

**Бюджетное учреждение высшего образования**  
Ханты-Мансийского автономного округа-Югры  
"Сургутский государственный университет"

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по УМР

\_\_\_\_\_ Е.В. Коновалова

16 июня 2022 г., протокол УС №6

## Оптические системы связи

### рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	<b>Экспериментальной физики</b>		
Учебный план	b110302-ТелекомСист-22-4.plx 11.03.02 ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ СВЯЗИ Направленность (профиль): Телекоммуникационные системы и сети информационных технологий		
Квалификация	<b>Бакалавр</b>		
Форма обучения	<b>очная</b>		
Общая трудоемкость	<b>2 ЗЕТ</b>		
Часов по учебному плану	72	Виды контроля	в семестрах:
в том числе:			зачеты 7
аудиторные занятия	32		
самостоятельная работа	40		

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
	уп	рп		
Неделя	17	3/6		
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	16	16	16	16
Лабораторные	16	16	16	16
Итого ауд.	32	32	32	32
Контактная работа	32	32	32	32
Сам. работа	40	40	40	40
Итого	72	72	72	72

Программу составил(и):

*д.ф.-м.н., профессор, Ельников А.В.*

Рабочая программа дисциплины

**Оптические системы связи**

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 930)

составлена на основании учебного плана:

11.03.02 ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ СВЯЗИ

Направленность (профиль): Телекоммуникационные системы и сети информационных технологий

утвержденного учебно-методическим советом вуза от 16.06.2022 протокол № 6.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Экспериментальной физики**

Зав. кафедрой д.ф.-м.н., профессор Ельников А.В.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1.1	Целью и задачами преподавания дисциплины «Оптические системы связи» (ОСС) является изучение общих принципов построения и функционирования аппаратуры цифровых волоконно-оптических систем передачи (ЦВОСП), принципов организации цифровых волоконно-оптических линейных трактов (ЦВОЛТ), методов расчета параметров каналов и трактов, организованных посредством ЦВОСП, а также вопросов их проектирования и технической эксплуатации. Кроме того, целью преподавания дисциплины является ознакомление студентов с российскими и международными стандартами в области телекоммуникаций и перспективами развития оптических цифровых телекоммуникационных систем.
-----	--

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП**

Цикл (раздел) ООП:	ФТД
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Технологии сетей радиодоступа
2.1.2	Электроника
2.1.3	Физика
2.1.4	Сигналы и сообщения электросвязи
2.1.5	Электромагнитные поля и волны
2.1.6	Аналоговая схемотехника
2.1.7	Антенно-фидерные устройства
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
2.2.2	Производственная практика, преддипломная практика
2.2.3	Надежность и безопасность систем связи и телекоммуникаций

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

**ПК-2.7: Определяет функциональную структуру объектов, систем связи (телекоммуникационных систем)**

**ПК-2.8: Обосновывает выбор информационных технологий, предварительных технических решений по объектам, системам связи (телекоммуникационным системам) и их компонентам, оборудования и программного обеспечения**

**ОПК-3.1: Осуществляет поиск информации из различных источников и баз данных о закономерностях передачи информации в инфокоммуникационных системах, основных видах сигналов, используемых в телекоммуникационных системах, особенностях передачи различных сигналов по каналам и трактам телекоммуникационных систем**

**ОПК-3.2: Анализирует принципы, основные алгоритмы и устройства цифровой обработки сигналов; принципы построения телекоммуникационных систем различных типов и способы распределения информации в сетях связи**

**ОПК-3.4: Строит вероятностные модели для конкретных процессов, проводит необходимые расчеты в рамках построенной модели**

**ОПК-3.5: Применяет методы и навыки обеспечения информационной безопасности при поиске, хранении, обработке, анализе и представлении в требуемом формате информации из различных источников и баз данных**

**ОПК-2.1: Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи**

**ОПК-2.2: Разрабатывает решение конкретной задачи, выбирая оптимальный вариант, оценивая его достоинства и недостатки**

**ОПК-2.5: Определяет методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации**

**ОПК-2.6: Применяет способы и средства измерений и проводит экспериментальные исследования**

**ОПК-2.7: Обрабатывает и представляет полученные данные и оценивает погрешности результатов измерений**

**ОПК-1.4: Использует методы анализа, расчета и моделирования конструкционных и электротехнических материалов, линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока, теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами, функций и основных характеристик электрических и электронных устройств**

