

Школа по

# Магнитно- Резонансной Томографии

3 - 8 июля 2023

ИТМО



Национальный  
медицинский исследовательский  
центр имени В. А. Алмазова

Время	3 июля, понедельник	4 июля, вторник	5 июля, среда	6 июля, четверг	7 июля, пятница	8 июля, суббота						
		9:30	<b>Регистрация</b>									
		10:00 11:00	<b>Владимир Иванович Чижик</b> Явление ядерного магнитного резонанса	10:00 11:00	<b>Алексей Владимирович Петрайкин</b> Релаксация и контрастные вещества	10:00 11:00	<b>Виктор Петрович Тарасов</b> Тенденции в низкопольной МРТ	10:00 11:00	<b>Станислас Рапаччи</b> Multi-parametric MRI (на английском языке)	10:00 11:00	<b>Экскурсия в Центре им. В.А. Алмазова</b>	<b>Национальный медицинский исследовательский центр им. В. А. Алмазова</b>
		11:00 11:30	Кофе-брейк	11:00 11:30	Кофе-брейк	11:00 11:30	Кофе-брейк	11:00 11:30	Кофе-брейк			
		11:30 12:30	<b>Карлос Кабаль</b> Физико-технические основы аппаратуры магнитно-резонансной томографии	11:30 12:30	<b>Михаил Зубков</b> Пространственное кодирование в МРТ	11:30 12:30	<b>Эльмира Гейдарова</b> Развитие МРТ-технологий глазами производителя	11:30 12:30	<b>Валид Аль-Хайдри</b> Искусственный интеллект в магнитно-резонансной томографии: текущее состояние и перспективы	11:00 12:00	<b>Владимир Александрович Фокин</b> Функциональная МРТ	
		12:30 14:00	Обед	12:30 14:00	Обед	12:30 14:00	Обед	12:30 14:00	Обед	12:00 13:30	Трансфер до Университета ИТМО + кофе-брейк	
		14:00 15:00	<b>Анна Хуршкайнен</b> РЧ-система МРТ, РЧ-катушки	14:00 15:00	<b>Ольга Павлова</b> Основные импульсные последовательности и контраст МРТ изображений	14:00 15:00	<b>Антон Никулин</b> Многоканальные РЧ-катушки для сверхвысокой резонансной томографии	14:00 16:00	<b>Лабораторная работа Валид Аль-Хайдри</b> Искусственный интеллект в магнитно-резонансной томографии	13:30 15:30	<b>Лабораторная работа Павел Тихонов</b> фМРТ	
15:00	<b>Регистрация</b>			15:00 15:30	Кофе-брейк	15:00 15:30	Кофе-брейк	16:00 16:30	Кофе-брейк			
15:30	<b>Welcome Reception</b>	15:00 18:00	<b>Лабораторная работа Алексей Насонов</b> РЧ-система МРТ 1 группа: 15:00-16:30 2 группа: 16:30-18:00	15:30 17:30	<b>Лабораторная работа Анна Олеговна Казначеева</b> Артефакты изображений	15:30 17:30	<b>Лабораторная работа Антон Никулин</b> Многоканальные РЧ-катушки для СВЧ МРТ	16:30	<b>Заккрытие</b>			

# ПРОГРАММА

4 ИЮЛЯ

АУД. 2530

10:00-11:00

**Владимир Иванович Чижик** | СПбГУ

◆ *Явление ядерного магнитного резонанса*

Магнитно-резонансная томография (МРТ) возникла и развивается на основе регистрации явления ядерного магнитного резонанса (ЯМР). В лекции будут обсуждены основы ЯМР и возможности его описания (кратко) с помощью квантовой и классической физики. Будет рассмотрено поведение ядерной макроскопической намагниченности в статических и переменных магнитных полях, а также принципы регистрации ЯМР, включая эффект спинового эха. Будет уделено внимание явлению ядерной магнитной релаксации, имеющей применение при контрастировании МРТ-изображений. Цель лекции – дать представление о всех аспектах ЯМР, имеющих приложения в МРТ.

11:30-12:30

**Карлос Кабаль** | Гаванский университет, Куба

◆ *Физико-технические основы аппаратуры магнитно-резонансной томографии*

В рамках лекции описывается, как получается магнитно-резонансный сигнал и как он может отражать внутреннюю структуру живых тел, ее динамику на органном, клеточном и молекулярном уровне. Объясняются основные параметры, определяющие магнитно-резонансные изображения, и то, как они связаны с физико-техническими характеристиками МР-томографов. Описаны магнитные системы, а также другие системы оборудования и их основные характеристики: градиенты магнитных полей, способы гомогенизации и стабилизации магнитного поля и системы возбуждения и приема радиочастот. Вкратце анализируется формирование магнитно-резонансного изображения. В нем обсуждаются современные тенденции развития технологий, их перспективы и ограничения.

