

# **ОБРАЗОВАТЕЛЬНО-НАУЧНЫЙ ЦЕНТР (ОНЦ) «Медицинская физика»**

**Базовые специализации(профили) «Медицинская физика», «Бионика», «Физика молекулярных систем»**

**Руководитель проф. Аганов А.В.,  
Соруководители: проф.  
проф. Скирда В.Д., проф. Котов Н.В.**

**Ученый секретарь – доц. Ильясов К.А.  
Зам. по научной работе студентов – асс. Рудакова М.А.  
Секретарь – инж. Галиуллина Н.Ф.**

# (УНЦ) «Медицинская физика»

## ПРЕДИСТОРИЯ

Научные исследования и научные мероприятия на базе физического факультета КФУ

- 1988 – 1995 г.г.** – Создание и внедрение в медицинскую практику хирургических лазеров «Медула» (Силкин Н.И., Никитин С.И., Дуглав А.В., Муравьев В.Ю., Красильников Д.М., Фаткуллин Н.Ф., Чугунов А.Н. и др.) совместно с Вильнюсским университетом и КГМУ.
- 1995 г.** – Zefirov A., Benish T., Fatkullin N., et al. Localization of Active Zones, Nature. 376 (6539): 393-394 Aug. 3 (1995).
- 1995 г.** – G.M.Teptin, I.A.Latfullin et. al. “The multidimensional dynamic electrocardiography”. Environ. Radioecol and Appl.Ecology, Vol.1, N1, 1995 pp. 18-24; Казанский медицинский журнал. 1998, т.79, №2, с.87-91.
- 1997 г.** – Создан УНЦ «Биомедицинская оптика» для выполнения проекта ФЦП «Интеграция»: «Развитие и поддержка системы совместных учебно-научных центров, филиалов университетов и кафедр университетов». Координатор – проф. Аганов А.В.. Соруководители: Силкин Н.И. (КГУ), Анисимов А.В. (КИББ), Челышев Ю.А. (КГМУ), участники проекта: проф. Красильников Д.М., Муравьев В.Ю., Фаткуллин И.Ф.

# (УНЦ- ОНЦ) «Медицинская физика»

## ПРЕДИСТОРИЯ

- 2001 г.** – International Workshop “Modern Development of Magnetic Resonance Imaging and Spectroscopy. Basic Physics and Applications in Medicine and Biology”, June 11 – 13, Kazan, 2001.
- 2002 г.** – Проект «Молекулярные и клеточные механизмы регенерации нервной ткани: исследование методами магнитного резонанса и лазерной спектроскопии» по ФЦП «Интеграция науки и высшего образования России на 2002 – 2006 г.г.». Рук. Аганов А.В., Силкин Н.И., Челышев Ю.А. и др.
- 2003 – 2005 г.г.** – Гранты АНТ «ЭПР и ЯМР- спектроскопия биологически активных веществ и радикалов в нервной ткани». Рук. Аганов А.В., исполнители: проф. Челышев Ю.А., доц. Силкин Н.И., асп. Козлова М.В., Гусева Д.С.
- 2006 г.** – Утверждение ОНН «Биомедицинская радиоспектроскопия и оптика». Рук. Аганов А.В., Скирда В.Д.
- 2006 – 2009 г.г.** – Проект CRDF REC-007 и РНП-6 «ЯМР исследование структуры малых молекул, введенных в лиотропную среду, механизмов диффузии малых амфифильных молекул (лекарств) в средах, содержащих водную и лиотропную фазу (биологические мембраны)» науч. рук. Скирда В.Д., отв. исп. Клочков В.В., исп. Филиппов А.В., Аганов А.В. и др.

