

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  
« 09 » 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Волоконно-оптические системы  
(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки 12.03.05 «Лазерная техника и лазерные технологии»

Программа подготовки \_\_\_\_\_

Уровень высшего образования бакалавриат  
(бакалавр, магистр, дипломированный специалист)

Форма обучения очная  
(очная, очно-заочная, заочная, сокращенная)

Семестр	Трудоем- кость зач. ед, час.	Лек- ции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
6	3/108	36	18	-	54	Зачет с оценкой
<b>Итого</b>	3/108	36	18	-	54	Зачет с оценкой

Владимир, 2018 г.

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Волоконно-оптические системы» направлена на изучение студентами направления «Лазерная техника и лазерные технологии» физических процессов в оптических волокнах, основных классификаций волоконно-оптических линий связи (ВОЛС), конструкций, основных параметров оптических кабелей, нелинейных оптических процессов в ВОЛС как результата использования технологий с применением современной лазерной техники.

**Целью** освоения дисциплины является изучение современных оптических цифровых средств передачи информации на основе оптического волокна и волоконно-оптической техники как набора средств, осуществляющих такую передачу.

### **Задачи дисциплины:**

- изучение физических процессов в оптических волокнах;
- формирование представлений о нелинейных оптических эффектах в оптических волокнах;
- знакомство с российскими и международными стандартами в области телекоммуникаций и перспективами развития оптических цифровых телекоммуникационных систем.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Волоконно-оптические системы» относится к дисциплинам по выбору вариативной части ОПОП подготовки бакалавров по направлению «Лазерная техника и лазерные технологии».

Изучение дисциплины предполагает наличие фундаментальных знаний, которые формируются у студентов при изучении дисциплин базовой части: «Физика», «Основы оптики», «Нелинейная оптика», «Когерентная оптика». Знания, полученные в рамках изучения данной дисциплины, могут быть применены при изучении других специальных дисциплин по направлению подготовки, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие профессиональные компетенции:

- способностью к анализу, расчёту, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов на схемотехническом и элементном уровнях (ПК-5).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

1. **Знать:** законы геометрической оптики; оптические явления нелинейной оптики; основные источники излучения, используемые для передачи сигнала по оптическому волокну, их технические характеристики и конструктивные элементы и системы, способы и методы измерения параметров излучения. (ПК-5).
2. **Уметь:** рассчитывать основные характеристики волоконно-оптических материалов (коэффициент дисперсии, затухания, усиления сигнала) (ПК-5).
3. **Владеть:** способностью проектировать и моделировать системную организацию оптических цифровых телекоммуникационных систем с помощью стандартных средств компьютерного проектирования. (ПК-5).

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов.

№ 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	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП/КР		
1	Основы построения ВОСП	6	1-7	16	-	-	-	-	18	-	7/44%	Рейтинг-контроль №1
2	Компоненты ВОСП	6	8-14	12	-	8	-	-	18	-	8/40%	Рейтинг-контроль №2
3	Линейный тракт ВОСП	6	15-18	8	-	10	-	-	18	-	5/28%	Рейтинг-контроль №3
Всего		6	18	36	-	18	-	-	54	-	20/37%	Зачет с оценкой

#### Содержание дисциплины

##### Лекции

#### Раздел 1. Основы построения волоконно-оптических систем передачи (ВОСП).

**Лекция 1.** Основные определения систем передачи. Краткая теория света. Распространение световых лучей в оптических волокнах. Конструкция оптического волокна. 4ч

**Лекция 2.** Факторы шумов и искажений волоконно-оптической линии передачи. Оптические потери в ОМ волокнах. Дисперсионные характеристики. Модовая, материальная, волноводная дисперсии. Методы компенсации дисперсии. 4ч

