

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.

"__" _____ 20__ г.

Программа дисциплины

Современные методы математической обработки эксперимента Б1.В.ОД.1

Направление подготовки: 03.04.02 - Физика

Профиль подготовки: Физика атомов и молекул

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Камалова Д.И. , Салахов М.Х. , Сибгатуллин М.Э.

Рецензент(ы):

Харинцев С.С.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Салахов М. Х.

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Регистрационный No

Казань
2015

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. (профессор) Камалова Д.И. Кафедра оптики и нанофотоники Отделение физики , Dina.Kamalova@kpfu.ru ; Салахов М.Х. , Myakzyum.Salakhov@kpfu.ru ; доцент, к.н. Сибгатуллин М.Э. Кафедра оптики и нанофотоники Отделение физики , Mansour.Sibgatoullin@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины (модуля) "Современные методы математической обработки эксперимента" являются

- дать основы математической обработки экспериментальных данных;
- сообщить сведения о современных методах математической обработки экспериментальных данных;
- обучить навыкам самостоятельной работы с учебной и научной литературой;
- привить способность использовать в познавательной и профессиональной деятельности Интернет;
- обучить навыкам практического применения методов математической обработки экспериментальных данных.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ОД.1 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 03.04.02 Физика и относится к обязательные дисциплины. Осваивается на 1 курсе, 1 семестр.

Дисциплина "Современные методы математической обработки эксперимента" неразрывно связана с многими разделами математики, физики и с компьютерными науками. Для освоения курса необходимо знание материала следующих дисциплин: "Математический анализ", "Физика", "Дискретная математика", "Алгоритмические языки программирования", "Теория вероятностей и математическая статистика".

Знания, полученные в результате освоения дисциплины, могут быть использованы при выполнении научно-исследовательской практики, написании магистерской диссертации, проведении научных исследований, связанных с экспериментальной физикой.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-6 (профессиональные компетенции)	Способность использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе
ОК-1 (общекультурные компетенции)	Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу.

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- современные методы спектроскопии;
- методы решения обратных некорректных задач;
- некоторые современные методы обработки эксперимента.

2. должен уметь:

моделировать сигналы на компьютере;
 проводить расчет прямого и обратного дискретного преобразования Фурье;
 проводить анализ модельных сигналов с применением непрерывного вейвлет-преобразования;
 выполнять процедуру удаления шума с использованием дискретного вейвлет-анализа;
 разделять сложные экспериментальные спектральные контуры на составляющие.

3. должен владеть:

терминологией, используемой в изучаемой дисциплине;
 способностью понимать и излагать получаемую информацию и представлять результаты физических исследований.

анализировать новую информацию и получать новые знания.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

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

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 1 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. Представление экспериментальных спектров. Обратные некорректные задачи.	1	1,2	0	2	2	отчет
2.	Тема 2. Методы обработки экспериментальных данных.	1	3,4	0	2	2	отчет
3.	Тема 3. Непрерывное вейвлет-преобразование.	1	5,6	0	2	2	отчет
4.	Тема 4. Дискретное вейвлет-преобразование.	1	7,8	0	2	2	отчет
5.	Тема 5. Шум в спектроскопическом эксперименте.	1	9,10	0	2	2	отчет

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
6.	Тема 6. Эволюционные алгоритмы. Производная спектрометрия.	1	11,12	0	2	2	отчет
	Тема . Итоговая форма контроля	1		0	0	0	экзамен
	Итого			0	12	12	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Представление экспериментальных спектров. Обратные некорректные задачи. практическое занятие (2 часа(ов)):

Представление экспериментальных спектров. Математическая модель. Понятие о математической обработке экспериментальных спектров. ИК-спектры поглощения. Молекулярные спектры.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Метод Тихонова. Метод статистической регуляризации. Априорная информация.

Тема 2. Методы обработки экспериментальных данных.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Фурье-преобразование. Классические методы обработки экспериментальных данных.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Сглаживание экспериментальных данных. Фильтрация экспериментальных данных.

Тема 3. Непрерывное вейвлет-преобразование.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Непрерывный вейвлет-анализ. Свойства вейвлет-преобразования.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Реализация непрерывного вейвлет-преобразования.

