

Кафедра «Приборостроение, метрология и сертификация»

А.В. Дунаев

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТОМОГРАФИИ

Методические указания
по выполнению лабораторных работ

Дисциплина – «Физико-технические основы томографии»

Направление – 201000 «Биотехнические системы и технологии»

**Допущено ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК»
для использования в учебном процессе в качестве
методических указаний для высшего
профессионального образования**

Орел 2012

Автор: канд. техн. наук, доц. каф. ПМиС

А.В. Дунаев

Рецензент: д-р техн. наук, проф., зав. каф. ПМиС К.В. Подмастерьев

Методические указания содержат общие положения по выполнению лабораторных работ, требования к оформлению отчётов, описания пяти лабораторных работ, список литературы, приложение.

Предназначены студентам, обучающимся по направлению 201000 «Биотехнические системы и технологии», изучающим дисциплину «Физико-технические основы томографии», а также могут быть использованы студентами, обучающимися по направлению 200300 «Медико-биологические аппараты, системы и комплексы», изучающим дисциплину «Диагностические системы и комплексы».

Редактор М.В. Майоров
Технический редактор А.В. Селихов

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Государственный университет - учебно-научно-
производственный комплекс»
Лицензия ИД № 00670 от 05.01.2000 г.

Подписано к печати 20.01.2012 г. Формат 60x90 1/16.

Усл. печ. л. 1,2. Тираж 21 экз.

Заказ № _____

Отпечатано с готового оригинал-макета
на полиграфической базе ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК»,
302030, г. Орел, ул. Московская, 65.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие указания	4
1.1 Назначение и структура лабораторных работ	4
1.2 Подготовка к выполнению работ	4
1.3 Порядок выполнения работ.....	4
1.4 Оформление отчета по работе	5
2 Лабораторная работа 1. Анализ технических характеристик магнито-резонансных томографов.....	6
3 Лабораторная работа 2. Анализ параметров МР-исследования в среде DICOM	9
4 Лабораторная работа 3. Постпроцессная обработка МР-томограмм.....	15
5 Лабораторная работа 4. Анализ артефактов МР-исследования	16
Список использованных источников.....	18
Приложение А. Форма титульного листа отчёта по лабораторной работе.....	19

1 ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

1.1 Назначение и структура лабораторных работ

Лабораторный практикум направлен на углубление и закрепление теоретических знаний по основным разделам дисциплины «Физико-технические основы томографии» («Основы физики томографических исследований»), на получение практических навыков работы с результатами МР-исследований [1].

Лабораторный практикум содержит 4 лабораторные работы и охватывает наиболее важные вопросы по основным разделам теоретического курса, в частности: «Основы физики магнито-резонансной томографии», «Цифровые технологии и обмен информацией в томографии».

При выполнении работ используется ПЭВМ и специализированная программная среда DICOM (например, «eFilm 2.1»).

1.2 Подготовка к выполнению работ

Подготовка к выполнению лабораторной работы заключается в изучении теоретических положений по рекомендуемой литературе и конспектам лекций. Для каждой работы приведены вопросы для самопроверки, краткие ответы, которые должны быть изложены письменно в отчете. Подготовка к работе осуществляется студентом самостоятельно (вне аудиторных занятий). Консультации проводятся преподавателем, ведущим лабораторные занятия в установленном порядке.

На лабораторные занятия студент должен явиться подготовленным с *оформленной теоретической частью отчета*. Форма контроля – проверка отчетов, *зачет* по теоретической части работы.

Студент, не сдавший зачет по теоретической части, к выполнению работы не допускается.

1.3 Порядок выполнения работ

Каждая работа рассчитана на 4 часа и выполняется за одно посещение лаборатории. Каждый студент выполняет лабораторную работу *индивидуально*, т.е. на отдельной ПЭВМ.

При проведении занятий первый час отводится зачету по теоретической части работы. За последующие два часа необходимо выпол-

нить экспериментально-расчетную часть работы, сделать выводы, завершить оформление отчета. Последний час лабораторных занятий отводится зачету по работе.

