

**МИНИСТЕРСТВО ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ,
СВЯЗИ И МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФ. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА»
(СПбГУТ)**

Кафедра _____ Фотоники и линий связи _____
(полное наименование кафедры)



Регистрационный №_24.05/93-Д

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Высокоскоростные оптические системы связи для транспортных
сетей и сетей доступа
_____ (наименование дисциплины)

образовательная программа высшего образования

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи
_____ (код и наименование направления подготовки / специальности)

бакалавр

_____ (квалификация)

Защищенные системы и сети связи

_____ (направленность / профиль образовательной программы)

очная форма

_____ (форма обучения)

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины составлена на основе требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности) подготовки «11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19.09.2017 № 930, и в соответствии с рабочим учебным планом, утвержденным ректором университета.

1. Цели и задачи дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Высокоскоростные оптические системы связи для транспортных сетей и сетей доступа» является:

получение знаний, умений и навыков в области современных оптических систем связи для транспортных сетей и сетей доступа

Эта цель достигается путем решения следующих(ей) задач(и):

изучение физических процессов генерации и приема оптического излучения, распространения излучения по современным оптическим волокнам, ознакомление с принципами действия, конструкциями и параметрами оптических волокон и кабелей, пассивных и активных оптических компонентов, изучение принципов построения оптических систем связи, их структурных схем и применяемых информационных технологий, методов формирования и приема оптических сигналов, структурных схем современных передающих и приемных устройств, методов проектирования и строительства волоконно-оптических систем связи, ознакомление с особенностями технической эксплуатации волоконно-оптических систем связи.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Высокоскоростные оптические системы связи для транспортных сетей и сетей доступа» Б1.В.14 является дисциплиной части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 учебного плана подготовки бакалавриата по направлению «11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи». Изучение дисциплины «Высокоскоростные оптические системы связи для транспортных сетей и сетей доступа» опирается на знания дисциплин(ы) «Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей»; «Физика».

3. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 1

№ п/п	Код компетенции	Наименование компетенции
1	ОПК-1	Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности
2	ПК-33	Способен осуществлять обоснованный выбор и анализ материалов, компонентов и устройств для систем телекоммуникаций, включая компоненты и устройства, основанные на принципах фотоники и оптоинформатики
3	ПК-34	Способен к выбору и анализу структурных схем, информационных технологий, элементной базы высокоскоростных оптических систем связи для транспортных сетей и сетей доступа

Индикаторы достижения компетенций

Таблица 2

ОПК-1.1	Знает фундаментальные законы природы и основные физические математические законы и методы накопления, передачи и обработки информации
ОПК-1.2	Умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера
ОПК-1.3	Владеет навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач
ПК-33.1	Знает физические процессы взаимодействия электромагнитного излучения с материалами для оптической и электронной техники, технологии производства и параметры материалов для оптической и электронной техники
ПК-33.2	Знает законы распространения электромагнитных сигналов по направляющим системам связи, включая оптические волокна, конструкции, параметры и технологии производства направляющих систем связи
ПК-33.3	Знает физические процессы, принципы действия, конструкции и параметры компонентов и устройств телекоммуникаций, включая передающие и приемные устройства, пассивные и активные компоненты
ПК-33.4	Знает принципы построения и структурные схемы систем телекоммуникаций для транспортных сетей и сетей доступа
ПК-33.5	Умеет обосновывать выбор компонентов, материалов и устройств для систем телекоммуникаций на основе расчетов параметров и характеристик, экспериментальных исследований и анализа их результатов
ПК-33.6	Владеет инженерными методиками расчета компонентов, материалов и устройств для систем телекоммуникаций, включая компоненты и устройства, основанные на принципах фотоники и оптоинформатики
ПК-33.7	Владеет навыками работы со специализированным прикладным программным обеспечением, предназначенным для моделирования работы телекоммуникационных компонентов и устройств, включая оптические, электронные, оптоэлектронные и оптомеханические.
ПК-34.1	Знает конструкции и параметры оптических волокон и оптических кабелей, пассивных и активных компонентов высокоскоростных оптических систем связи для транспортных сетей и сетей доступа
ПК-34.2	Знает физические процессы при передаче, приеме, усилении и обработке оптических сигналов и устройства для их реализации в высокоскоростных оптических системах связи
ПК-34.3	Знает структурные схемы и параметры высокоскоростных оптических систем связи для транспортных сетей и сетей доступа
ПК-34.4	Умеет обоснованно выбирать структурные схемы, информационные технологии, пассивные и активные компоненты высокоскоростных оптических систем связи для транспортных сетей и сетей доступа
ПК-34.5	Умеет рассчитывать основные параметры высокоскоростных оптических систем связи для транспортных сетей и сетей доступа
ПК-34.6	Владеет основами проектирования и строительства линейных трактов высокоскоростных оптических систем связи для транспортных сетей и сетей доступа
ПК-34.7	Владеет методиками измерения основных параметров оптических волокон, пассивных и активных компонентов высокоскоростных оптических систем связи для транспортных сетей и сетей доступа

