

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники

УДК 615.47

Айтакаева  
Александра Андреевна

**Модификация импульсных последовательностей  
для уменьшения времени проведения магнитно-резонансной томографии**

**АВТОРЕФЕРАТ**

на соискание степени магистра технических наук

по специальности 1-38 80 03

«Приборы, системы и изделия медицинского назначения»

---

Научный руководитель  
Бондарик Василий Михайлович  
канд. техн. наук, доцент

---

Минск 2018

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время магнитно-резонансная томография (МРТ) является эффективным методом медицинской диагностики благодаря безопасности и высокой информативности исследования. Магнитно-резонансная томография широко применяется в медицине, а также во множестве научных исследований.

По сравнению с другими диагностическими методами метод МРТ обладает рядом преимуществ, такими как неинвазивность, безвредность, высокая степень дифференциации тканей, возможность получения трехмерных изображений, относительно небольшой список противопоказаний. Однако магнитно-резонансное исследование, как и любой другой метод диагностики, обладает и некоторыми недостатками. Это, прежде всего, длительность процедуры, дорогостоящее оборудование и соответственно высокая стоимость исследования, а также возможное появление артефактов из-за дыхательных движений. Метод невозможно применять для больных с металлическими имплантатами или электрокардиостимуляторами, а также страдающих клаустрофобией.

Обследование методом МРТ это совокупность нескольких режимов сканирования. Для реализации каждого режима задаются определенные параметры сканирующей импульсной последовательности (ИП), например интервалы между запусками радиочастотных импульсов, интервалы между запуском импульса и началом считывания сигнала, количество возбуждений и др. Каждая ИП имеет свои преимущества и недостатки, что определяет их область применения.

Однако часто стандартных режимов, заложенных в томографе, недостаточно для точной диагностики зоны поражения вследствие низкого качества получаемого МР-изображения или значительного времени сканирования. В связи с этим определение наиболее оптимального алгоритма проведения МР-сканирования и подбора параметров ИП с целью повышения информативности и минимизации общего времени проведения сканирования является важным направлением исследований в настоящее время. Характер применяемых последовательностей определяет ряд важнейших параметров МР-изображений, таких как контрастность, пространственное разрешение, и др. Время сканирования определяется видом используемой ИП, а также рядом параметров этой ИП.

Таким образом, целью магистерской работы является изучение влияния параметров ИП на время проведения сканирования и качество МР-изображений, оптимизация качества и времени получения изображений с помощью опций визуализации, предусмотренных в томографе, разработка

пользовательских ИП МРТ, а также разработка практических рекомендаций по проведению МР-сканирования с целью сокращение времени исследования и повышение его информативности.

В соответствии с указанной целью можно обозначить следующие задачи:

1. изучить и проанализировать основные параметры сканирования, рассмотреть вопросы минимизации времени проведения сканирования, повышения качества МР-сканирования с помощью опций визуализации, предусмотренных в томографе;

2. модифицировать стандартные заводские последовательности, заложенные в томографе;

3. разработать практические рекомендации по проведению процесса МР-сканирования с целью сокращение времени исследования и повышение его информативности.

В магистерской работе все исследования проводились на магнитно-резонансном томографе GE Optima MR450w 1,5T на базе УЗ «Минский городской клинический онкологический диспансер».

# **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

## **Цель и задачи исследования**

Целью исследования является изучение влияния параметров ИП на время проведения сканирования и качество получаемых МР-изображений, оптимизация качества и времени получения изображений с помощью опций визуализации, предусмотренных в томографе, разработка пользовательских ИП МРТ, а также разработка практических рекомендаций по проведению процесса МР-сканирования с целью сокращения времени исследования и повышение его информативности.

Для выполнения поставленной цели в работе были сформулированы следующие задачи:

1. изучить и проанализировать основные параметры сканирования, рассмотреть вопросы минимизации времени проведения сканирования, повышения качества МР-сканирования с помощью опций визуализации, предусмотренных в томографе;
2. разработать пользовательские ИП на основе заводских импульсных последовательностей, заложенных в томографе;
3. разработать практические рекомендации по проведению процесса МР-сканирования с целью сокращения времени исследования и повышение его информативности.

Объектом исследования являются импульсные последовательности МРТ.

Предметом исследования выступают параметры импульсных последовательностей непосредственно влияющие на время сканирования и качество МР-изображения.

Содержание диссертационной работы соответствует образовательному стандарту высшего образования второй ступени (магистратуры) специальности 1-38 80 03 «Приборы, системы и изделия медицинского назначения».

## **Положения, выносимые на защиту**

1. База знаний, содержащая параметры, непосредственно влияющие на качество МР-изображений и время проведения сканирования. Каждый из параметров способен положительно влиять на качество МР-изображений, однако следует придерживаться баланса между продолжительностью сканирования и качеством МР-изображения .

2. Модификация стандартной ИП Cor FSE T2. Анализ полученных МР-изображений.

3. Практические рекомендации по проведению магнитно-резонансного исследования с минимальными затратами времени для специалиста – инженера, рентгенолаборанта, врача-рентгенолога.

#### **Личный вклад соискателя**

Все основные научные результаты, представленные в работе, получены соискателем самостоятельно на базе УЗ «МГКОД». В диссертации изложены результаты научно-исследовательских работ, выполненных автором лично (2 публикации).

Личный вклад соискателя заключается в проведении теоретических и экспериментальных исследований, разработке модифицированной ИП Cor FSE T2 минимальной по времени и позволяющей получить качественные МР-изображения, разработке практических рекомендаций по проведению магнитно-резонансного исследования с минимальными затратами времени.

