

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ Страхов С.Ю.

« ____ » _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ПРАКТИКУМ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ОПТИЧЕСКИХ ЛИНИЙ СВЯЗИ

Направление/специальность подготовки	12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии
Специализация/профиль/программа подготовки	Оптоинформационные системы и технологии
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	И Информационных и управляющих систем
Выпускающая кафедра	И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА
Кафедра-разработчик рабочей программы	И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
4	7	3	108	51	17	17	17	57	0	0	57	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии

год набора группы: 2025

Программу составили:

Кафедра И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА
Терешенкова Ольга Алексеевна, ассистент

Кафедра И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА
Киселев Игорь Алексеевич, к.т.н., доцент

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА**

Заведующий кафедрой Борейшо А.С., д.т.н., проф.

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА

Заведующий кафедрой Борейшо А.С., д.т.н., проф.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРАКТИКУМ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ОПТИЧЕСКИХ ЛИНИЙ СВЯЗИ**

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-2.1 — Способен к анализу задачи по проектированию типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем

ПК-2.3 — Способен к расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов на схемотехническом и элементном уровнях

ПК-2.5 — Способен определять требования к оптическим системам связи и оценивать характеристики приемопередающего оборудования

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПК-2.1

знания:

устройства, принципа работы и характеристик современных волоконно-оптических лазеров;

методик оценки основных параметров преобразования оптического сигнала по пути его прохождения в волоконно-оптическом тракте;

умения:

пользоваться справочными данными по волоконно-оптическим компонентам и приборам при проектировании инфокоммуникационных систем и сетей связи, сопоставляя особенности характеристик таких компонентов и приборов;

навыки:

чтения и изображения схем волоконно-оптических систем и сетей на основе современной элементной базы волоконной оптики.

ПК-2.3

знания:

устройства, принципа работы и характеристик современных волоконно-оптических лазеров;

методики оценки основных параметров преобразования оптического сигнала по пути его прохождения в волоконно-оптическом тракте;

умения:

применять на практике известные методы исследования волоконно-оптических элементов,

устройств и систем;

выполнять расчеты, связанные с определением параметров и характеристик волоконно-оптических компонентов, устройств и систем;

проводить компьютерное моделирование и проектирование волоконно-оптических компонентов, устройств и систем, а также иметь представление о методах их компьютерной оптимизации;

навыки:

расчета, проектирования и компьютерного моделирования волоконно-оптических элементов и устройств;

чтения и изображения схем волоконно-оптических систем и сетей на основе современной элементной базы волоконной оптики.

ПК-2.5

знания:

методик оценки основных параметров преобразования оптического сигнала по пути его прохождения в волоконно-оптическом тракте;

умения:

применять на практике известные методы исследования волоконно-оптических элементов,

устройств и систем;

выполнять расчеты, связанные с определением параметров и характеристик волоконно-оптических компонентов, устройств и систем;

проводить компьютерное моделирование и проектирование волоконно-оптических компонентов, устройств и систем, а также иметь представление о методах их компьютерной оптимизации;

пользоваться справочными данными по волоконно-оптическим компонентам и приборам при проектировании инфокоммуникационных систем и сетей связи, сопоставляя особенности характеристик таких компонентов и приборов;

навыки:

расчета, проектирования и компьютерного моделирования волоконно-оптических элементов и устройств;

чтения и изображения схем волоконно-оптических систем и сетей на основе современной элементной базы волоконной оптики.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ПРАКТИКУМ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ОПТИЧЕСКИХ ЛИНИЙ СВЯЗИ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ОСНОВЫ ОПТИКИ, ОПТОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ, ПРИКЛАДНАЯ ОПТИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и технологиями производства лазерной техники
- ПК-2.1 — Способен к анализу задачи по проектированию типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем
- ПК-2.3 — Способен к расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов на схемотехническом и элементном уровнях