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Очная форма обучения

Таблица 3

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры	
			4	5
Общая трудоемкость	7 ЗЕТ	252	144	108
Контактная работа с обучающимися		105.6	52.35	53.25
в том числе:				
Лекции		40	20	20
Практические занятия (ПЗ)		32	16	16
Лабораторные работы (ЛР)		28	14	14
Защита контрольной работы			-	-
Защита курсовой работы			-	-
Защита курсового проекта		3	-	3
Промежуточная аттестация		2.6	2.35	0.25
Самостоятельная работа обучающихся (СРС)		112.75	58	54.75
в том числе:				
Курсовая работа			-	-
Курсовой проект		25	-	25
И / или другие виды самостоятельной работы: подготовка к лабораторным работам, практическим занятиям, контрольным работам, изучение теоретического материала		79.75	58	21.75
Подготовка к промежуточной аттестации		41.65	33.65	8
Вид промежуточной аттестации			Экзамен	Зачет

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины.

Таблица 4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	№ семестра		
			очная	очно-заочная	заочная
1	Раздел 1. Начальные сведения об оптической связи. Особенности построения ВОСС, их элементы	Особенности оптической передачи сигналов по направляющим системам связи. Преимущества и недостатки волоконно-оптических систем связи (ВОСС). Структурная схема волоконно-оптического линейного тракта. Элементы волоконно-оптического линейного тракта: оптический кабель, оконечные и промежуточные пункты, регенераторы, источники и приемники излучения, оптические усилители. Спектральное уплотнение.	4		
2	Раздел 2. Конструкции и производство оптических волокон и оптических кабелей	Конструкция оптического волокна. Технологии производства оптических волокон. Классификация кабелей, элементы конструкции, используемые материалы. Технология производства оптических кабелей.	4		
3	Раздел 3. Физические основы процессов распространения света в оптических волокнах	Электромагнитные волны оптического диапазона. Поляризация света. Волновая и геометрическая оптика. Отражение и преломление света на границе раздела двух сред. Формулы Френеля. Явление полного внутреннего отражения. Принцип работы оптического волокна. Направляемые и вытекающие лучи.	4		

4	Раздел 4. Затухание в оптических волокнах	Затухание в оптическом волокне. Единицы измерения затухания. Абсолютный уровень мощности. Собственные и дополнительные потери. Коэффициент затухания, его зависимость от длины волны. Окна прозрачности. Влияние затухания на длину регенерационного участка. Влияние затухания на минимальную длину сегмента сети.	4		
5	Раздел 5. Многомодовые оптические волокна	Понятие моды. Ввод излучения в оптическое волокно. Траектории лучей в ступенчатых и градиентных оптических волокнах. Числовая апертура. Нормированная частота. Количество мод. Межмодовая дисперсия. Широкополосность. Влияние широкополосности на максимальную длину сегмента сети. Многомодовые волокна с усеченным степенным профилем. Рекомендация МСЭ G.651.1. Многомодовые волокна для высокоскоростных сетей.	4		
6	Раздел 6. Одномодовые оптические волокна	Условие одномодового режима распространения излучения. Длина волны отсечки. Хроматическая дисперсия. Материальная и волноводная дисперсия. Длина волны нулевой дисперсии. Диаметр модового поля. Влияние хроматической дисперсии на длину регенерационного участка. Компенсация хроматической дисперсии. Классификация и параметры современных одномодовых оптических волокон. Рекомендации МСЭ G.652-657.	4		
7	Раздел 7. Пассивные оптические компоненты	Особенности и параметры пассивных компонентов. Разъемные и неразъемные соединения оптических волокон. Вносимые и возвратные потери в соединениях. Оптические изоляторы. Оптические аттенюаторы. Многопортовые пассивные компоненты. Оптические разветвители. Оптические интерференционные фильтры. Мультиплексоры WDM. Оптические циркуляторы.	4		
8	Раздел 8. Источники излучения для ВОСС	Требования к передающим устройствам. Источники излучения. Светоизлучающие диоды, их параметры и конструкции. Спонтанная люминесценция. Лазерные диоды, их параметры и конструкции. Вынужденная люминесценция. Внутренняя и внешняя модуляция. Структурная схема передающего устройства с внутренней модуляцией.	4		
9	Раздел 9. Приемники излучения для ВОСС	Фотодиоды, их параметры, конструкции, схемы включения. Лавинный фотодиод. Источники шума в фотоприемных устройствах. Быстродействие фотоприемных устройств. Принципы энергетического и когерентного приема.	4		
10	Раздел 10. Принципы построения оптических систем передачи	Основные определения оптических систем передачи и оптических сетей. Структурные схемы волоконно-оптических систем передачи (ВОСП). Временное и спектральное уплотнение. Семейства технологий TDM (PDH, SDH, Ethernet) и WDM (CWDM, DWDM). Технология оптической транспортной сети OTN.	5		

