

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. Талорский Д.А.

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

**Программа дисциплины**  
Специальный физический практикум Б1.Б.4

Направление подготовки: 03.04.02 - Физика

Профиль подготовки: Физика атомов и молекул

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Сибгатуллин М.Э.

**Рецензент(ы):**

Салахов М.Х.

**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 638917

Казань  
2017

## 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) доцент, к.н. Сибгатуллин М.Э. Кафедра оптики и нанофотоники Отделение физики, Mansour.Sibgatoullin@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

- дать основы практического применения методов обработки сигналов;
- обучить навыкам самостоятельной работы с учебной и научной литературой;
- привить способность использовать в познавательной и профессиональной деятельности Интернет.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.Б.4 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 03.04.02 Физика и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 1 курсе, 1, 2 семестры.

Для освоения дисциплины желательно знание материала следующих дисциплин: "Математический анализ", "Физика", "Дискретная математика", "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. Практикум выполняется параллельно или после освоения курса "Современные методы математической обработки эксперимента"

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-3 (общекультурные компетенции)	Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала.
ОПК-3 (профессиональные компетенции)	Способность к активной социальной мобильности, организации научно-исследовательских и инновационных работ.
ОПК-4 (профессиональные компетенции)	Способность адаптироваться к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, социокультурных и социальных условий деятельности.
ОПК-6 (профессиональные компетенции)	Способность использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе.
ПК-1 (профессиональные компетенции)	Способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта.
ПК-2 (профессиональные компетенции)	Способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности.
ПК-4 (профессиональные компетенции)	Способность планировать и организовывать физические исследования, научные семинары и конференции.

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-5 (профессиональные компетенции)	Способность использовать навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей.
ПК-6 (профессиональные компетенции)	Способность руководить научно-исследовательской деятельностью обучающихся младших курсов в области физики.

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

Свойства и особенности поведения сигналов в присутствии различных помех, влияние помех и цифровой фильтрации на структуру сигналов, амплитудные и частотные динамические модуляционные характеристики, устройство и свойства лазеров, конструкцию интерферометра Фабри-Перо.

2. должен уметь:

использовать в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания в области математики и естественных наук;  
добиваться намеченной цели.

3. должен владеть:

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

4. должен продемонстрировать способность и готовность:

к дальнейшему обучению.

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) 180 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины отсутствует в 1 семестре; зачет во 2 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	
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. Структурные помехи	1	1-3	0	0	9	Отчет
2.	Тема 2. Широкополосные сигналы	1	4-6	0	0	9	Отчет
3.	Тема 3. Цифровой согласованный фильтр	1	7-9	0	0	9	Отчет
4.	Тема 4. Амплитудная модуляция	1	10-12	0	0	9	Отчет
5.	Тема 5. Спектр излучения гелий-неонового лазера	2	1-6	0	0	18	Отчет
6.	Тема 6. Сканирующий интерферометр	2	7-12	0	0	18	Отчет
<b>4.2 Содержание дисциплины</b>							
Тема 7. Структурные помехи	2			0	0	0	Зачет

**4.2 Содержание дисциплины**

**Тема 1. Структурные помехи лабораторная работа (9 часа(ов)):**

Корреляционные свойства сложных широкополосных сигналов с большой базой. Условия подавления сигнала структурной помехой. Вероятности ошибочного распознавания сигналов на фоне аддитивных помех. Вероятности ошибочного распознавания при наличии структурной помехи.

**Тема 2. Широкополосные сигналы лабораторная работа (9 часа(ов)):**

Влияние сосредоточенной по спектру гармонической помехи на искажение формы сигнала на выходе цифрового фильтра. Влияние изменения базы широкополосного сигнала на уровень искажений формы сигнала на выходе цифрового фильтра при воздействии сосредоточенной по спектру гармонической помехи. Помехоустойчивость распознавания сигналов при воздействии сосредоточенной по спектру гармонической помехи. Зависимость вероятностей ошибочного распознавания сигнала от величины базы широкополосного сигнала при наличии гармонической помехи.