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>3.1 Знать:</b>	
3.1.1	- основные принципы построения первичных сетей электросвязи, конструкции и характеристики оптических направляющих сред электросвязи, их конструктивные, механические, теоретические характеристики и особенности;
3.1.2	- принципы построения и функционирования основных узлов оконечной и линейной аппаратуры оптических цифровых телекоммуникационных систем передачи, а также технологии мультиплексирования, используемые в ЦВОСП;
3.1.3	- отраслевые стандарты связи и рекомендации МСЭ-Т, а также терминологию оптических телекоммуникационных систем передачи;
3.1.4	- виды специализированной измерительной аппаратуры оптических цифровых телекоммуникационных систем.
<b>3.2 Уметь:</b>	
3.2.1	- определять и измерять передаточные, физические, механические и конструктивные характеристики оптических направляющих сред электросвязи, проектировать, строить и эксплуатировать направляющую среду электросвязи любого вида на основе действующих нормативных документов;
3.2.2	- пользоваться справочными характеристиками при проектировании сетей доступа и транспортных сетей ЕСЭ РФ;
3.2.3	- собирать, анализировать исходные данные и квалифицированно проводить расчеты наиболее важных параметров цифровых волоконно-оптических линейных трактов;
3.2.4	- теоретически и экспериментально оценивать качество передачи информации по цифровым волоконно-оптическим линейным трактам.
<b>3.3 Владеть:</b>	
3.3.1	- навыками практической работы, связанной с разработкой, проектированием, строительством и эксплуатацией оптической направляющей среды электросвязи на основе действующих нормативных документов;
3.3.2	- навыками работы со специализированной контрольно-измерительной аппаратурой, используемой в оптических цифровых телекоммуникационных системах;
3.3.3	- готовностью к созданию условий для развития российской инфраструктуры связи, обеспечения её интеграции с международными сетями связи;
3.3.4	- готовностью содействовать внедрению перспективных технологий и стандартов;
3.3.5	- способностью осуществить приемку, освоение и эксплуатацию вводимого оборудования в соответствии с действующими нормативами;
3.3.6	- умением организовать рабочие места, их техническое оснащение, размещение сооружений, средств и оборудования оптических цифровых телекоммуникационных систем связи.

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

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Примечание
	<b>Раздел 1. Основы построения оптических систем передачи</b>					
1.1	Виды и классификация ЦВОСП. Аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразования сигнала. Кодеки ИКМ. Обобщенная структурная схема цифровых оптических систем передачи. /Лек/	7	1	ПК-2.7	Л1.4 Л1.6Л2.1Л3.3 Э1	
1.2	Понятие цифрового оптического линейного тракта. Структура информационного оборудования оконечной станции цифрового оптического линейного тракта. /Лаб/	7	1	ОПК-2.2 ОПК-2.5 ОПК-2.6 ОПК-2.7 ОПК-3.2 ОПК-3.4 ОПК-3.5 ПК-2.7 ПК- 2.8	Л1.1 Л1.2 Л1.5Л2.1Л3.2	
1.3	Структура информационного оборудования промежуточной станции цифрового оптического линейного тракта. Сравнительная оценка средств передачи информации с использованием электрических направляющих систем и ВОЛС. /Ср/	7	4	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.7 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.4 ПК-2.8 ОПК-1.4	Л1.1 Л1.2 Л1.5Л2.1Л3.2 Э1	
	<b>Раздел 2. Основы теории оптических направляющих сред передач</b>					