11	Раздел 11. Модуляция и кодирование в оптических системах передачи	Виды модуляции оптического излучения. Современные форматы модуляции оптических сигналов, их представление на фазовой плоскости. Сигнальные созвездия. Способы модуляции оптического излучения. Схемы и характеристики модуляторов. Кодирование оптических сигналов. Двухуровневые и многоуровневые коды.	5		
12	Раздел 12. Оптические трансиверы, транспондеры и мукспондеры	Формирование оптических сигналов с фазовой модуляцией и двойной поляризацией, с многопозиционной квадратурной модуляцией, в формате OFDM. Оптические трансиверы SFP, SFP+, XFP, CFP. Структура и характеристики транспондеров. Структура и характеристики мукспондеров.	5		
13	Раздел 13. Оптическое усиление и оптические усилители	Нелинейные явления, используемые для усиления оптических сигналов. Оптические усилители на основе волокон, легированных редкоземельными элементами. Оптические усилители на основе явления вынужденного комбинационного рассеяния. Принципы действия, параметры, структурные схемы оптических усилителей. Применение оптических усилителей. Особенности построения оптических усилителей различного назначения.	5		
14	Раздел 14. Энергетический и когерентный прием в оптических системах передачи	Принципы приема оптических сигналов. Энергетический и когерентный прием. Структурные схемы энергетических и когерентных приемников оптического излучения. Преимущества когерентного приема. Использование цифровой обработки сигналов в фотоприемных устройствах с когерентным приемом.	5		
15	Раздел 15. Проектирование и строительство волоконно-оптических линейных трактов	Задание на проектирование и исходные данные. Состав рабочего проекта. Последовательность проектирования. Нормирование показателей качества цифровых каналов и трактов при проектировании ВОЛС. Выбор транспортных технологий. Стандарты и характеристики оборудования когерентных оптических сетей. Мультисервисные транспортные платформы и их применение. Стандарты и характеристики оборудования оптических сетей доступа. Инженерный расчет параметров оптического линейного тракта. Выбор трассы ВОЛС. Выбор оптического кабеля и муфт. Прокладка оптического кабеля. Требования и рекомендации. Пересечение водных преград и подземных коммуникаций.	5		
16	Раздел 16. Эксплуатация волоконно-оптических линейных трактов	Задачи технической эксплуатации. Организация технической эксплуатации. Планирование, контроль и обеспечение работ по технической эксплуатации. Технический учет и паспортизация ВОЛС. Ремонт линейных сооружений ВОЛС. Охрана линейных сооружений ВОЛС. Аварийно-восстановительные работы. Телеконтроль и мониторинг ВОЛС. Методы и средства измерений для ВОЛС. Оптический тестер. Оптический рефлектометр. Плановые и аварийные измерения. Определение расстояний до мест повреждений и неоднородностей.	5		

5.2. Междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами.

Таблица 5

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин
1	Компьютерное обеспечение расчетно-проектной и экспериментально-исследовательской деятельности
2	Проектирование, строительство и техническая эксплуатация волоконно-оптических и проводных систем связи

5.3. Разделы дисциплин и виды занятий.

Очная форма обучения

Таблица 6

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лек-ции	Практ. занятия	Лаб. занятия	Семи-нары	СРС	Всего часов
1	Раздел 1. Начальные сведения об оптической связи. Особенности построения ВОСС, их элементы	2				6	8
2	Раздел 2. Конструкции и производство оптических волокон и оптических кабелей	2		2		6	10
3	Раздел 3. Физические основы процессов распространения света в оптических волокнах	2	2			6	10
4	Раздел 4. Затухание в оптических волокнах	2	2	2		6	12
5	Раздел 5. Многомодовые оптические волокна	2	2	2		6	12
6	Раздел 6. Одномодовые оптические волокна	2	4	2		6	14
7	Раздел 7. Пассивные оптические компоненты	4	2	2		6	14
8	Раздел 8. Источники излучения для ВОСС	2	2	2		8	14
9	Раздел 9. Приемники излучения для ВОСС	2	2	2		8	14
10	Раздел 10. Принципы построения оптических систем передачи	2	2			3	7
11	Раздел 11. Модуляция и кодирование в оптических системах передачи	2	2	4		3	11
12	Раздел 12. Оптические трансиверы, транспондеры и мукспондеры	2	2			3	7
13	Раздел 13. Оптическое усиление и оптические усилители	4	4	8		3	19

14	Раздел 14. Энергетический и когерентный прием в оптических системах передачи	4	2			3	9
15	Раздел 15. Проектирование и строительство волоконно-оптических линейных трактов	4	2	2		3	11
16	Раздел 16. Эксплуатация волоконно-оптических линейных трактов	2	2			3.75	7.75
Итого:		40	32	28	-	79.75	179.75

