

Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Институт физики

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор

по научной деятельности КФУ

Проф. Д.К. Нургалеев



**Программа дисциплины**

Методы обработки сигналов и экспериментальных данных Б1.В.ОД

Направление подготовки: 03.06.01 Физика и астрономия  
Профиль подготовки: 01.04.07 Физика конденсированного состояния  
Квалификация выпускника: «Исследователь. Преподаватель-исследователь»

## 1. КРАТКАЯ АННОТАЦИЯ

В данной программе рассматривается применение вейвлет базиса в различных задачах обработки сигналов. Обращается внимание на соотношение вейвлет преобразования и преобразование Фурье. Уделяется особое внимание на применение дискретных ортогональных вейвлет базисов. Изложены идеи современных методов нелинейной вейвлет фильтрации. Излагаются особенности диагностирования сложных цифровых схем, в частности, ограниченность классических методов диагностики и необходимость применения методов сжатия информации для построения цифровых систем компактной диагностики. Особое внимание уделено вопросам теории сигнатурного анализа и методикам его практического использования для диагностики сложных цифровых систем. Рассматриваются особенности построения систем кольцевого тестирования, применение которых наиболее целесообразно для встроенного диагностирования.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОПОП

Данная учебная дисциплина включена в раздел «Б1.В.ОД Обязательные дисциплины» основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре. Осваивается на 2 году обучения, 4 семестр. Изучение данной дисциплины базируется на вузовской подготовке аспирантов.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Обучающийся, завершивший изучение дисциплины, должен

знать:

- методы измерений, анализа и обработки экспериментальных данных;
- направление развития научной деятельности, связанной с исследуемыми проблемами;
- компьютерные технологии для выделения информации из экспериментальных данных;
- основы организации научно- исследовательской деятельности;

уметь:

- пользоваться литературными источниками;
- осознанно применять идеи и формулы при решении задач;
- четко формулировать постановки задач и методы достижения желаемых результатов
- понятно выражать свои мысли, чтобы собеседник понимал, о чём идёт речь
- формулировать цели для профессионального развития и оценивать свои возможности;

владеть:

демонстрировать способность и готовность:

- применять результаты освоения дисциплины в профессиональной деятельности;
- критически анализировать излагаемые в литературе проблемы по обработке сигналов;
- самостоятельно выбирать и обосновывать критерии и методы обработки сигналов;
- самостоятельно использовать пакеты прикладных программ для решения поставленных задач;
- излагать результаты исследований в виде отчётов, статей и презентаций.

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: УК-1, УК-3, УК-5, ОПК-1, ПК-2.

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
УК-1	способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении

	исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
УК-3	готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач
УК-5	способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития
ОПК-1	способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий
ПК-2	способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научных исследованиях в области физики конденсированного состояния

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

##### 4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины (в часах) по видам нагрузки обучающегося и по разделам дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы), 72 часа(ов).

Форма промежуточной аттестации по дисциплине: зачет в семестре.

	Раздел дисциплины	Семестр	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
1.	Тема 1	2	2			9
2.	Тема 2	2	2	2		9
3.	Тема 3	2	2			9
4.	Тема 4	2	2	2		9
5.	Тема 5	2	2			9
6.	Тема 6	2	2	2		9
7.	Итоговая форма контроля					Зачет
8.	Итого		12	6	0	54

##### 4.2 Содержание дисциплины

###### Тема 1.

*лекционное занятие (2 часа(ов)):* Вейвлет-преобразование и его соотношение с преобразованием Фурье.

Вейвлет-функция. Вейвлет-преобразование. Возможности вейвлет-преобразования. Преобразование Фурье. Соотношение вейлет-преобразования и преобразования Фурье.

###### Тема 2.

*лекционное занятие (2 часа(ов)):* Использование вейвлет-преобразования в задачах обработки сигналов

Анализ сигнала в частотной и временной области. Анализ стационарных и нестационарных сигналов. Применение вейвлет-преобразования для анализа сигналов в частотной и временной области. Применение вейвлет-преобразования для анализа стационарных и нестационарных сигналов.

*практическое занятие (2 часа(ов))*: Использование вейвлет-преобразования в задачах обработки сигналов

**Тема 3.**

*лекционное занятие (2 часа(ов))*: Спектральное и сингулярное разложения и их применение в обработке сигналов.

