



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)**

«СОГЛАСОВАНО»<sup>1</sup>  
Руководитель ОП

Кульчин Ю.Н.  
(подпись) (Ф.И.О. рук. ОП)  
« 31 » августа 2021г.

«УТВЕРЖДАЮ»  
Заведующий Базовой кафедрой  
«Фотоника и цифровые лазерные технологии»  
(название кафедры)

Кульчин Ю.Н.  
(подпись) (Ф.И.О. зав. каф.)  
« 31 » августа 2021г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Волоконно-оптические приборы и системы связи

**Направление подготовки 12.04.01 Приборостроение**

Магистерская программа «Цифровые лазерные технологии, оптоволоконные сети»

**Форма подготовки очная**

курс 1 семестр 2  
лекции 18 час.  
практические занятия 36 час.  
лабораторные работы - час.  
в том числе с использованием МАО лек.        /пр. 18 /лаб.        час.  
всего часов аудиторной нагрузки 54 час.  
в том числе с использованием МАО 18 час.  
самостоятельная работа 18 час.  
в том числе на подготовку к экзамену        час.  
контрольные работы (количество)  
курсовая работа / курсовой проект - семестр  
зачет 2 семестр  
экзамен        семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 22 сентября 2017 г № 957/ образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утвержденного приказом ректора от        №       

Рабочая программа обсуждена на заседании Базовой кафедры Фотоники и цифровых лазерных технологий ПИ ДВФУ протокол № 12 от « 31 » августа 2021 г.

Заведующий кафедрой академик РАН Кульчин Ю.Н.  
Составитель (ли) : д.ф.-м.н. Каменев О.Т.

<sup>1</sup> кроме РПД общеуниверситетских дисциплин

**Оборотная сторона титульного листа РПД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Ю.Н. Кульчин  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Ю.Н. Кульчин  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## **Аннотация к рабочей программе дисциплины «Волоконно-оптические приборы и системы связи»**

Дисциплина разработана для студентов, обучающихся по направлению подготовки 12.04.01 «Приборостроение», магистерская программа «Цифровые лазерные технологии, оптоволоконные сети», в соответствии с требованиями ФГОС ВО 3++, входит в Блок 1 Дисциплины (модули) учебного плана, в часть ОПОП, формируемую участниками образовательных отношений, и является дисциплиной по выбору (Б1.В.ДВ.01.01).

Для освоения данного материала студенты должны знать общую физику, прикладную оптику, и высшую математику.

В дисциплине «Волоконно-оптические приборы и системы связи» изучают принципы организации и построения волоконно-оптических систем передачи информации.

**Цель курса:** изучение важнейших физических процессов, явлений и закономерностей, определяющих работу волоконно-оптических систем передачи информации, их основные элементы, основные параметры и характеристики, области применения.

**Задачи дисциплины:**

- получение представлений о составе и структуре волоконно-оптических систем передачи информации;
- формирование знаний о важнейших физических процессах, явлениях и закономерностях, определяющих работу компонентов волоконно-оптических систем передачи информации;
- формирование навыков элементарного расчета основных параметров волоконно-оптической линии связи;

Для успешного изучения дисциплины «Волоконно-оптические приборы и системы связи» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на

основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий (УК-1);

- способен определить и реализовать приоритеты собственной деятельности и способы её совершенствования на основе самооценки (УК-6).

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции:

Задача профессиональной деятельности	Объекты или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Основание (ПС, анализ иных требований, предъявляемых к выпускникам)
<b>Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский</b>				
Научные исследования в области оптического приборостроения, оптических материалов и технологий Научные исследования в области приборостроения, конструкционных материалов и технологий	физические явления преобразования энергии и информации, волновые поля (геометрический и интерференционный подход), дифракционные, поляризационные и другие, включая корпускулярные, эффекты; электронно-механические, магнитные, электромагнитные, оптические, теплофизические, акустические, акустооптические, радиационные и другие методы контроля и измерений;	ПК-3 - способность провести экспериментальные исследования, измерения по заданным методикам с выбором технических средств и обработкой результатов	ПК-3.1. – знает методы и средства планирования и организации исследований и разработок, методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации.  ПК-3.2. - умеет грамотно проводить измерения различных параметров лазерного излучения.	29.004 Специалист в области проектирования и сопровождения производства опtotехники, оптических и оптоэлектронных приборов и комплексов Анализ опыта
		ПК-5 - способность к наладке, настройке, юстировке и опытной проверке приборов и систем	ПК-5.1.- знает принципы работы и устройство физических установок, характеристики приборов, используемых в современном физическом эксперименте.  ПК-5.2.- умеет проводить наладку,	

		настройку, юстировку и опытную проверку приборов и систем.	
	ПК-6 - способность к анализу эффективности функционирования приборов и систем	ПК-6.1 – умеет анализировать и определять параметры эффективности функционирования приборов и систем.	