**Тема 3. Цифровой согласованный фильтр лабораторная работа (9 часа(ов)):**

Отклик цифрового фильтра на входное воздействие сигналов различной формы. Разрешающая способность по времени прихода сигнала. Характеристики обнаружителя сигналов: вероятности ложной тревоги и правильного обнаружения сигнала на фоне аддитивных помех. Корреляционные свойства простых и сложных сигналов с большой базой.

**Тема 4. Амплитудная модуляция лабораторная работа (9 часа(ов)):**

Исследование статических и динамических (амплитудных и частотных) модуляционных характеристик при базовой амплитудной модуляции. Исследование статических и динамических (амплитудных и частотных) модуляционных характеристик при коллекторной амплитудной модуляции. Исследование статических и динамических (амплитудных и частотных) модуляционных характеристик при комбинированной амплитудной модуляции.

#### **Тема 5. Спектр излучения гелий-неонового лазера**

##### **лабораторная работа (18 часа(ов)):**

Устройство гелий-неонового лазера. Газоразрядная трубка. Инверсная населённость. Генерация лазерного излучения. Контур линии спонтанного излучения. Уширение спектральных линий неона. Спектральное расстояние между двумя соседними продольными модами.

#### **Тема 6. Сканирующий интерферометр Фабри-Перо**

##### **лабораторная работа (18 часа(ов)):**

Интерференция. Двухлучевые интерферометры. Многолучевые интерферометры. Конструкция интерферометра Фабри-Перо. Конструкция сканирующего интерферометра Фабри-Перо. Принцип действия интерферометра Фабри-Перо. Характеристики интерферометра Фабри-Перо. Спектральные измерения с помощью интерферометра Фабри-Перо.

### **4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

<b>N</b>	<b>Раздел Дисциплины</b>	<b>Семестр</b>	<b>Неделя семестра</b>	<b>Виды самостоятельной работы студентов</b>	<b>Трудоемкость (в часах)</b>	<b>Формы контроля самостоятельной работы</b>
1.	Тема 1. Структурные помехи	1	1-3	подготовка к отчету	18	отчет
2.	Тема 2. Широкополосные сигналы	1	4-6	подготовка к отчету	18	отчет
3.	Тема 3. Цифровой согласованный фильтр	1	7-9	подготовка к отчету	18	отчет
4.	Тема 4. Амплитудная модуляция	1	10-12	подготовка к отчету	18	отчет
5.	Тема 5. Спектр излучения гелий-неонового лазера	2	1-6	подготовка к отчету	18	отчет
6.	Тема 6. Сканирующий интерферометр Фабри-Перо	2	7-12	подготовка к отчету	18	отчет
	Итого				108	

### **5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения**

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. Структурные помехи**

отчет , примерные вопросы:

Структурные помехи. Дискретные сигналы. База сигнала. Спектр сигнала. Ширина спектра сигнала. Аддитивные помехи. Алгоритм оптимальной когерентной обработки. Алгоритм оптимальной некогерентной обработки. Мощность сигнала. Фазоманипулированные сигналы. Автокорреляционная функция сигнала. Физическая сущность подавления структурной помехи. Механизм ослабления узкополосной помехи. Что определяет отношение мощности сигнала к эффективной мощности суммарной помехи. Нормальный гауссовский шум. Опишите схему лабораторной установки. Опишите последовательность выполняемой работы. Какова цель выполняемой работы. Как происходит генерация структурных помех.

### **Тема 2. Широкополосные сигналы**

отчет , примерные вопросы:

Широкополосные сигналы. Шумоподобный сигнал. Белый шум. Цветной шум. Узкополосный шум. Отношение сигнал/шум. Восстановление полезного сигнала в случае искажения одночастотной гармонической помехой. Частота Найквиста. Сжатие спектра полезного сигнала. Корреляция двух сигналов. Взаимокорреляционная функция. Последовательности Баркера. Последовательности Уолша. М-последовательности. Псевдошумовая последовательность. Спектральная плотность мощности. Опишите схему лабораторной установки. Опишите последовательность выполняемой работы. Какова цель выполняемой работы. Как происходит генерация структурных помех.

