МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики

УТВЕРЖДАЮ
Проректор
по образовательной деятельности КФУ
Проф. Минзарипов Р.Г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Современные методы биомедицинских исследований in vivo Б3.ДВ.1

Направление подготовки: 011200.62 - Физика
Профиль подготовки: не предусмотрено
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский

Автор(ы):
Ильясов К.А.

Рецензент(ы):
Аганов А.В. , Скирда В.Д.

СОГЛАСОВАНО:
Заведующий(ая) кафедрой: Таюрский Д. А.
Протокол заседания кафедры No ___ от "____" _____ 201__г
Учебно-методическая комиссия Института физики:
Протокол заседания УМК No ____ от "____" _____ 201__г

Регистрационный No 6151214

Казань
2014

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (доцент) Ильясов К.А. Кафедра общей физики Отделение физики , Kamil.Ilyasov@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины (модуля) Современные методы биомедицинских исследований in vivo являются - знания о современных методах биомедицинских исследований на живых организмах, в том числе на животных и человеке и формирования начальных навыков проведения таких исследований.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б3.ДВ.1 Профессиональный" основной образовательной программы 011200.62 Физика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

Для освоения этой дисциплины необходимы знания по курсам "Общая физиология", "Анатомия", "Магнитно-резонансные методы: физические принципы и приложения", "Современные методы ЯМР в биомедицинских исследованиях in vitro", "Физика визуализации в медицине".

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-1 (общекультурные компетенции)	способность использовать в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания в области математики и естественных наук
ОК-3 (общекультурные компетенции)	способность приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способность использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач
ПК-10 (профессиональные компетенции)	способностью понимать и излагать получаемую информацию и представлять результаты физических исследований
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью применять на практике базовые профессиональные навыки
ПК-4 (профессиональные компетенции)	способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (в соответствии с профилем подготовки)
ПК-5 (профессиональные компетенции)	способностью применять на практике базовые общепрофессиональные знания теории и методов физических исследований (в соответствии с профилем подготовки)
ПК-6 (профессиональные компетенции)	способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации (в соответствии с профилем подготовки)
ПК-3 (профессиональные компетенции)	научно-исследовательская деятельность: способностью эксплуатировать современную физическую аппаратуру и оборудование

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

Особенности проведения исследований на живых объектах.

Основные экспериментальные методики, используемые в биомедицинских исследованиях, их возможности и ограничения.

Особенности получения данных в живых организмах, принципы их интерпретации и анализа.

2. должен уметь:

Выделить конкретное физическое содержание в прикладных задачах будущей деятельности и формулировать задачи.

Выбирать методику исследования адекватную цели исследования;

Пользоваться научной литературой по данной дисциплине.

3. должен владеть:

Стандартными методами и программами анализа данных МРС и МРТ.

Навыками использования теоретических и экспериментальных знаний в области медицинской физики для решения профессиональных задач.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

Применять полученные знания на практике.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) 144 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 8 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Классификация и обзор современных методов неинвазивных исследований на живых объектах	8	1	2	2	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Особенности проведения исследований на живых организмах	8	2	2	2	0	устный опрос
3.	Тема 3. Обеспечение безопасности пациента и поддержание жизнедеятельности экспериментальных животных	8	3	2	2	0	устный опрос
4.	Тема 4. Магнитно-резонансная спектроскопия in vivo	8	4-5	4	4	0	реферат
5.	Тема 5. Изучение физиологических процессов методами магнитного резонанса	8	6-7	4	4	0	устный опрос
6.	Тема 6. МРТ в изучении работы мозга	8	8-9	4	4	0	реферат
7.	Тема 7. МРТ в онкологии	8	10-11	4	4	0	устный опрос
8.	Тема 8. Магнитно-резонансные методы в мониторинге процессов терапии	8	12-13	4	4	0	устный опрос
9.	Тема 9. Позитрон-эмиссионная томография и однофотонная эмиссионная компьютерная томография и другие методы визуализации в биомедицинских исследованиях	8	14-15	4	4	0	устный опрос
.	Тема . Итоговая форма контроля	8		0	0	0	экзамен
	Итого			30	30	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Классификация и обзор современных методов неинвазивных исследований на живых объектах

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Обзор современных методов исследований на живых объектах. Понятие неинвазивности обследования.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Сопоставление методов. Классификация по разным параметрам.