14:00-15:00

**Анна Хуршкайнен** | Университет ИТМО

◆ *РЧ-система МРТ, РЧ-катушки*

В рамках лекции будут рассмотрены вопросы устройства и функционирования радиочастотного блока аппарата МРТ, а также аспекты его работы в рамках МРТ системы в целом. Будут освещены вопросы устройства и функционирования узлов радиочастотного приема-передающего тракта аппарата МРТ. Значительная часть лекции будет посвящена вопросам проектирования радиочастотных катушек аппарата МРТ, будут рассмотрены различные виды катушек исходя из их режима работы, а также особенности их функционирования в аппаратах МРТ с различной индукцией постоянного магнитного поля.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

**Алексей Насонов** | Университет ИТМО

15:30-17:30

### ♦ РЧ-система МРТ

В рамках лабораторной работы «РЧ-система МРТ» будут рассмотрены основные характеристики РЧ катушек, схемы развязки катушек для Tx/Rx режима работы. Мы научимся настраивать катушки на резонансную частоту томографа и согласовывать на нужный импеданс. Также, мы изучим электромагнитную связь катушек и влияние нагрузки на их электрические параметры. Лабораторная работа будет проводиться с использованием векторного анализатора цепей.

5 ИЮЛЯ

АУД, 2530

10:00-11:00

### ♦ **Петряйкин Алексей Владимирович** | ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»

#### *Релаксация и контрастные вещества*

На лекции слушатели получают представление о МРТ релаксационных свойствах различных органов и тканей в норме и патологии. Будет рассмотрено поведение спиновой системы после радиочастотных импульсов, T1, T2, T2\* релаксация. Также будут затронуты темы: управление релаксационными свойствами; контрастные вещества на основе гадолиния; другие виды контрастных веществ (SPIO, blood pool МРТ контрасты). Планируется осветить вопросы безопасности контрастных веществ.

11:30-12:30

**Михаил Зубков** | Университет ИТМО

### ♦ *Пространственное кодирование в МРТ*

В лекции будут рассмотрены вопросы пространственной локализации сигнала при проведении МР-сканирования. В частности, будут описаны процедуры выделения слоя, частотного и фазового кодирования, будет введено понятие k-пространства и описаны некоторые его параметры и их влияние на получаемое изображение, будут приведены примеры простейших импульсных последовательностей для двумерного и трехмерного кодирования, а также альтернативные варианты траекторий заполнения k-пространства.

14:30-16:00

**Ольга Павлова** | МГУ

◆ *Основные импульсные последовательности и контраст МРТ изображений*

Разберем стандартные ИП градиентного и спинового эхо. Поговорим о контрасте МРТ изображений, и как им можно управлять, варьируя параметры ИП. Заглянем чуть глубже, чтобы понять, каким образом можно подавить сигнал от определенных тканей, как визуализировать кровотоки и получить информацию о диффузии молекул воды.

АУД. 2531

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА**

15:30-17:30

◆ **Анна Олеговна Казначеева** | ООО "НМЦ-Томография"  
(Клиника "Скандинавия", Россия)

*Артефакты изображений*

Практическое занятие включает анализ артефактов на отдельных МРТ-изображениях с учетом dicom-тегов. Рассматриваются случаи методических ошибок, проявления физических эффектов в сочетании с алгоритмом реконструкции, аппаратных неисправностей, имитирующих различные процессы. Вторая часть занятия посвящена анализу исследований различных анатомических областей в формате dicom, поиску артефактов и установлению причины их появления.

**6 ИЮЛЯ**

АУД. 2530

10:00-11:00

**Виктор Петрович Тарасов** | ФИЦ ПХФ и МХ

◆ *Тенденции в низкопольной МРТ*

В рамках лекции будут рассмотрены особенности МР-томографии в низких магнитных полях, такие как, контраст, отношение сигнал/шум, клиническая информативность получаемых изображений, специфика эксплуатации аппаратуры. Кроме того, будут рассмотрены примеры специализированных МР томографов для биомедицинского и фармакологического применения, а также особенности проектирования и изготовления постоянных магнитов для низкопольной МР томографии.

11:30-12:30

## Эльмира Гейдарова | Siemens Healthineers

### ♦ Развитие МРТ-технологий глазами производителя

В рамках моей лекции постараюсь рассказать о наших достижениях в создании магнитов, в создании новых приемных катушек, в борьбе с артефактами, об эффективности градиентных систем, о возможностях ускорения исследований без компромиссов в качестве визуализации.