### **Тема 3. Цифровой согласованный фильтр**

отчет , примерные вопросы:

Линейные фильтры. Фильтр Кайзера. Согласованный фильтр. Критерий Неймана-Пирсона. Вероятность ложной тревоги. Согласованная фильтрация сигнала. Прямое преобразование Фурье. Обратное преобразование Фурье. Быстрое преобразование Фурье. Импульсный отклик фильтра. Теорема Парсеваля. Максимальное отношение сигнал/шум на выходе согласованного фильтра. Классификация простые и сложные сигналы с учетом базы сигналов. Нерекурсивная фильтрация. Опишите схему лабораторной установки. Опишите последовательность выполняемой работы. Какова цель выполняемой работы. Как происходит генерация структурных помех.

### **Тема 4. Амплитудная модуляция**

отчет , примерные вопросы:

Амплитудная модуляция сигналов. Амплитудная модуляция в оптике. Виды модуляций. Применение амплитудной модуляции в оптике. Естественная амплитудная модуляция света. Внутренняя модуляция света. Фазовая модуляция. Поляризация модуляция. Частотная модуляция. Несущая частота. Статическая модуляционная характеристика. Амплитудная динамическая модуляционная характеристика. Причина частотных искажений. Базовая модуляция. Коллекторная модуляция. Опишите схему лабораторной установки. Опишите последовательность выполняемой работы. Какова цель выполняемой работы. Как происходит генерация структурных помех.

### **Тема 5. Спектр излучения гелий-неонового лазера**

отчет , примерные вопросы:

Элементы лазера: газоразрядная трубка, зеркала резонатора, лазерный луч. Дисперсия. Область свободной дисперсии. Аппаратная функция. Разрешающая способность. Спектрограф ИСП-51. Характеристики дифракционного спектрографа. Интерференционная картина. Дифракционные кольца. Аппаратное искажение.

### **Тема 6. Сканирующий интерферометр Фабри-Перо**

отчет , примерные вопросы:

Виды интерферометров. Особенности сканирующего интерферометра Фабри-Перо. Характеристики интерферометра: угловая дисперсия, коэффициент резкости, контрастность, разрешающая способность. Компонировка элементов интерферометра Фабри-Перо. Юстировка интерферометра Фабри-Перо в случае сферических зеркал. Юстировка интерферометра Фабри-Перо в случае плоских зеркал.

### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

При подготовке к отчетам обучающимся приобретаются следующие обязательные компетенции: ОК-3, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-6, ПК-1, ПК-2, ПК-5, ПК-4, ПК-6.

Структурные помехи.

Дискретные сигналы.

База сигнала.

Спектр сигнала.

Ширина спектра сигнала.

Аддитивные помехи. Алгоритм оптимальной когерентной обработки.

Алгоритм оптимальной некогерентной обработки.

Мощность сигнала.

Фазоманипулированные сигналы.

Автокорреляционная функция сигнала.

Физическая сущность подавления структурной помехи.

Механизмом ослабления узкополосной помехи.

Что определяет отношение мощности сигнала к эффективной мощности суммарной помехи.

Нормальный гауссовский шум.

Опишите схему лабораторной установки.

Опишите последовательность выполняемой работы.

Какова цель выполняемой работы.

Как происходит генерация структурных помех.

Широкополосные сигналы.

Шумоподобный сигнал.

Белый шум.

Цветной шум.

Узкополосный шум.

Отношение сигнал/шум.

Восстановление полезного сигнала в случае искажения одночастотной гармонической помехой.

Частота Найквиста.

Сжатие спектра полезного сигнала.

Корреляция двух сигналов.

Взаимокорреляционная функция.

Последовательности Баркера.

Последовательности Уолша.

M-последовательности.

Псевдошумовая последовательность.

Спектральная плотность мощности.

Опишите схему лабораторной установки.

