

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. Талюцкий Д.А.





20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Оптические методы обработки информации Б1.В.ДВ.2

Направление подготовки: 03.04.02 - Физика

Профиль подготовки: Физика атомов и молекул

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Калачев А.А.

Рецензент(ы):

Гайнутдинов Р.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 627118

Казань
2018

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) Калачев А.А. , AAKalachev@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

- ознакомление с основами теории информации
- ознакомление с физическими принципами оптической обработки информации
- ознакомление с экспериментальными достижениями в области разработки оптических компьютеров

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ДВ.2 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 03.04.02 Физика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 2 курсе, 3 семестр.

Дисциплина "Оптические методы обработки информации" является логическим продолжением таких дисциплин, как оптика, информатика и нелинейная оптика. Программа дисциплины предполагает, что слушатели знакомы с основами информатики и теории вычислений, оптики и теории нелинейных оптических явлений, а также имеют некоторые знания из области радиофизики.

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)	способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу
ОПК-6 (профессиональные компетенции)	способностью использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

принципы функционирования нейронных сетей и клеточных автоматов, оптических эхо-процессоров, поляризационных волоконных вентилях, оптических триггеров на основе бистабильности и мультистабильности

2. должен уметь:

ориентироваться в современных достижениях оптической обработки информации

3. должен владеть:

навыками решения простейших задач, связанных с оптической обработкой информации

4. должен демонстрировать способность и готовность:

использовать в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания в области математики и естественных наук и навыки работы с информацией из различных источников, а также способность понимать и излагать получаемую информацию и представлять результаты физических исследований.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

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

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 3 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. Физические основы оптической обработки информации	3	1-2	4	2	0	
2.	Тема 2. Бистабильные оптические системы	3	3-7	8	4	0	
3.	Тема 3. Нейронные сети	3	8-11	6	4	0	
4.	Тема 4. Оптические эхо-процессоры	3	12-15	6	4	0	
5.	Тема 5. Волоконно-оптические системы передачи информации	3	16-18	4	4	0	
	Тема . Итоговая форма контроля	3		0	0	0	Экзамен
	Итого			28	18	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Физические основы оптической обработки информации

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Способы кодирования информации. Оптические триггеры. Сильные оптические нелинейности. Нелинейные материалы. Генерация преобразование фемтосекундных световых импульсов. Управление поперечными взаимодействиями в нелинейных оптических резонаторах. Микрорезонаторы. Нелинейная оптика и молекулярная электроника.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Решение задач (нелинейные колебания, фазовый синхронизм, длина когерентного взаимодействия)

Тема 2. Бистабильные оптические системы

лекционное занятие (8 часа(ов)):

Фазовая бистабильность и мультистабильность в сосредоточенных и распределенных системах. Параметрические взаимодействия в оптике: новые триггеры и новые состояния светового поля. Распределенный параметрический триггер бегущей волны - безрезонаторная фазовая бистабильность. Сжатие лазерного света. Сжатые состояния в световых импульсах. Новые нелинейные поляризационные эффекты и поляризационное кодирование оптической информации. Амплитудное и поляризационное кодирование. Нелинейные резонаторы Фабри-Перо и поляризационная бистабильность. Поляризационные волоконные вентили. Передача поляризационной информации на расстояние. Поляризационные солитоны и домены. Пространственные эффекты в бистабильных оптических системах. Оптическая бистабильность на основе возрастающего поглощения. Поперечные эффекты в нелинейных резонаторах. Поперечные эффекты в бистабильных системах и оптические вычисления.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Решение задач (связанные осцилляторы, параметрическое взаимодействие, нелинейный интерферометр Фабри-Перо)

Тема 3. Нейронные сети

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Аналоговая обработка информации распределенными системами. Мозг и компьютеры. Клеточные автоматы. Модель Хопфилда-Литтла. Обобщенный перцептрон. Нелинейные оптические аналоги нейронных сетей. Проблемы оптической реализации нейронных сетей. Вырожденная двумерная обратная связь. Связь в нелинейных системах; образование и эволюция оптических структур. Управление структурами с помощью световых полей.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Решение задач (нейроны с линейной характеристикой, нейронные сети из импульсных нейронов, нейронные сети с памятью)

Тема 4. Оптические эхо-процессоры

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Оптическая обработка информации на основе долгоживущего фотонного (светового) эха. Долгоживущее фотонное эхо. Эффект корреляции временной формы и волнового фронта. Сжатие импульсных сигналов. Оптические эхо-процессоры. Техника выжигания спектральных провалов и сверхбыстрые нейронные сети. Голографическая память на основе фотохимически аккумулированного стимулированного фотонного эха. Голографические оптические запоминающие устройства. Принципы организации и функционирования таких устройств.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Решение задач (операторы эволюции, расчет сигналов оптической индукции и фотонного эха)

Тема 5. Волоконно-оптические системы передачи информации

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Распространение световых импульсов в линейных диспергирующих системах. Свойства оптических волокон. Устройства генерации, модулирования и детектирования световых импульсов. Распределение информации в оптоволоконных сетях. Методы разделения каналов. Оптические повторители.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Решение задач (фазовая и групповая скорости, соотношения Крамерса-Кронига, распространение оптических импульсов в линейных диспергирующих средах)

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. Физические основы оптической обработки					

информации

3	1-2	Работа с литературой	10	Отчет или сообщение по	

теме

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
2.	Тема 2. Бистабильные оптические системы	3	3-7	Работа с литературой	14	Отчет или сообщение по теме
3.	Тема 3. Нейронные сети	3	8-11	Работа с литературой	14	Отчет или сообщение по теме
4.	Тема 4. Оптические эхо-процессоры	3	12-15	Работа с литературой	14	Отчет или сообщение по теме
5.	Тема 5. Волоконно-оптические системы передачи информации	3	16-18	Работа с литературой	10	Отчет или сообщение по теме
	Итого				62	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

С целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся, в рамках учебного курса предусмотрена самостоятельная работа, включающая в себя не только решение задач, сформулированных на лекциях, но и изучение некоторых вопросов по литературе, в том числе на английском языке, с последующим выступлением перед аудиторией.

