

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Инженерный институт



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Д.А. Таюрский  
(ДО КФУ)



01 » июня 2021 г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Магнитные резонансные изображения и импедансная томография

Направление подготовки: 12.04.04 - Биотехнические системы и технологии

Профиль подготовки: Медицинская и клиническая техника

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): доцент, к.н. (доцент) Лучкин Г.С. (кафедра биомедицинской инженерии и управления инновациями, Инженерный институт, gluchkin@mail.ru)

# **1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-10	способность оценивать экономическую эффективность технологических процессов изготовления биомедицинской и экологической техники, а также биотехнических систем других направлений
УК-1	способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

Физические основы МРТ.

Основные блоки МР-томографа.

Классификацию МР томографов.

Должен уметь:

Определять артефакты изображений и классифицировать их.

Должен владеть:

Знаниями о физических основах магнитно-резонансной томографии, компонентах томографа и принципах лежащих в основе его работы.

## **2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО**

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.04.01 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 12.04.04 "Биотехнические системы и технологии (Медицинская и клиническая техника)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 2 курсе в 3 семестре.

## **3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 28 часа(ов), в том числе лекции - 14 часа(ов), практические занятия - 14 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 80 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 3 семестре.

## **4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

### **4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)**

N	Разделы дисциплины / модуля	Се-местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само-стоя-тельная ра-бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи-ческие занятия, всего	Практи-ческие в эл. форме	Лабора-торные работы, всего	Лабора-торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Магнитно-резонансная томография.								

Этапы развития. Физические основы МРТ.

3	4	0	0	0	0	0	20
---	---	---	---	---	---	---	----

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
2.	Тема 2. Основные блоки МР-томографа. Классификация МР томографов.	3	6	0	8	0	0	0	30
3.	Тема 3. Построение изображения. Безопасность при проведении МРТ.	3	4	0	6	0	0	0	30
	Итого		14	0	14	0	0	0	80

## 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

### Тема 1. Магнитно-резонансная томография. Этапы развития. Физические основы МРТ.

Магнитно-резонансная томография (МРТ) - это метод отображения, основанный на явлении ядерно-магнитного резонанса (ЯМР) и используемый преимущественно для медицинских исследований.

В 1882 Никола Тесла открыл вращающееся магнитное поле. В 1922 году Отто Стерн и Уолтер Герлах провели эксперимент по наблюдению спиновой квантизации в электронах. Для изучения магнитных свойств электрона они пропустили пучок атомов серебра через неоднородное магнитное поле. В 1937 профессор Колумбийского университета (Нью-Йорк, США) Изидор Раби исследовал явление ЯМР в молекулярных лучах. Радио-частотная (РЧ) энергия поглощается или испускается атомными ядрами образцов, помещенных в сильное магнитное поле. В 1945 г. две независимых группы американских физиков под руководством Феликса Блоха (Станфордский университет) и Эдварда М. Парселла (Гарвардский университет) наблюдали явление ЯМР в твердых телах и впервые получили сигналы ядерного магнитного резонанса. В 1971 г. физик Раймонд Дамадан (Бруклинский Медицинский Центр, США) показал возможность применения ЯМР для обнаружения опухолей. Его опыты на крысах показали, что сигнал водорода от злокачественных тканей сильнее, чем от здоровых. В 1975 г. Ричард Эрнст (Швейцария) предложил использовать в МР томографии фазовое и частотное кодирование и Фурье преобразования, метод, который используется в МРТ в настоящее время.

Для проведения ЯМР исследования необходимо поместить объект в мощное, статическое и однородное в пространстве (в идеальном случае) магнитное поле, создающее внутри тканей изображаемого объекта макроскопическую ядерную намагниченность.

