

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)



УТВЕРЖДАЮ

Проректор

По учебно-методической работе

А.А. Панфилов

« 07 » \_\_\_\_\_ 04 20 15 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«ИНТЕГРИРОВАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОПТИКА**  
**ЛОКАЛИЗОВАННЫХ СТРУКТУР»**

Направление подготовки 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»

Профиль подготовки

Уровень высшего образования бакалавриат

Форма обучения очная

Семестр	Трудоемкость (зач. ед./ час)	Лекции (час)	Практические занятия (час)	Лаб. работы (час)	СРС (час)	Форма контроля (экз./зач.)
8	4/144	27	9	18	90	Зачёт с оценкой
<b>Итого</b>	<b>4/144</b>	<b>27</b>	<b>9</b>	<b>18</b>	<b>90</b>	<b>Зачёт с оценкой</b>

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью** освоения дисциплины «Интегрированные технологии и оптика локализованных структур» является ознакомление с новыми принципами нелинейно-оптического управления формированием и распространением светоиндуцированных оптических образований в перспективных оптических средах, а также с современными технологиями создания устройств для эффективной обработки информации, оптического захвата и транспорта микро и наноструктур.

### Задачи дисциплины:

- изучение основ разработки и создания высокостабильных, компактных, реализованных в едином модуле (on-chip optical technology) источников локализованных оптических состояний;
- изучение способов генерации и экспериментального наблюдения солитонных режимов распространения оптического поля;
- освоения алгоритмов численного моделирования сложных атомно-оптических систем, реализованных на основе перспективных оптических материалов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Интегрированные технологии и оптика локализованных структур» относится к обязательным дисциплинам вариативной части ОПОП.

Изучение дисциплины предполагает наличие у студентов фундаментальных знаний в области общей физики, оптики, информатики.

Знания, полученные в рамках изучения данной дисциплины, могут быть применены при изучении других специальных дисциплин по профилю подготовки.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины частично формируются следующие компетенции:

- ОПК-2; способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат.

В результате освоения дисциплины обучающийся демонстрирует следующие результаты образования:

ЗНАТЬ	УМЕТЬ	ВЛАДЕТЬ
естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-2)	выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-2)	способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-2).



#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часа.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				лекции	семинары	практ. занятия	лаб. работы	контр. работы	СРС	КП / КР		
1	Общие принципы описания светоиндуцированных образований в оптических средах.	8	1-3	8	-	2	6	КР №1	20	-	8/50	Рейтинг-контроль №1 Защита лабораторных работ
2	Системы генерации и управления локализованными оптическими структурами	8	4-6	10	-	4	6	КР №2	34	-	10/50	Рейтинг-контроль №2 Защита лабораторных работ
3	Системы и устройства с полностью оптическим управлением на основе перспективных оптических материалов	8	6-9	9	-	3	6	КР №3	36	-	9/50	Рейтинг-контроль №3 Защита лабораторных работ
	Всего	8	9	27	-	9	18	-	90	-	27/50	Экзамен

#### ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ КУРС

##### Семестр 8

#### Раздел 1. Общие принципы описания светоиндуцированных образований в оптических средах.

1.1. Классификации оптических сред. Хроматическая дисперсия. Оптические потери. Соотношение Крамерса-Кронига. Нелинейные эффекты в оптических средах. Практический расчет нелинейных восприимчивостей.

1.2. Основное уравнение распространения. Метод обратной задачи рассеяния. Численные методы анализа нелинейного уравнения Шредингера. Шредингеровские солитоны.

1.3. Оптические линии связи. RZ- формат кодирования сигналов. Сосредоточенное и распределённое усиление в линиях связи. Шумы волоконных усилителей. Нелинейный ответитель. Системы с мультиплексированием по длинам волн.

#### Раздел 2. Системы генерации и управления локализованными оптическими структурами

2.1. Оптические схемы для формирования светлых пространственных солитонов. Некерровские оптические среда и нелинейности высших порядков. Оптические элементы с насыщающейся нелинейностью. Переходные нелинейности и бистабильность.

