

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

УТВЕРЖДАЮ

Проректор  
по образовательной деятельности

А.А.Панфилов

« 02 » 20 19 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### « ИНТЕГРИРОВАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОПТИКА

#### ЛОКАЛИЗОВАННЫХ СТРУКТУР »

Направление подготовки 12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии

Профиль/программа подготовки Твердотельные и полупроводниковые лазерные системы

Уровень высшего образования бакалавриат

Форма обучения очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточной аттестации (экзамен/зачет/зачет с оценкой)
8	3/ 108	27	9	18	18	экзамен (36)
<b>Итого</b>	3/ 108	27	9	18	18	экзамен (36)

Владимир 2019

## 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 дисциплинам по выбору 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. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
1	2	3
ПК-1	частичный	<b>Знать:</b> принципы генерации излучения лазерами; элементную базу лазерной техники; <b>Уметь:</b> анализировать взаимодействие лазерного излучения с материалами и средами; применять информационные ресурсы и технологии; <b>Владеть:</b> навыками работы со средствами компьютерного проектирования, используемыми при конструировании узлов и блоков лазерных комплексов;
ПК-3	частичный	<b>Знать:</b> • принципы конструирования лазерных оптико-электронных приборов, их узлов и элементов; • элементную базу, используемую в изделиях лазерной техники;; <b>Уметь:</b> подбирать по заданным параметрам и характеристикам элементную базу лазерных приборов и систем; применять информационные ресурсы и технологии;; <b>Владеть:</b> прикладными программами расчёта лазерных оптико-электронных приборов.
ПК-4	частичный	<b>Знать:</b> методы и средства планирования и организации исследований и разработок; методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки

	информации; <b>Уметь:</b> • находить аналитические решения задач квантовой теории; <b>Владеть:</b> • методами организации и проведения измерений и исследований в области лазерных и квантовых технологий, включая планирование, разработку, организацию и проведение исследований;
--	---

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем 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, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС		
1	Общие принципы описания светоиндуцированных образований в оптических средах.	8	1-3	9	3	6	6	8/44	Рейтинг-контроль №1
2	Системы генерации и управления локализованными оптическими структурами	8	4-6	9	3	6	6	10/55	Рейтинг-контроль №2
3	Системы и устройства с полностью оптическим управлением на основе перспективных оптических материалов	8	6-9	9	3	6	6	9/50	Рейтинг-контроль №3
Наличие в дисциплине КПКР		-	-	-	-	-	-	-	-
Итого по дисциплине		2	9	27	9	18	36	27/50	Экзамен(36)

#### Содержание лекционных занятий по дисциплине

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 высокочастотных 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.

#### **Содержание лабораторных занятий по дисциплине**

- Л.Р.№1. Расчет параметров волоконных световодов .
- Л.Р.№2. Изучение дисперсных характеристик в волоконных световодах.
- Л.Р.№3. Моделирование уравнение распространения в чистом дисперсионном режиме.
- Л.Р.№4. Моделирование распространения оптических импульсов в дисперсионно-нелинейной среде.
- Л.Р.№5. Моделирование образования ударной волны огибающей.
- Л.Р.№6. Моделирование образования оптических солитонов.

#### **Содержание практических занятий по дисциплине**

- Тема 1. Моделирование уравнения Лагранжа в механических системах (2 ч).
- Тема 2. Моделирование уравнения движения и энергии в релятивистской механике (2ч.)
- Тема 3. Расчет передающей волноводной линии (2ч.).
- Тема 4. Моделирование уравнения Шредингера (3ч.).

### **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В преподавании дисциплины «Интегрированные технологии и оптика локализованных структур» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

Активные и интерактивные методы обучения:

- *Интерактивная лекция (тема №2);*
- *Групповая дискуссия (тема №1);*
- *Анализ ситуаций (тема №3);*
- *Применение имитационных моделей (лабораторные работы №3-5);*
- *Разбор конкретных ситуаций (тема №4);*

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

#### **Вопросы для рейтинг-контроля**

#### **Рейтинг-контроль № 1**

1. Классификации оптических сред.
2. Нелинейный ответитель.
3. Хроматическая дисперсия.
4. Шредингеровские солитоны.
5. Оптические потери.
6. RZ- формат кодирования сигналов.
7. Соотношение Крамерса-Кронига.