# (ОНЦ) «Медицинская физика»

## ПРЕДИСТОРИЯ – ПРЕДИСЛОВИЕ

### Образовательная деятельность

- 1969 – 1970 г.г.** – Открытие специализации «Бионика» (рук. проф. Ахмеров У.Ш., проф. Котов Н.В. с 1987 г.)
- 1992 г.** – Создан сектор лазерной медицины и диагностики (рук. Силкин Н.И. МРС и каф. кв.электр. и радиоспектр.)
- 1993 – 1995 г.г.** – Дискуссии на тему подготовки специалистов по «Медицинской физике»
- 1996 – 1997 г.г.** – Разработка учебного плана «Медфизика» в классических университетах» (А.В.Аганов, УМО «Физика»)
- 1997 г.** – Создан УНЦ «Биомедицинская оптика» (КГУ, КИББ и КГМУ). Координатор – проф. Аганов А.В.. Соруководители: Силкин Н.И., Анисимов А.В., Челышев Ю.А., участники проекта: проф. Красильников Д.М., Муравьев В.Ю., Фаткуллин И.Ф.
- 1998 г.** – Открытие магистерской программы «Медфизика» в классических университетах (Воронежский госуниверситет)
- 2000 г.** – Изучение зарубежного опыта подготовки «Медфизиков». А.В.Аганов, Центр медицинской физики университетов г. Далласа (США) и г. Фрайбурга (ФРГ)

# (ОНЦ) «Медицинская физика»

## ПРЕДИСТОРИЯ

### Образовательная деятельность

- 2000 – 2001 г.г.** – Разработка адаптированного к физфаку КГУ учебного плана проф.: Аганов А.В., Скирда В.Д. (КГУ), Латфуллин И.А., Никольский Е.Е., Челышев Ю.А. (КГМУ).
- 2001 – 2002 г.г.** – официальное открытие специализации «Медицинская физика» (рук. Аганов А.В.) и первый набор.
- 2003 – 2004 г.г.** – Разработка типовой Программы Государственного экзамена по заданию УМО (Аганов А.В., Котов Н.В., Скирда В.Д., Челышев Ю.А., Коновалова О.А.). Утверждена.
- 2005 – 2006 г.г.** – Разработка Программы кандидатского минимума (Аганов А.В., Скирда В.Д., Ильясов К.А., Латыпов Ш.К., Фаттахов Я.В.). Пока не принята.

# Что такое «**Медицинская физика**» ?

## Область 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.
- **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 радиозэкология; контроль и гарантия качества диагностики и лечения.

# Что такое «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 технологий в медицине и т.д.

- На специализации обучаются от 6 до 10 человек (на каждом курсе), отбор происходит в конце IV семестра на конкурсной основе
- до 50% выпускников распределяются в аспирантуру, некоторые из них являются обладателями наград разного уровня



# Сотрудники

## ОНЦ «Медицинская физика»

### 13 докторов наук

- Аганов А.В. профессор, д.х.н., КФУ – **руководитель**
- Абрамова З.И. в.н.с., д.б.н., КФУ
- Анисимов А.В. профессор, д.ф.-м.н., КИББ КазНЦ РАН
- Клочков В.В. профессор, д.х.н., КФУ
- Котов Н.В. профессор, д.ф.-м.н., КФУ
- Латыпов Ш.К. в.н.с., д.х.н., ИОФХ КазНЦ РАН
- Мухутдинова Ф.И. профессор, д.м.н.КГМА
- Петухов В.Ю. профессор, д.ф.-м.н., КФТИ КазНЦ РАН
- Плещинский И.Н. профессор, д.б.н., КФУ
- Салахов М.Х., профессор, д.ф.-м.н, КФУ
- Скирда В.Д. профессор, д.ф.-м.н., КФУ
- Тухбатуллин М.Г. профессор, д.м.н., РКБ-2
- Филиппов А.В. профессор, д.ф.-м.н., КФУ
- Чельшев Ю.А. профессор, д.м.н., КГМА
- Скоринкин А.И. доцент, д.б.н., КФУ
- Силкин Н.И. профессор, д.ф.-м.н., КФУ

### 8 кандидатов наук

- Ивойлов Н.Г. доцент, к.ф.-м.н., КФУ
- Ильясов К.А. доцент, к.ф.-м.н., КФУ - **ученый секретарь**
- Коновалова О.А. доцент, к.ф.-м.н., КФУ
- Невзорова Т.А. доцент, к.б.н., КФУ
- Пименов Г.Г. доцент, к.ф.-м.н., КФУ
- Фаттахов Я.В. с.н.с., к.ф.-м.н., КФТИ КазНЦ РАН
- Рудакова М.А. ассистент, к.ф.-м.н., КФУ, **зам. по научной работе студентов**