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		ПК-2.1	ПК-2.3	ПК-2.5
4	7	Раздел 1. Теоретический минимум. 1.1. Понятие энергетического бюджета линии связи, условие работоспособности линии. 1.2. Мощность источника и чувствительность приемника, зависимость от типа модуляции 1.3. Потери энергии при передаче сигнала. Механизмы затухания света. Поглощение света в оптическом волокне и атмосфере. 1.4. Представление уровней мощности сигналов в dBm, dB 1.5. Дисперсия в оптических волокнах.	10	4	2	1	1	6	20	20	20
4	7	Раздел 2. Практика: исследование оптоволоконных компонентов. 2.1. Измерительная техника и методика измерений 2.2. Исследование оптического волокна: структура, затухание, критические радиусы изгиба 2.3. Элементарная база волоконно-оптических линий связи 2.4. Исследования оптоволоконных разветвителей 2.5. Исследование оптоволоконных циркуляторов 2.6. Изучение стекловых структур в оптическом волокне.	15	7	2	3	2	8	10	10	10
4	7	Раздел 3. Атмосферная линия связи. 3.1. Угол расходимости и диаграмма направленности 3.2. Приемная апертура 3.3. Расчет геометрических потерь 3.4. Расчет потерь на поглощение атмосферы 3.5. Прочие виды потерь: нестабильность опоры, неточности наведения, атмосферные флуктуации и т.д.	12	4	2	0	2	8	10	10	10
4	7	Раздел 4. Двухволоконная линия связи, двухволновое спектральное уплотнение. 4.1 Расчет простейшей оптоволоконной линии связи 4.2 Способы увеличения канальной емкости на физическом уровне. 4.3 Спектральное уплотнение. 4.4 Расчет простейшей системы со спектральным уплотнением, на циркуляторах. Преимущества и недостатки.	10	4	1	1	2	6	10	10	10
4	7	Раздел 5. CWDM. 5.1. Системы с грубым спектральным уплотнением (CWDM): область применения, особенности 5.2. Частотный план CWDM 5.3. Устройство и расчет оптического мультиплексора, модуля ввода-вывода 5.4. Топологии и структуры CWDM-линий связи 5.5. Расчет CWDM линии связи 5.6. Гибридные системы со спектральным уплотнением + кабельное телевидение по оптоволокну 5.7. Схемы мультиплексоров, коммутации.	24	14	4	6	4	10	20	20	20
4	7	Раздел 6. DWDM. 6.1. Системы с плотным спектральным уплотнением (DWDM): область применения, особенности 6.2. Частотный план DWDM 6.3. Линии связи DWDM с усилением 6.4. Расчет оптоволоконного усилителя 6.5. Компьютерное моделирование оптоволоконного усилителя 6.6. Расчет дисперсионных характеристик оптоволоконного тракта 6.7. Расчет линии связи DWDM 6.8. Гибридные системы.	22	12	4	4	4	10	20	20	20
4	7	Раздел 7. Passive optical network. 7.1. Пассивные оптические сети (PON). Технология PON: область применения, особенности 7.2. Линейное и абонентское оборудование. Оптический бюджет в системах PON. 7.3. PON+кабельное телевидение: разнесение несущих длин волн. Передающее и приемное оборудование. 7.4. Расчет участка сети PON.	15	6	2	2	2	9	10	10	10
Всего за 7 семестр			108	51	17	17	17	57	100	100	100
Всего по дисциплине			108	51	17	17	17	57	100	100	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Теоретический минимум.	Решение задач	1
2	Раздел 2. Практика: исследование оптоволоконных компонентов.	Решение задач	2
3	Раздел 3. Атмосферная линия связи.	Решение задач	2
4	Раздел 4. Двухволоконная линия связи, двухволновое спектральное уплотнение.	Решение задач	2
5	Раздел 5. CWDM.	Решение задач, проектирование линейных участков ВОЛС со спектральным уплотнением.	4
6	Раздел 6. DWDM.	Решение задач, расчет линейных и разветвленных участков сети DWDM	4
7	Раздел 7. Passive optical network.	Решение задач, расчет разветвленных оптоволоконных участков	2
Всего за 7 семестр			17

3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Теоретический минимум.	Исследование оптических волокон разных типов	1
2	Раздел 2. Практика: исследование оптоволоконных компонентов.	Измерение затуханий в волокне	2
3		Исследование спекловых структур	1
4	Раздел 4. Двухволоконная линия связи, двухволновое спектральное уплотнение.	Изучение работы волоконно-оптических разветвителей и циркулятора	1
5	Раздел 5. CWDM.	Компьютерное моделирование усилителя с сонаправленным вводом накачки	2
6		Компьютерное моделирование усилителя с противонаправленным вводом накачки	2
7		Компьютерное моделирование усилителя с двусторонним вводом накачки	2
8	Раздел 6. DWDM.	Компьютерное моделирование усиления нескольких длин волн	2
9		Сравнение различных типов накачки и моделей активных волокон	2
10	Раздел 7. Passive optical network.	Компьютерное моделирование разветвленной оптоволоконной структуры	2
Всего за 7 семестр			17

3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Теоретический минимум.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по материалам лекционных занятий и рекомендуемой литературе. Решение задач. Подготовка к защите лабораторной работы.	6
2	Раздел 2. Практика: исследование оптоволоконных компонентов.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по материалам лекционных занятий и рекомендуемой литературе; Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Изучение строения оптических волокон различных типов»; Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Изучение спекловых структур»	8
3	Раздел 3. Атмосферная линия связи.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по материалам лекционных занятий и рекомендуемой литературе; Выполнение индивидуального домашнего задания и подготовка к защите работы	8
4	Раздел 4. Двухволоконная линия связи, двухволновое спектральное уплотнение.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по материалам лекционных занятий и рекомендуемой литературе, решение задач. Подготовка отчета к лабораторной работе.	6
5	Раздел 5. CWDM.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по материалам лекционных занятий и рекомендуемой литературе. Выполнение индивидуального домашнего задания и подготовка к защите работы. Подготовка к выполнению и защите практической работы «Компьютерное моделирование усилителя с сонаправленным вводом накачки». Подготовка к выполнению и защите практической работы «Компьютерное моделирование усилителя с двусторонним вводом накачки»	10
6	Раздел 6. DWDM.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по материалам лекционных занятий и рекомендуемой литературе	2
7		Выполнение индивидуального домашнего задания и подготовка к защите работы	4
8		Подготовка к защите лабораторных работ	4
9	Раздел 7. Passive optical network.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по материалам лекционных занятий и рекомендуемой литературе; Подготовка к защите лабораторной работы "Компьютерное моделирование разветвленной оптоволоконной структуры"	9
Всего за 7 семестр			57