Тема 4. Дискретное вейвлет-преобразование.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Дискретный вейвлет-анализ. Кратномасштабный анализ.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Разложение сигнала с применением дискретного вейвлет-преобразования. Выбор базисного вейвлета.

Тема 5. Шум в спектроскопическом эксперименте.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Цветной шум. Белый шум.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Фрактальный шум. Метод нормированного размаха Херста.

Тема 6. Эволюционные алгоритмы. Производная спектрометрия.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Эволюционные алгоритмы в прикладной ИК-спектроскопии. Генетический алгоритм. Алгоритм роя пчел. Алгоритм муравьиных колоний. Нейросетевая производная спектрометрия.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Дифференцирование экспериментальных данных. Производная спектрометрия.

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
1.	Тема 1. Представление экспериментальных спектров. Обратные некорректные задачи.	1	1,2	подготовка к отчету	8	отчет
2.	Тема 2. Методы обработки экспериментальных данных.	1	3,4	подготовка к отчету	8	отчет
3.	Тема 3. Непрерывное вейвлет-преобразование.	1	5,6	подготовка к отчету	8	отчет
4.	Тема 4. Дискретное вейвлет-преобразование.	1	7,8	подготовка к отчету	8	отчет
5.	Тема 5. Шум в спектроскопическом эксперименте.	1	9,10	подготовка к отчету	8	отчет
6.	Тема 6. Эволюционные алгоритмы. Производная спектрометрия.	1	11,12	подготовка к отчету	8	отчет
	Итого				48	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

лекции; практические занятия; самостоятельная работа студента; групповые технологии; развивающее обучение; технология проблемного обучения; технология формирования ключевых компетентностей.

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

Тема 1. Представление экспериментальных спектров. Обратные некорректные задачи.

отчет , примерные вопросы:

Представление экспериментальных спектров. Оптические спектры. Оптическая плотность. Математическая модель. Понятие о математической обработке экспериментальных спектров. Схема измерений в физическом эксперимента. Физическая определенность задачи.

Тема 2. Методы обработки экспериментальных данных.

отчет , примерные вопросы:

Фурье-преобразование. Частота дискретизации. Частота Найквиста. Сглаживание экспериментальных данных. Метод Савицкого-Голея. Выбор параметров в методе Савицкого-Голея. Фильтр Кайзера. Итерационные алгоритмы.

Тема 3. Непрерывное вейвлет-преобразование.

отчет , примерные вопросы:

Интегральное вейвлет-преобразование одномерного сигнала. Масштабный коэффициент. Обратное интегральное вейвлет-преобразование. Базисный вейвлет, его признаки. Реализация непрерывного вейвлет-преобразования. Отличие непрерывного вейвлет-преобразования от фурье-преобразования.

Тема 4. Дискретное вейвлет-преобразование.

отчет, примерные вопросы:

Дискретное вейвлет-преобразование как фильтрация сигнала. Принципиальное отличие дискретного и непрерывного вейвлет-преобразований. Базисные вейвлеты при дискретном вейвлет-преобразовании. Признаки базисного вейвлета. Вейвлет Добечи. Койфлеты. Выбор базисного вейвлета. Кратномасштабный анализ. Каскадный алгоритм разложения.

Тема 5. Шум в спектроскопическом эксперименте.

отчет, примерные вопросы:

Белый шум. Фрактальный шум. Метод нормированного размаха Херста. Детектирование сигнала. Удаление экспериментального шума из спектроскопических данных. Фильтрация сигналов (денойзинг) с применением дискретного вейвлет-анализа. Анализ шума с применением непрерывного вейвлет-преобразования.

Тема 6. Эволюционные алгоритмы. Производная спектрометрия.

отчет, примерные вопросы:

Эволюционные алгоритмы в прикладной ИК-спектроскопии. Генетический алгоритм. Метод муравьиных колоний. Алгоритм роя пчел. Дифференцирование экспериментальных данных. Вейвлет-производная спектрометрия. Нейросетевая производная спектрометрия. Определение формы полос в молекулярных спектрах. Разделение молекулярных спектров на элементарные составляющие.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

Вышеприведенные примерные вопросы к устным опросам, примерные темы рефератов и вопросы к экзамену ведут к развитию следующих компетенций: ОПК-6

Современные методы математической обработки эксперимента.

Итоговый контроль в форме экзамена.

Примерные вопросы к экзамену:

Представление экспериментальных спектров. Оптические спектры. Оптическая плотность.