Код индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)	
	ПК-3.1	знает
умеет		использовать приобретенные знания при анализе поставленной задачи исследований в области волоконной оптики
владеет		методами анализа поставленной задачи исследований в области волоконной оптики
ПК-3.2	знает	основные характеристики измерительных приборов и технических средств, используемых для экспериментальных исследований в области волоконной оптики
	умеет	проводить измерения параметров основных оптических эффектов по заданной методике, рассчитывать параметры волоконно-оптических приборов и систем
	владеет	методиками измерения и обработки экспериментальных данных в области волоконной оптики
ПК-5.1	знает	методы юстировки волоконно-оптических приборов и систем
	умеет	юстировать волоконно-оптические приборы и системы
	владеет	навыками работы с юстировкой волоконно-оптических приборов и систем
ПК-5.2	знает	методы настройки волоконно-оптических приборов и систем
	умеет	настраивать волоконно-оптические прибо-

		ры и системы
	владеет	навыками работы с настройкой волоконно-оптических приборов и систем
ПК-6.1	знает	методы анализа эффективности функционирования волоконно-оптических приборов и систем
	умеет	использовать методы анализа эффективности функционирования волоконно-оптических приборов и систем
	владеет	навыками использования методов анализа эффективности функционирования волоконно-оптических приборов и систем

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине могут являться:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
ПЗ	Практические занятия
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 72 часов (2 зачётные единицы) для Блока 1. Учебным планом предусмотрено следующее количество часов: лекционные занятия (18 часов), практические занятия (36 часов) и самостоятельная работа студента (18 часов). Дисциплина реализуется на 1 курсе магистратуры во 2 семестре. Формы промежуточной аттестации – зачет.

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося						Формы промежуточной аттестации, текущего контроля успеваемости
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР	Контроль	
1	Волоконно-оптические приборы и системы связи	1	18	0	36	0	18	0	зачет

	Итого:		18	0	36	0	18	0	72
--	--------	--	----	---	----	---	----	---	----

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Волоконно-оптические приборы и системы связи» применяются следующие методы активного обучения: проблемное обучение, консультирование и рейтинговый метод.

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

*Содержание теоретической части курса разбивается на разделы, темы.*

### **Раздел I. Основы волоконной оптики (\_7/\_ час.)**

**Тема 1.** Потери энергии в волоконных световодах. Энергетический потенциал источника. Ретрансляторы (\_1/\_ час.)

Физические причины возникновения потерь мощности в волоконном световоде. Окна прозрачности. Расчет потерь. Энергетический потенциал источника излучения. Расчет длины ВОЛС по потерям. Ретрансляторы

**Тема 2.** Межмодовая дисперсия. Градиентные волоконные световоды. (\_1/\_ час.)

Дисперсия в волоконных световодах. Полоса пропускания. Скорость передачи информации. Дисперсия в многомодовых ступенчатых волоконных световодах. Градиентные волоконные световоды. Дисперсия в многомодовых градиентных волоконных световодах.

**Тема 3.** Дисперсия в одномодовых волоконных световодах (\_1/\_ час.)

Физические предпосылки возникновения дисперсии в одномодовых волоконных световодах. Волновой пакет. Групповая и фазовая скорость. Материальная дисперсия. Волноводная дисперсия.

**Тема 4.** Типы волоконных световодов и их основные характеристики  
(\_2/ \_\_ час.)

Стандартизация параметров волоконных световодов. Одномодовые световоды. Многомодовые световоды. Световоды со смещенной нулевой дисперсией. Основные тенденции дальнейшего развития волоконной оптики.

**Тема 5.** Оптические кабели (\_2/ \_\_ час.)

Общее устройство оптического кабеля. Основные характеристики оптических кабелей. Классификация оптических кабелей. Особенности конструкции кабелей различного назначения. Способы прокладки оптических кабелей.

**Раздел II. Принципы организации и построения волоконно-оптических систем передачи информации. (\_11/ \_\_ час.)**

**Тема 1.** Принципы построения волоконно-оптических линий связи (ВОЛС) (\_2/ \_\_ час.)

Организация волоконно-оптической линии связи. Общие принципы построения волоконно-оптических сетей. Примеры реализации волоконно-оптических сетей.

**Тема 2.** Пассивные компоненты ВОЛС (\_2/ \_\_ час.)

Разъемные соединители. Неразъемное соединение световодов. Оптические разветвители. Оптические изоляторы.

**Тема 3.** Активные компоненты ВОЛС.. (\_2/ \_\_ час.)

Источники излучения. Приемники излучения. Ретрансляторы. Оптические усилители. Мультиплексоры.

**Тема 4.** Системы WDM и DWDM. (\_1/ \_\_ час.)

Общие принципы спектрального разделения информационных каналов. Требования к аппаратуре. Системы WDM. Системы DWDM.



**Тема 5.** Проектирование волоконно-оптических линий связи (ВОЛС).  
(\_2/\_ час.)

Расчет основных параметров волоконно-оптической линии связи. Выбор оптического волокна. Расчет параметров оптического кабеля.

