

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе и
образовательным инновациям



О.И. Чуприс

(подпись)

(дата утверждения)

Регистрационный № УД- 6181 /уч.

ОПТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальностей
1- 31 04 01 Физика (по направлениям)
направление 1-31 04 01-01 Физика
(научно-исследовательская деятельность)
1-31 04 01-07 Физика наноматериалов и нанотехнологий**

Минск 2018

Учебная программа составлена на основе Образовательных стандартов ОСВО 1-31 04 01-2013, ОСВО 1-31 04 07-2013 и учебных планов № G31-214/уч., G31и-215/у., G31-218/уч., №G31и-219/уч. от 20.02.2018 г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

А.Л. Толстик — заведующий кафедрой лазерной физики и спектроскопии Белорусского государственного университета, доктор физико-математических наук, профессор

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой лазерной физики и спектроскопии физического факультета Белорусского государственного университета (протокол № 18 от 22 июня 2018 г.);

Советом физического факультета (протокол № 12 от 28 июня 2018 г.).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа учебной дисциплины "Оптическая обработка информации" разработана для специальности 1-31 04 01 - Физика (по направлениям) направления специальности 1-31 04 01-01 Физика (научно-исследовательская деятельность) и специальности 1-31 04 01-07 Физика наноматериалов и нанотехнологий. Дисциплина «Оптическая обработка информации» циклу дисциплин специализации.

Цель учебной дисциплины — 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.

Основная задача учебной дисциплины изучить основные физические принципы, лежащие в основе оптической обработки информации. В ходе изучения дисциплины студенты знакомятся с аналоговыми и цифровыми оптическими методами обработки информации, включая голографические методы.

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.

В процессе освоения дисциплины углубляются и развиваются представления, основы которых получены при изучении дисциплин «Физика лазеров» и «Нелинейная оптика». Полученные сведения важны для более глубокого и качественного усвоения ряда дисциплин специализации («Когерентная оптика и голография», «Нанопотоника. Волоконная оптика»).

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- принципы оптической обработки информации;
- основы голографических методов преобразования изображений;
- методы реализации оптической бистабильности и самопульсаций интенсивности;

уметь:

- реализовывать обработку изображений на основе Фурье- преобразования;
- собирать схемы реализации оптической бистабильности и самопульсаций интенсивности;
- собирать схемы оптических логических элементов;

владеть:

- методами аналоговой и цифровой обработки информации;
- голографическими методами преобразования изображений;
- метод пространственной фильтрации изображений на основе Фурье- преобразования.

Академические компетенции:

- Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.
- Владеть системным и сравнительным анализом.
- Владеть исследовательскими навыками.
- Уметь работать самостоятельно.
- Быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью).
- Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.
- Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.
- Обладать навыками устной и письменной коммуникации.
- Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

Социально-личностные компетенции:

- Быть способным к социальному взаимодействию.
- Обладать способностью к межличностным коммуникациям.
- Быть способным к критике и самокритике (критическое мышление).
- Уметь работать в команде.

Профессиональные компетенции:

– Применять знания теоретических и экспериментальных основ физики и математики, методы исследования физических объектов, методы измерения физических величин, методы автоматизации эксперимента.

– Использовать новейшие открытия в естествознании, методы научного анализа, информационные образовательные технологии, физические основы современных технологических процессов, научное оборудование и аппаратуру.

– Пользоваться глобальными информационными ресурсами, компьютерными методами сбора, хранения и обработки информации, научно-технической и патентной литературой.

– Применять полученные знания фундаментальных положений физики, экспериментальных, теоретических и компьютерных методов исследования.

– Применять знания физических основ современных технологий, методы внедрения инноваций в научно-производственной, научно-педагогической и научно-технической деятельности.

Программа дисциплины основывается на знаниях и представлениях, полученных при изучении дисциплин «Нелинейная оптика», «Физика лазеров». Сведения, приобретенные в ходе изучения дисциплины, важны для более глубокого и качественного усвоения дисциплин «Нанофотоника. Волоконная оптика» и «Когерентная оптика и голография».

Программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта. Общее количество часов – 74; аудиторное количество часов – 24, из них: лекции – 20, аудиторный контроль УСП – 4.

Форма получения высшего образования — очная, дневная. Занятия проводятся на 5-ом курсе в 9-ом семестре.

Формы текущей аттестации по учебной дисциплине – экзамен (2 зачетные единицы).