Разложение матрицы по ортогональным векторам. Матрица данных и её спектральное и сингулярное разложение. Метод Прони.

**Тема 4.**

*лекционное занятие (2 часа(ов))*: Тестовое диагностирование цифровых систем. Основные определения.

Основные методы тестового диагностирования цифровых систем. Псевдослучайный тестовый набор. Способы получения псевдослучайного тестового набора. Сигнатура. Применения сигнатур для тестирования цифровых систем.

*практическое занятие (2 часа(ов))*: Спектральное и сингулярное разложения и их применение в обработке сигналов.

**Тема 5.**

*лекционное занятие (2 часа(ов))*: Сущность сигнатурного анализа.

Сигнатурный анализ. Одноканальные и многоканальные сигнатурные анализаторы. Алгоритм построения одноканального и многоканального сигнатурного анализатора. Эффективность одноканального и многоканальных сигнатурных анализаторов.

**Тема 6.**

*лекционное занятие (2 часа(ов))*: Линейные системы кольцевого тестирования

Линейные системы тестирования. Кольцевое тестирование. Основные методы кольцевого тестирования. Анализатор для кольцевого тестирования.

*практическое занятие (2 часа(ов))*: Линейные системы кольцевого тестирования

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

На лекциях: Лекции, включающие использование проблемных ситуаций,

На семинарах:

Самостоятельная работа аспиранта (подготовка к устному опросу),

Консультации.

## **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

### **Вопросы к практическим занятиям**

**Тема 1.**

Преобразованием Фурье

Определение вейвлет-преобразования и его возможности

Какую информацию о сигнале дает преобразование Фурье?

Какую информацию о сигнале дает вейвлет-преобразование?

**Тема 2.**

Применение вейвлет-преобразования к анализу сигнала в частотной и временной областях

Можно ли применять вейвлет-преобразования к анализу нестационарных сигналов?

**Тема 3.**

Разложение матрицы по ортогональным векторам.

Матрица данных и её сингулярное разложение

Метод Прони (описание метода)

**Тема 4.**

Что такое псевдослучайный тестовый набор и как его получить?

Что такое «сигнатура» и как она применяется для оценки состояния цифрового устройства?

На каком принципе основано определение состояния цифрового устройства?

#### **Тема 5.**

Чем отличаются одноканальные и многоканальные сигнатурные анализаторы

Алгоритм построения одноканального и многоканального сигнатурного анализатора

Как оценивается эффективность одноканального и многоканального сигнатурных анализаторов?

#### **Тема 6.**

Что такое кольцевое тестирование?

Какие математические методы существуют для описания диагностики при кольцевом тестировании?

Блок схема анализатора с кольцевым тестированием

### **7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

#### **7.1. Регламент дисциплины**

#### **7.2. Оценочные средства текущего контроля**

##### **- устный опрос**

В чем различие применения к сигналу преобразования Фурье и вейвлет-преобразования?

Когда и для анализа каких сигналов применяется вейвлет-преобразование в частотной и временной областях?

Каково преимущество использования метода Прони?

Основные методы и приемы сигнатурного анализа

Как построить одноканальный сигнатурный анализатор и оценить его эффективность?

Как построить многоканальный сигнатурный анализатор и оценить его эффективность?

Как построить анализатор для кольцевого тестирования и оценить его эффективность?

#### **7.3. Вопросы к зачету**

1. Преобразованием Фурье
2. Определение вейвлет-преобразования и его возможности
3. Какую информацию о сигнале дает преобразование Фурье?
4. Какую информацию о сигнале дает вейвлет-преобразование?
5. Применение вейвлет-преобразования к анализу сигнала в частотной и временной областях
6. Можно ли применять вейвлет-преобразования к анализу нестационарных сигналов?
7. Разложение матрицы по ортогональным векторам.
8. Матрица данных и её сингулярное разложение
9. Метод Прони (описание метода)
10. Что такое псевдослучайный тестовый набор и как его получить?
11. Что такое «сигнатура» и как она применяется для оценки состояния цифрового устройства?
12. На каком принципе основано определение состояния цифрового устройства?
13. Чем отличаются одноканальные и многоканальные сигнатурные анализаторы
14. Алгоритм построения одноканального и многоканального сигнатурного анализатора
15. Как оценивается эффективность одноканального и многоканального сигнатурных анализаторов?
16. Что такое кольцевое тестирование?
17. Какие математические методы существуют для описания диагностики при кольцевом тестировании?
18. Блок схема анализатора с кольцевым тестированием