**Тема 6.** Основы технической эксплуатации ВОЛС (\_2/\_ час.)

Требования, предъявляемые к аппаратуре ВОЛС. Основные этапы технической эксплуатации ВОЛС.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

*Структура и содержание практической части курса включает в себя тематику и содержание практических занятий, семинаров, лабораторных работ.*

### **Практические занятия (\_36/\_ час.)**

#### **Занятие 1. Потери излучения в кварце (\_6/\_ час.)**

1. Коэффициент поглощения. Реллеевское рассеяние. Примесное поглощение.
2. Зависимость коэффициента поглощения от длины волны в кварце. «Окна» прозрачности.
3. Методы измерения потерь в компонентах систем оптической связи.

Задание 1: определить коэффициент поглощения пассивного компонента волоконно-оптических систем связи.

#### **Занятие 2. Дисперсия в волоконных световодах (\_6/\_ час.)**

1. Дисперсия в многомодовых волоконных световодах.
2. Дисперсия в одномодовых волоконных световодах.
3. Методы измерения дисперсии.

Задание 2: рассчитать дисперсию в волоконно-оптической линии передачи информации.

**Занятие 3. Волоконно-оптические кабели и их характеристики**  
(\_6/\_ час.)

1. Типы волоконных световодов.
2. Основные характеристики волоконных световодов.
3. Обобщенная структура волоконно-оптического кабеля.
4. Классификация волоконно-оптических кабелей.

Задание 3: определить тип волоконного световода.

**Занятие 4. Пассивные компоненты волоконно-оптических линий связи (ВОЛС) (\_6/\_ час.)**

1. Разветвители.
2. Изоляторы.
3. Атенюаторы.

Задание 4: Определить основные параметры пассивного компонента ВОЛС.

**Занятие 5. Активные компоненты волоконно-оптических линий связи (ВОЛС). (6/\_ час.)**

1. Передающий волоконно-оптический модуль.
2. Приемный волоконно-оптический модуль.

Задание 5: Измерить мощность передающего волоконно-оптического модуля.

**Занятие 6. Расчет простейшей волоконно-оптической линии связи. (\_6/\_ час.)**

1. Энергетические характеристики ВОЛС.
2. Скорость передачи информации в ВОЛС.

Задание 6: Рассчитать максимальную длину и максимальную скорость волоконно-оптической линии связи по заданным параметрам.

**III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Волоконно-оптические приборы и системы связи» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

#### **IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА**

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

#### **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

##### **Основная литература**

1. Современная оптика и фотоника нано- и микросистем / Ю. Н. Кульчин. – М. : Физматлит, 2016. – 435 с. (10 экз.)

<https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:825800&theme=FEFU>

2. Физические основы волоконной оптики: Учебное пособие / А.В. Стрекалов, Н.А. Тенякова. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра, 2013. - 106 с.

<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=Znanium:Znanium-309267&theme=FEFU>

3. Енгибарян, И. А. Волоконно-оптические линии связи : учебное пособие / И. А. Енгибарян, В. В. Зуев. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 160 с. — ISBN 978-5-4497-1707-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL:

<https://www.iprbookshop.ru/122221.html>

##### **Дополнительная литература**

1. Фокин, В. Г. Волоконно-оптические системы передачи : учебное пособие для магистратуры / В. Г. Фокин. — Новосибирск : Сибирский государ-

ственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. — 382 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/74665.html>

2. Физические основы волоконной оптики: Учебное пособие / А.В. Стрекалов, Н.А. Тенякова. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра, 2013. - 106 с. <https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=Znanium:Znanium-309267&theme=FEFU>

3. Воробьев, Л.В. Системы и сети передачи информации : учебное пособие для вузов / Л. В. Воробьев, А. В. Давыдов, Л. П. Щербина.- Москва: Академия, 2009.- 329 с..

<https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:290911&theme=FEFU>

4. Скляр, О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи [Электронный ресурс] : учебное пособие. – Электрон. дан. – СПб. : Лань, 2010. – 266 с. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=682](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=682)

## **Нормативно-правовые материалы<sup>2</sup>**

### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. Никоноров Н.В., Сидоров А.И. Материалы и технологии волоконной оптики: оптическое волокно для систем передачи информации: Учебное пособие. - СПб.: СПбГУ ИТМО, 2009. - 95 с. <http://window.edu.ru/resource/393/67393>

2. Гуртов В.А. Оптоэлектроника и волоконная оптика: Учебное пособие. - Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2005. - 239 с. <http://window.edu.ru/resource/066/65066>

3. Нойкин Ю.М. Электронные компоненты систем оптической связи. Полупроводниковые лазеры и светоизлучающие диоды. Передающие оптоэлектронные модули: Методические указания по дисциплине "Физические основы оптической связи". Часть IV. - Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2006. - 33 с. <http://window.edu.ru/resource/373/70373>

### **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

---

При освоении данной дисциплины основную роль играют аудиторные занятия в виде лекций и самостоятельная работа студентов, заключающаяся в выполнении домашнего задания и изучении прослушанного материала. Для того чтобы осветить современное состояние волоконной оптики в программе предусмотрено широкое использование современных научных работ и публикаций по данной теме и посещение лабораторий ИАПУ ДВО РАН. Рекомендуется посещение студентами научных семинаров и конференций ДВФУ и ИАПУ ДВО РАН, а также в других университетах и институтах.