2.1	Строение волоконных световодов. Одномодовый и многомодовый режим передачи. Механизм потерь при поглощении и рассеянии излучения в кварцевых оптических волокнах. Виды дисперсий в многомодовых и одномодовых оптических волокнах. Классификация ОК по назначению, конструктивным особенностям, условиям прокладки. Маркировка оптических кабелей связи. Построение сердечника кабеля, защитные оболочки, защитные бронепокровы, гидрофобные наполнители. /Лек/	7	1	ОПК-2.1 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ПК-2.7	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.4Л3.1 Л3.2 Э1	
2.2	Критическая длина волны и частота. Апертура оптического волокна. Ступенчатые и градиентные оптические волокна. Типовые зависимости составляющих потерь от длины волны, затухание энергии в оптических волокнах при различных длинах волн. Окна прозрачности. Дополнительные кабельные потери, обусловленные технологией производства оптических кабелей. Дополнительное затухание за счет изгибов. Модовая дисперсия. 2.14 Хроматическая (частотная) дисперсия: материальная и волноводная части дисперсии. Поляризационно-модовая дисперсия. /Лаб/	7	1	ОПК-2.2 ОПК-2.5 ОПК-2.6 ОПК-2.7 ОПК-3.2 ОПК-3.4 ОПК-3.5 ПК-2.8 ОПК-1.4	Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2	
2.3	Измерение коэффициентов затухания волоконных световодов. Исследование удельного коэффициента затухания, вносимого изгибом световода. /Лаб/	7	1	ОПК-2.2 ОПК-2.5 ОПК-2.6 ОПК-2.7 ОПК-3.2 ОПК-3.4 ОПК-3.5 ПК-2.8 ОПК-1.4	Л1.3 Л1.4Л2.2Л3.2 Л3.3	
2.4	Процесс изготовления оптических волокон. Многомодовые оптические волокна. Одномодовые оптические волокна. Рекомендации МСЭ-Т по характеристикам волокон G651 - G657. 2.27 Магистральные, зоновые, городские, сельские кабели связи. /Ср/	7	4	ОПК-2.1 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.4 ПК-2.8 ОПК-1.4	Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1	
	<b>Раздел 3. Источники и модуляторы оптического излучения для цифровых оптических телекоммуникационных систем передачи</b>					
3.1	Конструкции и характеристики торцевого(суперлюминесцентного) и поверхностного светодиодов для оптической связи. Конструкции лазеров применяемых в технике оптической связи. Прямая и внешняя модуляция оптического излучения. Виды внешней модуляции оптического излучения. /Лек/	7	1	ОПК-2.1 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ПК-2.7	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.5Л3.2 Э1	

3.2	Требования предъявляемые к источнику оптического излучения. Полупроводниковый гетеролазер с резонатором Фабри -Перо. Одномодовый режим генерации. диаграмма направленности излучения светодиода и лазера. Сущность прямой модуляции в схемах с полупроводниковыми источниками оптического излучения. /Лаб/	7	1	ОПК-2.2 ОПК-2.5 ОПК-2.6 ОПК-2.7 ПК-2.7 ОПК-1.4	Л1.1 Л1.2 Л1.5Л2.1Л3.2	
3.3	Исследование ватт-амперных характеристик лазерного и светоизлучающего диодов. Исследование поляризационных характеристик лазерного диода. Исследование процессов аналоговой модуляции оптического излучения лазерного диода. Исследование процессов импульсной модуляции оптического излучения лазерного диода. /Лаб/	7	1	ОПК-2.2 ОПК-2.5 ОПК-2.6 ОПК-2.7 ОПК-1.4	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.6Л3.2 Л3.3	
3.4	Лазерные диоды с резонатором Фабри-Перо и распределенной обратной связью. Лазерные диоды с распределенным брэгговским отражением и поверхностным излучением. /Ср/	7	4	ОПК-2.1 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ПК-2.7 ПК- 2.8	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1Л3.2 Л3.3 Э1	
	<b>Раздел 4. Фотоприемные устройства цифровых оптических телекоммуникационных систем передачи</b>					
4.1	P-n фотодиоды. P-i-n фотодиоды. Лавинные фотодиоды. Фотодиоды типа ТАР и ТWPD. /Лек/	7	1	ПК-2.7 ПК- 2.8	Л1.1 Л1.2 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3.2 Э1	
4.2	Требования предъявляемые к фотоприёмникам оптических систем передачи. основные Оптические и электрические характеристики фотодиода конструкции р-і-п. Конструкция лавинного фотодиода (ЛФД). /Лаб/	7	1	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.5 ОПК-2.6 ОПК-2.7 ОПК-1.4	Л1.1 Л1.2 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.6Л3.2	
4.3	Измерение вольт-амперной характеристики фотодиода и уровня темнового тока. /Лаб/	7	1	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.5 ОПК-2.6 ОПК-2.7 ОПК-1.4	Л1.1 Л1.2 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3.2 Л3.3	
4.4	Прямое фотодетектирование и фотодетектирования с преобразованием. Функциональные блоки, входящие в схему фотоприемного устройства (ФПУ) с прямым детектированием. Виды предварительных усилителей, применяемых в фотоприёмных устройствах. Электрическая и оптическая полосы частот пропускания ФПУ. Величина соотношения сигнал/шум на выходе ФПУ. /Ср/	7	4	ОПК-2.1 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.4 ПК-2.8	Л1.1 Л1.2 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3.2 Л3.3 Э1	
	<b>Раздел 5. Оптические усилители для оптических систем передачи</b>					