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

Тема 1. Физические основы оптической обработки информации

Отчет или сообщение по теме , примерные вопросы:

Примерные темы для самостоятельной работы: Нановолокна. Микрорезонаторы. Методы детектирования. Методы кодирования. (ОК-1, ОПК-6)

Тема 2. Бистабильные оптические системы

Отчет или сообщение по теме , примерные вопросы:

Примерные темы для самостоятельной работы: Параметрические взаимодействия. Сжатые состояния света. Солитоны. (ОК-1, ОПК-6)

Тема 3. Нейронные сети

Отчет или сообщение по теме , примерные вопросы:

Примерные темы для самостоятельной работы: Модели нейронных сетей и клеточных автоматов. Современное состояние разработок в области нейропроцессоров и аналоговых компьютеров. (ОК-1, ОПК-6)

Тема 4. Оптические эхо-процессоры

Отчет или сообщение по теме , примерные вопросы:

Примерные темы для самостоятельной работы: Перспективные материалы для оптической памяти и голографии. (ОК-1, ОПК-6)

Тема 5. Волоконно-оптические системы передачи информации

Отчет или сообщение по теме , примерные вопросы:

Примерные темы для самостоятельной работы: Методы повышения информационной ёмкости в системах передачи информации. Современное состояние разработок в области оптической связи. (ОК-1, ОПК-6)

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

Вопросы к экзамену:

1. Какие вы знаете способы кодирования информации?
2. Что такое "оптические триггеры"? Дайте объяснение на примере оптической бистабильности.
3. Аналоговая обработка информации распределенными системами.
4. Что понимается под "клеточными автоматами"?
5. Модель нейронной сети Хопфильда-Литтла. Ассоциативная память Псалтиса-Фархата.
6. Что понимается под фазовой бистабильностью и мультистабильностью?
7. Параметрические взаимодействия в оптике. Новые триггеры и новые состояния поля.
8. Распределенный параметрический триггер бегущей волны как пример реализации безрезонаторной фазовой бистабильности.
9. Поляризационное кодирование информации.
10. Поляризационные волоконные вентили.
11. Передача поляризационной информации на расстояние. Поляризационные солитоны.
12. Нелинейные оптические аналоги нейронных сетей.
13. Проблемы оптической реализации нейронных сетей. Управление структурами с помощью световых полей.
14. Оптическая память на основе долгоживущего фотонного эха.
15. Методы сжатия импульсных сигналов.
16. Методы оптической обработки сигналов в оптических эхо-процессорах.
17. Ассоциативная память на основе стимулированного фотонного эха.
18. Голографическая память на основе фотохимически аккумулированного стимулированного фотонного эха.
19. Голографические оптические запоминающие устройства.
20. Волоконно-оптические системы передачи информации.

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. : 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) Ахманов, С. А. Статистическая радиофизика и оптика. / С. А. Ахманов, Ю. Е. Дьяков, А. С. Чиркин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Физматлит, 2010. - 425 с.

7.2. Дополнительная литература:

- 1) Желтиков, А.М. Микроструктурированные световоды в оптических технологиях / А.М. Желтиков. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Физматлит, 2009. - 192 с.
- 2) Городецкий, М.Л. Оптические микрорезонаторы с гигантской добротностью / М. Л. Городецкий. - М.: Физматлит, 2011. - 415 с.

- 3) Иванов, В.И. Волоконно-оптические системы передачи / В. И. Иванов, Л. В. Адамович. - 2012. - 123 с.
- 4) Физические основы волоконной оптики / Д. Л. Айбатов, Морозов, Г.А., Морозов, О.Г., Садеев, Т.С.; под ред. О. Г. Морозова. - Казань : Новое знание, 2011. - 153 с.: ил.
- 5) Микроконтроллеры в системах связи / Айбатов, Д.Л., Васильев, И.И., Дорогов, Н.В., Ильин, Г.И., Морозов, О.Г. - Казань: Новое знание, 2009. - 130 с.

7.3. Интернет-ресурсы:

Wikipedia - https://en.wikipedia.org/wiki/Artificial_neural_network

журнал Optical Memory and Neural Networks -

<http://www.maik.ru/cgi-perl/journal.pl?lang=rus&name=optmem&page=main>

Успехи физических наук - бистабильность - <http://ufn.ru/ru/articles/1987/1/n/>

Успехи физических наук - голография - <http://ufn.ru/ru/articles/1966/9/a/>

Энциклопедия физики и техники - http://www.femto.com.ua/articles/part_2/2618.html

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Оптические методы обработки информации" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Лекционная аудитория со стандартным проекционным оборудованием

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):

Калачев А.А. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Гайнутдинов Р.Х. _____

"__" _____ 201__ г.