**Рекомендованная литература для подготовки к лекциям и самостоятельной работы студентов по разделам**

**Раздел I. Основы волоконной оптики**

1. Физические основы волоконной оптики: Учебное пособие / А.В. Стрекалов, Н.А. Тенякова. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 106 с.
2. Никоноров Н.В., Сидоров А.И. Материалы и технологии волоконной оптики: оптическое волокно для систем передачи информации: Учебное пособие. - СПб.: СПбГУ ИТМО, 2009. - 95 с.
3. Гуртов В.А. Оптоэлектроника и волоконная оптика: Учебное пособие. - Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2005. - 239 с.

**Раздел II. Принципы организации и построения волоконно-оптических систем передачи информации**

1. Скляр, О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи [Электронный ресурс] : учебное пособие. – Электрон. дан. – СПб. : Лань, 2010. – 266 с.
2. Семенов, А.Б. Волоконно-оптические подсистемы современных СКС [Электронный ресурс] : . – Электрон. дан. – М. : ДМК Пресс, 2009. – 632 с.

3. Распределенные волоконно-оптические датчики и измерительные сети / Ю. Н. Кульчин . – Владивосток : Дальнаука, 1999. – 283 с.

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

Учебная дисциплина обеспечена учебно-методической документацией и материалами. Ее содержание представлено в локальной сети кафедры и находится в режиме свободного доступа для студентов. Доступ студентов для самостоятельной подготовки осуществляется через компьютеры дисплейного класса (в стандартной комплектации).



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

---

**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине «Волоконно-оптические приборы и системы связи»**

**Направление подготовки 12.04.01 Приборостроение**

**Магистерская программа «Цифровые лазерные технологии, оптоволоконные  
сети»**

**Форма подготовки очная**

**Владивосток**

**2022**

## 1. План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	10.02-22.02	Раздел 1. Подготовка к практическому занятию 1. Задание 1	2	УО-1, ПР-2
2	23.02-05.03	Раздел 1. Подготовка к практическому занятию 2. Задание 2	2	УО-1, ПР-2
3	06.03-18.03	Раздел 1. Подготовка к практическому занятию 3. Задание 3	2	УО-1, ПР-2
4	19.03-03.04	Раздел 2. Подготовка к практическому занятию 4. Задание 4	2	УО-1, ПР-2
5	04.04-29.04	Раздел 2. Подготовка к практическому занятию 5. Задание 5	2	УО-1
6	30.04-22.05	Раздел 2. Подготовка к практическому занятию 6. Задание 6	2	УО-1
7	23.05-01.06	Подготовка к зачету	6	Зачет
		<b>Всего</b>	<b>18</b>	

УО-1 – собеседование, ПР-2 – контрольная работа (см. Положение о фондах оценочных средств образовательных программ высшего образования – программ бакалавриата, специалитета, магистратуры ДВФУ №12-13-850 от 12.05.2015)

### Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Самостоятельная работа студентов состоит из подготовки к практическим занятиям, работы над рекомендованной литературой и лекционным материалам по выполненным конспектам, выполнения заданий преподавателя.

## 2. Методические указания к самостоятельной работе студентов

№ задания	Тема задания	Содержание задания
Раздел 1. Задание 1	Определить коэффициент поглощения пассивного компо-	Ознакомиться с литературой: Физические основы волоконной оптики: Учебное пособие / А.В. Стрекалов, Н.А. Тенякова. -



	нента волоконно-оптических систем связи.	М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 106 с.
<b>Раздел 1.</b> Задание 2	Рассчитать дисперсию в волоконно-оптической линии передачи информации.	Ознакомиться с литературой: Ознакомиться с литературой: Гуртов В.А. Оптоэлектроника и волоконная оптика: Учебное пособие. - Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2005. - 239 с.
<b>Раздел 1.</b> Задание 3	определить тип волоконного световода	Ознакомиться с литературой: Никоноров Н.В., Сидоров А.И. Материалы и технологии волоконной оптики: оптическое волокно для систем передачи информации: Учебное пособие. - СПб.: СПбГУ ИТМО, 2009. - 95 с.
<b>Раздел 2.</b> Задание 4	Определить основные параметры пассивного компонента ВОЛС.	Ознакомиться с литературой: Скляр, О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи [Электронный ресурс] : учебное пособие. – Электрон. дан. – СПб. : Лань, 2010. – 266 с.
<b>Раздел 3.</b> Задание 5	Измерить мощность передающего волоконно-оптического модуля.	Ознакомиться с литературой: Семенов, А.Б. Волоконно-оптические подсистемы современных СКС [Электронный ресурс] : . – Электрон. дан. – М. : ДМК Пресс, 2009. – 632 с.
<b>Раздел 2.</b> Задание 6	Рассчитать максимальную длину и максимальную скорость волоконно-оптической линии связи по заданным параметрам.	Ознакомиться с литературой: Скляр, О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи [Электронный ресурс] : учебное пособие. – Электрон. дан. – СПб. : Лань, 2010. – 266 с. Семенов, А.Б. Волоконно-оптические подсистемы современных СКС [Электронный ресурс] : . – Электрон. дан. – М. : ДМК Пресс, 2009. – 632 с.