5.1	Принципы оптического усиления. Классификация и назначение усилителей. Полупроводниковые оптические усилители. Конструкции, принцип действия, основные характеристики. Волоконно-оптические усилители на основе редкоземельных элементов. Конструкции, принцип действия, основные характеристики. Оптические усилители на основе эффекта рассеяния. /Лек/	7	2	ПК-2.7 ПК- 2.8	Л1.1 Л1.2 Л1.5Л2.1Л3.2 Э1	
5.2	Функциональная схема ВОУ на основе редкоземельных элементов. Волоконно-оптические усилители на основе редкоземельных элементов. Конструкции, принцип действия, основные характеристики. Структурная схема оптического ретранслятора с эрбиевыми усилителями. Энергетическая диаграмма рамановского усилителя. Схема рамановского рассеяния. Схема рамановского усилителя со встречной накачкой. /Лаб/	7	1	ОПК-2.2 ОПК-2.5 ОПК-2.6 ОПК-2.7 ОПК-1.4	Л1.1 Л1.2 Л1.5Л2.1Л3.2	
5.3	Оптические усилители - спектральная зависимость и равномерность коэффициента усиления, коэффициент усиления слабых сигналов и перекрестного насыщения, выходная мощность насыщения, шумовые параметры. /Ср/	7	6	ОПК-2.1 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.4 ОПК-3.5 ПК-2.8	Л1.1 Л1.2 Л1.5Л2.1Л3.2 Э1	
<b>Раздел 6. Цифровые волоконно-оптические линейные тракты</b>						
6.1	Особенности передачи сигналов электросвязи по оптическим линейным трактам, методы модуляции и демодуляции оптической несущей. Структура цифровых волоконно-оптических линейных трактов (ЦВОЛТ). Основные компоненты волоконно-оптических линейных трактов и их характеристики. Одноволоконные и двухволоконные схемы организации линейных трактов. /Лек/	7	1	ПК-2.7 ПК- 2.8	Л1.1 Л1.2 Л1.5Л2.1Л3.2 Э1	
6.2	Основные компоненты волоконно-оптических линейных трактов и их характеристики. Одноволоконные и двухволоконные схемы организации линейных трактов. Линейные коды ЦВОЛТ и оценка их параметров. Помехи и искажения в линейных трактах. /Лаб/	7	1	ОПК-2.2 ОПК-2.5 ОПК-2.6 ОПК-2.7 ОПК-1.4	Л1.1 Л1.2 Л1.5Л2.1 Л2.6Л3.1 Л3.2	
6.3	Моделирование формы сигнала на приемном конце оптической линии связи. Измерение времени группового запаздывания оптического сигнала. /Лаб/	7	1	ОПК-2.2 ОПК-2.5 ОПК-2.6 ОПК-2.7 ОПК-1.4	Л1.1 Л1.2 Л1.5Л2.1Л3.1 Л3.2 Л3.3	
6.4	Линейные коды ЦВОЛТ и оценка их параметров. Помехи и искажения в линейных трактах. Принципы регенерации цифровых оптических сигналов и оценка помехоустойчивости регенераторов. Многоканальные волоконно-оптические линейные тракты со спектральным разделением. /Ср/	7	4	ОПК-2.1 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.4 ОПК-3.5 ПК-2.7 ПК- 2.8	Л1.1 Л1.2 Л1.5Л2.1Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1	