Участие научного руководителя: кандидата технических наук, доцента кафедры ЭТТ УО «БГУИР» Бондарика В.М. заключалось в обсуждении структуры, целей и задач исследований, обсуждении и обобщении результатов теоретических и практических исследований, проведенных автором самостоятельно.

#### **Апробация результатов диссертации**

Результаты исследования были представлены на 52-й научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР (апрель 2017 г., Минск, БГУИР), на X Международной научно-методической конференции «Дистанционное обучение – образовательная среда XXI века» (декабрь 2017г., Минск, БГУИР).

По материалам диссертации опубликовано 2 печатные работы, из них 1 научная статья и 1 тезисы в сборниках докладов конференций.

#### **Структура и объем диссертации**

Диссертация состоит из общей характеристики работы, введения, пяти глав с выводами по каждой главе, заключения, библиографического списка и приложений.

Общий объем диссертации составляет 73 страниц, 39 иллюстраций, 3 таблицы, 13 наименований в библиографическом списке, 3 приложения.

## КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обозначена диагностическая ценность метода МРТ, рассмотрено современное состояние методов и технических средств диагностики, определены основные направления и задачи для реализации цели исследований, а также дается обоснование актуальности темы диссертационной работы.

В общей характеристике работы сформулированы ее цель и задачи, показана связь с современными научными исследованиями, даны сведения об объекте и предмете исследования и обоснован их выбор, представлены положения, выносимые на защиту, приведены сведения о личном вкладе соискателя, апробации результатов диссертации и их опубликованность, а также, структура и объем диссертации.

В первой главе дана краткая характеристика диагностического метода магнитно-резонансной томографии, рассмотрены физические принципы явления ядерно-магнитного резонанса, приведена классификация современных МР-томографов, а также рассмотрено устройство магниторезонансных томографов.

Вторая глава посвящена анализу показателей качества МР-изображения, таких как пространственное разрешение, ширина полосы пропускания, отношение контраст-шум и др. В главе приводятся общие сведения об основных импульсных последовательностях и их сравнительная характеристика.

В третьей главе были изучены и проанализированы основные параметры сканирования, влияющие на качество МР-изображений и время проведения МР-сканирования, такие как количество возбуждений NEX, принимающая и пропускающая полосы пропускания частот, размер матрицы, расстояние между срезами, поле обзора и др.

По результатам теоретического исследования были выработаны практические рекомендации по проведению МР-сканирования.

Четвертая глава посвящена методам улучшения качества МР-изображения и сокращения времени проведения сканирования.

При практических исследованиях были изучены некоторые параметры ИП Cor T2 FSE и их влияние на время сканирования. По результатам практических исследований был получен вариант

последовательности, который можно применять в диагностических целях для экономии времени при проведении МР-исследования без существенной потери качества МР-изображения.

По результатам проведенных исследований все поставленные задачи решены в полном объеме, цель работы реализована на практике.

В заключении сформулированы основные результаты исследований.

В приложениях приведены публикации соискателя и дополнительный материал.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Магнитно-резонансная томография – это одна из самых современных и эффективных неинвазивных диагностических процедур в мировой медицинской практике. Минимизация общего времени проведения сканирования при сохранении высокого качества МР-изображений является важным направлением исследований в области магнитно-резонансной томографии.

В результате работы над магистерской диссертацией были изучены и проанализированы основные параметры МР-сканирования, рассмотрены вопросы минимизации времени проведения МР-сканирования, улучшения качества МР-изображений с помощью опций визуализации, предусмотренных в томографе. Также были разработаны практические рекомендации по оптимизации процесса МР-сканирования с целью сокращения времени проведения сканирования и повышение его информативности.

Все практические исследования проводились на магнитно-резонансном томографе GE Optima MR450w 1,5T на базе УЗ «Минский городской клинический онкологический диспансер». При совместной работе вместе с врачами-рентгенологами УЗ «Минский городской клинический онкологический диспансер» была создана наиболее оптимальная модификация импульсной последовательности Cor T2 FSE. Для отображения результатов работы были выбраны МР-изображения, обладающие наибольшим контрастом и без видимых артефактов движения.

При проведении исследования было установлено, что использование функции Asset позволило уменьшить время сканирования на 49% при незначительном ухудшении качества МР-изображения.

Увеличение значения параметра ET позволило уменьшить время сканирования на 53,5% по сравнению с первой ИП при сохранении качества изображения.

Уменьшение размера матрицы с одновременным уменьшением показателя NEX, позволило значительно уменьшить время сканирования (на 69% по сравнению с первой ИП) без существенного ухудшения качества МР-исследования.

Увеличение параметра Phase в 2,5 раза привело к уменьшению времени сканирования на 76,5% по сравнению с первой ИП.

Конечный вариант последовательности можно применять в диагностических целях для экономии времени проведения МР-исследования без существенной потери качества МР-изображения.



По результатам проведенных исследований все поставленные задачи решены в полном объеме, цель работы реализована на практике.

Дальнейшие исследования по данной теме предполагают модификации других импульсных последовательностей, проведение практических исследований, интеграция новых модифицированных ИП в диагностические протоколы сканирования.

## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

1. Айтакаева А.А. Влияние параметров импульсных последовательностей МРТ на длительность проведения исследования // Сборник тезисов 53 научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов. – Мн.: БГУИР, 2017. – С. 49-50.
2. Айтакаева А.А. Изучение влияния параметров импульсных последовательностей МРТ на качество МР-изображения при заочной форме получения образования в магистратуре // Дистанционное обучение – образовательная среда XXI века: Материалы X Международной научно-методической конференции. – Мн.: БГУИР, 2017. – С. 121.