

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УМР

_____ Е.В. Коновалова

15 июня 2023 г., протокол УМС №5

Оптические системы связи

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	Экспериментальной физики		
Учебный план	bz110302-ТелекомСист-23-5.plx 11.03.02 ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ СВЯЗИ Направленность (профиль): Телекоммуникационные системы и сети информационных технологий		
Квалификация	бакалавр		
Форма обучения	заочная		
Общая трудоемкость	2 ЗЕТ		
Часов по учебному плану	72	Виды контроля на курсах:	
в том числе:		зачеты 5	
аудиторные занятия	12		
самостоятельная работа	56		
часов на контроль	4		

Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	5		Итого	
	уп	рп		
Лекции	6	6	6	6
Лабораторные	4	4	4	4
Практические	2	2	2	2
Итого ауд.	12	12	12	12
Контактная работа	12	12	12	12
Сам. работа	56	56	56	56
Часы на контроль	4	4	4	4
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 15.06.2023 протокол № 5.

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
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Технологии сетей радиодоступа
2.1.2	Электроника
2.1.3	Физика
2.1.4	Аналоговая схемотехника
2.1.5	Сигналы и сообщения электросвязи
2.1.6	Электромагнитные поля и волны
2.1.7	Антенно-фидерные устройства
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
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)

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

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-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

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

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1 Знать:	
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.
3.2 Уметь:	
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.
3.3 Владеть:	
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
	Раздел 1. Основы построения оптических систем передачи					
1.1	Виды и классификация ЦВОСП. Аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразования сигнала. Кодеки ИКМ. Обобщенная структурная схема цифровых оптических систем передачи. /Лек/	5	0,5	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/	5	0	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/	5	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	
	Раздел 2. Основы теории оптических направляющих сред					

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 заполнители. /Лек/	5	0,5	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/	5	0	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/	5	0,3	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, зонные, городские, сельские кабели связи. /Ср/	5	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	
	Раздел 3. Источники и модуляторы оптического излучения для цифровых оптических телекоммуникационных систем передачи					
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/	5	0,5	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/	5	0	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/	5	0	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/	5	20	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	
Раздел 4. Фотоприемные устройства цифровых оптических телекоммуникационных систем передачи						
4.1	Р-п фотодиоды. Р-и-п фотодиоды. Лавинные фотодиоды. Фотодиоды типа ТАР и ТWPD. /Лек/	5	0,5	ПК-2.7 ПК-2.8	Л1.1 Л1.2 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3.2 Э1	
4.2	Р-п фотодиоды. Р-и-п фотодиоды. Лавинные фотодиоды. Фотодиоды типа ТАР и ТWPD. /Пр/	5	1	ОПК-2.2 ОПК-2.6	Л1.1 Л1.2Л2.4 Л2.5Л3.3 Э1	
4.3	Требования предъявляемые к фотоприёмникам оптических систем передачи. основные Оптические и электрические характеристики фотодиода конструкции р-і-п. Конструкция лавинного фотодиода (ЛФД). /Лаб/	5	0,2	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	
4.4	Измерение вольт-амперной характеристики фотодиода и уровня темнового тока. /Лаб/	5	0,2	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	
4.5	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	5	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	
Раздел 5. Оптические усилители для оптических систем передачи						

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/	5	0,5	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/	5	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 Э1	
5.3	Оптические усилители - спектральная зависимость и равномерность коэффициента усиления, коэффициент усиления слабых сигналов и перекрестного насыщения, выходная мощность насыщения, шумовые параметры. /Ср/	5	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	
Раздел 6. Цифровые волоконно-оптические линейные тракты						
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/	5	0,5	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/	5	0,3	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/	5	0,3	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/	5	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	
Раздел 7. Оптические компоненты для систем передачи и оптических сетей						
7.1	Компенсаторы дисперсии. Преобразователи длин волн и транспондеры. Оптические коммутаторы и маршрутизаторы. Оптические мультиплексоры/демультиплексоры OADM и ROADM. /Лек/	5	0,5	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/	5	0,3	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/	5	0,3	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/	5	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	
Раздел 8. Введение. Методы уплотнения информационных потоков.						
8.1	История развития мнговолновых ВОСП. Классификация мнговолновых оптических систем связи. Мировой уровень развития оптической связи с использованием WDM. /Лек/	5	0,5	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/	5	0,3	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/	5	0	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/	5	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	
Раздел 9. Общая структура и параметры многоволновых оптических систем связи						
9.1	Общие принципы построения, описание и структура цифровых WDM систем. Общее описание и параметры CWDM систем. Общее описание и параметры DWDM систем. /Лек/	5	0,5	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/	5	0,2	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/	5	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./	5	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
Раздел 10. Характеристики компонент оптических систем волнового уплотнения						
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/	5	0,5	ПК-2.7 ПК-2.8	Л1.1 Л1.2 Л1.5Л2.1Л3.2 Э1	
10.2	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 /Пр/	5	1	ОПК-2.2 ОПК-2.6	Л2.1 Л2.4 Л2.5 Э1	