	<b>Раздел 7. Оптические компоненты для систем передачи и оптических сетей</b>					
7.1	Компенсаторы дисперсии. Преобразователи длин волн и транспондеры. Оптические коммутаторы и маршрутизаторы. Оптические мультиплексоры/демультиплексоры OADM и ROADM. /Лек/	7	1	ПК-2.7 ПК- 2.8	Л1.1 Л1.2 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1	
7.2	Оптические изоляторы. Оптические фильтры, мультиплексоры и демультиплексоры. Оптические циркуляторы. /Лаб/	7	1	ОПК-2.2 ОПК-2.5 ОПК-2.6 ОПК-2.7 ОПК-1.4	Л1.1 Л1.2 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.2	
7.3	Исследование пассивных оптических компонентов /Лаб/	7	1	ОПК-2.2 ОПК-2.5 ОПК-2.6 ОПК-2.7 ОПК-1.4	Л1.1 Л1.2 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.2 Л3.3	
7.4	Оптические разъёмные соединители. Соединительные розетки и адаптеры. Оптические аттенюаторы. Оптические кроссы. Оптические разветвители. /Ср/	7	2	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.4 ОПК-3.5 ПК-2.8	Л1.1 Л1.2 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1	
	<b>Раздел 8. Введение. Методы уплотнения информационных потоков.</b>					
8.1	История развития мнговолновых ВОСП. Классификация мнговолновых оптических систем связи. Мировой уровень развития оптической связи с использованием WDM. /Лек/	7	1	ПК-2.7 ПК- 2.8	Л1.1 Л1.2 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1	
8.2	Метод временного уплотнения. Метод частотного уплотнения. Модовое уплотнение. Уплотнение по поляризации. /Лаб/	7	0,5	ОПК-2.2 ОПК-2.5 ОПК-2.6 ОПК-2.7 ОПК-1.4	Л1.1 Л1.2 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.2	
8.3	Сети с WDM уплотнением на базе сплиттеров 1310/1550. Оценка загрузки каналов, оборудования, оценка времени прохождения сигналов, проверка корректности прохождения сигналов. Сети с уплотнением TDM. Оценка загрузки каналов, оборудования, оценка времени прохождения сигналов, проверка корректности прохождения сигналов. /Лаб/	7	0,5	ОПК-2.2 ОПК-2.5 ОПК-2.6 ОПК-2.7 ОПК-1.4	Л1.1 Л1.2 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.2 Л3.3	
8.4	Методы уплотнения каналов по полярности. Сравнительная характеристика, области использования, перспективы методов уплотнения информационных потоков. /Ср/	7	2	ОПК-2.1 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.4 ОПК-3.5 ПК-2.7 ПК- 2.8	Л1.1 Л1.2 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1	
	<b>Раздел 9. Общая структура и параметры мнговолновых оптических систем связи</b>					
9.1	Общие принципы построения, описание и структура цифровых WDM систем. Общее описание и параметры CWDM систем. Общее описание и параметры DWDM систем. /Лек/	7	1	ПК-2.7 ПК- 2.8	Л1.1 Л1.2 Л1.5Л2.1Л3.2 Э1	

9.2	Определение запаса по мощности. Оценка энергетического бюджета. /Лаб/	7	0,5	ОПК-2.2 ОПК-2.5 ОПК-2.6 ОПК-2.7 ОПК-1.4	Л1.1 Л1.2 Л1.5Л2.1Л3.2	
9.3	Общее описание и параметры HDWDM систем. Критерии обеспечения требуемых характеристик. /Ср/	7	2	ОПК-2.1 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.4 ОПК-3.5 ПК-2.7 ПК- 2.8	Л1.1 Л1.2 Л1.5Л2.1Л3.2 Э1	
9.4	/Контр.раб./	7	0	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.5 ОПК-2.6 ОПК-2.7 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.4 ОПК-3.5 ПК-2.7 ПК- 2.8 ОПК-1.4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.5Л3.2 Э1	Задания для контрольной работы
<b>Раздел 10. Характеристики компонент оптических систем волнового уплотнения</b>						
10.1	Передатчики – выходная мощность, стабильность центральной частоты, спектр и боковые лепестки излучения. Методы модуляции – внутренняя и внешняя. Методы стабилизации длины волны. Оптическое волокно – хроматическая дисперсия, поляризационная модовая дисперсия; нелинейные эффекты /Лек/	7	2	ПК-2.7 ПК- 2.8	Л1.1 Л1.2 Л1.5Л2.1Л3.2 Э1	
10.2	Мультиплексоры и демультиплексоры – число каналов, полоса пропускания, центральная частота и межканальный интервал, изоляция и дальние переходные помехи, неравномерность распределения потерь по каналам; поляризационные явления, направленность. /Лаб/	7	1	ОПК-2.2 ОПК-2.5 ОПК-2.6 ОПК-2.7 ОПК-1.4	Л1.1 Л1.2 Л1.5Л2.1Л3.2	
10.3	Сети с CWDM уплотнением в топологии CWDM-OADM-OADM-CWDM. Оценка загрузки каналов, оборудования, оценка времени прохождения сигналов, проверка корректности прохождения сигналов. Сети с уплотнением TDM-CWDM. Оценка загрузки каналов, оборудования, оценка времени прохождения сигналов, проверка корректности прохождения сигналов. /Лаб/	7	0,5	ОПК-2.2 ОПК-2.5 ОПК-2.6 ОПК-2.7 ОПК-1.4	Л1.1 Л1.2 Л1.5Л2.1Л3.2 Л3.3	
10.4	Оптические усилители - спектральная зависимость и равномерность коэффициента усиления, коэффициент усиления слабых сигналов и перекрестного насыщения, выходная мощность насыщения, шумовые параметры. /Ср/	7	2	ОПК-2.1 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.4 ОПК-3.5 ПК-2.7 ПК- 2.8	Л1.1 Л1.2 Л1.5Л2.1Л3.2 Э1	
<b>Раздел 11. Основы проектирования ВОЛС</b>						

