

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)



УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
оптики и спектроскопии  
(Овчинников О.В.)  
подпись, расшифровка подписи

24.06.2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.В.02 Волоконно-оптические системы связи

*Код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом*

**1. Код и наименование направления подготовки/специальности:**

03.04.03 Радиофизика

**2. Профиль подготовки/специализация:** все профили

**3. Квалификация выпускника:** Высшее образование(магистр)

**4. Форма обучения:** Очная

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** кафедра оптики и спектроскопии

**6. Составители программы:** Перепелица Алексей Сергеевич, кандидат физико-математических наук

*(ФИО, ученая степень, ученое звание)*

**7. Рекомендована:** НМС физического ф-та ВГУ протокол №6 от 23.06.2022

*(наименование рекомендующей структуры, дата, номер протокола,*

*отметки о продлении вносятся вручную)*

**8. Учебный год:** 2022/2023

**Семестр(ы):** 2

**9. Цели и задачи учебной дисциплины**

*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

- Дать фундаментальные основы волоконно- оптических систем связи.

-

*Задачи учебной дисциплины:*

- Сформировать современное представление об основных принципах построения и функционирования волоконно-оптических систем на основе нанофотонных материалов

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Курс Б1.В.02 “Волоконно-оптические системы связи” является дисциплиной вариативной части цикла Б1

**11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:**

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-1	Способен принимать участие в разработке и научных исследованиях систем связи и телекоммуникаций	ПК-1.1	Владеет фундаментальными знаниями в области систем связи и телекоммуникаций	<p>Знать: основные разделы физики необходимые для решения научно-инновационных задач, и применения результатов научных исследований в инновационной деятельности</p> <p>Уметь: решать научно-инновационные задачи, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности.</p> <p>Владеть: современными способами решения научно- инновационных задач, и уметь применять результаты научных исследований в инновационной деятельности</p>
		ПК-1.4	Планирует и проводит лабораторное или компьютерное экспериментальное исследование отдельных блоков систем связи, телекоммуникаций и радионавигации	<p>Знать: основные разделы физики необходимые для решения научно-инновационных задач, и применения результатов научных исследований в инновационной деятельности</p> <p>Уметь: решать научно-инновационные задачи, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности.</p> <p>Владеть: современными способами решения научно- инновационных задач, и уметь применять результаты научных исследований в инновационной деятельности</p>

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.**(в соответствии с учебным планом) — 2 / 72.

**Форма промежуточной аттестации**(зачет/экзамен) Зачет

### 13. Трудоемкость по видам учебной работы

		2 семестр	
		ч.	
Аудиторные занятия		36	
в том числе:	лекции	12	12
	практические		
	лабораторные	24	24
Самостоятельная работа		36	36
в том числе: курсовая работа (проект)			
Форма промежуточной аттестации		зачет	
Итого:		72	72

#### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
<b>1. Лекции</b>			
1.1	Волоконно-оптический кабель. Оптические разъемы, сростки и пассивные оптические устройства.	Введение. Виды волноводов. Теория распространения света в волоконном волноводе. числовая апертура. Моды. Типы волокон. Пассивные элементы ВОЛС и их параметры и принципы работы.	“Волоконно-оптические системы связи”
1.2	Источники света. Детекторы света.	Когерентные и некогерентные источники оптического излучения. Физические принципы работы и основные параметры светоизлучающих диодов и лазеров. Принципы фотодетектирования. Виды фотодетекторов.	“Волоконно-оптические системы связи”
1.3	Ухудшение передачи света. Активные оптические устройства.	Дисперсия в волноводах: виды дисперсии и основные параметры. Ввод излучения в волокно, сопряжение оптических волокон. Потери в волоконных волноводах и ВОЛС. Измерение параметров ВОЛС. Активные оптические устройства.	“Волоконно-оптические системы связи”
1.4	Мультиплексирование с разделением по длине волны, сети SONET .	Мультиплексирование с разделением по длине волны. Синхронные оптические сети SONET и синхронная цифровая иерархия SDH	“Волоконно-оптические системы связи”
1.5	Соединение оптических систем.	Соединение оптических систем. Наружная и внутренняя прокладка ВОЛС	“Волоконно-оптические системы связи”
1.6	Доступность и безотказность ВОЛС	Поиск неисправности сети	“Волоконно-оптические системы связи”
<b>2. Лабораторные занятия</b>			