6. Лекции

Очная форма обучения

Таблица 7

№ п/п	Номер раздела	Тема лекции	Всего часов
1	1	Особенности оптической передачи сигналов по направляющим системам связи. Преимущества и недостатки волоконно-оптических систем связи (ВОСС). Структурная схема волоконно-оптического линейного тракта. Элементы волоконно-оптического линейного тракта: оптический кабель, оконечные и промежуточные пункты, регенераторы, источники и приемники излучения, оптические усилители. Спектральное уплотнение.	2
2	2	Конструкция оптического волокна. Технологии производства оптических волокон. Классификация кабелей, элементы конструкции, используемые материалы. Технология производства оптических кабелей.	2
3	3	Электромагнитные волны оптического диапазона. Поляризация света. Волновая и геометрическая оптика. Отражение и преломление света на границе раздела двух сред. Формулы Френеля. Явление полного внутреннего отражения. Принцип работы оптического волокна. Направляемые и вытекающие лучи.	2
4	4	Затухание в оптическом волокне. Единицы измерения затухания. Абсолютный уровень мощности. Собственные и дополнительные потери. Коэффициент затухания, его зависимость от длины волны. Окна прозрачности. Влияние затухания на длину регенерационного участка. Влияние затухания на минимальную длину сегмента сети.	2
5	5	Понятие моды. Ввод излучения в оптическое волокно. Траектории лучей в ступенчатых и градиентных оптических волокнах. Числовая апертура. Нормированная частота. Количество мод. Межмодовая дисперсия. Широкополосность. Влияние широкополосности на максимальную длину сегмента сети. Многомодовые волокна с усеченным степенным профилем. Рекомендация МСЭ G.651.1. Многомодовые волокна для высокоскоростных сетей.	2
6	6	Условие одномодового режима распространения излучения. Длина волны отсечки. Хроматическая дисперсия. Материальная и волноводная дисперсия. Длина волны нулевой дисперсии. Диаметр модового поля. Влияние хроматической дисперсии на длину регенерационного участка. Компенсация хроматической дисперсии. Классификация и параметры современных одномодовых оптических волокон. Рекомендации МСЭ G.652-657.	2

7	7	Особенности и параметры пассивных компонентов. Разъемные и неразъемные соединения оптических волокон. Вносимые и возвратные потери в соединениях. Оптические изоляторы. Оптические аттенюаторы.	2
8	7	Многопортовые пассивные компоненты. Оптические разветвители. Оптические интерференционные фильтры. Мультиплексоры WDM. Оптические циркуляторы.	2
9	8	Требования к передающим устройствам. Источники излучения. Светоизлучающие диоды, их параметры и конструкции. Спонтанная люминесценция. Лазерные диоды, их параметры и конструкции. Вынужденная люминесценция. Внутренняя и внешняя модуляция. Структурная схема передающего устройства с внутренней модуляцией.	2
10	9	Фотодиоды, их параметры, конструкции, схемы включения. Лавинный фотодиод. Источники шума в фотоприемных устройствах. Быстродействие фотоприемных устройств. Принципы энергетического и когерентного приема.	2
11	10	Основные определения оптических систем передачи и оптических сетей. Структурные схемы волоконно-оптических систем передачи (ВОСП). Временное и спектральное уплотнение. Семейства технологий TDM (PDH, SDH, Ethernet) и WDM (CWDM, DWDM). Технология оптической транспортной сети OTN.	2
12	11	Виды модуляции оптического излучения. Современные форматы модуляции оптических сигналов, их представление на фазовой плоскости. Сигнальные созвездия. Способы модуляции оптического излучения. Схемы и характеристики модуляторов. Кодирование оптических сигналов. Двухуровневые и многоуровневые коды.	2
13	12	Формирование оптических сигналов с фазовой модуляцией и двойной поляризацией, с многопозиционной квадратурной модуляцией, в формате OFDM. Оптические трансиверы SFP, SFP+, XFP, CFP. Структура и характеристики транспондеров. Структура и характеристики мукспондеров.	2
14	13	Нелинейные явления, используемые для усиления оптических сигналов. Оптические усилители на основе волокон, легированных редкоземельными элементами. Оптические усилители на основе явления вынужденного комбинационного рассеяния.	2
15	13	Принципы действия, параметры, структурные схемы оптических усилителей. Применение оптических усилителей. Особенности построения оптических усилителей различного назначения.	2
16	14	Принципы приема оптических сигналов. Энергетический и когерентный прием. Структурные схемы энергетических и когерентных приемников оптического излучения.	2
17	14	Преимущества когерентного приема. Использование цифровой обработки сигналов в фотоприемных устройствах с когерентным приемом.	2
18	15	Задание на проектирование и исходные данные. Состав рабочего проекта. Последовательность проектирования. Нормирование показателей качества цифровых каналов и трактов при проектировании ВОЛС. Выбор транспортных технологий. Стандарты и характеристики оборудования когерентных оптических сетей. Мультисервисные транспортные платформы и их применение. Стандарты и характеристики оборудования оптических сетей доступа.	2