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. **История развития и физические основы оптической обработки информации.** Методы аналоговой и цифровой обработки информации. Пространственная фильтрация изображений с использованием Фурье-преобразования.
2. **Голографические методы коррекции фазовых искажений и передачи информации.** Использование обращения волнового фронта и четырехволнового смещения в системах передачи и обработки оптической информации (компенсация фазовых искажений, динамический контроль изображений, корреляционный анализ, ассоциативная память, матричное умножение).
3. **Голографические методы обработки изображений и оптических сигналов.** Преобразование изображений динамическими голограммами. Частотное преобразование изображений в условиях нелинейной записи динамических голограмм.
4. **Явление оптической бистабильности и ее реализация в нелинейном интерферометре.** Абсорбционная и дисперсионная бистабильность в нелинейном интерферометре Фабри-Перо.
5. **Типы оптической бистабильности и схемы ее реализации.** Мультистабильность в интерферометре с тепловой нелинейностью. Поляризационная и цветовая бистабильность.
6. **Беззеркальные схемы оптической бистабильности.** Бистабильность при нарастающем поглощении, бистабильность при нарушенном полном внутреннем отражении, бистабильность при четырехволновом взаимодействии.
7. **Оптическая бистабильность в оптоэлектронных системах с использованием жидких и электрооптических кристаллов.**
8. **Оптические логические элементы.** Реализация логических операций с использованием оптоэлектронных жидкокристаллических элементов.
9. **Переходные процессы и самопульсации в нелинейных системах,** оптический хаос.
10. **Самоорганизация в нелинейных оптических системах.** Пространственно-временные эффекты самоорганизации.
11. **Современные системы оптической обработки, хранения и передачи информации.** Оптические процессоры, квантовые вычисления и квантовые компьютеры, нейронные сети и нейрокомпьютеры, системы оптической и голографической памяти, сенсоры изображений, современные системы отображения информации.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7		9
1	История развития и физические основы оптической обработки информации	2						Устный опрос
2	Голографические методы коррекции фазовых искажений и передачи информации	2						Устный опрос
3	Голографические методы обработки изображений и оптических сигналов	2						Устный опрос
4	Явление оптической бистабильности и ее реализация в нелинейном интерферометре	2						Устный опрос
5	Типы оптической бистабильности и схемы ее реализации	2						Устный опрос
6	Беззеркальные схемы оптической бистабильности	2						Устный опрос
7	Оптическая бистабильность в оптоэлектронных системах	2						Устный опрос
8	Оптические логические элементы	2						Устный опрос
9	Переходные процессы и самопульсации в нелинейных системах	2						Устный опрос
10	Самоорганизация в нелинейных оптических системах	2						Устный опрос
11	Современные системы оптической обработки, хранения и передачи информации						4	Устный опрос, Проверка рефератов
	Всего	20					4	Экзамен

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

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.
8. И.Н.Агишев, И.А.Гончаренко, Д.В.Горбач, Е.А.Мельникова, О.Г.Романов, А.Л.Толстик. Волоконная оптика и оптическая обработка информации. Лабораторный практикум. Мн.: БГУ. 2011.
9. Chapter 1. Лазерная физика; Chapter 2. Нелинейная оптика. Chapter 3. Голография. In "Photonics" <https://dl.bsu.by/course/view.php?id=850>, 2018.

Перечень дополнительной литературы

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.

Перечень используемых средств диагностики результатов учебной деятельности

1. Устные опросы.
2. Реферативные работы.

Примерный перечень заданий УСР

1. Современные системы оптической обработки информации.
2. Современные системы оптической передачи информации.
3. Современные системы оптического хранения информации.

Мероприятия для контроля управляемой самостоятельной работой

Для контроля УСР используются проверки рефератов и устные опросы.

Перечень тем реферативных работ

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 компьютеры.
6. Квантовые вычисления и квантовые компьютеры.
7. Нейронные сети и нейрокомпьютеры.
8. Фоторефрактивные кристаллы в системах оптической обработки информации.
9. Фотонные кристаллы в системах оптической обработки информации.
10. Метаматериалы.
11. Волоконно-оптические системы передачи информации.
12. Волоконно-оптические датчики.
13. Солитонные световые импульсы.
14. Пространственные солитоны и оптические «пули».
15. Современные системы оптической памяти.
16. Голографические системы памяти.
17. Электронные и магнитные запоминающие устройства.
18. Сенсоры изображений (ПЗС-матрицы, КМОП-матрицы и др.).
19. Современные системы отображения информации. ЖК мониторы, 3D-системы.
20. Лазерные принтеры. Оптическая мышь.

Методика формирования итоговой оценки

Итоговая оценка формируется на основе:

1. Правил проведения аттестации студентов, курсантов, слушателей при освоении содержания образовательных программ высшего образования (постановление Министерства Образования Республики Беларусь № 53 от 29 мая 2012 г);

2. Положения о рейтинговой системе оценки знаний студентов по дисциплине в Белорусском государственном университете (№ 382-ОД от 18.08.2015 г.);

3. Критериев оценки знаний и компетенций студентов по 10-бальной шкале.

Для текущего контроля качества усвоения знаний по дисциплине рекомендуется использовать проверку рефератов и устные опросы. Контрольные мероприятия проводятся в соответствии с учебно-методической картой дисциплины. В случае неявки на контрольное мероприятие по уважительной причине студент вправе по согласованию с преподавателем выполнить его в дополнительное время. Для студентов, получивших неудовлетворительные оценки за контрольные мероприятия, либо не явившихся по неуважительной причине, по согласованию с преподавателем и с разрешения заведующего кафедрой мероприятие может быть проведено повторно. Защита реферативных работ проводится в форме индивидуальных выступлений-презентаций с последующей дискуссией. Оценка рефератов проводится по десятибалльной шкале.

Текущая аттестация по учебной дисциплине проводится в форме экзамена. Экзаменационная оценка и оценка текущей успеваемости служат для определения рейтинговой оценки по дисциплине, которая рассчитывается как средневзвешенная оценка текущей успеваемости и экзаменационной оценки. Весовой коэффициент для оценки текущей успеваемости — 0,4; для экзаменационной оценки — 0,6.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название Кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Когерентная оптика и голография	Кафедра лазерной физики и спектроскопии	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения	Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленном варианте (протокол № 18 от 22 июня 2018 г)
Нанопотоника. Волоконная оптика	Кафедра лазерной физики и спектроскопии	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения	Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленном варианте (протокол № 18 от 22 июня 2018 г)

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО

на ____ / ____ учебный год

№№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
(протокол № ____ от _____ 20__ г.)

Заведующий кафедрой
лазерной физики и спектроскопии
д.ф.-м.н., профессор

_____ А.Л. Толстик

УТВЕРЖДАЮ
Декан физического факультета
д.ф.-м.н., профессор

_____ В.М. Анищик