8. Численные методы анализа нелинейного уравнения Шредингера.
9. Нелинейные эффекты в оптических средах.
10. Системы с мультиплексированием по длинам волн.

### **Рейтинг-контроль №2**

11. Оптические схемы для формирования светлых пространственных солитонов.
12. Учет атомно-оптических возмущений.
13. Некерровские оптические среда и нелинейности высших порядков.
14. Моды Лаггера-Гауса.
15. Оптические элементы с насыщающейся нелинейностью.
16. Методы управления моментом импульса вихревых пучков.
17. Переходные нелинейности и бистабильность.
18. Вихревые оптические пучки.
19. Устойчивости солитонных решений.
20. Генерация устойчивых оптических вихрей в полупроводниковых структурах.

### **Рейтинг-контроль №3**

21. Оптические среды с наведенными нелинейностями.
22. Газонаполненные полые оптические волокна.
23. Модуляция нелинейно-дисперсионных и диссипативных характеристик в резонансных средах.
24. Атомный дизайн.
25. Допированные оптические матрицы.
26. Манипулирование микро- и нанообъектами в оптических пучках.
27. Микроструктурированные оптические среды и оптические решетки.
28. Способ оптического транспорта микрообъектов.

### **Вопросы к экзамену**

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 пуль.
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.

#### **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.

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3	4
<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).	2015		<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996326167.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996326167.html</a>
2. Физика. От теории к практике. В 2 кн. Кн. 1: Механика, оптика, термодинамика [Электронный ресурс] / Бёрд Дж. - М.: ДМК Пресс, 2016. - (Серия "Карманный справочник"). - ISBN9785941200764	2016		<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785941200764.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785941200764.html</a>
3. Кузнецов, С. И. Физика. Волновая оптика. Квантовая природа излучения. Элементы атомной и ядерной физики : учеб. пособие / С.И. Кузнецов, А.М. Лидер. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Вузовский учебник : ИНФРА-М, 2018. — 212 с. - ISBN 978-5-16-100426-5.	2018		<a href="https://znanium.com/catalog/product/950965">https://znanium.com/catalog/product/950965</a>
4. Пинский, А. А. Физика : учебник / А.А. Пинский, Г.Ю. Граковский ; под общ. ред. Ю.И. Дика, Н.С. Пурышевой. — 4-е изд., испр. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2017. — 560 с. : ил. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-102411-9.	2017		<a href="https://znanium.com/catalog/product/559355">https://znanium.com/catalog/product/559355</a>
<b>Дополнительная литература</b>			
1. Борисов А.Б., Киселев В.В, Квазиодномерные магнитные солитоны [Электронный ресурс] - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2014. - ISBN 978-5-9221-1590-2.	2014		<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922115902.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922115902.html</a>
2. К теории двумерных и трехмерных систем автоматического регулирования [Электронный ресурс] / А.Г. Барский. - М. : Логос, 2015. - ISBN 978-5-98704-807-8.	2015		<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785987048078.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785987048078.html</a>
3. Лекции по теории вероятностей и математической статистике [Электронный ресурс]: учебник / Прохоров Ю.В., Пономаренко Л.С. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Издательство Московского государственного университета, 2012. - (Классический университетский учебник). - ISBN 978-5-211-06234-4.	2012		<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785211062344.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785211062344.html</a>
4. 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.	2012		<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922111980.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922111980.html</a>

## 8. 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);
- система математических и инженерных расчётов MATLAB;
- кафедральные мультимедийные средства (ауд. 430-3,420-3);
- электронные записи лекций.

Рабочую программу составил доцент кафедры ФиПМ Прохоров А. В. \_\_\_\_\_  
(ФИО, подпись)

Рецензент  
(представитель работодателя) Ген. Директор ООО «ВладИнТех» Осипов А.В. \_\_\_\_\_  
(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФиПМ  
Протокол № 1 от 02.09.19 года  
Заведующий кафедрой Аракелян С.М. \_\_\_\_\_  
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии  
направления 12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии  
Протокол № 1 от 02.09.19 года  
Председатель комиссии \_\_\_\_\_  
(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 \_\_\_\_\_