19	15	Инженерный расчет параметров оптического линейного тракта. Выбор трассы ВОЛС. Выбор оптического кабеля и муфт. Прокладка оптического кабеля. Требования и рекомендации. Пересечение водных преград и подземных коммуникаций.	2
20	16	Задачи технической эксплуатации. Организация технической эксплуатации. Планирование, контроль и обеспечение работ по технической эксплуатации. Технический учет и паспортизация ВОЛС. Ремонт линейных сооружений ВОЛС. Охрана линейных сооружений ВОЛС. Аварийно-восстановительные работы. Телеконтроль и мониторинг ВОЛС. Методы и средства измерений для ВОЛС. Оптический тестер. Оптический рефлектометр. Плановые и аварийные измерения. Определение расстояний до мест повреждений и неоднородностей.	2
Итого:			40

7. Лабораторный практикум

Очная форма обучения

Таблица 8

№ п/п	Номер раздела	Наименование лабораторной работы	Всего часов
1	2	Изучение конструкций оптических кабелей	2
2	4	Измерение вносимого затухания в волоконно-оптических трактах	2
3	5	Изучение процессов распространения оптических импульсов в многомодовых оптических волокнах	2
4	6	Изучение процессов распространения оптических импульсов в одномодовых оптических волокнах	2
5	7	Изучение конструкций пассивных компонентов	2
6	8	Измерение параметров источников излучения	2
7	9	Измерение параметров фотоприемных устройств	2
8	11	Исследование ВОСС с амплитудным бинарным форматом модуляции оптического излучения ASK. Исследование ВОСС с дифференциальным двухуровневым фазовым форматом модуляции оптического излучения (DPSK)	4
9	13	Исследование параметров оптического усилителя на основе волокна, легированного эрбием	4
10	13	Исследование параметров оптического усилителя ВКР	4
11	15	Сравнение многоканальных ВОСС с DWDM, использующих ASK и DPSK форматы модуляции	2
Итого:			28

8. Практические занятия (семинары)

Очная форма обучения

Таблица 9

№ п/п	Номер раздела	Тема занятия	Всего часов
1	3	Физические основы процессов распространения света в оптических волокнах	2
2	4	Влияние затухания на дальность связи по оптическим направляющим системам	2

3	5	Параметры многомодовых оптических волокон. Дисперсия в многомодовых оптических волокнах	2
4	6	Параметры одномодовых оптических волокон. Дисперсия в многомодовых оптических волокнах. Компенсация хроматической дисперсии.	4
5	7	Параметры и конструкции пассивных оптических компонентов	2
6	8	Генерация оптического излучения. Светоизлучающие диоды и полупроводниковые лазеры.	2
7	9	Прием оптического излучения. Фотодиоды и их параметры.	2
8	10	Принципы построения оптических систем передачи	2
9	11	Современные форматы модуляции оптических сигналов и методы их формирования	2
10	12	Оптические трансиверы, транспондеры и мукспондеры	2
11	13	Оптические усилители EDFA. Оптические усилители ВКР	4
12	14	Принципы приема оптических сигналов. Энергетический и когерентный прием.	2
13	15	Принципы проектирования волоконно-оптических систем связи. Оформление проектной документации.	2
14	16	Анализ результатов измерений параметров волоконно-оптических трактов	2
Итого:			32

9. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Учебным планом предусмотрен курсовой проект.

Подготовка к курсовому проектированию.

Курсовое проектирование должно способствовать закреплению, углублению и обобщению знаний, полученных студентами за время обучения, и применению этих знаний к комплексному решению конкретной практической задачи. Системой курсовых проектов студент подготавливается к выполнению более сложной задачи - дипломного проектирования. Курсовое проектирование должно также прививать студентам навыки производства расчетов, составления технико-экономических записок.

Курсовой проект должен состоять из графической части и расчетно-объяснительной записки. Графический материал должен быть выполнен с учетом требований ЕСКД. В пояснительной записке должны быть обоснованы все технические решения и представлены расчеты, подтверждающие правильность выбора.

Эти обоснования проекта могут быть представлены в виде сравнительных характеристик выбранного решения с другими имеющимися или возможными вариантами, показом их преимуществ и простоты изготовления на существующем оборудовании, удобства эксплуатации, ремонта и техники безопасности работы.

Изложение пояснительной записки должно быть технически грамотным, четким и сжатым.

Таблица 10

№ п/п	Тема курсового проекта (работы)
1	Проект волоконно-оптической системы связи для транспортной сети с применением технологии DWDM

2	Проект волоконно-оптической системы для сети доступа с применением технологии FTTx
---	--

10. Самостоятельная работа

Очная форма обучения

Таблица 11

№ п/п	Номер раздела	Содержание самостоятельной работы	Форма контроля	Всего часов
1	1	Изучение материала по теме. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям	опрос	6
2	2	Изучение материала по теме. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям	опрос	6
3	3	Изучение материала по теме. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям	опрос	6
4	4	Изучение материала по теме. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям	опрос	6
5	5	Изучение материала по теме. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям	опрос	6
6	6	Изучение материала по теме. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям	опрос	6
7	7	Изучение материала по теме. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям	опрос	6
8	8	Изучение материала по теме. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям	опрос	8
9	9	Изучение материала по теме. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям	опрос	8
10	10	Изучение материала по теме. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям	опрос	3
11	11	Изучение материала по теме. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям	опрос	3
12	12	Изучение материала по теме. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям	опрос	3
13	13	Изучение материала по теме. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям	опрос	3
14	14	Изучение материала по теме. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям	опрос	3
15	15	Изучение материала по теме. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям	опрос	3
16	16	Изучение материала по теме. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям	опрос	3.75
Итого:				79.75

11. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для самостоятельной работы по дисциплине рекомендовано следующее учебно-методическое обеспечение:

- Положение о самостоятельной работе студентов в Санкт-Петербургском государственном университете телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича;
- рекомендованная основная и дополнительная литература;

- конспект занятий по дисциплине;
- слайды-презентации и другой методический материал, используемый на занятиях;
- методические рекомендации по подготовке письменных работ, требования к их содержанию и оформлению (реферат, эссе, контрольная работа) ;
- фонды оценочных средств;
- методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов;
- методические рекомендации по подготовке и защите курсовой работы (проекта).

12. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Фонд оценочных средств разрабатывается в соответствии с локальным актом университета "Положение о фонде оценочных средств" и является приложением (Приложение А) к рабочей программе дисциплины.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Для каждого результата обучения по дисциплине определяются показатели и критерии оценки сформированности компетенций на различных этапах их формирования, шкалы и процедуры оценивания.

13. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

13.1. Основная литература:

1. Андреев, В. А.
Направляющие системы электросвязи: Учебник для вузов. В 2-х томах. Том 1 — Теория передачи и влияния : [Электронный ресурс] / В. А. Андреев, Э. Л. Портнов, Л. Н. Кочановский. - М. : Горячая линия-Телеком, 2011. - 424 с. : ил. - URL: <http://ibooks.ru/reading.php?productid=333350>. - ISBN 978-5-9912-0092-9 : Б. ц.
2. Андреев, В. А.
Направляющие системы электросвязи: Учебник для вузов. В 2-х томах. Том 2 Проектирование, строительство и техническая эксплуатация : [Электронный ресурс] / В. А. Андреев, А. В. Бурдин, Л. Н. Кочановский. - М. : Горячая линия-Телеком, 2010. - 424 с. : ил. - URL: <http://ibooks.ru/reading.php?productid=333351>. -

ISBN 978-5-9912-0141-4 : Б. ц.

3. Былина, Мария Сергеевна.
Оптические волокна в телекоммуникациях : [Электронный ресурс] : учебное пособие / М. С. Былина, С. Ф. Глаголев ; рец.: А. К. Канаев, И. В. Гришин ; Федеральное агентство связи, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича". - СПб. : СПбГУТ, 2019. - 108 с. : ил. - 580.32 р.
4. Сети стационарного широкополосного доступа : учебное пособие / М. С. Былина [и др.] ; Федер. агентство связи, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича". - СПб. : СПбГУТ. Ч. 1 : Принципы, технологии, компоненты : учебное пособие. - СПб. : СПбГУТ, 2020. - 89 с. : ил., граф. - 465.47 р.
5. Сети стационарного широкополосного доступа : учебное пособие / М. С. Былина, С. Ф. Глаголев, В. С. Иванов [и др.] ; рец.: А. К. Канаев, И. В. Гришин ; Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ, С.-Петербург. гос. ун-т телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича. - СПб. : СПбГУТ (дата обращения: 13.10.2021) . - Режим доступа: свободный доступ из сети Интернет, свободный доступ из локальной сети. Ч. 2 : Проектирование, строительство, эксплуатация : учебное пособие. - СПб. : СПбГУТ, 2021. - 78 с. : ил., граф. - 362.89 р.

13.2. Дополнительная литература:

1. Оптические сети доступа : пер. с англ. / пер. М. С. Былина. - Б. м. : Teletekno, 2006. - 190 с. : ил, табл. - 250.00 р. - Текст : непосредственный. Прил. : с. 184-190
2. Волоконно-оптическая техника : современное состояние и новые перспективы : [сб. ст.] / С. А. Дмитриев [и др.] ; ред.: С. А. Дмитриев, Н. Н. Слепов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Техносфера, 2010. - 607 с. : ил. - Библиогр. в конце глав. - ISBN 978-5-94836-245-8 (в пер.) : 983.78 р., 983.97 р. - Текст : непосредственный.
3. FTTH. Принципы построения, технологии и решения для монтажа : монография / пер.: М. С. Былина, Н. С. Кузнецова, С. Ф. Глаголев. - 2-е изд. - СПб. : Техника Связи, 2011. - 155 с. : ил., цв.ил. - 100.00 р., 400.00 р. - Текст : непосредственный.
4. Листвин, В. Н.
DWDM-системы : научное издание / В. Н. Листвин, В. Н. Трещиков. - 2-е изд. - М. : Техносфера, 2015. - 278 с. : ил. - Библиогр.: с. 273-278. - ISBN 978-5-94836-407-0 : 300.00 р. - Текст : непосредственный.
5. Семенов, А. Б.
Волоконно-оптические подсистемы современных СКС : [Электронный ресурс] / А. Б. Семенов. - М. : ДМК Пресс, 2015. - 632 с. : ил. - URL: <http://ibooks.ru/reading.php?productid=26681>. - ISBN 5-98453-025-2 : Б. ц.