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
7	ЛР	Отч. по ЛР	ЛР	Отч. по ЛР	ЛР	Отч. по ЛР	ЛР	Отч. по ЛР	ЛР	Отч. по ЛР	ЛР	Отч. по ЛР	ЛР	Отч. по ЛР	ЛР	Отч. по ЛР	ДР диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ЛР – лабораторная работа;
- Отч. по ЛР – отчет по ЛР;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- отчет по ЛР.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. А. Ким, Л. Б. Кочин. . Исследование пассивных волоконно-оптических элементов и устройств. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, 49 экз.
2. А. А. Ким, Л. Б. Кочин. . Компьютерное моделирование волоконно-оптических устройств. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, 62 экз.
3. Л. Б. Кочин. . Лазерные системы обработки и передачи информации. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012, эл. рес.
4. О. К. Скляр. . Волоконно-оптические сети и системы связи. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.
5. Р. Л. Фриман. . Волоконно-оптические системы связи. М.: Техносфера, 2006, 5 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
2. <https://urait.ru> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов.;
3. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
- <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Практические занятия:

1. Интерактивная доска;
2. Компьютерный комплект.

6.3. Лабораторные занятия:

1. Компьютерный комплект;
2. Измеритель мощности Ophir Vega с измерительными головками;
3. Инструментальные измерительные микроскопы.

6.4. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ПРАКТИКУМ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ОПТИЧЕСКИХ ЛИНИЙ СВЯЗИ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии*. Дисциплина реализуется на факультете И Информационных и управляющих систем БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-2.1 Способен к анализу задачи по проектированию типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем;

ПК-2.3 Способен к расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов на схемотехническом и элементном уровнях;

ПК-2.5 Способен определять требования к оптическим системам связи и оценивать характеристики приемопередающего оборудования.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с расчетом и проектированием атмосферных и оптоволоконных линий связи. Дисциплина носит прикладной характер и направлена на практическое применение полученных знаний и навыков.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- отчет по ЛР.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**57 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 57 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Теоретический минимум.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по материалам лекционных занятий и рекомендуемой литературе. Решение задач. Подготовка к защите лабораторной работы.	О. К. Скляр. . Волоконно-оптические сети и системы связи: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (6, 7) А. А. Ким, Л. Б. Кочин. . Исследование пассивных волоконно-оптических элементов и устройств: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (все)	6
Итого по разделу 1		6
Раздел 2. Практика: исследование оптоволоконных компонентов.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по материалам лекционных занятий и рекомендуемой литературе; Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Изучение строения оптических волокон различных типов»; Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Изучение спекловых структур»	А. А. Ким, Л. Б. Кочин. . Исследование пассивных волоконно-оптических элементов и устройств: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (все) О. К. Скляр. . Волоконно-оптические сети и системы связи: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (7, 8)	8
Итого по разделу 2		8
Раздел 3. Атмосферная линия связи.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по материалам лекционных занятий и рекомендуемой литературе; Выполнение индивидуального домашнего задания и подготовка к защите работы	Л. Б. Кочин. . Лазерные системы обработки и передачи информации: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (Часть 1)	8
Итого по разделу 3		8
Раздел 4. Двухволоконная линия связи, двухволновое спектральное уплотнение.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по материалам лекционных занятий и рекомендуемой литературе, решение задач. Подготовка отчета к лабораторной работе.	Р. Л. Фриман. . Волоконно-оптические системы связи: М.: Техносфера, 2006 (п. 3.3., Глава 8) А. А. Ким, Л. Б. Кочин. . Исследование пассивных волоконно-оптических элементов и устройств: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (все) О. К. Скляр. . Волоконно-оптические сети и системы связи: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (3, 8)	6
Итого по разделу 4		6
Раздел 5. CWDM.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по материалам лекционных занятий и рекомендуемой литературе. Выполнение индивидуального домашнего задания и подготовка к защите работы. Подготовка к выполнению и защите практической работы «Компьютерное моделирование усилителя с сонаправленным вводом накачки» Подготовка к выполнению и защите практической работы «Компьютерное моделирование усилителя с двусторонним вводом накачки»	О. К. Скляр. . Волоконно-оптические сети и системы связи: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (п. 4.3.) Р. Л. Фриман. . Волоконно-оптические системы связи: М.: Техносфера, 2006 (8) А. А. Ким, Л. Б. Кочин. . Компьютерное моделирование волоконно-оптических устройств: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (все)	10
Итого по разделу 5		10

Раздел 6. DWDM.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по материалам лекционных занятий и рекомендуемой литературе	Р. Л. Фриман. . Волоконно-оптические системы связи: М.: Техносфера, 2006 (8) А. А. Ким, Л. Б. Кочин. . Компьютерное моделирование волоконно-оптических устройств: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (все)	2
Выполнение индивидуального домашнего задания и подготовка к защите работы	О. К. Скляров. . Волоконно-оптические сети и системы связи: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (п. 4.3)	4
Подготовка к защите лабораторных работ		4
Итого по разделу 6		10
Раздел 7. Passive optical network.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по материалам лекционных занятий и рекомендуемой литературе; Подготовка к защите лабораторной работы "Компьютерное моделирование разветвленной оптоволоконной структуры"	О. К. Скляров. . Волоконно-оптические сети и системы связи: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (3.1, 3.6.) Р. Л. Фриман. . Волоконно-оптические системы связи: М.: Техносфера, 2006 (11, 13, 14, 15)	9
Итого по разделу 7		9