1.4 Оформление отчета по работе

Отчет по работе оформляется каждым студентом индивидуально на листах формата А4 (210x297 мм), допускается использовать листы, извлеченные из ученических тетрадей. Форма титульного листа представлена в приложении А.

Схемы, графики, диаграммы и таблицы необходимо выполнять карандашом в соответствии с требованиями ЕСКД, аккуратно, с помощью простейших чертежных инструментов (линейка, циркуль и т.п.). Все графики экспериментальных и теоретических зависимостей, диаграммы выполняются на координатной бумаге – «миллиметровке» и вклеиваются в отчет по лабораторной работе. Листинги программ допускается переписывать «от руки» с экрана. При этом необходимо использовать шрифт согласно ЕСКД.

Отчет по теоретической части работы должен содержать изложение цели работы и письменные ответы на вопросы для самопроверки. Ответы следует излагать кратко, по существу. Содержание отчета по экспериментально-расчетной части работы изложено в описании каждой работы.

Небрежно оформленные отчеты к рассмотрению не принимаются.

2 Лабораторная работа 1. Анализ технических характеристик магнито-резонансных томографов

2.1 Цель работы

Приобретение навыков анализа технических характеристик магнито-резонансных томографов; ознакомление с техникой безопасности и основами работы магнито-резонансных томографов.

2.2 Экспериментальное оборудование

МР-томограф серии Gyroscan Intera фирмы Philips (медицинский центр «МРТ-Эксперт»); справочные руководства пользователя к МРТ серии Gyroscan Intera фирмы Philips.

2.3 Теоретическая часть

Самоподготовка к данной работе осуществляется по литературе [2-7], а также:

1. Слайд-лекции (презентация по разделу «Основы магнито-резонансной томографии»).

Темы: «Аппаратное обеспечение МРТ» (типы и конструкции магнитов, РЧ катушки, основные технические характеристики), «Импульсные последовательности», «Типы контрастов изображения», «Параметры последовательностей».

2. Справочные руководства пользователя к МРТ серии Gyroscan Intera фирмы Philips (выдаются преподавателем).

2.4 Вопросы для самопроверки

1. Перечислите основные технические характеристики МР-томографов.

2. Перечислите типы магнитов и приведите схему конструкции магнита, используемого в МР-томографе Gyroscan Intera фирмы Philips.

3. Перечислите основные виды РЧ катушек.

4. Что такое градиентные катушки? Приведите схему одной из них.

5. Какие меры безопасности нужно соблюдать при работе на МР-томографе?

2.5 Порядок выполнения работы

2.5.1 Лабораторная работа проводится в одном из медицинских центров г. Орла, например, «МРТ-Эксперт» (ООО «Барель»), при себе необходимо иметь белый халат.

2.5.2 В холле центра необходимо прослушать инструкцию по технике безопасности преподавателя и инженера по обслуживанию МР-томографа.

2.5.3 С помощью документации на МР-томограф заполнить таблицу 1 с основными техническими характеристиками (указать название модели и производителя).

Таблица 1 – Основные технические характеристики МР-томографа

№ п/п	Наименование параметра	Значение параметра
1	Индукция магнитного поля, Тл	
2	Тип магнита	
3	Амплитуда градиентов, мТл/м	
4	Скорость нарастания градиентов, мТл/м/мкс	
5	Апертура бора, см	
6	Минимальное поле обзора, мм	
7	Максимальное поле обзора, мм	
8	Матрица получения регистрируемого изображения	
9	Толщина среза, мм	
10	Технологии визуализации: – спин-эхо (SE) – инверсия восстановление (IR) – градиентное эхо (GE и GR)	
11	Вес магнита, кг	
12	Габариты, мм x мм x мм	

2.5.4. После общей обзорной экскурсии по центру в техническом помещении МР-томографа изучить под наблюдением инженера схемы работы, этапы технического обслуживания и контролируемые параметры следующих подсистем МР-томографа:

- системы кондиционирования МР-томографа;
- системы электропитания МР-томографа;
- системы охлаждения магнита.

Функциональные схемы с кратким описанием, приведенные в соответствующих разделах документации на МР-томограф, отобра-

зять в отчёте.