Галиуллина Н.Ф., КФУ - секретарь

# Лекционные курсы – (643 часа)

- Общая физиология, **Плещинский И.Н. профессор, д.б.н., КФУ**
- Общая биохимия и цитология с основами гистологии, **Челышев Ю.А. профессор, д.м.н., КГМА**
- Молекулярная биология, **Котов Н.В. профессор, д.ф.-м.н., КФУ**
- Основы радиоэлектроники в приложениях ЯМР, **Скирда В.Д. профессор, д.ф.-м.н., КФУ**
- Основы ЯМР-томографии, **Скирда В.Д. профессор, д.ф.-м.н., КФУ**
- Основы лазерной медицины и радиационных методов в медицине, **Никитин С.И. доцент, к.ф.-м.н., КФУ**
- Основы общей патологии и принципы диагностики патологических состояний, **Тухбатуллин М.Г. профессор, д.м.н., РКБ-2**
- Неионизирующие излучения в медицине, **Коновалова О.А. доцент, к.ф.-м.н., КФУ**
- ЯМР высокого разрешения в биомедицине, **Клочков В.В. профессор, д.х.н., КФУ**
- Диффузия и релаксация в биомолекулярных системах, **Филиппов А.В. профессор, д.ф.-м.н., КФУ**
- Математическое моделирование биологических процессов, **Скоринкин А.И. доцент, к.б.н., КФУ**
- Радиационная физика в медицине, **Петухов В.Ю. профессор, д.ф.-м.н., КФТИ КазНЦ РАН**
- Биохимия и мембранные процессы, **Абрамова З.И. в.н.с., д.б.н., КФУ – курс по выбору**
- Биофизика, **Котов Н.В. профессор, д.ф.-м.н., КФУ – курс по выбору**
- Современные методы биомедицинских исследований in vivo, **Ильясов К.А. доцент, к.ф.-м.н., КФУ**
- Анатомия, **Плещинский И.Н. профессор, д.б.н., КФУ**
- Физика визуализации в медицине, **Ильясов К.А. доцент, к.ф.-м.н., КФУ**
- Магнитно-резонансные методы: физические принципы и приложения, **Скирда В.Д. профессор, д.ф.-м.н., КФУ**
- Современные методы ЯМР в биомедицинских исследованиях in vitro, **Ильясов К.А. доцент, к.ф.-м.н., КФУ**

# Учебные лаборатории ОНЦ «Медицинская физика»

Название лабораторий	Часы	Место расположение
Биофизики	54	На базе Института Физики
Цитологии с основами гистологии	18	На базе совместной лаборатории «Молекулярная нейробиология и биомедицинская оптика» при КГМУ
ЯМР	102	На базе Института физики
Биохимии	34	На базе кафедры биохимии КФУ
Спец. практикум	32	На базе кафедры биохимии КФУ
Методы диагностики и лечения	64	На базе РКБ-2
Физиология	52	На базе биологического факультета КФУ
Анатомия	36	На базе биологического факультета КФУ

# Темы лабораторных работ

## **БИОФИЗИКА – 54 часа**

- Центрифугирование
- Температурная зависимость скорости движения парameций
- Автоколебательные процессы в системе, управляющей двигателем клетки
- Исследование нервно-мышечной передачи с помощью микроэлектродной техники
- Активный транспорт ионов в коже лягушки
- Исследование неустойчивости кардиограммы
- Исследование пороговых закономерностей на икрожном препарате лягушки

## **СПЕЦ. ПРАКТИКУМ (под курсы: «Биохимия и мембранные процессы» и «Неионизирующие излучения в медицине») – 32 часа**

- Спектральные и фотохимические свойства биологических систем и объектов
- Методы количественного определения биологического материала
- Методы выделения биологических объектов
- Электрофорез в изучении биологических объектов
- Хроматография белков и нуклеиновых кислот. Гель-фильтрация
- Метод ферментативного анализа