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- лабораторная работа;
- отчет по ЛР;
- дифференцированный зачет.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Лабораторная работа

Лабораторная работа считается выполненной успешно (принимается) при следующих условиях:

- правильное выполнение всех пунктов (задач), предусмотренных заданием;
- правильное построение и оформление в соответствии с требованиями государственных стандартов ЕСКД графиков для всех получаемых в ходе выполнения задания характеристик.

Защита ЛР:

Защита ЛР предусматривает обсуждение результатов выполнения задания, включая проверку усвоения студентом соответствующих сведений из теории.

Отчет по ЛР

Отчеты по лабораторным работам представляются в печатной или рукописной форме. Допускается выполнение расчетов «вручную» или использование систем автоматизации математических расчетов. Каждое задание на лабораторную работу содержит набор параметров в соответствии с индивидуальным вариантом.

Дифференцированный зачет

К зачету допускаются студенты, которые успешно сдали все домашние задания, предусмотренные рабочей программой, выполнили лабораторные работы и сдали отчеты, сдали все тесты. Зачет проводится в устной форме по билетам, выданным преподавателем. Студент должен подготовить, пользуясь конспектом, составленным по материалам курса, ответить на два вопроса. Оценка «отлично» ставится, если ответ является полным и правильным. Материал изложен в определенной логической последовательности. При ответе на дополнительные вопросы студент показал знание основных понятий и формул. Оценка «хорошо» ставится, если ответ является полным и правильным, при этом допущены несущественные ошибки, исправленные после наводящих вопросов преподавателя. При ответе на дополнительные вопросы студент демонстрирует понимание основного содержания учебного материала. Студент свободно ориентируется в материале, изложенном в конспекте. Оценка «удовлетворительно» выставляется, если студент обнаруживает знание и понимание материала курса, но излагает материал неполно и допускает существенные ошибки в формулировке основных понятий и формул. Ответ на дополнительные вопросы вызывает у экзаменуемого затруднения или содержит ошибки, которые он может исправить после наводящих вопросов. Контроль усвоения лекционного материала студентов производится в автоматическом режиме за счет применения ПО «Ментор», представляющего собой веб-приложение, в котором клиентом выступает браузер, а сервером – веб-сервер. Доступ студентов к ПО «Ментор» осуществляется через любой интернет браузер, установленный на любом устройстве, имеющем доступ в сеть Интернет с помощью индивидуального логина и пароля. В конце каждой лекции присутствующим студентам предлагается ответить на один из вопросов по теме изложенной лекции. Результаты тестирования обобщаются с помощью балльно-рейтинговой системы (БАРС). Основным критерием назначения баллов служит способность студента отвечать на тест за минимальное число попыток. Необходимым условием получения зачета является успешное прохождение всех тестов.

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %			НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		ПК-2.1	ПК-2.3	ПК-2.5	
4	7	Раздел 1. Теоретический минимум.	10	4	2	1	1	6	20	20	20	Отчет по ЛР, Лабораторная работа
4	7	Раздел 2. Практика: исследование оптоволоконных компонентов.	15	7	2	3	2	8	10	10	10	Лабораторная работа, Отчет по ЛР
4	7	Раздел 3. Атмосферная линия связи.	12	4	2	0	2	8	10	10	10	Отчет по ЛР, Лабораторная работа
4	7	Раздел 4. Двухволоконная линия связи, двухволновое спектральное уплотнение.	10	4	1	1	2	6	10	10	10	Отчет по ЛР, Лабораторная работа
4	7	Раздел 5. CWDM.	24	14	4	6	4	10	20	20	20	Лабораторная работа, Отчет по ЛР
4	7	Раздел 6. DWDM.	22	12	4	4	4	10	20	20	20	Отчет по ЛР, Лабораторная работа
4	7	Раздел 7. Passive optical network.	15	6	2	2	2	9	10	10	10	Отчет по ЛР, Лабораторная работа
Всего за 7 семестр			108	51	17	17	17	57	100	100	100	
Всего по дисциплине			108	51	17	17	17	57	100	100	100	

ПК-2.1 - Способен к анализу задачи по проектированию типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем

- № 1 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Какие из перечисленных компонентов волоконно-оптических линий связи являются активными?
- А) разветвитель
 - Б) усилитель
 - В) изолятор
 - Г) трансивер
 - Д) модулятор
 - Е) фильтр
- № 2 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Что вносит потери в ВОЛС без дополнительных устройств (усилителя, компенсатора дисперсии)?
- А) Мультиплексор
 - Б) Атенуатор
 - В) Волоконно-оптическая трасса
 - Г) Демультиплексор
- № 3 Прочитайте текст и установите последовательность
Выберите правильную последовательность того, что происходит блокировка отраженного излучения изолятором
- А) Отраженное излучение проходит через ячейку Фарадея
 - Б) Поляризация отраженного излучения поворачивается ещё на 45 градусов и становится 90 градусов
 - В) Отраженное излучение проходит через анализатор изолятора
 - Г) Излучение не проходит через поляризатор из-за разности углов поляризации в 90 градусов
- № 4 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Излучение объединяется сплиттером с коэффициентом деления 50/50, на два порта сплиттера подается по 0,5мВт. Какая суммарная мощность будет на выходе сплиттера после объединения?
- № 5 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Какие процессы ограничивают повышение оптической мощности для увеличения дальности магистральных линий связи?
- А). Большие затухания в оптическом волокне
 - Б). Разрушение оптического волокна при большой оптической мощности
 - В). Невозможность получения большого усиления в EDFA
 - Г). Нелинейные процессы: ВКР, ВРМБ, четырехволновое смешение и т.д.
- № 6 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Какие потери характерны для атмосферных линий связи?
- А) Потери из-за ошибки наведения
 - Б) Потери на слежении
 - В) Потери на плохом соединении оптических коннекторов
 - Г) Флуктуационные потери
 - Д) Поглощения в атмосфере
- № 7 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
В некоторой оптической системе необходимо подобрать волоконно-оптический разветвитель с коэффициентом деления 3/97. Какой тип разветвителя подойдет для данной задачи и почему?
- № 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Какой элемент волоконной оптики можно использовать для уменьшения влияния обратных отражений в линии связи построенной на циркуляторах?
- А) Атенуатор
 - Б) Изолятор
 - В) Разветвитель
 - Г) Фильтр
- № 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Какие из перечисленных систем не относятся к системам спектрального уплотнения?
- 1) WDM
 - 2) FSO

- 3) CWDM
- 4) DWDM
- № 10 Прочитайте текст и установите последовательность
- Опиши последовательность схемы линии связи по технологии PON
- А) Разделение сигнала планарным разветвителем на четное количество каналов с одинаковой мощностью на выходе
- Б) Выделение абонентским терминалом временного слота по количеству абонентов данного терминала
- В) Сигнал от маршрутизатора провайдера поступает на разветвитель
- Г) Сигнал от абонентского терминала поступает на абонентское устройство

- № 11 Прочитайте текст и установите соответствие
- Сопоставьте английское сокращение и полное название на русском

1) ISI	А) Эрбиевый волоконно-оптический усилитель
2) EDFA	Б) Компенсатор хроматической дисперсии
3) DCM	В) Межсимвольная интерференция
4) CWDM	Г) Мультиплексирование с плотным разделением по длине волны
5) DWDM	Д) Спектральное уплотнение каналов
	Е) Мультиплексирование с грубым разделением по длине волны

- № 12 Прочитайте текст и установите соответствие
- Сопоставьте области применения и типы систем мультиплексирования

1) CWDM	А) Международные магистральные сети
2) DWDM	Б) Городские сети
	В) Дачные поселки

ПК-2.3 - Способен к расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов на схемотехническом и элементном уровнях

- № 1 Прочитайте текст и установите последовательность
- На рисунке показан порядок расстановки фильтров в мультиплексоре. Укажите порядок следования фильтров в демультиплексоре для уравнения между длинами волн.



- А) 1490nm
- Б) 1310nm
- В) 1330nm
- Г) 1470nm
- № 2 Прочитайте текст и установите последовательность
- Вам необходимо выполнить ряд шагов для выявления и устранения причины увеличения затухания сигнала в оптоволоконной линии. Установите последовательность действий.
- 1). Проверить и заменить поврежденные участки оптоволоконного кабеля.
- 2). Измерить затухание сигнала на различных участках оптоволоконной линии.

- 3). Проверить и настроить параметры оптического передатчика.
- 4). Определить тип и параметры используемого оптического волокна.
- 5). Использовать оптические усилители для компенсации потерь сигнала.
- 6). Проверить соединения и разъемы на наличие загрязнений или повреждений

№ 3 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Для чего используются оптоволоконные муфты?

- А) Для хранения лишней части оптоволоконной трассы
- Б) Для размещения и защиты сварок строительных участков волокна
- В) Для простоты размещения волокна
- Г) Для организации локальных ответвлений

№ 4 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Для чего могут использоваться датчики содержащие оптическое волокно?

- А) Датчик деформации
- Б) Датчик утечки метана
- В) Датчик измерения температуры
- Г) Датчик протечки

№ 5 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Какую информацию о линии связи нельзя получить при использовании оптического рефлектометра?

- А) Наличие, количество и положение сварок
- Б) Общую протяженность линии связи
- В) Количество и положение разъемных соединений
- Г) Количество распространяемых мод

№ 6 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Вычислить выходную мощность излучения прошедшего через систему сплиттеров, показанную на рисунке, для выхода (P4).

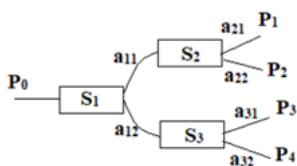
Коэффициенты деления сплиттеров:

S1: $a_{11}=50$, $a_{12}= 50$;

S2: $a_{21}=60$, $a_{22}=40$;

S3: $a_{31}=70$, $a_{32}=30$.

Входная мощность 20 мВт.