Опишите последовательность выполняемой работы.

Какова цель выполняемой работы.



Линейные фильтры.  
Фильтр Кайзера.  
Согласованный фильтр.  
Критерий Неймана-Пирсона.  
Вероятность ложной тревоги.  
Согласованная фильтрация сигнала.  
Прямое преобразование Фурье.  
Обратное преобразование Фурье.  
Быстрое преобразование Фурье.  
Импульсный отклик фильтра.  
Теорема Парсеваля.  
Максимальное отношение сигнал/шум на выходе согласованного фильтра.  
Классификация простые и сложные сигналы с учетом базы сигналов.  
Нерекурсивная фильтрация.  
Опишите схему лабораторной установки.  
Опишите последовательность выполняемой работы.  
Какова цель выполняемой работы.  
Амплитудная модуляция сигналов.  
Амплитудная модуляция в оптике.  
Виды модуляций.  
Применение амплитудной модуляции в оптике.  
Естественная амплитудная модуляция света.  
Внутренняя модуляция света.  
Фазовая модуляция.  
Поляризационная модуляция.  
Частотная модуляция.  
Несущая частота.  
Статическая модуляционная характеристика.  
Амплитудная динамическая модуляционная характеристика.  
Причина частотных искажений.  
Базовая модуляция.  
Коллекторная модуляция.  
Опишите схему лабораторной установки.  
Опишите последовательность выполняемой работы.  
Какова цель выполняемой работы.  
Устройство лазера.  
Спектр излучения He-Ne лазера.  
Разрешающая способность лазера.  
Дифракционные кольца.  
Временная когерентность.  
Принцип действия сканирующего интерферометра.  
В чем особенности сканирующего интерферометра.  
Основные характеристики интерферометров.  
Что такое область свободной дисперсии интерферометра.

### **7.1. Основная литература:**

1. Салех, Бахаа Е. А. Оптика и фотоника. Принципы и применения: [учебное пособие : в 2 томах] / Б. Салех, М. Тейх ; пер. с англ. В. Л. Дербова. ? Долгопрудный: Интеллект, 2012 . Т. 1 .? 2012 .? 759 с., [4] л. ил.
2. Салех, Бахаа Е. А. Оптика и фотоника. Принципы и применения: [учебное пособие: в 2 томах] / Б. Салех, М. Тейх ; пер. с англ. В. Л. Дербова. ? Долгопрудный: Интеллект, 2012 . Т. 2 .? 2012 .? 780 с.: ил.
3. Маскевич А.А. Оптика: Учебное пособие / А.А. Маскевич. - М.: НИЦ Инфра-М; Мн.: Нов. знание, 2012. - 656 с. ISBN 978-5-16-005678-4// электронно-библиотечная система Znanium, <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=306513>
3. Прошин, Ю.Н. Численные методы и мат. моделирование: Лекционный материал. [Электронный ресурс] / Ю.Н. Прошин, С.К. Сайкин, Р.Г. Деминов - Казань, КФУ, Институт Физики, 2010. - 330 слайдов. [http://mrsej.ksu.ru/pro/pdf\\_10/ChMMM\\_all\\_10.pdf](http://mrsej.ksu.ru/pro/pdf_10/ChMMM_all_10.pdf)

### **7.2. Дополнительная литература:**

1. Ткаченко Ф.А. Электронные приборы и устройства: Учебник / Ф.А. Ткаченко. - М.: ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2011. - 682 с. ISBN 978-5-16-004658-7// электронно-библиотечная система Znanium, <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=209952>
2. Барыбин А.А., Томилин В.И., Шаповалов В.И. Физико-технологические основы макро-, микро- и наноэлектроники.-М.: Изд. Физматлит, 2011. -784с. <http://e.lanbook.com/view/book/5258/>

### **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 Лань - <http://lanbook.com>

### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)**

Освоение дисциплины "Специальный физический практикум" 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 "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.

ноутбук

лабораторные установки

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):

Сибгатуллин М.Э. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Салахов М.Х. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.