2.5.5. Изучить основные этапы профилактического обслуживания, выполняемые инженером. Отразить порядок работы в отчёте.

2.5.6. В операторском помещении прослушать обзорное сообщение ведущего врача и/или оператора о работе системы МРТ и её компонентов: магнита, деки стола, катушек, управляющей станции (компьютер оператора), сервера, принтера для печати снимков и др. Краткие сведения о назначении компонент отразить в отчёте.

2.5.7. По приглашению оператора пройти в помещение с МР-томографом, выполнить визуальный осмотр магнита, деки стола, катушек.

2.5.8. Изучить алгоритм работы на МРТ Gyroscan Intera на примере исследования пациентов. Отразить алгоритм работы в отчёте.

2.5.9. Изучить основы работы оператора с ПО томографа (получение изображений Survey, выбор шаблонов, изменение основных параметров и т.д.), результаты отразить в отчёте.

2.5.10. Изучить алгоритм действий врача после получения снимков с консоли, обратить внимание на параметры проводимых исследований (типы и параметры используемых последовательностей).

2.5.11. Записать тип и параметры режима сканирования одного из проводимых исследований, сравнить с теоретическими значениями, сделать выводы о взвешенности полученных томографических изображений. Занести результаты в отчёт.

2.5.12. Отчёт по лабораторной работе должен содержать ответы на вопросы для самопроверки, результаты по пп. 2.5.3-2.5.11 (таблицы, схемы, рисунки, описание, инструкции и т.д.), а также выводы по работе.

3 Лабораторная работа 2. Анализ параметров МР-исследования в среде DICOM

3.1 Цель работы

Приобретение навыков работы с DICOM-вьюером «eFilm 2.1», анализ параметров МР-исследования.

3.2 Экспериментальное оборудование

ПК с установленной программой «eFilm 2.1» и выше; МР-томограмма пациента; справочные материалы по стандарту DICOM.

3.3 Теоретическая часть

Самоподготовка к данной работе осуществляется по литературе [2, 8], а также:

- слайд-лекции (презентации по темам «Импульсные последовательности», «Основы стандарта DICOM»);
- HELP «eFilm 2.1» (файл);
- eFilmLite UserGuide (файл).

Основные параметры импульсных последовательностей (ИП) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Основные параметры ИП

№ п/п	Обозначение параметра	Наименование параметра
1	TR	Repetition Time / Время повторения
2	TE	Echo Time / Время эхо
3	FA	Flip Angle / Угол переворота
4	TI	Inversion Time / Время инверсии
5	NA	Number Of Acquisitions / Число сборов данных
6	MX	Matrix / Матрица
7	FOV	Field Of View / Поле наблюдения
8	ST	Slice Thickness / Толщина среза
9	SG	Slice Gap / Зазор между срезами
10	PE	Phase Encoding / Кодирование фазы
11	BW	Bandwidth / Полоса пропускания

Некоторые поля DICOM-файла, необходимые для качественного анализа МР-исследований, представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Поля DICOM-файла

ID	DICOM Reference	DICOM Tag #	Description
1	Manufacturer Model Name	(0008,1090)	The manufacturer's model name of the machine.
2	Study ID	(0020,0010)	The identification of the study.
3	Study Description	(0008,003E)	The description of the study.
4	Series Number	(0020,0011)	The series number and the total number of series.
5	Instance Number	(0020,0013)	The image number and the total number of images.
6	Plane	(0020,0032)	The plane view (either Axial , Coronal , or Sagittal) and slice location.
7	Magnification	(calculated)	The magnification setting of the image.
8	Acquisition Matrix	(0018,1310)	The resolution at which the image was acquired.
9	Orientation	(calculated)	The position of the image (Anterior , Posterior , Left , Right).
10	Echo Train Length	(0018,0091)	The length (in k-space) acquired per excitation per image.
11	Repetition Time	(0018,0080)	The time (in milliseconds) between pulse sequences.
12	Echo Time	(0018,0081)	The time (in milliseconds) between the middle of the excitation pulse and the peak of the echo produced.
13	Receive Coil Name	(0018,1250)	The name of the receiving coil used for the study.
14	Slice Thickness	(0018,0050)	The ratio of spacing between slices divided by the slice thickness (except in the case of GE Lightspeed Scanners).
15	LUTs	(calculated)	The DICOM LookUp Tables accessed by the image.
16	Window Width Window Center	(0028,1051) (0028,1050)	The brightness (W) setting of the image. The contrast (L) setting of the image.
17	Field of View	(calculated)	The displayed field of view scale (in centimeters) of the image.