# Темы лабораторных работ

## **БИОХИМИЯ** (под курсы: «Биохимия и мембранные процессы» и «Молекулярная биология») – 34 часа

- Качественный анализ белков
- Физико-химические свойства белков
- Количественное определение белка
- Качественный и количественный анализ нуклеиновых кислот. Физико-химические свойства нуклеиновых кислот
- Качественные реакции на моносахариды
- Олигосахариды. Полисахариды.
- Общие свойства липидов
- Влияние различных факторов на активность ферментов
- Исследование каталитических свойств ферментов. Кинетика ферментативных реакций
- Качественный анализ витаминов
- Количественное определение аскорбиновой кислоты
- Качественный и количественный анализ гормонов

# Темы лабораторных работ

## **ЯДЕРНЫЙ МАГНИТНЫЙ РЕЗОНАНС – 102 часа**

- Методы настройки установки ЯМР, резонансных условий, радиочастотных импульсов (длительность, фаза). Выбор методики измерения
- Методы измерения времен спин-спиновой релаксации (ССИ, ХАН, КП, КПМГ, КП с инверсией фаз). Методы настройки последовательностей. Влияние дестабилизирующих факторов на последовательности.
- Измерение времен спин-решеточной релаксации (MW4, нуль-метод). Влияние дестабилизирующих факторов на последовательности.
- Измерение T1 и T2 в многокомпонентных системах.
- Особенности анализа спадов продольной и поперечной намагниченности в системах с молекулярным обменом.
- Устройство и работа спектрометра ЯМР высокого расширения.
- Спектрометр ЯМР широких линий.
- Метод моментов в ЯМР.
- Настройка последовательностей Хана и стимулированного эхо с импульсным градиентом поля. Выбор временных параметров последовательности. Выбор параметров градиента. Основные приемы анализа диффузионных затуханий.
- Измерение коэффициентов самодиффузии в однофазных, двухфазных и многофазных системах. Форма диффузионного затухания. Средний коэффициент самодиффузии. Ширина спектра коэффициентов самодиффузии. Влияние и учет ядерной магнитной релаксации.

# Темы лабораторных работ

## **ЦИТОЛОГИЯ С ОСНОВАМИ ГИСТОЛОГИИ – 18 часов**

- Измерения спектров поглощения фотомодифицированного оксигемоглобина
- Активные формы кислорода в регуляции метаболических процессов.
- Исследования спектральных характеристик гидроксилированного белка

## **ФИЗИОЛОГИЯ – 52 часа**

- Физиология крови
- Физиология возбудимых систем
- Общие представления о регуляции функций в организме.
- Воспринимающая функция центральной нервной системы
- Физиология кровообращения и дыхания
- Физиология пищеварения, обмен веществ
- Физиология высшей нервной деятельности

# Типовая программа государственного экзамена по специальности

## 014000 - Медицинская физика (квалификация физик)

1. Биология человека
2. Анатомия человека
3. Физиология человека
4. Биофизические основы физиологических процессов
5. Медицинская биохимия
6. Молекулярная биология клетки
7. Стандартные методы инструментальной диагностики
8. Медицинская электроника и измерительные преобразователи

Разделы 9 – 12 по выбору ВУЗ'а

9. Биофизика неионизирующих излучений
10. Основы интроскопии
11. Радиационная физика
12. Лучевая терапия и ядерная медицина



# Список организаций, на базе которых проходят учебные занятия и научные исследования

- **Казанский государственный университет**
  - **Институт физики**
    - Кафедра физики молекулярных систем
    - Специализация бионики
    - Кафедра общей физики
    - Кафедра оптики и нанофотоники
    - Кафедра радиоспектроскопии и квантовой электроники
    - Кафедра физики твердого тела
  - **Биолого-почвенный факультет**
    - Кафедра биохимии
    - Кафедра физиологии человека и животных
- **КИББ КазНЦ РАН**
  - Лаборатория биофизики транспортных процессов
- **ИОФХ КазНЦ РАН**
  - Лаборатория радиоспектроскопии
- **КФТИ КазНЦ РАН**
  - Лаборатория медицинской физики
  - Лаборатория физики и химии поверхности
- **Казанский государственный медицинский университет**
  - Кафедра гистологии
  - Кафедра патофизиологии