#### **7.4. Таблица соответствия компетенций, критериев оценки их освоения и оценочных средств**

Индекс компетенции	Расшифровка компетенции	Показатель формирования компетенции для данной дисциплины	Оценочное средство
УК-1	способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	<ul style="list-style-type: none"> <li>-методы измерений, анализа и обработки экспериментальных данных;</li> <li>-направление развития научной деятельности, связанной с исследуемыми проблемами;</li> <li>-компьютерные технологии для выделения информации из экспериментальных данных;</li> <li>-основы организации научно-исследовательской деятельности;</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Преобразованием Фурье</li> <li>2. Определение вейвлет-преобразования и его возможности</li> <li>3. Какую информацию о сигнале дает преобразование Фурье?</li> <li>4. Какую информацию о сигнале дает вейвлет-преобразование?</li> </ol>
УК-3	готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач	<ul style="list-style-type: none"> <li>- применять результаты освоения дисциплины в профессиональной деятельности;</li> <li>-критически анализировать излагаемые в литературе проблемы по обработке сигналов;</li> <li>-самостоятельно выбирать и обосновывать критерии и методы обработки сигналов;</li> <li>-самостоятельно использовать пакеты прикладных программ для решения поставленных задач;</li> <li>-излагать результаты исследований в виде отчетов, статей и презентаций.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Применение вейвлет-преобразования к анализу сигнала в частотной и временной областях</li> <li>2. Оценка эффективности существующих методов компактного тестирования</li> </ol>
УК-5	способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	<p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-пользоваться литературными источниками;</li> <li>- осознанно применять идеи и формулы при решении задач;</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Метод Прони (описание метода)</li> <li>2. Математические методы для описания диагностики при кольцевом тестировании</li> </ol>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- четко формулировать постановки задач и методы достижения желаемых результатов</li> <li>- понятно выражать свои мысли, чтобы собеседник понимал, о чём идёт речь</li> <li>-формулировать цели для профессионального развития и оценивать свои возможности;</li> </ul>	
ОПК-1	<p>способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</p>	<p>Знать</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-компьютерные технологии для выделения информации из экспериментальных данных;</li> <li>-основы организации научно-исследовательской деятельности;</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>осознанно применять идеи и формулы при решении задач;</li> <li>демонстрировать способность и готовность:</li> <li>-самостоятельно выбирать и обосновывать критерии и методы обработки сигналов;</li> <li>-самостоятельно использовать пакеты прикладных программ для решения поставленных задач;</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Алгоритм построения одноканального и многоканального сигнатурного анализатора</li> <li>2. Получение псевдослучайного тестового набора с применением компьютерных технологий</li> </ol>
ПК-2	<p>способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научных исследованиях в области физики конденсированного состояния</p>	<p>демонстрировать способность и готовность:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять результаты освоения дисциплины в профессиональной деятельности;</li> <li>-критически анализировать излагаемые в литературе проблемы;</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Применение компьютерных технологий вейвлет-преобразования к анализу нестационарных сигналов</li> <li>2. Применение компьютерных технологий для построения систем</li> </ol>

		-самостоятельно выбирать и обосновывать критерии и методы; -самостоятельно использовать пакеты прикладных программ для решения поставленных задач; -излагать результаты исследований в виде отчётов, статей и презентаций.	компактной диагностики
--	--	--	------------------------

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПРИ ОСВОЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для лучшего освоения лекционного материала по курсу "Методы обработки сигналов и экспериментальных данных" аспиранты имеют возможность проводить презентации по каждой из рассматриваемых тем и докладывать их на практических занятиях. Понимание аспирантами излагаемого материала проверяется путем общей дискуссии по теме презентации.