Тема 2. Особенности проведения исследований на живых организмах

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Проведение исследований на живых объектов, особенности связанные с тем, что объект живой и сложности получения воспроизводимых результатов.

практическое занятие (2 часа(ов)):

обсуждения разных способов построения исследований, сопоставимые и несопоставимые данные. обсуждения на примере публикаций в научный журналах.

Тема 3. Обеспечение безопасности пациента и поддержание жизнедеятельности экспериментальных животных

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Факторы, которые могут влиять на безопасность продвижения измерений. Способы их контроля и обеспечения безопасности. мониторинг физиологических процессов у пациента или экспериментального животного во время проведения МРТ измерений. системы поддержание жизнедеятельности экспериментальных животных.

практическое занятие (2 часа(ов)):

пример расчета параметров МРТ последовательности с точки зрения параметров, критичных для здоровья пациента. Обсуждение иных факторов риска. Обсуждение публикаций.

Тема 4. Магнитно-резонансная спектроскопия in vivo

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Принципы Магнитно-резонансной спектроскопия in vivo, особенности реализации и обработки данных МРС

практическое занятие (4 часа(ов)):

Расчет для последовательностей МРС, оценка чувствительности и разрешения

Тема 5. Изучение физиологических процессов методами магнитного резонанса

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Функциональная МРТ томография в широком смысле слова как метод изучения различных процессов в живых организмах. Особенности реализации метода, границы и возможные перспективы

практическое занятие (4 часа(ов)):

Обсуждение различных примеров из научных публикаций

Тема 6. МРТ в изучении работы мозга

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Функциональная МРТ томографии - принцип, особенности реализации МРТ последовательности, проведения эксперимента и краткий обзор результатов ФМРТ. Аксональная трактография.Принцип, проблемы и результаты.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Разбор исследования по функциональной МРТ томографии и данных МРТ по тензор диффузии

Тема 7. МРТ в онкологии

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Возможности и перспективы магнитно-резонансной томографии и пространственно-селективной спектроскопии в онкологии

практическое занятие (4 часа(ов)):

Детальный анализ последовательностей. Разбор примеров из научных публикаций.

Тема 8. Магнитно-резонансные методы в мониторинге процессов терапии

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Мониторинг процессов терапии с помощью МРТ, особенности проведения измерений, ограничения метода и перспективы.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Расчет параметров МРТ последовательностей при различный типах МРТ измерений.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Тема 9. Позитрон-эмиссионная томография и однофотонная эмиссионная компьютерная томография и другие методы визуализации в биомедицинских исследованиях

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Эмиссионные методы визуализации. Получение изображений в позитрон-эмиссионной томографии и однотонной эмиссионной компьютерной томографии. Применения в медицинской диагностике и для фундаментальных исследований.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Сравнение методов позитрон-эмиссионная томографии и однофотонной эмиссионной компьютерной томографии. Объяснение различий в аппаратурой реализации и методов реконструкции изображений. Оценка предела разрешения методов.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
2.	Тема 2. Особенности проведения исследований на живых организмах	8	2	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
3.	Тема 3. Обеспечение безопасности пациента и поддержание жизнедеятельности экспериментальных животных	8	3	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
4.	Тема 4. Магнитно-резонансная спектроскопия in vivo	8	4-5	подготовка к реферату	10	реферат
5.	Тема 5. Изучение физиологических процессов методами магнитного резонанса	8	6-7	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
6.	Тема 6. МРТ в изучении работы мозга	8	8-9	подготовка к реферату	8	реферат
7.	Тема 7. МРТ в онкологии	8	10-11	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
8.	Тема 8. Магнитно-резонансные методы в мониторинге процессов терапии	8	12-13	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
9.	Тема 9. Позитрон-эмиссионная томография и однофотонная эмиссионная компьютерная томография и другие методы визуализации в биомедицинских исследованиях	8	14-15	подготовка к устному опросу	8	устный опрос

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
	Итого				48	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Лекции - в активно-интерактивной форме.