DICOM-информация МР-изображения для различной ориентации срезов головного мозга представлена на рисунок 1 и 2 соответственно.

MR sample (left viewport)

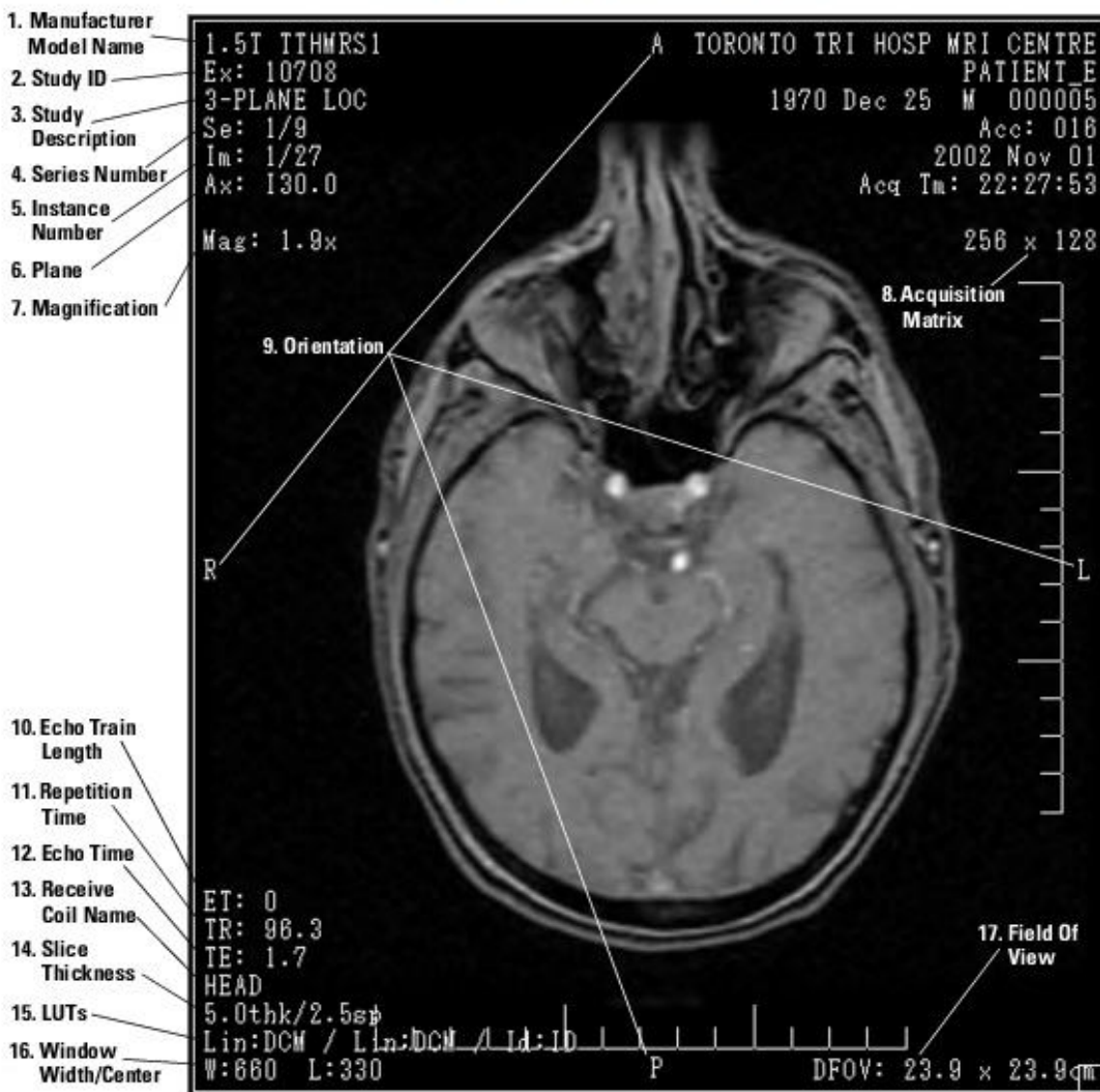


Рисунок 1 – DICOM-информация МР-изображения для аксиального среза головного мозга