--	--	--

### **3. Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы**

Контроль выполнения работы по подготовке к практическим занятиям осуществляется на практических занятиях в форме собеседования и контрольной работы. Ответы на задания контрольной работы оформляются на листе бумаги с указанием ФИО и номера группы студента. Вопросы контрольных работ представлены в приложении 2.

### **4. Критерии оценки выполнения самостоятельной работы**

Критерии оценивания контрольной работы:

ответ на 100% вопросов без ошибок – «отлично»;

ответ на 75% вопросов без ошибок – «хорошо»;

ответ на 100 % вопросов с одной ошибкой – «хорошо»;

ответ на 50% вопросов без ошибок – «удовлетворительно»;

ответ на 75% вопросов с двумя и более ошибками – «удовлетворительно»;

ответ на 50% вопросов с ошибками – «неудовлетворительно»

ответ на менее чем 50% вопросов – «неудовлетворительно»

При получении оценки «неудовлетворительно» считается, что студент не прошел текущий контроль. В этом случае проводится повторный контроль на консультации.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

---

**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
по дисциплине «Волоконно-оптические приборы и системы связи»  
**Направление подготовки 12.04.01 Приборостроение**  
Магистерская программа «Цифровые лазерные технологии, оптоволоконные  
сети»  
**Форма подготовки очная**

**Владивосток**  
**2022**

## Паспорт ФОС

*Заполняется в соответствии с Положением о фондах оценочных средств образовательных программ высшего образования – программ бакалавриата, специалитета, магистратуры ДВФУ, утвержденным приказом ректора от 12.05.2015 №12-13-850.*

Для успешного изучения дисциплины «Волоконно-оптические приборы и системы связи» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий (УК-1);
- способен определить и реализовать приоритеты собственной деятельности и способы её совершенствования на основе самооценки (УК-6).

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции:

Задача профессиональной деятельности	Объекты или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Основание (ПС, анализ иных требований, предъявляемых к выпускникам)
<b>Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский</b>				
Научные исследования в области оптического приборостроения, оптических материалов и технологий Научные исследования в области приборостроения, конструктивных материалов и технологий	физические явления преобразования энергии и информации, волновые поля (геометрический и интерференционный подход), дифракционные, поляризационные и другие, включая корпускулярные, эффекты; электронно-механические, магнитные, элект-	ПК-3 - способность провести экспериментальные исследования, измерения по заданным методикам с выбором технических средств и обработкой результатов	ПК-3.1. – знает методы и средства планирования и организации исследований и разработок, методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации.  ПК-3.2. - умеет грамотно проводить измерения различных параметров лазерного	29.004 Специалист в области проектирования и сопровождения производства опtotехники, оптических и оптоэлектронных приборов и комплексов Анализ опыта

	тромагнитные, оптические, теплофизические, акустические, акустооптические, радиационные и другие методы контроля и измерений;		излучения.	
		ПК-5 - способность к наладке, настройке, юстировке и опытной проверке приборов и систем	ПК-5.1.- знает принципы работы и устройство физических установок, характеристики приборов, используемых в современном физическом эксперименте. ПК-5.2.- умеет проводить наладку, настройку, юстировку и опытную проверку приборов и систем.	
		ПК-6 - способность к анализу эффективности функционирования приборов и систем	ПК-6.1 – умеет анализировать и определять параметры эффективности функционирования приборов и систем.	

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Потери энергии в волоконных световодах. Энергетический потенциал источника. Ретрансляторы	<b>ПК-3</b> <b>ПК-5</b> <b>ПК-6</b>	знает	УО-1	
			умеет	ПР-2	
			владеет	ПР-2	<i>Вопросы Раздел 1</i>
2	Межмодовая дисперсия. Градиентные волокон-	<b>ПК-3</b> <b>ПК-5</b> <b>ПК-6</b>	знает	УО-1	
			умеет	ПР-2	
			владеет	ПР-2	<i>Вопросы Раздел 1</i>