Семинары и обсуждение написанных рефератов.

Практические занятие на МРТ томографе и ЯМР спектрометре с приставкой для микротомографии.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Классификация и обзор современных методов неинвазивных исследований на живых объектах

Тема 2. Особенности проведения исследований на живых организмах

устный опрос , примерные вопросы:

Особенности проведения исследований на живых организмах

Тема 3. Обеспечение безопасности пациента и поддержание жизнедеятельности экспериментальных животных

устный опрос , примерные вопросы:

Обеспечение безопасности пациента и поддержание жизнедеятельности экспериментальных животных

Тема 4. Магнитно-резонансная спектроскопия in vivo

реферат , примерные темы:

реферат по научным публикациям по теме "Приложения МР-спектроскопия к исследованиям живых систем"

Тема 5. Изучение физиологических процессов методами магнитного резонанса

устный опрос , примерные вопросы:

По методам изучения физиологических процессов анализ предложенных публикаций

Тема 6. МРТ в изучении работы мозга

реферат , примерные темы:

на тему "Функциональная МР-томография и ее основные применения"

Тема 7. МРТ в онкологии

устный опрос , примерные вопросы:

анализ и обсуждение предложенных публикаций по теме

Тема 8. Магнитно-резонансные методы в мониторинге процессов терапии

устный опрос , примерные вопросы:

по особенностям реализации методов МРТ применительно к задачам мониторинга процессов терапии, анализ предложенной публикации.

Тема 9. Позитрон-эмиссионная томография и однофотонная эмиссионная компьютерная томография и другие методы визуализации в биомедицинских исследованиях

устный опрос , примерные вопросы:

Методы регистрации сигнала и реконструкции изображения в Позитрон-эмиссионной томографии и однотонной эмиссионной компьютерной томографии. Сравнение с другими методами визуализации в биомедицинских исследованиях

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

Написание рефератов по темам "Магнитно-резонансная спектроскопия in vivo" и "Функциональная МР томографии".

Самостоятельный поиск информации и литературы на тему безопасность МРТ исследований и обсуждение в режиме круглого стола.

Примерные экзаменационные билеты:

Билет 1

1. Принцип методов молекулярной визуализации в МРТ.

2. Особенности дизайна радиочастотных МРТ катушек для обследования живых объектов

Билет 2

1. МРТ по диффузии в головном мозге. Физическая модель и приложения к исследованию структуры и состояния тканей

2. Возможные физиологические эффекты от изменяющихся магнитный полей и их контроль в МРТ исследованиях.

Билет 3

1. МРТ по диффузии всего тела. Клинические применения, физическая модель.

2. Радиочастотная нагрузка в МРТ - в чем опасность, от чего зависит, как можно уменьшить?

Билет 4

1. Принцип аксональной трактографии головного мозга.

2. Фазо-контрастный метод ангиографических исследований.

Билет 5

1. Метод "кино" в магнитно-резонансной томографии. Примеры его применения для изучения физиологических процессов.

2. Принцип использования позитрон-эмиссионной томографии для выявления метастаз

Билет 6

1. Магнитно-резонансной спектроскопии in vivo на ядрах, отличных от протонов. Чувствительность и другие аспекты данных измерений.

2. Физические основы проявления Bold эффекта в магнитно-резонансный томографии.

Билет 7

1. Сравнение чувствительности методов 1H магнитно-резонансной томографии и спектроскопии с пространственной локализацией. Подавление сигналов воды.

2. Различные методы визуализации с точки зрения возможных опасностей для здоровья пациента

Билет 8

1. Методы пространственной локализации в магнитно-резонансной спектроскопии in vivo.

2. Сравнительный анализ методов измерении перфузии в МРТ и КТ

Билет 9

1. Основные метаболиты, наблюдаемые в спектрах магнитно-резонансной спектроскопии in vivo. Примеры клинического применения.

