

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

А.Л. Толстик

(подпись) (И.О.Фамилия)

27.09.2012г.

(дата утверждения)

Регистрационный № УД- 8263 /баз.

ОПТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ

Учебная программа для специальности 1-31 04 01 «Физика»

2012 г.

Составитель:

А.Л. Толстик – проректор по учебной работе Белорусского государственного университета, доктор физико-математических наук, профессор.

Рецензенты:

К.А.Саечников – заведующий кафедрой информатики и электроники Государственного учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени М. Танка», кандидат физико-математических наук, доцент;

В.В. Могильный – профессор кафедры физической оптики Белорусского государственного университета, доктор физико-математических наук.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой лазерной физики и спектроскопии Белорусского государственного университета (протокол № 12 от 20 апреля 2012);

Учебно-методической комиссией физического факультета Белорусского государственного университета (протокол № 9 от 15.05 2012 г.).

Рассмотрена научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 5 от 28.05 2012 г.).

Ответственный за редакцию: А.Л. Толстик

Ответственный за выпуск: А.Л. Толстик

I. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Достигнутый в последние два десятилетия прогресс в разработке и изучении нелинейно-оптических интерференционных и голографических систем указывает на перспективность их использования для обработки и коррекции световых полей в реальном времени, передачи информации (изображений) с одних пучков на другие, осуществления частотного преобразования когерентных изображений, коррекции пространственного профиля светового пучка и формирования заданных пространственно-временных структур лазерного излучения, включая новые типы световых полей (вращающиеся, спиральные, двумерные и трехмерные автосолитонные и сжатые состояния), осуществления логических и математических операций, реализации моделей нейронных сетей и систем ассоциативной памяти, создания бистабильных устройств и элементов адаптивной оптики. Постоянный интерес к подобным исследованиям связан с возможностью привнесения в технику обработки информации преимуществ оптических методов, включая параллельность обработки сигналов и коммутацию большого числа каналов, прямое хранение изображений и осуществление интегральных преобразований типа корреляции и свертки. Оптический диапазон частот обеспечивает более широкую полосу пропускания и, соответственно, предельно допустимое быстродействие по сравнению с радиочастотным диапазоном. С учетом значительного прогресса в последнее десятилетие в электронных вычислительных средствах представляется перспективной разработка и электронно-оптического компьютера, в котором соотношение между электроникой и оптикой зависело бы от поставленной задачи, позволяя в полной мере использовать преимущества обоих подходов.

Цель курса — дать студентам теоретические основы оптической обработки информации, ознакомить их с наиболее распространенными методами и системами преобразования световых полей и реализации логических операций, а также дать представление об основных направлениях развития оптических и оптоэлектронных систем записи, хранения и обработки информации.

Предлагаемая программа в полной мере решает поставленные задачи. Спецкурс «Оптическая обработка информации» рассчитан на студентов пятого курса. В процессе освоения спецкурса углубляются и развиваются представления, основы которых получены при изучении спецкурсов «Лазерная физика» и «Нелинейная оптика». Полученные сведения важны для более глубокого и качественного усвоения ряда дисциплин специализации (когерентная оптика и голография, фотонное эхо и когерентная спектроскопия, волоконная оптика).

Программа курса рассчитана на 16 часов лекций, 8 часов контролируемой самостоятельной работы студентов и 18 часов лабораторных занятий. Форма отчетности – экзамен (теоретический курс), зачет (лабораторный практикум).

II. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

а) Программа лекционного курса

Введение. История развития и физические основы оптической обработки информации. Методы аналоговой и цифровой обработки информации.

Голографические методы коррекции фазовых искажений и передачи информации. Преобразование изображений динамическими голограммами. Использование обращения волнового фронта в системах передачи информации через неоднородные среды.

Голографические методы обработки изображений и оптических сигналов. Использование обращения волнового фронта и четырехволнового смещения в системах обработки оптической информации. Частотное преобразование изображений в условиях нелинейной записи динамических голограмм.

Явление оптической бистабильности и методы ее реализации. Оптическая бистабильность и схемы ее реализации. Абсорбционная и дисперсионная бистабильность в нелинейном интерферометре Фабри-Перо.