№ 7 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Вычислить выходную мощность излучения прошедшего через систему сплиттеров, показанную на рисунке, для выхода 4 (P4) в мВт.

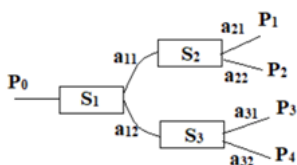
Коэффициенты деления сплиттеров:

S1: $a_{11}=50$, $a_{12}= 50$;

S2: $a_{21}=60$, $a_{22}=40$;

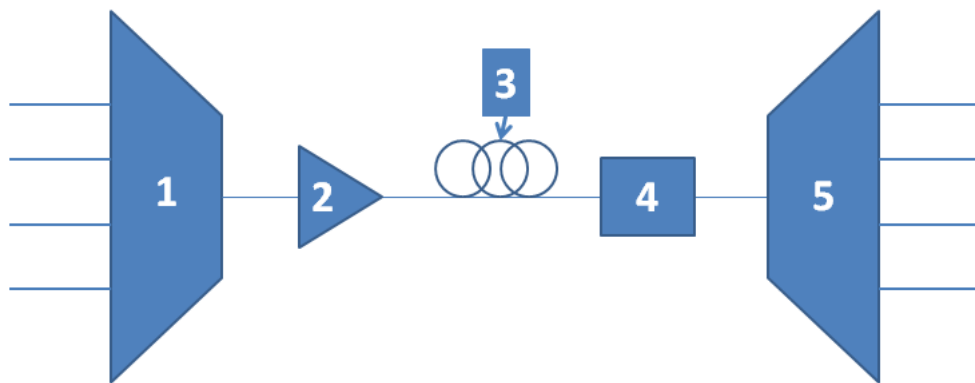
S3: $a_{31}=70$, $a_{32}=30$.

Входная мощность 16 мВт.



№ 8 Прочитайте текст и установите соответствие

Сопоставьте элементы на графическом изображении некоторой волоконно-оптической линии связи с названиями этих элементов



А) Оптоволоконная трасса

Б) Мультиплексор

В) Эрбиевый усилитель

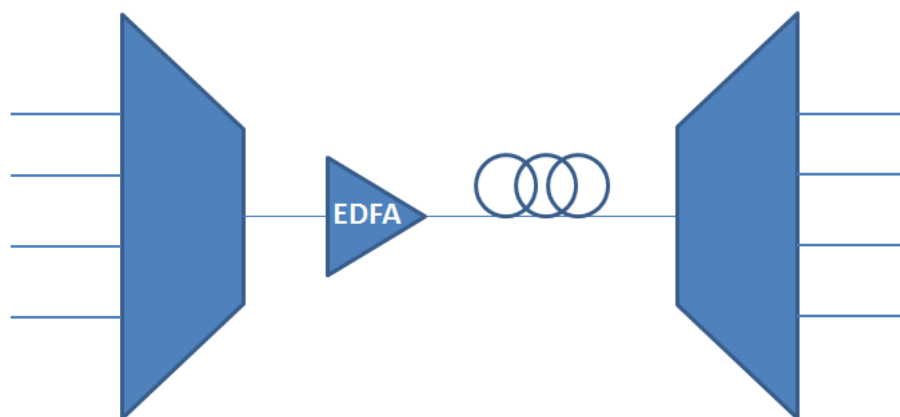
Г) Компенсатор дисперсии

Д) Демультимплексор

№ 9 Прочитайте текст и установите соответствие

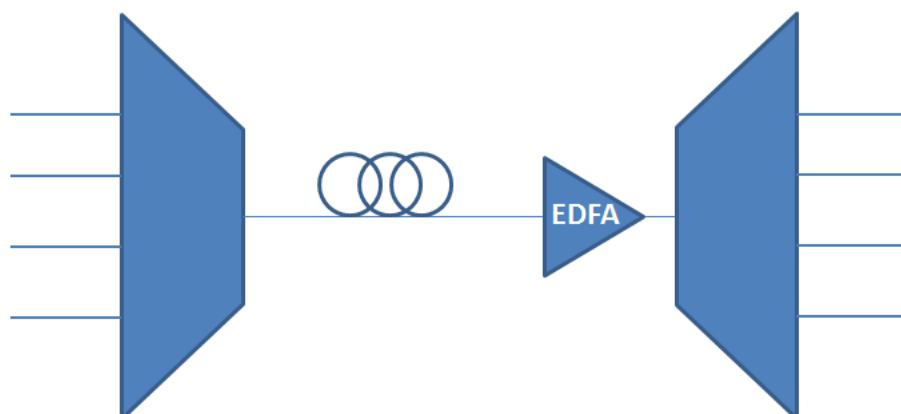
Сопоставьте положение эрбиевого усилителя с условным названием такого положения в ВОЛС

1)



А)