3.1	Введение. Волоконно-оптический кабель. Оптические разъемы, сростки и пассивные оптические устройства.	Лабораторная работа №1. Знакомство с оптическими кабелями и измерительным оборудованием  Лабораторная работа №2. Исследование потерь, вносимых разъемными соединениями ВОЛС (адаптеры типов ST, FC, LC, SC)  Лабораторная работа №3. Исследование постоянных и переменных аттенюаторов для ВОЛС  Лабораторная работа №4. Исследование оптических разветвителей, различающихся по коэффициенту деления  Лабораторная работа №5. Изучение принципа работы WDM сплиттеров	“Волоконно-оптические системы связи”
3.2	Источники света. Детекторы света.	Лабораторная работа №6. Изучение энергетической характеристики лазерного диода  Лабораторная работа №7. Определение чувствительности фотодиода	“Волоконно-оптические системы связи”
3.3	Ухудшение передачи света. Активные оптические устройства.	Лабораторная работа №8. Измерение потерь в оптических волокнах при изгибах с различным радиусом	“Волоконно-оптические системы связи”
3.4	Соединение оптических систем. Наружная прокладка ВОЛС	Лабораторная работа №9. Исследование волоконно-оптических линий связи в «мертвой зоне» методом обратного рассеяния  Лабораторная работа №10. Исследование затухания в волоконно-оптических линиях связи с разъемным соединением в середине  Лабораторная работа №12. Исследование затухания в волоконно-оптических линиях вызванных изгибом	“Волоконно-оптические системы связи”
3.5	Поиск неисправности сети	Лабораторная работа №11. Исследование затухания в волоконно-оптических линиях связи с обрывом	“Волоконно-оптические системы связи”

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
	Введение. Волоконно-оптический кабель. Оптические разъемы, сростки и пассивные оптические устройства	3		8	4	15
	Источники света. Детекторы света.	3		4	6	13
	Ухудшение передачи света. Активные оптические устройства.	2		4	6	12
	Мультиплексирование с разделением по длине волны, сети SONET .	1			8	9
	Соединение оптических систем.	2		4	6	12
	Доступность и безотказность ВОЛС	1		4	6	11
	Итого:	12		24	36	72

#### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

- изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств научной информации;
- подготовка к лабораторным занятиям, оформление отчетов.

Данная программа реализуется с учетом следующих принципов: современной научной целесообразности, нелинейности, учебной и исследовательской автономии студентов.

#### 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Скляров О. Волоконно-оптические сети и системы связи. – Litres, 2017.
2	Гончаренко А., Карпенко В., Гончаренко И. Основы теории оптических волноводов. – Litres, 2017
3	Соколов С. Волоконно-оптические линии связи и их защита от внешних влияний. – Litres, 2019

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Волоконно-оптические системы передачи : учеб. для вузов / М.М. Бутусов [и др.] - М. : Радио и связь, 1992. – 416 с
2	Р. Фриман. Волоконно-оптические системы связи : Перевод с англ. / Под ред. Н. Н. Слепова - М.: Техносфера, 2003 г. , 590 стр.
3	Скляров, О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи / О.К. Скляров .— Москва : СОЛОН- ПРЕСС, 2009 .— 266 с. — (Библиотека инженера) .— ISBN 5-98003-147-2 .— <URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=117684">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=117684</a> >.
4	Пихтин А.Н. Оптическая и квантовая электроника : учеб. для вузов / А.Н. Пихтин. – М. : Высшая школа, 2001. – 314 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)\*:

№ п/п	Ресурс
1.	Поисковая система e-library.ru
2.	Поисковая система google.ru
3.	Электронная библиотека Попечительского совета механико-математического факультета МГУ lib.mexmat.ru
	Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Библиотека <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
	Электронный каталог ЗНБ ВГУ <a href="https://www.lib.vsu.ru/">https://www.lib.vsu.ru/</a>

**16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы** (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных), курсовых работ и др.)

№ п/п	Источник
1	<b>Р. Фриман.</b> Волоконно-оптические системы связи : Перевод с англ. / Под ред. Н. Н. Слепова - М.: Техносфера, 2003 г. , 590 стр
2	<b>Скляров, О.К.</b> Волоконно-оптические сети и системы связи / О.К. Скляров .— Москва : СОЛОН- ПРЕСС, 2009 .— 266 с. — (Библиотека инженера) .— ISBN 5-98003-147-2 .— <URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=117684">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=117684</a> >.