	ные световоды.				
3	Дисперсия в одномодовых волоконных световодах	<b>ПК-3</b> <b>ПК-5</b> <b>ПК-6</b>	знает	УО-1	
			умеет	УО-1	
			владеет	УО-1	<i>Вопросы Раздел 1</i>
4	Типы волоконных световодов и их основные характеристики	<b>ПК-3</b> <b>ПК-5</b> <b>ПК-6</b>	знает	УО-1	
			умеет	ПР-2	
			владеет	ПР-2	<i>Вопросы Раздел 1</i>
5	Оптические кабели	<b>ПК-3</b> <b>ПК-5</b> <b>ПК-6</b>	знает	УО-1	
			умеет	УО-1	
			владеет	УО-1	<i>Вопросы Раздел 1</i>
6	Принципы построения волоконно-оптических линий связи	<b>ПК-3</b> <b>ПК-5</b> <b>ПК-6</b>	знает	УО-1	
			умеет	УО-1	
			владеет	УО-1	<i>Вопросы Раздел 2</i>
7	Пассивные компоненты ВОЛС	<b>ПК-3</b> <b>ПК-5</b> <b>ПК-6</b>	знает	УО-1	
			умеет	ПР-2	
			владеет	ПР-2	<i>Вопросы Раздел 2</i>
8	Активные компоненты ВОЛС	<b>ПК-3</b> <b>ПК-5</b> <b>ПК-6</b>	знает	УО-1	
			умеет	УО-1	
			владеет	УО-1	<i>Вопросы Разделы 2</i>
9	Системы WDM и DWDM.	<b>ПК-3</b> <b>ПК-5</b> <b>ПК-6</b>	знает	УО-1	
			умеет	УО-1	
			владеет	УО-1	<i>Вопросы Разделы 2</i>
10	Проектирование волоконно-оптических линий связи	<b>ПК-3</b> <b>ПК-5</b> <b>ПК-6</b>	знает	УО-1	
			умеет	УО-1	
			владеет	УО-1	<i>Вопросы Разделы 2</i>
11	Основы технической эксплуатации ВОЛС	<b>ПК-3</b> <b>ПК-5</b> <b>ПК-6</b>	знает	УО-1	
			умеет	УО-1	
			владеет	УО-1	<i>Вопросы Разделы 2</i>

УО-1 – собеседование; ПР-2–контрольная работа (см. Положение о фондах оценочных средств образовательных программ высшего образования – программ бакалавриата, специалитета, магистратуры ДВФУ №12-13-850 от 12.05.2015)

## Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
<b>ПК-3.1</b>	знает (пороговый уровень)	основные физические процессы, используемые для экспериментальных исследований в области волоконной оптики	знание основных физических процессов, используемых для экспериментальных исследований в области волоконной оптики	способность сформулировать и описать основные физические процессы, используемые для экспериментальных исследований в области волоконной оптики
	умеет (продвинутый)	использовать приобретенные знания при анализе поставленной задачи исследований в области волоконной оптики	умение использовать приобретенные знания при анализе поставленной задачи исследований в области лазерных технологий	способность делать анализ поставленной задачи исследований в области лазерных технологий
	владеет (высокий)	методами анализа поставленной задачи исследований в области волоконной оптики	владение методами анализа поставленной задачи исследований в области лазерных технологий	способность выполнить задания предусмотренные курсом в установленные сроки в строгом соответствии с предъявляемыми требованиями; способность объяснить и эффективно представить результаты освоения курса
<b>ПК-3.2</b>	знает (пороговый уровень)	основные характеристики измерительных приборов и технических средств, используемых для экспериментальных исследований в	знание основных характеристик измерительных приборов и технических средств, используемых для экспериментальных исследований в области воло-	способность сформулировать и описать основные методы экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем,

		области волоконной оптики	конной оптики	устройств волоконной оптики
	умеет (продвинутый)	проводить измерения параметров основных оптических эффектов по заданной методике, рассчитывать параметры волоконно-оптических приборов и систем	умение проводить измерения параметров основных оптических эффектов по заданной методике, рассчитывать параметры волоконно-оптических приборов и систем	способность проводить измерения параметров основных оптических эффектов по заданной методике, рассчитывать параметры волоконно-оптических приборов и систем
	владеет (высокий)	методиками измерения и обработки экспериментальных данных в области волоконной оптики	владение методиками измерения и обработки экспериментальных данных в области волоконной оптики	способность выполнить задания предусмотренные курсом в установленные сроки в строгом соответствии с предъявляемыми требованиями; способность объяснить и эффективно представить результаты освоения курса
<b>ПК-5.1</b>	знает (пороговый уровень)	методы юстировки волоконно-оптических приборов и систем	знание основных методов юстировки волоконно-оптических приборов и систем	способность сформулировать и описать основные методы юстировки волоконно-оптических приборов и систем
	умеет (продвинутый)	юстировать волоконно-оптические приборы и системы	умение юстировать волоконно-оптические приборы и системы по заданной методике	способность юстировать волоконно-оптические приборы и системы по заданной методике.
	владеет (высокий)	навыками работы с юстировкой воло-	владение методиками юстировки волоконно-оптических	способность выполнить задания предусмотренные курсом в



