудимые клетки при помощи магнитных наночастиц.



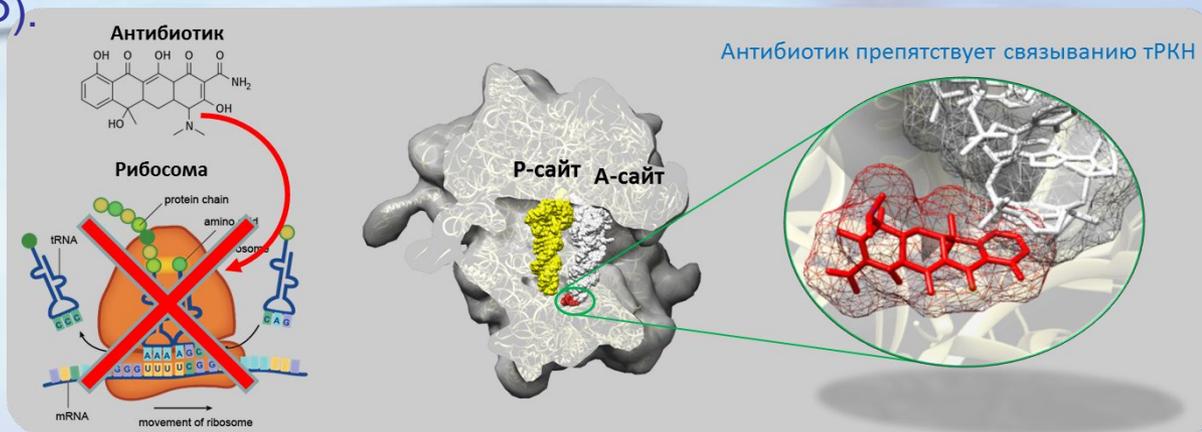
# РСА и его применение в медицине

Методы качественного определения химических веществ по их кристаллографическим признакам используются в фармакологии и судебной медицине. Кристаллографический метод применяется для определения изменений в пищевых продуктах.

Материалом для кристаллографического исследования могут служить спинномозговая жидкость, моча, мокрота, слюна, плевральная и асцитическая жидкости, кусочки опухоли.

В медицинской практике метод кристаллографии наиболее часто используется для исследований крови у больных с гипертрофией и карциномой простаты; спинномозговой жидкости больных с различными поражениями спинного и головного мозга.

На основе кристаллографических исследований были открыты структуры и функции многих биомолекул и лекарственных препаратов: пенициллин, витамин В12, инсулин, миоглобин, гемоглобин и др. **На основе полученных кристаллографически структур биомолекул разрабатываются новые антибиотики.** (Коорд. проф., д.ф.-м.н. К.С. Усачев, КМФ).



# Ядерная медицина



## Лучевая терапия



- Развитие расчетных методик дозиметрического планирования
- Минимизация погрешности облучения пациентов
- Применение новых методик контактного облучения

## Клиническая дозиметрия



- Развитие методов клинической дозиметрии низкоэнергетических радиоактивных источников
- Исследование физических методов, применяемых для контроля гарантии качества

## **Что делать по окончании Бакалавриата?**

*Желательно продолжить обучение в магистратуре Медицинская физика и тогда открываются широкие горизонты:*

**1. НАУЧНАЯ-образовательная ТРАЕКТОРИЯ:** Аспирантура-докторантура (биофизика). Работа в Вузах и Институтах РАН, работа за рубежом по профилю и смежных областях

**2. НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ТРАЕКТОРИЯ:**

Работа в диагностических и диагностико-терапевтических центрах системы здравоохранения (государственных и частных)

**3. БИЗНЕС - ТРАЕКТОРИЯ:**

Работа в компаниях по продвижению медицинского оборудования и предоставления медицинских услуг.

В перспективе работа в системе телемедицины.

***Если приступить к работе без продолжения обучения:***

***ТЕ ЖЕ сферы деятельности , но на исполнительных позициях с практически непреодолимыми ограничениями в карьерном росте.***

# Спасибо за внимание

## Дерзайте !!!!!