MR sample (right viewport)

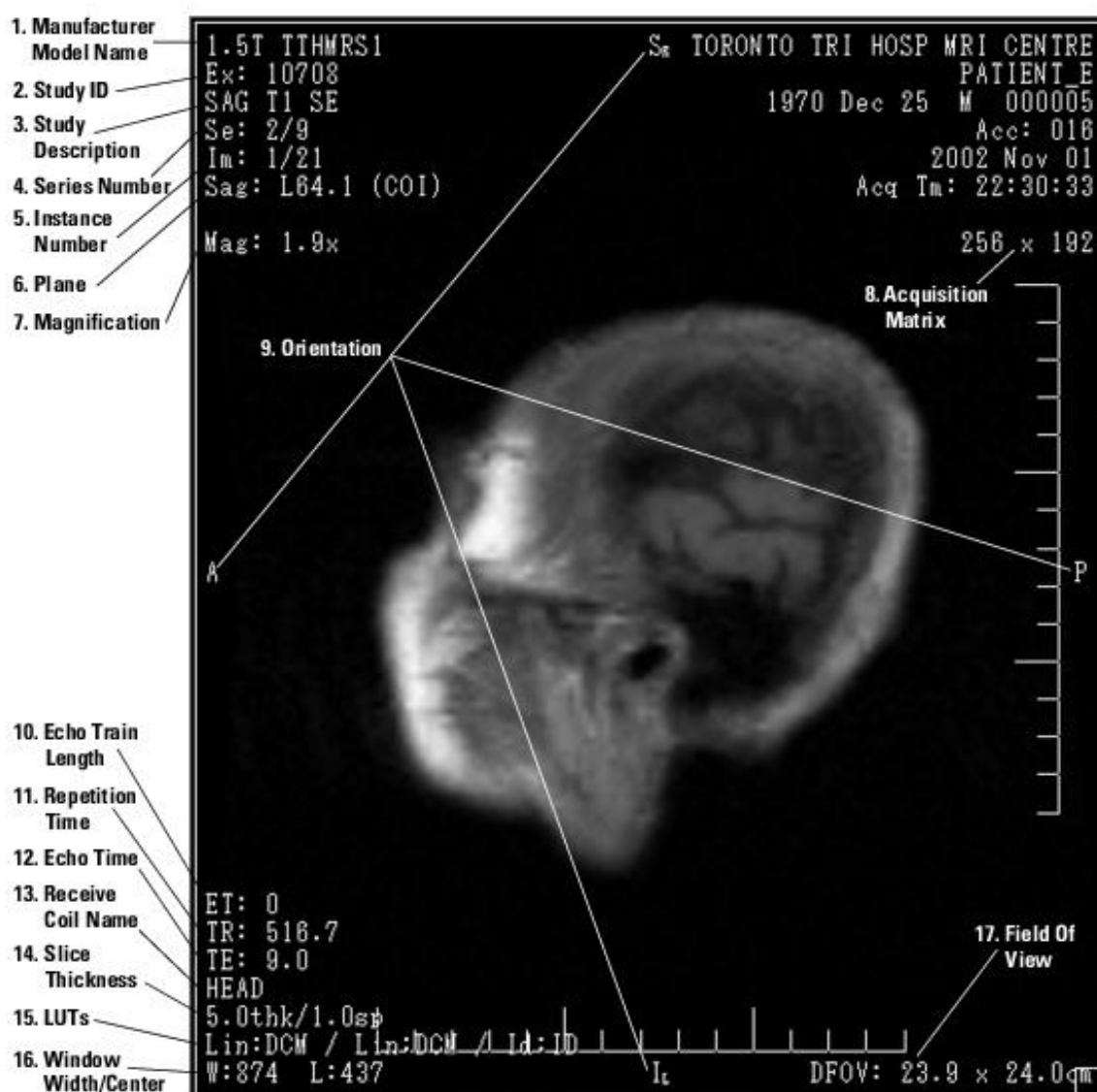


Рисунок 2 – DICOM-информация МР-изображения для сагиттального среза головного мозга