**Лекция 3.** Нелинейные эффекты в волоконной оптике. Нелинейное преломление. Фазовая самомодуляция. Перекрестная фазовая самомодуляция. Интермодуляция. Четырехволновое смешение. Оптические солитоны. Нелинейные эффекты вынужденного неупругого рассеивания световой волны в волокне: вынужденное рассеивание Бриллюэна, вынужденное рамановское рассеивание. 8ч

#### Раздел 2. Компоненты ВОСП.

**Лекция 1.** Обобщенная схема ВОСП. Источники оптического излучения: ЛД, СИД, волоконные лазеры, объемные микролазеры. 4ч

**Лекция 2.** Соединение источника с волокном. Модуляция излучения источников: прямая модуляция, внешняя модуляция. 4ч

**Лекция 3.** Приемники излучения ВОСП. Принцип действия ФД, основные характеристики. Шумы. 4ч

#### Раздел 3. Линейный тракт ВОСП.

**Лекция 1.** Обобщенная схема линейного тракта. Расчет длины регенерационного участка одноволновых ВОСП. 4ч

**Лекция 2.** Линейные коды ВОСП. Ретрансляторы: полупроводниковые, волоконно-оптические, усилители на ВКР и ВРМБ. 4ч

##### Практические работы

Тема 1. Дисперсия в ВОСП и ее компенсация. 2ч

Тема 2. Сравнительный анализ многомодового и одномодового волокна. 2ч.

Тема 3. Определение фокусного расстояния положительной и отрицательной линзы различными методами. 2ч.

Тема 4. Моделирование оптических приборов и определение их увеличения 4ч.

Тема 5. Определение коэффициента преломления плоскопараллельной стеклянной пластин. 2ч.

Тема 6. Определение параметров различных дифракционных решеток. 2ч.

Тема 7. Дифракция лазерного света на сетке. 2ч.

Тема 8. Изучение дифракции лазерного света на щели. 2ч

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В рамках лекционного курса:

### **5.1. 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).

### **5.2. Самостоятельная работа студентов**

Самостоятельная (внеаудиторная) работа студентов включает закрепление теоретического материала при подготовке к выполнению индивидуальной домашней работы, к практическим занятиям. Основа самостоятельной работы - изучение литературы по рекомендованным источникам и конспекту лекций, решение выданных преподавателем практики задач

### **5.3. Мультимедийные технологии обучения**

Некоторые из лекционных и практических занятий проводятся в виде презентаций в мультимедийной аудитории с использованием компьютерного проектора.

Студентам предоставляется компьютерный курс лекций, а также организуются мастер-классы, предполагающие демонстрацию приемов, технологий, методов обработки и анализа изображений исследуемых нанобразцов на конкретных задачах.

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

### **6.1. Примерные вопросы к зачету с оценкой по дисциплине**

1. Основные преимущества ВОСП;
2. Характеристики оптических потерь;
3. Дисперсия в ОВ;
4. Методы компенсации дисперсии в волокне;
5. Модуляционная неустойчивость;
6. Четырехволновое смешение;
7. Основные ограничения, связанные с солитонами в ОВ;
8. Нелинейные эффекты в волоконных световодах;
9. Светодиоды как источник излучения ВОСП;
10. Требования к фотоприемным устройствам ВОСП. Принцип действия светодиодов;
11. Особенности построения ВОСП;
12. Модуляция излучения источников;
13. Ретрансляторы ВОСП;
14. Структура и материалы для изготовления ОВ.

### **6.2. Вопросы рейтинг-контроля**

#### **Рейтинг-контроль №1**

1. Распространение световых лучей в оптических волокнах.
2. Законы геометрической оптики для оптоволокну, условие ПВО.
3. Конструкция оптоволокну.
4. Факторы шумов и искажений волоконно-оптической линии передачи.
5. Окна прозрачности для оптического волокну.
6. Межмодовая дисперсия в оптоволокну.
7. Поляризационная дисперсия в оптоволокну.
8. Хроматическая дисперсия в оптоволокну.
9. Методы компенсации дисперсии.