		конно-оптических приборов и систем	приборов и систем	установленные сроки в строгом соответствии с предъявляемыми требованиями; способность объяснить и эффективно представить результаты освоения курса
<b>ПК-5.2</b>	знает (пороговый уровень)	методы настройки волоконно-оптических приборов и систем	знание основных методов настройки волоконно-оптических приборов и систем	способность сформулировать и описать основные методы настройки волоконно-оптических приборов и систем
	умеет (продвинутый)	настраивать волоконно-оптические приборы и системы	умение настраивать волоконно-оптические приборы и системы по заданной методике	способность настраивать волоконно-оптические приборы и системы по заданной методике.
	владеет (высокий)	навыками работы с настройкой волоконно-оптических приборов и систем	владение методами настройки волоконно-оптических приборов и систем	способность выполнить задания предусмотренные курсом в установленные сроки в строгом соответствии с предъявляемыми требованиями; способность объяснить и эффективно представить результаты освоения курса
<b>ПК-6.1</b>	знает (пороговый уровень)	методы анализа эффективности функционирования волоконно-оптических приборов и систем	знание основных методов анализа эффективности функционирования волоконно-оптических приборов и систем	способность сформулировать и описать основные методы анализа эффективности функционирования волоконно-оптических при-

				боров и систем
	умеет (продвинутый)	использовать методы анализа эффективности функционирования волоконно-оптических приборов и систем	умение проводить анализ эффективности функционирования волоконно-оптических приборов и систем по заданной методике	способность проводить анализ эффективности функционирования волоконно-оптических приборов и систем по заданной методике
	владеет (высокий)	навыками использования методов анализа эффективности функционирования волоконно-оптических приборов и систем	владение методами анализа эффективности функционирования волоконно-оптических приборов и систем	способность выполнить задания предусмотренные курсом в установленные сроки в строгом соответствии с предъявляемыми требованиями; способность объяснить и эффективно представить результаты освоения курса

### **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

*Заполняется в соответствии с Положением о фондах оценочных средств образовательных программ высшего образования – программ бакалавриата, специалитета, магистратуры ДВФУ, утвержденным приказом ректора от 12.05.2015 №12-13-850.*

Оценка представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий и выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Оценка по 5-балльной шкале	Сумма баллов за разделы	Оценка ECTS
5 – «отлично»	90-100	A
4 – «хорошо»	85-89	B
	75-84	C
	70-74	D

3 – «удовлетворительно»	65-69	
	60-64	E
2 – «неудовлетворительно»	Ниже 60	F

Расшифровка уровня знаний, соответствующего кредитно-модульной системе и полученным баллам, дается в таблице указанной ниже

Оценка по 5-балльной шкале – оценка по ECTS	Сумма баллов за разделы	Требования к знаниям на устном зачёте/экзамене
«зачтено»/«отлично» – A	90 ÷ 100	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
«зачтено»/«хорошо» – D, C, B	70 ÷ 89	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
«зачтено»/ «удовлетворительно» – E, D	60 ÷ 69	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
«не зачтено»/ «неудовлетворительно» – F	менее 60	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## **Критерии оценки (устный ответ)**

**100-85 баллов** - если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

**85-76 - баллов** - ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускаются одна - две неточности в ответе.

**75-61 - балл** - оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

**60-50 баллов** - ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.

## **Критерии оценки (письменного/устного доклада, реферата, сообщения, эссе, в том числе выполненных в форме презентаций):**

**100-86 баллов** выставляется студенту, если студент выразил своё мнение по сформулированной проблеме, аргументировал его, точно определив ее содержание и составляющие. Приведены данные отечественной и зарубежной ли-

тературы, статистические сведения, информация нормативно правового характера. Студент знает и владеет навыком самостоятельной исследовательской работы по теме исследования; методами и приемами анализа теоретических и/или практических аспектов изучаемой области. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; графически работа оформлена правильно.

**85-76** - баллов - работа характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; допущено не более 1 ошибки при объяснении смысла или содержания проблемы. Для аргументации приводятся данные отечественных и зарубежных авторов. Продемонстрированы исследовательские умения и навыки. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет. Допущены одна-две ошибки в оформлении работы.

**75-61** балл - студент проводит достаточно самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих проблемы; понимает базовые основы и теоретическое обоснование выбранной темы. Привлечены основные источники по рассматриваемой теме. Допущено не более 2 ошибок в смысле или содержании проблемы, оформлении работы

**60-50** баллов - выставляется студенту, если работа представляет собой пересказанный или полностью переписанный исходный текст без каких бы то ни было комментариев, анализа. Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Допущено три или более трех ошибок в смысловом содержании раскрываемой проблемы, в оформлении работы.

### **Оценочные средства для промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Волоконно-оптические приборы и системы связи» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

По дисциплине «Волоконно-оптические приборы и системы связи» предусмотрены виды промежуточной аттестации: зачет. Зачет проводится с использованием оценочных средств устного опроса в форме ответов на вопросы экзаменационных билетов.