В ЯМР томографии регистрация сигнала происходит от резонирующих ядер, имеющих как спин, так и магнитный момент. Такими ядрами являются водород  $^1\text{H}$ ,  $^2\text{H}$ , углерод  $^{13}\text{C}$ , азот  $^{14}\text{N}$ , фтор  $^{19}\text{F}$ , натрий  $^{23}\text{Na}$ , фосфор  $^{31}\text{P}$ .

### Тема 2. Основные блоки МР-томографа. Классификация МР томографов.

МР томограф состоит из следующих основных блоков: магнита, градиентных, шиммирующих и РЧ катушек, охлаждающей системы, систем приема, передачи и обработки данных, системы экранирования.

Магнит является самой дорогой частью МР томографа, создающей сильное устойчивое магнитное поле. Большинство современных магнитов, выпускаемых различными производителями, являются сверхпроводящими.

Внутри магнита расположены градиентные катушки, предназначенные для создания контролируемых изменений главного магнитного поля  $B_0$  по осям X, Y и Z и пространственной локализации сигнала. Шиммирующие катушки это катушки с малым током, создающие вспомогательные магнитные поля для компенсации неоднородности главного магнитного поля томографа, вызванной дефектами магнита или присутствием внешних ферромагнитных объектов. РЧ катушка представляет собой одну или несколько петель проводника, создающих магнитное поле  $B_1$ , необходимое для поворота спинов на  $90^\circ$  или  $180^\circ$  во время импульсной последовательности и регистрирующих сиг-

нал поперечной намагниченности от спинов внутри тела.

### **Тема 3. Построение изображения. Безопасность при проведении МРТ.**

МР изображение по сути является рассчитанной картой или изображением РЧ сигналов, испускаемых телом человека. Сигнал представляет собой одновременное получение компонент намагничивания  $M_x$  и  $M_y$  как функции времени и регистрируется с помощью двух отдельных каналов датчика, дающих информацию о компонентах сигнала (амплитуде, фазе, частоте). В этом фазочувствительном методе комплексный демодулированный сигнал разделен на 2 компонента: действительный и мнимый, смещенный на 90° относительно первого. Сигналы обоих каналов объединяются в один набор квадратурных действительных и мнимых спектров и затем обрабатываются с помощью преобразования Фурье.

Поскольку магнитное поле может отрицательно повлиять на здоровье человека, необходимо соблюдать ряд требований [23]. Нельзя допускать нахождение людей с кардиостимуляторами, ферромагнитными или электронными имплантатами в магнитном поле, превышающем 5 Гс. Этот предел в 10 раз выше, чем среднее магнитное поле Земли, но ниже чем магнитное поле в электроустройствах (например, на поверхности приемника телефона поле составляет 35 Гс, в аудио наушниках 100 Гс, в метро ? 7 Гс). Магнитное поле, действующее на человека с кардиостимулятором, может индуцировать токи в цепях кардиостимулятора, которые, в свою очередь, могут вызвать его отказ и смерть пациента. Металлические имплантаты могут сместиться под действием поля и привести к тяжелой травме пациента.

### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

### **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);





Вид работ	Методические рекомендации
практические занятия	<p>Организует свою деятельность в соответствии с методическим руководством по выполнению практических работ;</p> <p>подготавливает и оформляет материалы практических работ в соответствии с требованиями;</p> <p>Критерии оценки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- соответствие содержания теме;</li> <li>- правильная структурированность информации;</li> <li>- наличие логической связи изложенной информации;</li> <li>- эстетичность оформления, его соответствие требованиям;</li> <li>- работа представлена в срок.</li> </ul>
самостоятельная работа	<p>Для овладения знаниями необходимо чтение текста лекции, учебника, дополнительной литературы, конспектирование текста, работа со справочниками, учебно-исследовательская работа, компьютерной техники и Интернета. Самостоятельное выполнение заданий. Выполнение чертежей</p> <p>Деятельность студента:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- изучает материалы темы, выделяя главное и второстепенное;</li> <li>- устанавливает логическую связь между элементами темы;</li> <li>- представляет характеристику элементов в краткой форме;</li> <li>- выбирает опорные сигналы для акцентирования главной информации и отображает в структуре работы;</li> <li>- оформляет работу и предоставляет к установленному сроку.</li> </ul> <p>ежей, схем.</p>
зачет	<p>Максимальное количество баллов 'отлично' студент получает, если:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. обстоятельно с достаточной полнотой излагает соответствующую тему;</li> <li>2. дает правильные формулировки, точные определения, понятия терминов;</li> <li>3. может обосновать свой ответ, привести необходимые примеры;</li> <li>4. правильно отвечает на дополнительные вопросы преподавателя, имеющие целью выяснить степень понимания студентом данного материала.</li> </ol> <p>Оценку 'хорошо' студент получает, если:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. неполно, но правильно изложено задание;</li> <li>4. при изложении были допущены 1-2 несущественные ошибки, которые он исправляет после замечания преподавателя;</li> <li>5. дает правильные формулировки, точные определения, понятия терминов;</li> <li>6. может обосновать свой ответ, привести необходимые примеры;</li> <li>7. правильно отвечает на дополнительные вопросы преподавателя, имеющие целью выяснить степень понимания студентом данного материала.</li> </ol> <p>Оценку 'удовлетворительно' студент получает, если:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>8. неполно, но правильно изложено задание;</li> <li>9. при изложении была допущена 1 существенная ошибка;</li> <li>10. знает и понимает основные положения данной темы, но допускает неточности в формулировке понятий;</li> <li>11. излагает выполнение задания недостаточно логично и последовательно;</li> <li>12. затрудняется при ответах на вопросы преподавателя.</li> </ol> <p>Оценка 'неудовлетворительно' студент получает, если:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>13. неполно изложено задание;</li> <li>14. при изложении были допущены существенные ошибки, т.е. если оно не удовлетворяет требованиям, установленным преподавателем к данному виду работы</li> </ol>

#### 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

#### 11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:



Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 12.04.04 "Биотехнические системы и технологии" и магистерской программе "Медицинская и клиническая техника".

*Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.04.01 Магнитные резонансные изображения и  
импедансная томография*

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 12.04.04 - Биотехнические системы и технологии

Профиль подготовки: Медицинская и клиническая техника

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

**Основная литература:**

1. Маленькие секреты большой томографии : монография / А.В. Фёдоров, А.И. Лаврентьева, О.И. Кононенко, Н.А. Березина ; под ред. Н.А. Березиной. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 194 с - ISBN 978-5-16-012989-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/900873> (дата обращения: 08.04.2024). - Режим доступа: по подписке.

2. Борисова, И. В. Цифровые методы обработки информации/Борисова И.В. - Новосибирск : НГТУ, 2014. - 139 с.: ISBN 978-5-7782-2448-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/546207> (дата обращения: 08.04.2020). - Режим доступа: по подписке.

**Дополнительная литература:**

1. Климанов, В. А. Радионуклидная диагностика. Физические принципы и технологии: учебное пособие / В.А. Климанов. - Долгопрудный: Интеллект, 2014. - 328 с. ISBN 978-5-91559-138-6, 500 экз. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/473611> (дата обращения: 08.04.2020). - Режим доступа: по подписке.

2. Мультипланарная и трехмерная обработка данных мультidetекторной компьютерной томографии в оценке протяженности кардиоэзофагеального рака [Вестник Российского научного центра рентгенорадиологии, №13, 2013, стр. -]. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/458188> (дата обращения: 08.04.2020). - Режим доступа: по подписке.

*Приложение 3*  
*к рабочей программе дисциплины (модуля)*  
**Б1.В.ДВ.04.01 Магнитные резонансные изображения и**  
**импедансная томография**

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 12.04.04 - Биотехнические системы и технологии

Профиль подготовки: Медицинская и клиническая техника

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.