3.4 Вопросы для самопроверки

1. Перечислите основные импульсные последовательности.
2. Приведите основные параметры импульсных последовательностей.
3. Какие бывают типы контрастов изображений? Чем они отличаются?
4. Приведите структуру DICOM-файла. Назовите области применения и достоинства стандарта DICOM.
5. Перечислите наиболее распространённые DICOM-вьюеры.

3.5 Порядок выполнения работы

3.5.1 Получить у преподавателя МР-исследование (каждому студенту одно исследование).

3.5.2 В DICOM-вьюере eFilm проанализировать полученное МР-исследование согласно стандарту DICOM. Анализируемые данные занести в таблицу 4 (заполняется в зависимости от используемых серий последовательностей).

Таблица 4 – Анализ протокола МР-исследования

№ п/п	Параметр МР-исследования	Наименование серии		
1	Plane			
2	Mode			
3	Pulse Sequence			
4	Imaging options			
5	TE, мс			
6	Eff. TE2			
7	TR			
8	FA			
9	ETL			
10	Bandwidth, кГц			
11	Freq x Phase			
12	NEX			
13	Phase FOV			
14	Freq DIR			
15	Auto Center Freq			
16	Flow Comp. Direction			
17	FOV			
18	Slice Thickness			
19	Spacing			
20	# slices			
21	Autoshim			
22	PhaseCorrect			
23	Fat Saturation			
24	Max # of slices/acq			
25	Scan time мс			
26	Peak SAR			
27	Взвешенность изображения			
28	МР-изображение			

3.5.3 Определить по параметрам МР-исследования взвешенность (контраст) полученных МР-изображений (взвешенное по T1, T2 или протонная плотность). Данные занести в таблицу 1.

3.5.4 По полученным данным построить диаграммы импульсных последовательностей, поясняющие процесс получения МР-изображений – SE, TSE (FSE), HASTE, GE или IR (FLAIR, STIR).

3.5.5 Согласно медицинскому заключению на МР-изображении при помощи инструментов программы «eFilm 2.1» измерить (по согласованию с преподавателем) определенные структуры и/или патологические очаги.

3.5.6 С помощью инструментария «eFilm 2.1» определить границы исследования и количество срезов, ориентированных в соответствующих плоскостях (sag, cor, ax).

3.5.7 Отчёт по лабораторной работе должен содержать ответы на вопросы для самопроверки, результаты по пп. 3.5.2-3.5.6 (таблица 4, диаграммы, принтскрины изображений), а также выводы по работе.

4 Лабораторная работа 3. Постпроцессная обработка МР-томограмм

4.1 Цель работы

Приобретение навыков постпроцессной обработки в DICOM-вьюере «eFilm».

4.2 Экспериментальное оборудование

ПК с установленной программой «eFilm 2.1» и выше; МР-исследование пациента; справочные материалы по стандарту DICOM.

4.3 Теоретическая часть

Самоподготовка к данной работе осуществляется по литературе [2, 8], а также:

- слайд-лекции (презентации по темам «Импульсные последовательности», «Основы стандарта DICOM»);
- HELP «eFilm 2.1» (файл);
- eFilmLite UserGuide (файл).

4.4 Вопросы для самопроверки

1. Перечислите основные виды постпроцессной обработки МР-изображений.
2. Поясните достоинства и области применения основных видов постпроцессной обработки МР-изображений.

4.5 Порядок выполнения работы

4.5.1 Получить у преподавателя МР-исследование (каждому студенту одно исследование).