### **Список вопросов к зачету**

#### **Раздел I. Основы волоконной оптики**

1. Потери энергии в волоконных световодах. Энергетический потенциал источника
2. Дисперсия в волоконных световодах. Полоса пропускания. Скорость передачи информации. Дисперсия в многомодовых ступенчатых волоконных световодах.
3. Градиентные волоконные световоды. Дисперсия в многомодовых градиентных волоконных световодах.
4. Физические предпосылки возникновения дисперсии в одномодовых волоконных световодах. Волновой пакет. Групповая и фазовая скорость. Материальная дисперсия. Волноводная дисперсия.
5. Стандартизация параметров волоконных световодов. Одномодовые световоды.
6. Стандартизация параметров волоконных световодов. Многомодовые световоды.
7. Стандартизация параметров волоконных световодов. Световоды со смещенной нулевой дисперсией.
8. Общее устройство оптического кабеля. Основные характеристики оптических кабелей.
9. Классификация оптических кабелей. Особенности конструкции кабелей различного назначения. Способы прокладки оптических кабелей.

**Раздел II. Принципы организации и построения волоконно-оптических систем передачи информации. (\_11/\_ час.)**

10. Организация волоконно-оптической линии связи. Общие принципы построения волоконно-оптических систем передачи информации.
11. Способы соединения волоконных световодов. Разъемные соединения.
12. . Способы соединения волоконных световодов. Неразъемные соединения.
13. Оптические разветвители. Виды разветвителей. Основные характеристики разветвителей.
14. Оптические изоляторы. Устройство и принцип действия оптического изолятора.

15. Источники излучения для ВОЛС. Передающие оптические модули.
16. Приемники излучения для ВОЛС. Приемные оптические модули.
17. Ретрансляторы. Виды ретрансляторов.
18. Оптические усилители. Виды оптических усилителей.
19. Общие принципы спектрального разделения информационных каналов. Требования к аппаратуре. Системы WDM. Системы DWDM.
20. Проектирование волоконно-оптических линий связи. Расчет основных параметров волоконно-оптической линии связи.
21. Требования, предъявляемые к аппаратуре ВОЛС. Основные этапы технической эксплуатации ВОЛС.

### **Оценочные средства для текущей аттестации**

*Приводятся типовые оценочные средства для текущей аттестации и критерии оценки к ним (по каждому виду оценочных средств) в соответствии с Положением о фондах оценочных средств образовательных программ высшего образования – программ бакалавриата, специалитета, магистратуры ДВФУ, утвержденным приказом ректора от 12.05.2015 №12-13-850.*

Текущая аттестация студентов по дисциплине «Волоконно-оптические приборы и системы связи» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Волоконно-оптические приборы и системы связи» проводится в форме контрольных мероприятий (реферата, тестирования, практической работы) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Для текущего контроля успеваемости на практических занятиях проводятся собеседования. Целью собеседования является проверка выполнения задания, выданного на предыдущем практическом занятии. Для допуска к эк-

замену необходимо выполнить все задания. Также предусмотрено проведение четырех контрольных работ.

### **Вопросы для контрольных работ**

#### **КР №1. Потери в волоконных световодах**

1. Каковы причины возникновения потерь в волоконном световоде?
2. Указать окна прозрачности для кварцевых волоконных световодах.
3. Назвать основные методы измерения потерь в волоконных световодах.
4. Перевести в децибелы потери, значение которых составляет 2 дБм.
5. Определить потери в волоконно-оптической линии, если мощность излучения на входе 2 мВт, а на выходе 0,5 мВт.

#### **КР №2. Дисперсия в волоконных световодах**

1. При каких условиях в волоконном световоде возникает межмодовая дисперсия.
2. Какие виды дисперсии возникают в одномодовых волоконных световодах и почему?
3. Что такое поляризационная дисперсия?
4. При каком значении длины волны в волоконном световоде с диаметром сердцевины 10 мкм и числовой апертурой  $NA=0,14$  нарушаются условия одномодового режима?
5. Определить максимальную скорость передачи информации в волоконно-оптической линии длиной 1 км при дисперсии 10 пс/км.

#### **КР №3 Типы волоконных световодов и их характеристики**

1. Что такое числовая апертура волоконного световода?
2. Что такое профиль показателя преломления?
3. Каковы отличительные особенности волоконного световода с ненулевой смещенной дисперсией?



4. Рассчитать относительную разность показателей преломления волоконного световода, если показатели преломления сердцевины и оболочки равны соответственно 1,47 и 1,44.

5. Рассчитать приведенную частоту волоконного световода диаметром 5 мкм, если показатель преломления сердцевины  $n_1 = 1,467$ , оболочки  $n_2 = 1,459$  при длине волны 1550 нм.

#### **КР №4. Соединение волоконных световодов**

1. Чем различаются разъемные и неразъемные соединения волоконных световодов?

2. Перечислить основные этапы подготовки волоконных световодов к сварке.

3. От чего зависит мощность излучения, отраженного от разъемного соединения волоконных световодов?

4. Рассчитать потери при угловом смещении соединяемых волоконных световодов, если их числовая апертура равна 0,23, а угол между осями составляет  $1^\circ$ .



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

---

**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ\***  
по дисциплине «Волоконно-оптические приборы и системы связи»  
Направление подготовки 12.04.01 Приборостроение  
Магистерская программа «Цифровые лазерные технологии, оптоволоконные  
сети»  
**Форма подготовки очная**

**Владивосток**  
**2022**

*\*При наличии опубликованных методических указаний по дисциплине*