2.2. Устойчивости солитонных решений. Линейный анализ. Метод малых возмущений. Критерий Вахитова-Колоколова. Асимптотический анализ. Столкновения солитонов. Многосолитонные взаимодействия. Бризеры и связанные солитоны.

2.3. Диссипативные оптические солитоны. Уравнение Гинзбурга-Ландау. Вариационный анализ. Численный анализ спектральными методами. Генерация диссипативных солитонов в волоконных лазерах.

2.4. Вихревые оптические пучки. Насыщающийся поглотитель. Технология оптического захвата. Генерация устойчивых оптических вихрей в полупроводниковых структурах.

2.5. Моды Лаггера-Гауса. Методы управления моментом импульса вихревых пучков. Проектирование высокоемких линий связи на основе оптических вихрей. Учет атомно-оптических возмущений.

### **Раздел 3. Системы и устройства с полностью оптическим управлением на основе перспективных оптических материалов.**

3.1. Оптические среды с наведенными нелинейностями. Модуляция нелинейно-дисперсионных и диссипативных характеристик в резонансных средах. Допированные оптические матрицы. «Медленный» свет.

3.2. Микроструктурированные оптические среды и оптические решетки. Фотонные кристаллы. Нелинейные многосердцевинные волоконные матрицы. «Правые» и «Левые» оптические среды. Отрицательный показатель преломления. Метаматериалы. Экранировка электромагнитных сигналов.

3.3. Газонаполненные полые оптические волокна. Технологии загрузки холодных атомов. Принципы удержания холодных атомов в волноводных системах. Манипулирование микро- и нанообъектами в оптических пучках. Атомный дизайн. Способ оптического транспорта микрообъектов.

#### **Лабораторный практикум.**

Л.Р.№1. «Расчет параметров волоконных световодов.» (2 ч).

Л.Р.№2. «Изучение дисперсных характеристик в волоконных световодах.» (2 ч).

Л.Р.№3. «Моделирование уравнение распространения в чистом дисперсионном режиме» (2 ч).

Л.Р.№4. «Моделирование распространения оптических импульсов в дисперсионно-нелинейной среде» (4 ч).

Л.Р.№5. «Моделирование образования ударной волны огибающей» (2 ч).

Л.Р.№6. «Моделирование образования оптических солитонов» (6 ч).

## **4. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

### **4.1. Активные и интерактивные формы обучения.**

С целью формирования и развития профессиональных навыков студентов в учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой: контрольные аудиторские работы, индивидуальные домашние работы. Предусмотрены мастер-классы (демонстрация на лабораторных занятиях принципов работы со средой разработки программного обеспечения, особенностей разработки алгоритмов математического моделирования сложных оптических систем).

### **4.2. Самостоятельная работа студентов.**

Самостоятельная (внеаудиторная) работа студентов включает закрепление теоретического материала при подготовке к выполнению индивидуальной домашней работы и



лабораторных работ. Основа самостоятельной работы - изучение литературы по рекомендованным источникам и конспекту лекций, решение выданных преподавателем практики задач, подготовка и отчет по лабораторным работам.

#### **4.3. Мультимедийные технологии обучения.**

Некоторые из лекционных, практических и лабораторных занятий проводятся в виде презентаций в мультимедийной аудитории (например, ауд. 430-3, 420-3) с использованием компьютерного проектора. Студентам предоставляется компьютерный курс лекций. Компьютерные технологии используются для оформления лабораторных работ.

#### **4.4. Лекции приглашенных специалистов.**

В рамках учебного курса планируются лекции приглашенных специалистов из Института спектроскопии РАН (г. Москва).