11.1	Стадии проектирования. Составные части проекта. Состав рабочей документации. ТЗ на проектирование. ТЭО проекта. Типовые проекты и проектные решения. Выбор типа линии связи, системы передачи, марки кабеля. Выбор трассы ВОЛС. Препятствия на трассе. Расчет длины регенерационного участка. /Лек/	7	2	ПК-2.7 ПК- 2.8	Л1.1 Л1.2 Л1.5Л2.1Л3.2 Э1	
11.2	Расстановка регенерационных пунктов вдоль трассы. Требования и нормы на прокладку ОК различными способами. Принципы организации дистанционного питания. Телеуправление и служебная связь на линии /Лаб/	7	0,5	ОПК-2.2 ОПК-2.5 ОПК-2.6 ОПК-2.7 ОПК-1.4	Л1.1 Л1.2 Л1.5Л2.1Л3.2	
11.3	Этапы проектирования СКС. ТЗ на проектирование СКС. Архитектурная стадия проектирования. Телекоммуникационная стадия проектирования. Типизация проектных решений. /Ср/	7	4	ОПК-2.1 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.4 ОПК-3.5 ПК-2.7 ПК- 2.8	Л1.1 Л1.2 Л1.5Л2.1Л3.2 Э1	
<b>Раздел 12. Перспективы развития оптических телекоммуникационных систем</b>						
12.1	Когерентные волоконно-оптические системы передачи. Понятие о транспортных сетях нового поколения. Принципы построения фотонных телекоммуникационных сетей. /Лек/	7	2	ПК-2.7 ПК- 2.8	Л1.1 Л1.2 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3.2 Э1	
12.2	Принципы построения солитонных волоконно-оптических систем передачи. Фотонные кристаллы. Нанопотонные технологии. /Лаб/	7	0,5	ОПК-2.2 ОПК-2.5 ОПК-2.6 ОПК-2.7 ОПК-1.4	Л1.1 Л1.2 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3.2	
12.3	Передатчики и приемники сигналов оптических когерентных систем. Детектирование и декодирование оптических сигналов в когерентных приемниках. /Ср/	7	2	ОПК-2.1 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.4 ОПК-3.5 ПК-2.7 ПК- 2.8	Л1.1 Л1.2 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3.2 Э1	
<b>Раздел 13. Оптические системы связи</b>						
13.1	/Зачёт/	7	0	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.5 ОПК-2.6 ОПК-2.7 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ОПК-3.4 ОПК-3.5 ПК-2.7 ПК- 2.8 ОПК-1.4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Л3.2 Л3.3	

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 5.1. Контрольные вопросы и задания