10.3	Мультиплексоры и демупльтиплексоры – число каналов, полоса пропускания, центральная частота и межканальный интервал, изоляция и дальние переходные помехи, неравномерность распределения потерь по каналам; поляризационные явления, направленность. /Лаб/	5	0,2	ОПК-2.2 ОПК-2.5 ОПК-2.6 ОПК-2.7 ОПК-1.4	Л1.1 Л1.2 Л1.5Л2.1Л3.2	
10.4	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/	5	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	
10.5	Оптические усилители - спектральная зависимость и равномерность коэффициента усиления, коэффициент усиления слабых сигналов и перекрестного насыщения, выходная мощность насыщения, шумовые параметры. /Ср/	5	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	
Раздел 11. Основы проектирования ВОЛС						
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/	5	0,5	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/	5	0,2	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/	5	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	
Раздел 12. Перспективы развития оптических телекоммуникационных систем						
12.1	Когерентные волоконно-оптические системы передачи. Понятие о транспортных сетях нового поколения. Принципы построения фотонных телекоммуникационных сетей. /Лек/	5	0,5	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/	5	0,2	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/	5	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	
Раздел 13. Оптические системы связи						
13.1	/Зачёт/	5	4	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 Э1	Вопросы к зачету

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

5.1. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации

Представлены отдельным документом

5.2. Оценочные материалы для диагностического тестирования

Представлены отдельным документом

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	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
Л1.5	Фокин В. Г.	Волоконно-оптические системы передачи: Учебное пособие	Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2009, электронный ресурс	1

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.6	Фокин В. Г.	Когерентные оптические сети: Учебное пособие	Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2015, электронный ресурс	1
6.1.2. Дополнительная литература				
	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	Ксенофонтов 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
Л3.1	Алексеев М. В., Косарев А. В., Алексеев М. М.	Электродинамика оптических направляющих систем: учебно- методическое пособие	Сургут: Издательство СурГУ, 2008	32
Л3.2	Ельников А. В., Сысоев С. М., Панина Т. А.	Волоконно-оптические системы передачи: учебное пособие	Сургут: Издательский центр СурГУ, 2013 - электронный ресурс	
Л3.3	Сысоев С. М., Заводовский А. Г., Ельников А. В., Гуртовская Р. Н.	Оптические измерения: учебно-методические пособия	Сургут: Издательский центр СурГУ, 2016	64
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"				

Э1	1) Google Scholar – Академия Google (scholar.google.ru); 2) Проект scholar.ru; 3) Российская государственная библиотека (www.rsl.ru); 4) Электронная библиотека eLIBRARY.RU; 5) Книгафонд (www.knigafund.ru); 6) Сводный каталог библиотек России в свободном доступе (www.skbr2.nilc.ru); 7) Scopus (www.scopus.com); 8) Web of Science и Web of Knowledge (wokinfo.com, webofknowledge.com); 9) Арбикон (www.arbicon.ru); 10) Национальная электронная библиотека (нэб.рф); 11) Электронная библиотека диссертаций (dvs.rsl.ru); 12) Издания по естественным и техническим наукам (dlib.eastview.com); 13) Единое окно доступа к образовательным ресурсам - информационная система window.edu.ru/window; 14) ВИНТИ (www.viniti.ru); 15) ГПНТБ СО РАН (www.spsl.nsc.ru); 16) Российская национальная библиотека (www.nlr.ru).
----	---

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. http://www.garant.ru/
6.3.2.2	КонсультантПлюс –надежная правовая поддержка. http://www.consultant.ru/

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».
-----	---