Типы оптической бистабильности в нелинейном интерферометре. Мультистабильность в интерферометре с тепловой нелинейностью. Поляризационная и цветовая бистабильность. Бифуркация нарушения симметрии при четырехволновом взаимодействии в нелинейном интерферометре.

Беззеркальные схемы оптической бистабильности. Бистабильность при нарастающем поглощении, бистабильность при нарушенном полном внутреннем отражении, бистабильность при четырехволновом взаимодействии.

Оптические способы реализации логических операций. Оптические логические элементы. Реализация логических операций в оптоэлектронных системах.

Неустойчивости в нелинейно-оптических системах. Переходные процессы и самопульсации в нелинейных системах, оптический хаос. Пространственно-временные эффекты самоорганизации.

б) Рекомендуемые темы для самостоятельной работы

1. Фурье-оптика и ее использование для преобразования изображений. Пространственная фильтрация изображений с использованием Фурье-преобразования.
2. Гибридные бистабильные оптоэлектронные устройства. Оптическая бистабильность в оптоэлектронных системах с использованием жидких и электрооптических кристаллов.
3. Реализация пульсаций интенсивности и оптического хаоса в оптоэлектронных системах на основе жидко-кристаллических элементов.
4. Эффекты самоорганизации в нелинейной оптике. Лазер, как пример самоорганизующейся системы.

в) Рекомендуемые темы для написания рефератов

1. Синергетика и эффекты самоорганизации в нелинейной оптике и лазерной физике.
2. Динамические голограммы и обращение волнового фронта в системах обработки изображений.
3. Оптический транзистор (трансфазор).
4. Оптическая бистабильность и оптические логические элементы.
5. Оптические солитоны (временные).
6. Пространственные солитоны и оптические «пули».
7. Оптические компьютеры.
8. Квантовые вычисления и квантовые компьютеры.
9. Нейронные сети и нейрокомпьютеры.
10. Фракталы в системах обработки информации.
11. Фоторефрактивные кристаллы в системах оптической обработки информации.
12. Фотонные кристаллы в системах оптической обработки информации.
13. Волоконно-оптические системы передачи информации.
14. Современные системы оптической памяти.
15. Голографические системы памяти.
16. Электронные запоминающие устройства.
17. Сенсоры изображений (ПЗС-матрицы, КМОП-матрицы и др.).
18. Современные системы отображения информации.

г) Рекомендуемые темы лабораторных занятий

1. Пространственная фильтрация изображений.
2. Оптическая бистабильность.
3. Самопульсации интенсивности и оптический хаос.
4. Оптические логические элементы.

III. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

а) Основная

1. Оптическая обработка информации. Под ред. Д.Кейсесента. М., Мир. 1980.
2. Б.Я.Зельдович, Н.Ф.Пилипецкий, В.В.Шкунов. Обращение волнового фронта. М., Наука. 1985.
3. Х.Гиббс. Оптическая бистабильность. Управление светом с помощью света. М., Мир. 1988.
4. Р.Бейтс, М.Мак-Доннелл. Восстановление и реконструкция изображений. М., Мир. 1989.
5. Н.Н.Розанов. Оптическая бистабильность и гистерезис в распределенных нелинейных системах. М.: Наука. 1997.
6. А.Л.Толстик. Многоволновые взаимодействия в растворах сложных органических соединений. Мн., БГУ. 2002.
7. О.Г.Романов, А.Л.Толстик. Пространственно-временные структуры световых полей в нелинейных интерферометрах. Мн.: БГУ. 2009.

б) Дополнительная

1. К.Престон. Когерентные оптические вычислительные машины. М., Мир. 1974.
2. А.А.Акаев, С.А.Майоров. Оптические методы обработки информации. М., Высшая школа. 1988.
3. В.В.Бойко, Н.С.Петров. Отражение света от усиливающих и нелинейных сред. Мн., Наука и техника. 1988.
4. Д.П.Лукьянов, А.А.Корниенко, Б.Е.Рудницкий. Оптические адаптивные системы. М., Радио и связь. 1989.
5. В.Г.Дмитриев. Нелинейная оптика и обращение волнового фронта. М., Физматлит. 2001.