#### **Рейтинг-контроль №2**

1. Нелинейное преломление в оптоволокну.
2. Фазовая самоиндукция.

3. Вынужденное комбинационное рассеяние (Рамановское).
4. Вынужденное рассеяние Мандельштама-Бриллюэна.
5. Эффект Керра.
6. Обобщенная схема ВОПС.
7. Источники оптического излучения: ЛД, СИД, волоконные лазеры, объемные микролазеры

### **Рейтинг-контроль №3**

1. Обобщенная схема линейного тракта.
2. Расчет длины регенерационного участка одноволновых ВОСП.
3. Линейные коды ВОСП.
4. Полупроводниковые ретрансляторы.
5. Волоконно-оптические ретрансляторы.
6. Усилители на ВКР и ВРМБ.

### **6.3. Вопросы для контроля самостоятельной работы**

1. Спектр электромагнитных колебаний.
2. Оптические солитоны.
3. Полупроводниковые лазеры.
4. Полное внутреннее отражение света.
5. Математическое описание работы модулятора.
6. Основные характеристики прямой модуляции.
7. Электрооптическая модуляция.
8. Поверхностные, торцевые, суперлюминесцентные ФД.
9. ЛД с распределенной обратной связью (РОС-лазер).
10. ЛД с распределенным брэгговским отражением (РБО-лазер).
11. ЛД с поверхностным излучением и вертикальным резонатором.
12. Характеристики полупроводниковых материалов.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература:**

1. Системы электропитания волоконно-оптических систем передачи [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. М. Сажнев, Л. Г. Рогулина. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2016. — 69 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/69556.html>
2. Волоконно-оптические линии связи в компьютерных сетях и телекоммуникациях: методические указания к практическим и лабораторным занятиям/ Сеницын Ю.И.— Электрон. текстовые данные.— Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 142 с.
3. Цуканов В.Н., Волоконно-оптическая техника. Практическое руководство [Электронный ресурс] / Цуканов В.Н., Яковлев М.Я. - М. : Инфра-Инженерия, 2018. - 304 с. - ISBN 978-5-9729-0078-7 –  
Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972900787.html>

### **Дополнительная литература:**

1. Волоконно-оптическая техника / В.Н. Цуканов, М.Я. Яковлев. — М.: Инфра-Инженерия. — 2011. — 640 с. — ISBN 978-5-9729-0078-7
2. Нелинейные волновые уравнения в оптике / Корель И.И. — Новосибир.: НГПУ, 2010. — 40 с. — ISBN 978-5-7782-1334-0.
3. Волоконно-оптические системы передачи: практикум/ Фокин В.Г.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2011.— 58 с.

### **Интернет-ресурсы:**

1. Издания по основам лазерной техники // Режим доступа: <http://www.mt12navsegda.narod.ru/lstech.html>
2. Введение в технику современных волоконно-оптических сетей // Режим доступа: [http://www.network.xsp.ru/5\\_6.php](http://www.network.xsp.ru/5_6.php)

### **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Лекционные аудитории, оснащённые доской (для мела или маркера), экраном для проекционных систем, проектором и ноутбуком.

Аудитории для проведения практических занятий, оснащённые современными персональными компьютерами, объединёнными в локальную вычислительную сеть и укомплектованными необходимым системным и прикладным программным обеспечением.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 12.03.05 «Лазерная техника и лазерные технологии»

Рабочую программу составил старший преподаватель каф. ФиПМ Бутковский О.Я.  
(ФИО, подпись)

Рецензент

(представитель работодателя)

(место работы, должность, ФИО, подпись)

Кафедра физико-математических наук ФМТ ГИИТ "Радио"

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФиПМ

Протокол № 1 от 03.09.18 года

Заведующий кафедрой

С.М. Аракелян

(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления

12.03.05 «Лазерная техника и лазерные технологии»

Протокол № 1 от 03.09.18 года

Председатель комиссии

С.М. Аракелян

(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 \_\_\_\_\_