4.5.2 С помощью соответствующего инструментария произвести постпроцессную обработку изображений – построить мультипланарные и трехмерные реконструкции заданных сечений (MPR, MIP, SSD, 3D и др.).

4.5.3 Отчёт по лабораторной работе должен содержать ответы на вопросы для самопроверки, результаты по пп. 4.5.2 (принтскрины изображений) для различных видов постпроцессной обработки, а также выводы по работе.

5 Лабораторная работа 4. Анализ артефактов МР-исследования

5.1 Цель работы

Приобретение навыков анализа артефактов МР-исследования в DICOM-вьюере «eFilm».

5.2 Экспериментальное оборудование

ПК с установленной программой «eFilm 2.1» и выше; МР-исследование пациента; справочные материалы по стандарту DICOM.

5.3 Теоретическая часть

Самоподготовка к данной работе осуществляется по литературе [2, 8], а также:

- слайд-лекции (презентации по темам «Импульсные последовательности», «Артефакты МР-изображений», «Основы стандарта DICOM»);
- HELP «eFilm 2.1» (файл);
- eFilmLite UserGuide (файл).

5.4 Вопросы для самопроверки

1. Перечислите основные виды артефактов МР-изображений. Поясните, чем они характеризуются.
2. Приведите возможные пути устранения артефактов МР-изображений.

5.5 Порядок выполнения работы

5.5.1 Получить у преподавателя МР-исследование (каждому студенту одно исследование).

5.5.2 Проанализируйте полученное МР-исследование на предмет наличия артефактов в МР-изображениях. Занесите виды артефактов, выявленные в результате анализа МР-исследования, в таблицу 5, например, «пульсация сосудов», «химический сдвиг», «артефакт Максвелла», «артефакт движения» и др.).

Таблица 5 –Выявленные артефакты МР-изображений

Наименование серии	Всего изображений	Количество изображений с артефактами	Вид артефакта		

5.5.3 Проанализируйте выявленные артефакты, укажите причину их возникновения и возможные пути устранения. Результаты занесите в таблицу 6.

Таблица 6 – Анализ выявленных артефактов в МР-исследовании

№ п/п	Вид артефакта	Изображение	Причины возникновения	Проявление	Возможность устранения

5.5.4 Отчёт по лабораторной работе должен содержать ответы на вопросы для самопроверки, результаты по пп. 5.5.2-5.5.3 (таблицы 5 и 6), а также выводы по работе.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Казначеева А.О., Дунаев А.В. Особенности разработки учебных курсов по томографии и методика их преподавания // Сборник трудов конференции «Оптика и образование – 2010» / Под общ. ред. проф. А.А. Шехонина. – СПб: СПГУ ИТМО, 2010. – С. 107-108.

2 Марусина, М.Я. Современные виды томографии. / М.Я. Марусина, А.О. Казначеева. Учебное пособие. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2006. – 152 с.

3 Галайдин, П.А. Основы магниторезонансной томографии / П.А. Галайдин, А.И. Замятин, В.А. Иванов. / Учебное пособие. – СПб: СПбГИТМО (ТУ), 1998. – 24 с.

4 Магнитный резонанс в медицине. Основной учебник Европейского форума по магнитному резонансу / Под ред. П.А. Ринка / Пер. Э.И. Федина. – Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1995. – 228 с.

5 Информационный портал по магнито-резонансной томографии: www.mr-tip.com

6 Сайт компании «МРТ-Эксперт»: <http://www.mrtexpert.ru>

7 Официальный сайт производителя медицинских систем фирмы Philips Healthcare: www.medical.philips.com

8 Official DICOM home page: <http://medical.nema.org>

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(справочное)

Форма титульного листа отчёта по лабораторной работе

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
ФГБОУ ВПО «ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ -
УЧЕБНО-НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ КОМПЛЕКС»
УЧЕБНО-НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Кафедра «Приборостроение,
метрология и сертификация»

ОТЧЁТ
по лабораторной работе № __

(полное наименование работы)

Дисциплина: «Основы томографии»
(«Диагностические системы и комплексы»)

Студент: _____
(Ф.И.О.)

Группа: _____

Направление: _____

Отметка о зачёте: _____

Орёл, (год)