# Научные исследования

ведутся в рамках вновь созданного в КФУ междисциплинарного научного направления (ООН) «Биомедицинская радиоспектроскопия и оптика» (соруководители: проф. А.В.Аганов, проф. В.Д.Скирда) по следующим тематикам:

- Молекулярные и клеточные механизмы регенерации нервной ткани (Аганов А.В., Челышев Ю.А., Силкин Н.И.).
- Исследование физических свойств липидных и протеиновых компонент биомембран (Филиппов А.В., Рудакова М.А., Мунавиров Б.В.)
- Определение уровня минерализации атеросклеротических бляшек методом ЭПР. (Силкин Н.И., Челышев Ю.А.)
- Ранняя диагностика онкологических заболеваний методами радиоспектроскопии (Скирда В.Д., Силкин Н.И.).
- ЯМР-исследования пространственных структур пептидов (Клочков В.В., Аганов А. В.)
- Исследование биомакромолекул и их комплексов, участвующих в регуляции метаболизма клеток методом сканирующей зондовой микроскопии (Коновалова О.А., Калачева Н.В., Анчикова Л.И.).
- Функциональная ЯМР-томография головного мозга (Ильясов К.А.)
- Молекулярные системы, управляющие активностью клеток. (Котов Н.В., Скоринкин А.И.)

# Конференции

- “Modern Development of Magnetic Resonance Imaging and Spectroscopy. Basic Physics and Applications in Medicine and Biology”, June 11 – 13, Kazan, 2001. (A.Aganov, J.Hennig, A.Il’jasov, K.Il’jasov) “Modern Development of Magnetic Resonance Imaging and Spectroscopy & MRI Physics for Basic Scientists”, July 02 – 05, Kazan, 2007. (J.Hennig, A.Il’yasov, A.Aganov, K.Il’yasov).
- **Секция по медико-биологическим проблемам** в Всероссийской конференции «Новые достижения ЯМР в структурных исследованиях» (1990, 1995, 2000, 2005, 2007, 2010 г.г.) (А.В.Аганов) и ежегодной Всероссийской конференции, проводимой на озере Яльчик **«Структура и динамика молекулярных систем»** (В.Д.Скирда).

# Зарубежные партнеры

НИР и учебная работа ведутся также совместно с нашими зарубежными коллегами, в том числе с сотрудниками, находящимся в различной степени срочности командировках в зарубежных научных центрах.

- Центр медицинской физики, Университет г. Фрайбурга (Германия): к.ф.-м.н. Ильясов К.А.
- Университет г. Люлео (Швеция); университет г. Карлсруэ (Германия); национальный институт здоровья (США); Высшая школа биотехнологии (Корея); Университет Пенсильвании (США): д.ф.- м.н., профессор Скирда В.Д., д.ф.- м.н., проф. Филиппов А.В.
- Университет г. Лейпцига (Германия), Университет г. Утрехта (Нидерланды), Университет г. Барселоны (Испания): д.ф.- м.н., профессор Клочков В.В.

# Награды

Индивидуальные гранты и стипендии для молодых ученых: DAAD, CRDF REC 007, РНП ведомственной научной программы «Развитие научного потенциала», КФУ - **16**

Дипломы I-III степени Конференций и Школ (Всероссийских, Ведомственных, КФУ и т.п.) - **22**

Лауреаты ВВЦ - **1**

Научно-инновационный конкурс «У.М.Н.И.К.» - **4**

# АВТОРЫ ПРЕЗЕНТАЦИИ



**Проф. А.В.Аганов**

**Доц. О.А. Коновалова**

**Доц. К.А. Ильясов**

**Асс. М.А. Рудакова**

**И другие сотрудники  
специализации**