**17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):**

Онлайн курс «Волоконно-оптические системы связи»

---

**18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:** Лекционная аудитория, учебная лаборатория "Волоконной оптики и оптоэлектроники". Учебно-лабораторный комплекс «Волоконно-оптическая линия связи» (Модель ЭЛБ-170.023.02), маркерная доска, компьютер, проектор, экран, учебная и методическая литература.

**19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций**

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Введение. Волоконно-оптический кабель. Оптические разъемы, сростки и пассивные оптические устройства.	ПК-1	ПК-1.1, ПК-1.4	Лабораторная работа №1. Знакомство с оптическими кабелями и измерительным оборудованием  Лабораторная работа №2. Исследование потерь, вносимых разъемными соединениями ВОЛС  Лабораторная работа №3. Исследование постоянных и переменных аттенуаторов для ВОЛС  Лабораторная работа №4. Исследование оптических разветвителей различающихся по коэффициенту деления  Лабораторная работа №5. Изучение принципа работы WDM сплиттеров
2.	Источники света. Детекторы света.	ПК-1	ПК-1.1, ПК-1.4	Лабораторная работа №6. Изучение энергетической характеристики лазерного диода  Лабораторная работа №7. Определение чувствительности фотодиода
3.	Ухудшение передачи света. Активные оптические устройства.	ПК-1	ПК-1.1, ПК-1.4	Лабораторная работа №8. Измерение потерь в оптических волокнах при изгибах с различным радиусом
Промежуточная аттестация форма контроля - зачет				КИМ

## 20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания и критерии их оценивания

### 20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Лабораторные работы, Тестовые задания

Перечень лабораторных работ:

Лабораторная работа №1. Знакомство с оптическими кабелями и измерительным оборудованием

Лабораторная работа №2. Исследование потерь, вносимых разъемными соединениями ВОЛС

Лабораторная работа №3. Исследование постоянных и переменных аттенуаторов для ВОЛС

Лабораторная работа №4. Исследование оптических разветвителей различающихся по коэффициенту деления

Лабораторная работа №5. Изучение принципа работы WDM сплиттеров

Лабораторная работа №6. Изучение энергетической характеристики лазерного диода

Лабораторная работа №7. Определение чувствительности фотодиода

Лабораторная работа №8. Измерение потерь в оптических волокнах при изгибах с различным радиусом

Описание технологии проведения

Отчет по лабораторной работе включает в себя представление экспериментальных результатов и ответы на теоретические вопросы по теме работы.

Требования к выполнению заданий (или шкалы и критерии оценивания)

Отчет по лабораторной работе должен включать в себя указание названия и цели работы, оформленные в соответствии с требованиями экспериментальные результаты и сделанные на их основе выводы. Ответы на теоретические вопросы по теме работы должны быть полными и аргументированными.

Описание технологии проведения

Требования к выполнению заданий (или шкалы и критерии оценивания)

## **20.2 Промежуточная аттестация**

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Тестовые задания. Собеседование по зачетным вопросам

---

*Перечень заданий, тем рефератов, тем презентаций, курсовых, докладов, требования к представлению портфолио, вопросов к экзамену (зачету) и порядок формирования КИМ*

Перечень вопросов к зачету:

1. Виды волоконно-оптических кабелей. Оптические разъемы, сростки и пассивные оптические элементы.
2. Активные оптические устройства Ухудшение передачи света.
3. Источники и детекторы света в волоконной фотонике и их характеристики.
4. Мультиплексирование с разделением по длине волны.
5. Синхронные оптические сети SONET
6. Соединение волоконно-оптических систем.
7. Доступность и безотказность ВОЛС.
8. Гибридные системы, с медными жилами и оптоволокном.
9. Внутриобъектная кабельная прокладка с использованием волоконной оптики.

Поиск неисправности сети.



## Описание технологии проведения

## Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания

### **ЗАЧЕТ:**

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<i>Посещение лекционных и лабораторных занятий. Правильно выполненные задания лабораторных работ. Ответ на вопрос контрольно-измерительного материала во время зачета. Ответы на дополнительные вопросы. Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами дисциплины, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач.</i>	<i>Повышенный базовый и пороговый уровни</i>	зачтено
<i>Пропуски занятий без уважительных причин. Неправильно выполненные лабораторные работы. Неумение давать ответы по основным вопросам дисциплины. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки.</i>	—	не зачтено