### **5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

#### **5.1 . Вопросы к зачету с оценкой**

1. Классификации оптических сред. Материалы и изготовление. Хроматическая дисперсия. Оптические потери. Соотношение Крамерса-Кронига.
2. Нелинейные эффекты в оптических средах. Микроскопические выражения для нелинейных восприимчивостей. Практический расчет нелинейных восприимчивостей.
3. Основное уравнение распространения. Численные методы анализа нелинейного уравнения Шредингера.
4. Метод обратной задачи рассеяния. Шредингеровские солитоны.
5. Вынужденное комбинационное рассеяние (ВКР). Генерация солитонов ВКР. Волоконные ВКР-усилители. Вынужденное комбинационное саморассеяние. Фемтосекундные солитоны.
6. Оптические линии связи. RZ- формат кодирования сигналов. Сосредоточенное и распределённое усиление в линиях связи. Шумы волоконных усилителей. Нелинейный ответитель.
7. Темные солитоны. Взаимодействие темных солитонов. Передача оптической информации с помощью темных солитонов.
8. Системы с мультиплексированием по длинам волн. Проектирование систем на основе солитонов с управляемой дисперсией. Солитонные технологии по принципу "на одном чипе".
9. Оптические схемы для формирования светлых пространственных солитонов. Пространственная форма нелинейного уравнения Шредингера. Системы управления пространственно-временной динамикой оптических локализованных структур.
10. Некерровские оптические среда и нелинейности высших порядков. Оптические элементы с насыщающейся нелинейностью. Переходные нелинейности и бистабильность.
11. Устойчивости солитонных решений. Линейный анализ. Метод малых возмущений. Критерий Вахитова-Колоколова. Асимптотический анализ.

12. Столкновения солитонов. Многосолитонные взаимодействия. Бризеры и связанные солитоны.
13. Диссипативные оптические солитоны. Уравнение Гинзбурга-Ландау. Вариационный анализ. Численный анализ спектральными методами. Генерация диссипативных солитонов в волоконных лазерах.
14. Вихревые оптические пучки. Насыщающийся поглотитель. Технология оптического захвата. Генерация устойчивых оптических вихрей в полупроводниковых структурах.
15. Моды Лаггера-Гауса. Методы управления моментом импульса вихревых пучков. Проектирование высокочастотных линий связи на основе оптических вихрей. Учет атомно-оптических возмущений.
16. Оптические пули. Столкновения лазерных пульс.
17. Оптические среды с гигантскими нелинейностями. Модуляция нелинейно-дисперсионных и диссипативных характеристик в резонансных средах. Допированные оптические матрицы. "Медленный" свет.
18. Микроструктурированные оптические среды и оптические решетки. Фотонные запрещенные зоны. Фотонные кристаллы. Метод конечных элементов. Нелинейные многосердцевидные волоконные матрицы.
19. «Правые» и «Левые» оптические среды. Отрицательный показатель преломления. Метаматериалы. Решение проблемы дифракционного предела. Экранировка электромагнитных сигналов.
20. Нелинейные взаимодействия одиночных фотонов. Временное кодирование квантовых оптических состояний. Обработка оптической информации в каскадных оптических схемах.
21. Манипулирование микро- и нанообъектами в оптических пучках. Атомный дизайн. Способ оптического транспорта микрообъектов.
22. Газонаполненные полые оптические волокна. Технологии загрузки холодных атомов. Принципы удержания холодных атомов в волноводных системах. Генерация оптических структур в газонаполненных волокнах.

## **5.2. Вопросы для рейтинг-контролей**

### **Рейтинг-контроль № 1**

Билет №1.

1. Классификации оптических сред.
2. Нелинейный ответвитель.

Билет №2.

1. Хроматическая дисперсия.
2. Шредингеровские солитоны.

Билет №3

1. Оптические потери.
2. RZ- формат кодирования сигналов.

Билет №4

1. Соотношение Крамерса-Кронига.
2. Численные методы анализа нелинейного уравнения Шредингера.

Билет №5



1. Нелинейные эффекты в оптических средах.
2. Системы с мультиплексированием по длинам волн.

### Рейтинг-контроль № 2

Билет №1.

1. Оптические схемы для формирования светлых пространственных солитонов.
2. Учет атомно-оптических возмущений.

Билет №2.

1. Некерровские оптические среда и нелинейности высших порядков.
2. Моды Лаггера-Гауса.

Билет №3.

1. Оптические элементы с насыщающейся нелинейностью.
2. Методы управления моментом импульса вихревых пучков.

Билет №4.