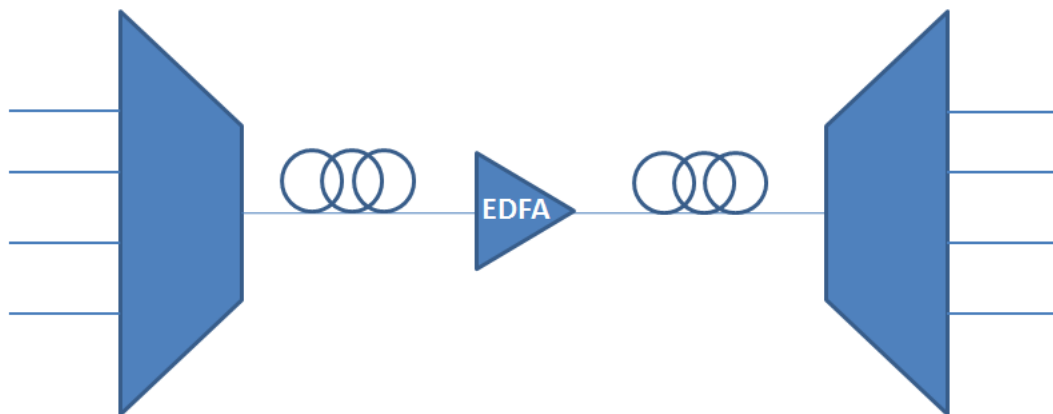
2)



Б)
уси

3)

В)
Пр



Г)
По,

№ 10 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Сколько дуплексных каналов связи в одном волокне может обеспечить технология CWDM?

- А) 18
- Б) 6
- В) 9
- Г) 32

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Вычислить выходную мощность излучения прошедшего через систему сплиттеров, показанную на рисунке, для каждого выхода в мВт.

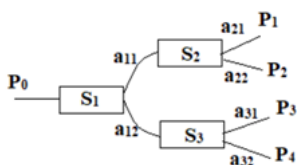
Коэффициенты деления сплиттеров:

S1: $a_{11}=50$, $a_{12}=50$;

S2: $a_{21}=60$, $a_{22}=40$;

S3: $a_{31}=80$, $a_{32}=20$.

Входная мощность 12 мВт.



Варианты ответов

- А). $P_1=4,8\text{ мВт}$, $P_2=3,2\text{ мВт}$, $P_3=5,6\text{ мВт}$, $P_4=2,4\text{ мВт}$
- Б). $P_1=2,8\text{ мВт}$, $P_2=4,2\text{ мВт}$, $P_3=3,6\text{ мВт}$, $P_4=1,4\text{ мВт}$
- В). $P_1=3,6\text{ мВт}$, $P_2=2,4\text{ мВт}$, $P_3=4,8\text{ мВт}$, $P_4=1,2\text{ мВт}$
- Г). $P_1=4,8\text{ мВт}$, $P_2=3,2\text{ мВт}$, $P_3=5,6\text{ мВт}$, $P_4=2,4\text{ мВт}$

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Какие методы повышения пропускной способности не связаны с увеличением количества используемых длин волн?

- А) CWDM
- Б) MDM
- В) TMD
- Г) PDM
- Д) DWDM

ПК-2.5 - Способен определять требования к оптическим системам связи и оценивать характеристики приемопередающего оборудования

№ 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Вычислить выходную мощность излучения прошедшего через систему сплиттеров, показанную на рисунке, для каждого выхода в мВт.

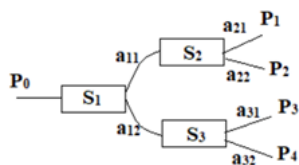
Коэффициенты деления сплиттеров:

S1: $a_{11}=50$, $a_{12}=50$;

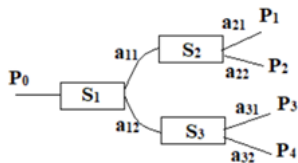
S2: $a_{21}=60$, $a_{22}=40$;

S3: $a_{31}=70$, $a_{32}=30$.

Входная мощность 16 мВт.



- № 2 Прочитайте текст и установите последовательность
Какой порядок расчета ВОЛС?
А) Определение величины дисперсии
Б) Сравнение полученной дисперсии с допустимым уровнем дисперсии
В) Определение затуханий при прохождении волоконно-оптической трассы
Г) Определение величины затуханий для самой "дальней" длины волны мультиплексора
Д) Определение суммарных затуханий и сравнение их с чувствительностью приемника
Е) Подбор усилителя и компенсатора дисперсии при необходимости
- № 3 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Какой тип соединений используется между фильтрами в мультиплексоре?
А) Разъемное FC
Б) Разъемное ST
В) Неразъемное сварное
Г) Разъемное SMA
- № 4 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
В каких из элементах волоконной оптики используется явление интерференции?
А) Циркулятор
Б) Электрооптический модулятор по схеме Маха-Цендера
В) Изолятор
Г) Фильтр
- № 5 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Сколько длин волн нужно предусмотреть в системе спектрального уплотнения, если по одному оптическому волокну нужно обеспечить дуплексную связь по четырем каналам?
А) 4
Б) 8
В) 12
Г) 16
- № 6 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Какие параметры ВОЛС будут описывать симплексную линию связи на 4 канала?
А) Передача данных только в одну сторону
Б) Восемь длин волн
В) Четыре длины волны
Г) Передача данных в обе стороны
- № 7 Прочитайте текст и установите соответствие
Сопоставьте длины волн, используемые в CWDM и характерные значения затуханий
- | | |
|------------|-------------------|
| А) 1350 нм | 1) 0,2-0,25 дБ/км |
| Б) 1530 нм | 2) 0,8-1 дБ/км |
| | 3) 0,3-0,35 дБ/км |
- № 8 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Определить коэффициенты деления сплиттеров, если известно, что входная мощность 20 мВт, а мощность на выходах сплиттеров следующая: $P_1=6$ мВт, $P_2=4$ мВт, $P_3=7$ мВт, $P_4=3$ мВт