Математическая модель. Понятие о математической обработке экспериментальных спектров.

Схема измерений в физическом эксперименте. Физическая определенность задачи.

Обратные некорректные задачи в прикладной спектроскопии. Прямые задачи. Обратная причинно-следственная связь.

Математическая постановка задачи. Понятие корректности по Адамару. Условно-корректная обратная задача.

Задача, корректная по Тихонову. Невозможность получения точного решения. Метод Тихонова.

Метод статистической регуляризации. Априорная информация. Методы задания априорной информации.

Фурье-преобразование. Частота дискретизации. Частота Найквиста.

Сглаживание экспериментальных данных. Метод Савицкого-Голея. Выбор параметров в методе Савицкого-Голея.

Фильтр Кайзера. Итерационные алгоритмы.

Интегральное вейвлет-преобразование одномерного сигнала. Масштабный коэффициент.

Обратное интегральное вейвлет-преобразование. Базисный вейвлет, его признаки.

Реализация непрерывного вейвлет-преобразования. Отличие непрерывного вейвлет-преобразования от фурье-преобразования.

Дискретное вейвлет-преобразование как фильтрация сигнала. Принципиальное отличие дискретного и непрерывного вейвлет-преобразований.
Базисные вейвлеты при дискретном вейвлет-преобразовании. Признаки базисного вейвлета.
Вейвлет Добечи. Койфлеты.
Выбор базисного вейвлета.
Кратномасштабный анализ. Каскадный алгоритм разложения.
Белый шум. Фрактальный шум.
Метод нормированного размаха Херста.
Детектирование сигнала.
Удаление экспериментального шума из спектроскопических данных.
Фильтрация сигналов (денойзинг) с применением дискретного вейвлет-анализа.
Анализ шума с применением непрерывного вейвлет-преобразования.
Эволюционные алгоритмы в прикладной ИК-спектроскопии.
Генетический алгоритм.
Метод муравьиных колоний. Алгоритм роя пчел.
Дифференцирование экспериментальных данных. Вейвлет-производная спектрометрия.
Нейросетевая производная спектрометрия. Определение формы полос в молекулярных спектрах.
Разделение молекулярных спектров на элементарные составляющие. Разложение спектральных контуров с применением эволюционных алгоритмов.

7.1. Основная литература:

- 1.Сергиенко, А.Б. Цифровая обработка сигналов: учеб. пособие / А.Б. Сергиенко. ? 3-е изд. ? СПб.: БХВ-Петербург, 2011. - 768 с.
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=354905>
- 2.Захарова, Т.В. Вейвлет-анализ и его приложения: учебное пособие / Т.В. Захарова, О.В. Шестаков. ? М.: ИНФРА-М, 2012. - 158 с.
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=234103>
- 3.Борисевич, А.В. Эффективная аппаратная реализация генетического алгоритма Compact GA для поиска экстремума функций [Электронный ресурс] / А.В. Борисевич // НИЦ Инфра-М. - М. - 2014. - С. 7.
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=470335>

7.2. Дополнительная литература:

- 1.Красильников, Н.Н. Цифровая обработка 2D- и 3D-изображений: учеб. пособие. / Н.Н. Красильников. ? СПб.: БХВ-Петербург, 2011. - 608 с.
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=355314>.
- 2.Аверченков, В.И. Эволюционное моделирование и его применение [электронный ресурс]: монография / В.И. Аверченков, П.В. Казаков. ? 2-е изд., стереотип. ? М. : ФЛИНТА, 2011. - 200 с.
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=453933>

7.3. Интернет-ресурсы:

Каталог библиотеки КФУ - <http://kpfu.ru/library/katalogi>

Консультант студента. Электронная библиотека технического ВУЗа. - <http://www.studmedlib.ru>

Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - <http://elibrary.ru/defaultx.asp>

Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM - <http://znanium.com>

Электронно-библиотечная система Издательства - <http://lanbook.com>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Современные методы математической обработки эксперимента" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

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 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.

ноутбук

мультимедийный проектор

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 03.04.02 "Физика" и магистерской программе Физика атомов и молекул .

Автор(ы):

Камалова Д.И. _____

Салахов М.Х. _____

Сибгатуллин М.Э. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Харинцев С.С. _____

"__" _____ 201__ г.