6. Основные типы и характеристики оптических волокон и кабелей на примере продукции завода ИНКАБ : справочное пособие / Д. П. Гиберт [и др.]. - СПб. : Инкаб, 2018. - 67 с. : ил. - 250.00 р. - Текст : непосредственный.
7. Былина, Мария Сергеевна.
Физика и техника оптической связи : [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / М. С. Былина, С. Ф. Глаголев, А. С. Дюбов ; рец. И. В. Гришин ; Федеральное агентство связи, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича". - СПб. : СПбГУТ, 2019. - 102 с. : ил. - 1155.85 р.
8. Высокоскоростные оптические системы связи для транспортных сетей и сетей доступа / М. С. Былина, С. Ф. Глаголев, Б. К. Никитин, Е. В. Полякова ; рец. И. В. Гришин ; М-во цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ, С.-Петербург. гос. ун-т телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича. - СПб. : СПбГУТ (дата обращения: 03.08.2022) . - Режим доступа: свободный доступ из сети Интернет, свободный доступ из локальной сети. Ч. 1 : Проектирование системы связи для транспортной сети : учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта. - СПб. : СПбГУТ, 2022. - 43 с. : ил. - Библиогр.: с.36. - 499.02 р.

14. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети интернет из указанного перечня являются рекомендуемыми дополнительными (вспомогательными) источниками официальной информации, размещенной на легальных основаниях с открытым доступом. За полноту содержания и качество работу сайтов несет ответственность правообладатель.

Таблица 12

Наименование ресурса	Адрес
Портал "ВОЛС. Эксперт"	vols.expert/
Сайт компании "Т8" - производителя оборудования для транспортных сетей	t8.ru/

15. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

15.1. Программное обеспечение дисциплины:

- Open Office
- Google Chrome

15.2. Информационно-справочные системы:

- ЭБС Лань (<https://e.lanbook.com/>)
- ЭБС СПбГУТ (<http://lib.spbgut.ru>)

16. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

15.1. Планирование и организация времени, необходимого для изучения дисциплины

Важным условием успешного освоения дисциплины «Высокоскоростные оптические системы связи для транспортных сетей и сетей доступа» является создание системы правильной организации труда, позволяющей распределить учебную нагрузку равномерно в соответствии с графиком образовательного процесса. Большую помощь в этом может оказать составление плана работы на семестр, месяц, неделю, день. Его наличие позволит подчинить свободное время целям учебы, трудиться более успешно и эффективно. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Все задания, включая вынесенные на самостоятельную работу, рекомендуется выполнять непосредственно после соответствующего аудиторного занятия (лекции, практического занятия), что способствует лучшему усвоению материала, позволяет своевременно выявить и устранить «пробелы» в знаниях, систематизировать ранее пройденный материал, на его основе приступить к овладению новыми знаниями и навыками.

Система университетского обучения основывается на рациональном сочетании нескольких видов учебных занятий (в первую очередь, лекций и практических занятий), работа на которых обладает определенной спецификой.

15.2. Подготовка к лекциям

Знакомство с дисциплиной происходит уже на первой лекции, где от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. При работе с конспектом лекций необходимо учитывать тот фактор, что одни лекции дают ответы на конкретные вопросы темы, другие – лишь выявляют взаимосвязи между явлениями, помогая студенту понять глубинные процессы развития изучаемого предмета, как в истории, так и в настоящее время.

Конспектирование лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное и сделано это самим обучающимся. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Целесообразно вначале понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать ее. Желательно запись осуществлять на одной странице листа или оставляя поля, на которых позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале

замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста. Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

15.3. Подготовка к практическим занятиям

Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке пройденного материала (материала лекций, практических занятий), а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме.

Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы практикума, его выступлении и участии в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильном выполнении практических заданий и контрольных работ.

Необходимо понимать, что невозможно во время аудиторных занятий изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов, и при изучении дисциплины недостаточно конспектов занятий. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме.

15.4. Рекомендации по работе с литературой

Работу с литературой целесообразно начать с изучения общих работ по теме, а также учебников и учебных пособий. Далее рекомендуется перейти к анализу монографий и статей, рассматривающих отдельные аспекты проблем, изучаемых в рамках курса, а также официальных материалов и неопубликованных документов (научно-исследовательские работы, диссертации), в которых могут содержаться основные вопросы изучаемой проблемы.