2. Методики анализа данных функциональной-МРТ

Билет 10

1. Методы количественного измерения кровотока в МРТ.

2. Влияние физиологических процессов (кровоток, дыхание ?) на сигнал функциональной МРТ, способы минимизации и устранения.

Билет 11

1. Методы МРТ для изучения работы сердца
2. Системы жизнеобеспечения при проведения обследований на животных

Билет 12

1. Анализ влияния параметров МРТ измерения на величину изменение сигнала в результате BOLD эффекта.
2. Особенности мониторинга сигнала ЭКГ при проведении магнитно-резонансной томографии.

Билет 13

1. Принцип измерения перфузии в Магнитно-резонансной томографии.
2. Понятие неинвазивности исследования

Билет 14

1. Принцип измерения перфузии в трансмиссионной рентгеновской томографии
2. Принципы дизайна экспериментов по функциональной магнитно-резонансной томографии.

Билет 15

1. Метод движущегося стола как один из методов МРТ для скрининга
2. Магнитно-резонансная томография с динамическим контрастированием - какую информацию об организме можно извлечь и как?

7.1. Основная литература:

1. Анатомия человека.: Учебное пособие / И.М. Прищепа. - М.: Нов. знание: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 459 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-16-006954-8, 600 экз.

http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=415730

2. Основы физиологии и анатомии человека. Профессиональные заболевания: Учебное пособие / С.В. Степанова, С.Ю. Гармонов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 205 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-16-005326-4, 500 экз.

http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=363796

3.Анатомия человека : учебник : в 2 т. / И. В. Гайворонский, Г. И. Ничипорук, Лучевая диагностика (МРТ, КТ, УЗИ, ОФЭКТ и ПЭТ) заболеваний печени: руководство. Труфанов Г.Е., Рязанов В.В., Фокин В.А. / Под ред. Г.Е. Труфанова. 2008. - 264 с.
http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970407424.html

7.2. Дополнительная литература:

1.Лучевая диагностика и терапия. Общая лучевая диагностика : учебник : в 2 т. / С. К. Терновой [и др.]. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - Т. 1. - 232 с.

http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970429891.html

2.Лучевая терапия: учебник. Труфанов Г.Е., Асатурян М.А., Жаринов Г.М. и др. / Под ред. Г.Е. Труфанова. 2013. - 208 с.

http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970425145.html

7.3. Интернет-ресурсы:

Introduction to MRI - http://www.mritutor.org/mritutor/index.html

NMR basics from Acorn NMR - http://www.acornnmr.com/nmr_topics.htm

NMR information server - http://spincore.com/nmrinfo/

Quality imaging and exceptional patient care. - http://www.tulsamri.com/

The whole brain atlas - http://www.med.harvard.edu/AANLIB/home.html

Основы МРТ, Джозеф П. Хорнак. - http://www.cis.rit.edu/htbooks/mri/inside-r.htm

Основы ЯМР, Джозеф П. Хорнак. - http://www.cis.rit.edu/htbooks/nmr/inside.htm

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Современные методы биомедицинских исследований in vivo" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB,audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудованием имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе " БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен студентам. В ЭБС " БиблиоРоссика " представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. 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, УМК, 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 профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен студентам. 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.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента" , доступ к которой предоставлен студентам. Электронная библиотечная система "Консультант студента" предоставляет полнотекстовый доступ к современной учебной литературе по основным дисциплинам, изучаемым в медицинских вузах (представлены издания как чисто медицинского профиля, так и по естественным, точным и общественным наукам). ЭБС предоставляет вузу наиболее полные комплекты необходимой литературы в соответствии с требованиями государственных образовательных стандартов с соблюдением авторских и смежных прав.

ЯМР спектрометр с приставкой для микротомографии / Институт Физики КФУ.

Клинический МР томограф / РКБ2 по договору о сотрудничестве.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 011200.62 "Физика" и профилю подготовки не предусмотрено .

Автор(ы):
Ильясов К.А. _____
"__" _____ 201 __ г.

Рецензент(ы):
Аганов А.В. _____
Скирда В.Д. _____
"__" _____ 201 __ г.