1. Переходные нелинейности и бистабильность.
2. Вихревые оптические пучки.

Билет №5.

1. Устойчивости солитонных решений.
2. Генерация устойчивых оптических вихрей в полупроводниковых структурах.

### Рейтинг-контроль № 3

Билет №1.

1. Оптические среды с наведенными нелинейностями.
2. Газонаполненные полые оптические волокна.

Билет №2.

1. Модуляция нелинейно-дисперсионных и диссипативных характеристик в резонансных средах.
2. Атомный дизайн.

Билет №3.

1. Допированные оптические матрицы.
2. Манипулирование микро- и нанообъектами в оптических пучках.

Билет №4.

1. Микроструктурированные оптические среды и оптические решетки.
2. Способ оптического транспорта микрообъектов.

### 5.3. Вопросы к самостоятельной работе студента

1. Оптические солитоны: фундаментальные солитоны и солитоны высших порядков.
2. Взаимодействие оптических солитонов.
3. Сжатие оптических импульсов: волоконно-решетчатые компрессоры.
4. Сжатие оптических импульсов: компрессоры на многосолитонном сжатии.
5. Параметрическое взаимодействие фемтосекундных импульсов: генерация второй гармоники (ГВГ).
6. Параметрическое усиление коротких импульсов.
7. Генерация суммарных и разностных частот. Параметрические солитоны.
8. Метод обратной задачи рассеяния при решении НУШ.
9. Волоконные лазеры.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

п/п	Название и выходные данные (автор, вид издания, издательство, издания, количество страниц)	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3
<b>Основная литература</b>		
1	Численные методы [Электронный ресурс] / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. - 8-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ, 2015. - (Классический университетский учебник).	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996326167.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996326167.html</a>
2	Борисов А.Б., Киселев В.В, Квазиодномерные магнитные солитоны [Электронный ресурс] - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. - ISBN 978-5-9221-1590-2.	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922115902.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922115902.html</a>
3	Дифракционная оптика и нанофотоника [Электронный ресурс] / Безус Е.А., Быков Д.А., Досколович Л.Л., Ковалев А.А., Котляр В.В., Налимов А.Г., Порфирьев А.П., Скиданов Р.В., Сойфер В.А., Стафеев С.С., Хонина С.Н. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. – ISBN 978-5-9221-1571-1.	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922115711.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922115711.html</a>
<b>Дополнительная литература</b>		
1	Интерактивные системы Scilab, Matlab, Mathcad [Электронный ресурс]: учебное пособие / И.Е. Плещинская. - Казань: Издательство КНИТУ, 2014. – ISBN 978-5-7882-1715-4.	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788217154.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788217154.html</a>
2	Математические вопросы численного решения гиперболических систем уравнений [Электронный ресурс] / Куликовский А.Г., Погорелов Н.В., Семёнов А.Ю. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012. - ISBN 978-5-9221-1198-0.	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922111980.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922111980.html</a>
3	Методы анализа и синтеза когерентных световых полей [Электронный ресурс] / Волостников В.Г - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. – ISBN 978-5-9221-1586-5.	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922115865.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922115865.html</a>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

- аудитории для проведения лекционных, практических и лабораторных занятий, оснащённые современными персональными компьютерами, объединёнными в локальную вычислительную сеть и укомплектованными необходимым системным программным обеспечением (511-3, 100-3, 1226-3, 106-3);
- компьютеры со специализированным программным обеспечением (пакеты MatCad, MatLab);
- кафедральные мультимедийные средства (ауд. 430-3, 420-3);
- электронные записи лекций.



Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

Рабочую программу составил доцент кафедры ФиПМ Прохоров А. В. 

Рецензент

(представитель работодателя) ш. спец. научно-тех. отдела РКП "ГПР Радуса"  
(место работы, должность, ФИО, подпись)

 Аракелян А.А.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФиПМ

Протокол № 11 от 07.04.15 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Аракелян С.М.  
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

Протокол № 11 от 07.04.15 года

Председатель комиссии \_\_\_\_\_ Аракелян С.М.  
(ФИО, подпись)

### ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_