14:30-16:00

## Антон Никулин | МФТИ

### ♦ Многоканальные РЧ катушки для сверхвысокочастотной магнитно-резонансной томографии

В рамках лекции будут описаны основные этапы разработки и моделирования многоканальных головных РЧ катушек для МРТ с уровнем магнитного поля 7Т и выше. Будут показаны тенденции последних лет при разработке многоканальных катушек, проведён обзор нескольких головных катушек, а также показаны различия при проектировании и моделировании между приемными\передающими и приёмо-передающими катушками, рассмотрены различия при моделировании многоканальных катушек и одиночных катушек. Кроме того, в этой лекции будут продемонстрированы некоторые практические аспекты разработки и моделирования реальных проектов в программном пакете CST Studio Suite.

АУД. 2531

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

### ♦ Антон Никулин | МФТИ

#### *Многоканальные РЧ-катушки для СВЧ МРТ*

В ходе лабораторной работы будет показано несколько примеров многоканальных катушек для 7Т МРТ. Будут показаны катушки на основе рамок, диполей и birdcage. Будут показаны способы настройки одиночных рамочных антеннах, способы развязки. А также проведены расчёты элементов в составе восьмиканальных катушек.

15:30-17:30

**7 ИЮЛЯ**

АУД. 2530

**10:00-11:00**

**Станислас Рапаччи** | Университет Экс-Марсель

◆ *Multi-parametric MRI (лекция на английском языке)*

Quantitative MRI is becoming the standard for reproducible and longitudinal evaluation and follow-up of patients. To provide colocalized quantitative metrics, multi-parametric approaches are developed and deployed. This presentation will present an overview of multi-contrast approaches in MRI, from a simple but technical point of view. The purpose is to provide the audience with elements of understanding and criticism when using multi-parametric MRI. The presentation will start with simple examples of multi-contrast approaches based on simple and already clinically-ready sequences. Then, the core of this talk is to cover the various quantitative multi-contrast approaches, including several steady-state multi-contrast MRI techniques, and the few and recent transient-state multi-parametric approaches. The presentation systematically compares all these approaches in 3 points: 1/ the acquisition scheme that allows probing of multiple contrasts at once, 2/ the underlying model that maps MR signal onto multiple contrasts and allows to disentangle of tissues' parameters, and 3/ the output MR parameter maps that are eventually provided by the approach of interest.

**11:30-12:30**

**Аль-Хайдри Валид** | Университет ИТМО

◆ *Искусственный интеллект в магнитно-резонансной томографии: текущее состояние и перспективы*

В лекции приводится краткое описание основ искусственных нейронных сетей и глубокого обучения. Освещены такие актуальные направления применения глубокого обучения в МРТ как, анализ и сегментация МРТ-изображений, реконструкция МРТ-изображений, ускорение процесса получения МРТ-данных, повышение качества МРТ-изображений и другие. Описаны вызовы, ограничения и перспективы применения искусственных нейронных сетей в магнитно-резонансной томографии.

АУД. 2531

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА**

**14:00-16:00**

◆ **Аль-Хайдри Валид** | Университет ИТМО

*Искусственный интеллект в магнитно-резонансной томографии*

В рамках лабораторной работы будут рассмотрены следующие вопросы:

- Создание сверточной нейросетевой модели для сегментации МРТ-изображений;
- Подготовка данных для обучения и тестирования нейронной сети;
- Проведение обучения нейронной сети и настройка ее параметров;
- Сохранение обученной модели и ее применение для сегментации новых данных;
- Оценка эффективности обученной нейронной сети;
- Аугментация данных и дообучение сети;
- Визуализация данных и результатов работы сети;
- Расчет площади и объема сегментируемой области.

8 ИЮЛЯ

ЦЕНТР ИМ. АЛМАЗОВА

10:00-11:00

◆ **Экскурсия в Центре им. В.А. Алмазова**

11:00-12:00

- ◆ **Владимир Александрович Фокин** | Национальный Медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова, Россия

*Функциональная МРТ*

В лекции будут рассмотрены основы функциональной МРТ, алгоритм исследования и способы обработки данных. Будет уделено внимание возможностям стимульной фМРТ и фМРТ-в-покое в клинической практике и научных исследованиях.

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

АУД. 2531

13:30-15:30

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА**

- ◆ **Павел Тихонов** | Университет ИТМО

*Функциональная МРТ*

На занятии будет проведена практика предобработки фМРТ изображений с последующим статистическим анализом для выявления паттернов работы головного мозга.