Виды самостоятельной работы аспирантов:

Разбор и усвоение лекционного материала. Это значит:

- 1) понять и запомнить все новые определения;
- 2) понять, разобрать, при необходимости воспроизвести вывод используемых математических формул, знать физический смысл входящих в их состав величин;
- 3) выполнить разбор дополнительного материала или прочитать дополнительную литературу, рекомендованную лектором;
- 4) при возникновении каких-либо трудностей с пониманием материала можно лично подойти к преподавателю, либо написать ему электронное письмо, сформулировав в нём возникающие вопросы.

Самостоятельное изучение части материала.

Если часть учебного материала отведена на самостоятельное изучение, то этот материал следует изучить, пользуясь основной и дополнительной литературой, о которых сообщит преподаватель.

Подготовка к устным опросам. При подготовке следует иметь в виду, что во время устного опроса в ответах на вопросы нужно:

- 1) уметь сформулировать определения, понятия и т.д.;
- 2) уметь сформулировать изученные положения;
- 3) по каждой теме уметь раскрыть суть того, что в ней излагается;
- 4) уметь формулировать выводы и доказательства изученных утверждений и формул.

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 9.1. Основная литература

1. Микушин, А. В. Цифровые устройства и микропроцессоры: учеб. пособие / А. В. Микушин, А. М. Сажнев, В. И. Сединин. — СПб.: БХВ-Петербург, 2010. — 832 с.: ил. — (Учебная литература для вузов). - ISBN 978-5-9775-0417-1.  
[1. http://znanium.com/bookread.php?book=350706](http://znanium.com/bookread.php?book=350706)



2. Короновский А.А., Макаров В.А., Павлов А.Н., Ситникова Е.Ю. Вейвлеты в нейродинамике и нейрофизиологии. – М.:Физматлит, 2013 – 272 с. ISBN:978-5-9221-1498-1. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=59659](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59659)
3. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов: учеб. пособие. — 3-е изд. — СПб.: БХВ-Петербург, 2011. — 768 с. — (Учебная литература для вузов). - ISBN 978-5-9775-0606-9. <http://znanium.com/bookread.php?book=354905>

## 9.2. Дополнительная литература

1. Борисевич, А. В. Методы синтеза тестов для цифровых синхронных схем на основе реконфигурируемых аппаратных средств [Электронный ресурс] / А. В. Борисевич. - Севастополь, 2008. - 210. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=470069>.
2. Малла С. Вэйвлеты в обработке сигналов. М.:Мир, 2005, 671 с.
3. Гайдышев И. Анализ и обработка данных: специальный справочник. – СПб.: Питер, 2001. – 752 с.
4. Таюрская Г.В., Ситников Ю.К., Сафонов М.Н. Применение кольцевого тестирования для интегральных цифровых схем // Ученые записки Казанского Государственного Университета, Том 148. Серия Физико-математические науки. Книга 1. 2006г. -С. 52-57.
5. Сафонов М.Н., Ситников Ю.К., Таюрская Г.В. Метод построения многоканальных сигнатурных анализаторов. Контроль. Диагностика: Теория, Методы, Приборы, Технологии №5 2010г. - 26 - 29с.
6. Соловьев В.В., Булатова И.Р. Архитектура сложных программируемых логических интегральных схем // Зарубежная радиоэлектроника. 2000. № 5. С.62-78.

## 9.3. Интернет-ресурсы:

- 1 <http://matlab.exponenta.ru/wavelet/book6/index.php>,
2. <http://www.quantlet.de/scripts/wav/html>.
3. Встроенный контроль и диагностика цифровых устройств. Методы повышения контролепригодности цифровых устройств <http://revolution.allbest.ru/radio/00048461.html>
4. Сайт, посвященный современным технологиям тестирования и тестовому оборудованию. На сайте содержатся публикации по этим темам. [www.sovtest.ru](http://www.sovtest.ru)
3. Сайт компании Hewlett-Packard, которая долгое время являлась лидером в области разработок сигнатурных анализаторов. [www.hp.com](http://www.hp.com)

## 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Мультимедийная аудитория, вместимостью до 30 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 IntelCore 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 оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и с учетом рекомендаций по направлению подготовки.

Автор(ы): к.ф.-м.н., доцент Таюрская Г.В., к.ф.-м.н., доцент Масленникова Ю.С.

Рецензент(ы): к.ф.-м.н, доцент Ишмуратов Р.А.

Программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии Института физики протокол №7 «11» сентября 2014 г.