№ 9 Прочитайте текст и установите соответствие

Сопоставьте технологию и элемент волоконной оптики, в котором он используется

- | | |
|--|---------------|
| 1) Интерференция | А) Изолятор |
| 2) Разделение разной поляризации излучения | Б) Циркулятор |
| 3) Ячейка Фарадея | В) Фильтр |
| | Г) Аттенуатор |

№ 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какая информация понадобится вам для определения работоспособности ВОЛС?

- А) Длина волоконной трассы
- Б) Погодные условия
- В) Допустимый уровень дисперсии приемника
- Г) Затухания элементов системы
- Д) Количество абонентов

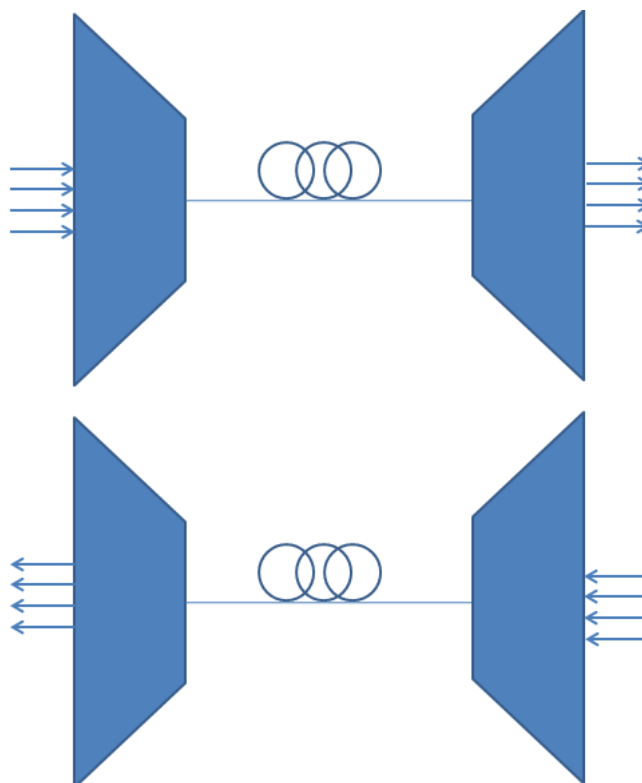
№ 11 Прочитайте текст и установите последовательность

Выберите правильную последовательность действий при сварке оптического волокна

- А) Скол конца оптического волокна
- Б) Очистка конца волокна безворсовой салфеткой с изопропиловым спиртом
- В) Снятие защитного покрытия оптического волокна
- Г) Укладка сколотых оптических волокон в канавки сварочного аппарата и фиксация
- Д) Размещение на одном из концов свариваемого волокна гильзы КДЗС
- Е) Запуск сварки
- Ж) Закрытие крышки сварочного аппарат

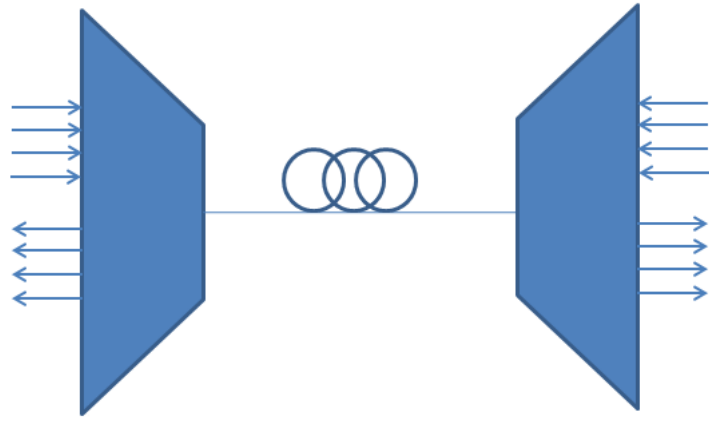
№ 12 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какая из предложенных схем является дуплексной линией связи с четырьмя каналами на одном волокне?

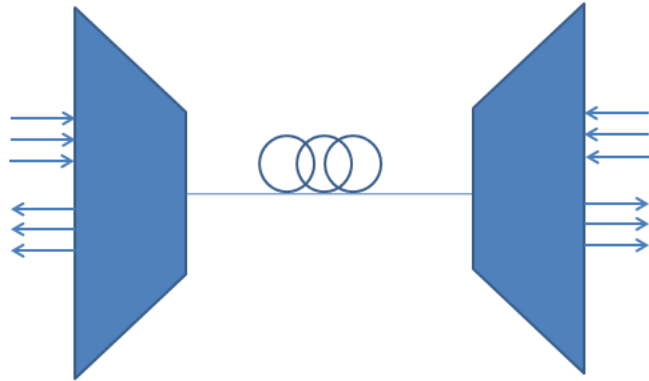


1)

2)



3)



4)