Представлены отдельным документом

### 5.2. Темы письменных работ

Представлены отдельным документом

### 5.3. Фонд оценочных средств

Представлены отдельным документом

<b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>				
<b>6.1. Рекомендуемая литература</b>				
<b>6.1.1. Основная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	Фриман Р.	Волоконно-оптические системы связи	М.: Техносфера, 2006	22
Л1.2	Скляр О. К.	Волоконно-оптические сети и системы связи: учебное пособие	СПб. [и др.]: Лань, 2010	11
Л1.3	Портнов Э. Л.	Оптические кабели связи их монтаж и измерение: рекомендовано УМО по образованию в области телекоммуникаций в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по специальностям 210401 - "Физика и техника оптической связи"	Москва: Горячая линия - Телеком, 2012	10
Л1.4	Цуканов В. Н., Яковлев М. Я.	Волоконно-оптическая техника: Практическое руководство	Москва: Инфра-Инженерия, 2015, электронный ресурс	1
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.5	Фокин В. Г.	Волоконно-оптические системы передачи: Учебное пособие	Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2009, электронный ресурс	1
Л1.6	Фокин В. Г.	Когерентные оптические сети: Учебное пособие	Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2015, электронный ресурс	1
<b>6.1.2. Дополнительная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л2.1	Иванов А. Б.	Волоконная оптика: компоненты, системы передачи, измерения	М.: Syrus Systems, 1999	7
Л2.2	Портнов Э. Л.	Оптические кабели связи и пассивные компоненты волоконно-оптических линий связи: учебное пособие	М.: Горячая линия - Телеком, 2007	11
Л2.3	Ксенофонов С. Н., Портнов Э. Л.	Направляющие системы электросвязи: сборник задач	Москва: Горячая линия - Телеком, 2014	10
Л2.4	Гончаренко А. М., Карпенко В. А., Гончаренко И. А.	Основы теории оптических волноводов: Монография	Минск: Белорусская наука, 2009, электронный ресурс	1
Л2.5	Варданян В. А.	Расчет характеристических параметров компонентов волоконно-оптических систем связи: Учебно-методическое пособие	Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2015, электронный ресурс	1

Л2.6	Бородихин М.Г., Заславский К.Е.	Волоконно-оптические системы передачи: практикум	Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2010, электронный ресурс	1
------	------------------------------------	--	--	---

### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
ЛЗ.1	Алексеев М. В., Косарев А. В., Алексеев М. М.	Электродинамика оптических направляющих систем: учебно- методическое пособие	Сургут: Издательство СурГУ, 2008	32
ЛЗ.2	Ельников А. В., Сысоев С. М., Панина Т. А.	Волоконно-оптические системы передачи: учебное пособие	Сургут: Издательский центр СурГУ, 2013 - электронный ресурс	
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
ЛЗ.3	Сысоев С. М., Заводовский А. Г., Ельников А. В., Гуртовская Р. Н.	Оптические измерения: учебно-методические пособия	Сургут: Издательский центр СурГУ, 2016 электронный ресурс	64

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Google Scholar – Академия Google (scholar.google.ru);</li> <li>2) Проект scholar.ru;</li> <li>3) Российская государственная библиотека (www.rsl.ru);</li> <li>4) Электронная библиотека eLIBRARY.RU;</li> <li>5) Книгафонд (www.knigafund.ru);</li> <li>6) Сводный каталог библиотек России в свободном доступе (www.skbr2.nilc.ru);</li> <li>7) Scopus (www.scopus.com);</li> <li>8) Web of Science и Web of Knowledge (wokinfo.com, webofknowledge.com);</li> <li>9) Арбикон (www.arbicon.ru);</li> <li>10) Национальная электронная библиотека (нэб.рф);</li> <li>11) Электронная библиотека диссертаций (dvs.rsl.ru);</li> <li>12) Издания по естественным и техническим наукам (dlib.eastview.com);</li> <li>13) Единое окно доступа к образовательным ресурсам - информационная система window.edu.ru/window;</li> <li>14) ВИНТИ (www.viniti.ru);</li> <li>15) ГПНТБ СО РАН (www.spsl.nsc.ru);</li> <li>16) Российская национальная библиотека (www.nlr.ru).</li> </ol>
----	---

### 6.3.1 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1	ОС "Windows"
6.3.1.2	Microsoft Office
6.3.1.3	Графический редактор «CorelDraw»
6.3.1.4	Пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений MatLab

### 6.3.2 Перечень информационных справочных систем

6.3.2.1	Гарант-информационно-правовой портал. <a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a>
6.3.2.2	КонсультантПлюс –надежная правовая поддержка. <a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1	Лекционные занятия проходят в аудиториях, оборудованных проекционными средствами (медиапроектором Epson EBX62, ноутбуком ASUS F6V и экраном (стационарным или переносным рулонным на треноге) для использования демонстрационных материалов и презентаций. Технические средства обучения представлены специализированными лабораторными макетами учебной лаборатории «Физика и техника оптической связи».
-----	---