Работу с источниками надо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя его структурные единицы. При ознакомительном чтении закладками отмечаются те страницы, которые требуют более внимательного изучения. В зависимости от результатов ознакомительного чтения выбирается дальнейший способ работы с источником. Если для разрешения поставленной задачи требуется изучение некоторых фрагментов текста, то используется метод выборочного чтения. Если в книге нет подробного оглавления, следует обратить внимание ученика на предметные и именные указатели.

Избранные фрагменты или весь текст (если он целиком имеет отношение к теме) требуют вдумчивого, неторопливого чтения с «мысленной проработкой» материала. Такое чтение предполагает выделение: 1) главного в тексте; 2) основных

аргументов; 3) выводов. Особое внимание следует обратить на то, вытекает тезис из аргументов или нет. Необходимо также проанализировать, какие из утверждений автора носят проблематичный, гипотетический характер и уловить скрытые вопросы.

Понятно, что умение таким образом работать с текстом приходит далеко не сразу. Наилучший способ научиться выделять главное в тексте, улавливать проблематичный характер утверждений, давать оценку авторской позиции – это сравнительное чтение, в ходе которого студент знакомится с различными мнениями по одному и тому же вопросу, сравнивает весомость и доказательность аргументов сторон и делает вывод о наибольшей убедительности той или иной позиции.

Если в литературе встречаются разные точки зрения по тому или иному вопросу из-за сложности прошедших событий и правовых явлений, нельзя их отвергать, не разобравшись. При наличии расхождений между авторами необходимо найти рациональное зерно у каждого из них, что позволит глубже усвоить предмет изучения и более критично оценивать изучаемые вопросы. Знакомясь с особыми позициями авторов, нужно определять их схожие суждения, аргументы, выводы, а затем сравнивать их между собой и применять из них ту, которая более убедительна.

Следующим этапом работы с литературными источниками является создание конспектов, фиксирующих основные тезисы и аргументы. Можно делать записи на отдельных листах, которые потом легко систематизировать по отдельным темам изучаемого курса. Другой способ – это ведение тематических тетрадей-конспектов по одной какой-либо теме. Большие специальные работы монографического характера целесообразно конспектировать в отдельных тетрадях. Здесь важно вспомнить, что конспекты пишутся на одной стороне листа, с полями и достаточным для исправления и ремарок межстрочным расстоянием (эти правила соблюдаются для удобства редактирования). Если в конспектах приводятся цитаты, то непременно должно быть дано указание на источник (автор, название, выходные данные, № страницы). Впоследствии эта информация может быть использована при написании текста реферата или другого задания.

Таким образом, при работе с источниками и литературой важно уметь:

- сопоставлять, сравнивать, классифицировать, группировать, систематизировать информацию в соответствии с определенной учебной задачей;
- обобщать полученную информацию, оценивать прослушанное и прочитанное;
- фиксировать основное содержание сообщений; формулировать, устно и письменно, основную идею сообщения; составлять план, формулировать тезисы;
- готовить и презентовать развернутые сообщения типа доклада;
- работать в разных режимах (индивидуально, в паре, в группе), взаимодействуя друг с другом;
- пользоваться реферативными и справочными материалами;
- контролировать свои действия и действия своих товарищей, объективно оценивать свои действия;
- обращаться за помощью, дополнительными разъяснениями к преподавателю, другим студентам;
- пользоваться лингвистической или контекстуальной догадкой, словарями различного характера, различного рода подсказками, опорами в тексте (ключевые

- слова, структура текста, предваряющая информация и др.);
- использовать при говорении и письме перифраз, синонимичные средства, слова-описания общих понятий, разъяснения, примеры, толкования, «словотворчество»
 - повторять или перефразировать реплику собеседника в подтверждении понимания его высказывания или вопроса;
 - обратиться за помощью к собеседнику (уточнить вопрос, переспросить и др.);
 - использовать мимику, жесты (вообще и в тех случаях, когда языковых средств не хватает для выражения тех или иных коммуникативных намерений).

15.5. Подготовка к промежуточной аттестации

При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендованную литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

17. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Таблица 13

№ п/п	Наименование специализированных аудиторий и лабораторий	Наименование оборудования
1	Лекционная аудитория	Аудио-видео комплекс
2	Аудитории для проведения групповых и практических занятий	Аудио-видео комплекс
3	Компьютерный класс	Персональные компьютеры
4	Аудитория для курсового и дипломного проектирования	Персональные компьютеры
5	Аудитория для самостоятельной работы	Компьютерная техника
6	Читальный зал	Персональные компьютеры
7	Лаборатория высокоскоростных магистральных DWDM-систем и программно-управляемых сетей	Лабораторные стенды (установки) Контрольно-измерительные приборы
8	Учебно-исследовательская лаборатория пассивных оптических сетей	Лабораторные стенды (установки) Контрольно-измерительные приборы
9	Учебно-исследовательская лаборатория сетей широкополосного доступа	Лабораторные стенды (установки) Контрольно-измерительные приборы
10	Учебно-исследовательская лаборатория физических основ оптической связи	Лабораторные стенды (установки) Контрольно-измерительные приборы