

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Радиоэлектроники и телекоммуникационных систем»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №13 от 02 июня 2025 г.

Рабочая программа дисциплины
«ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЕ ЛИНИИ СВЯЗИ»

Направление: 11.04.01 Радиотехника

Радиотехнические телекоммуникационные устройства и системы

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной
подписью
Составитель программы: Леонова Наталья
Всеволодовна
Дата подписания: 29.05.2025

Документ подписан простой электронной
подписью
Утвердил и согласовал: Ченский Александр
Геннадьевич
Дата подписания: 18.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Волоконно-оптические линии связи» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ОПК-1 Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественно-научную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора	ОПК-1.3
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.3

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
УК-2.3	Реализует проект с учетом основных этапов жизненного цикла проекта. Может представить результаты проекта. Самостоятельно оценивает результаты проекта	Знать конструкции оптических волокон и кабелей; основные характеристики источников и приемников оптического излучения; передающих и принимающих оптических модулей, основы работы и устройство пассивных устройств трактов волс; основы работы и устройство ретрансляторов восп. Уметь реализовать проект восп с учетом основных этапов жизненного цикла проекта, представлять результаты проекта, самостоятельно оценивать результаты проекта. Владеть навыками расчета и анализа волоконно-оптических систем передачи.
ОПК-1.3	Анализирует научную проблему, определяет возможные пути их решения	Знать конструкции и технологию изготовления оптических волокон и кабелей; методы измерения характеристик оптических волокон и кабелей; классификацию источников и приемников оптического излучения, основные характеристики, требования к ним; основы работы пассивных устройств оптических телекоммуникационных систем; основы работы и устройство ретрансляторов в оптических телекоммуникационных системах. Уметь выявлять и анализировать

		научную проблему в области оптических систем передачи информации, определять возможные пути решения. Владеть навыками измерения параметров и расчета волоконно-оптических систем передачи.
--	--	--

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Волоконно-оптические линии связи» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Линии связи», «Радиотехнические системы передачи информации», «Многоканальная передача информации», «Цифровая обработка сигналов в системах передачи информации»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Производственная практика: преддипломная практика»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 2 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины	72	72
Аудиторные занятия, в том числе:	36	36
лекции	0	0
лабораторные работы	12	12
практические/семинарские занятия	24	24
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	36	36
Трудоемкость промежуточной аттестации	0	0
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет, Курсовой проект	Зачет, Курсовой проект

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 3

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Волоконные световоды и оптические кабели	1		1, 2, 3	6	1, 2, 3	6	1, 2, 3, 4, 5, 6	12	Тест
2	Компоненты	2		4	2	4, 5,	8	1, 2,	12	Тест

	волоконно-оптических систем передач					6, 7		3, 4, 5, 6		
3	Волоконно-оптические системы передачи	3		5, 6	4	8, 9, 10, 11, 12	10	1, 2, 3, 4, 5, 6	12	Тест
	Промежуточная аттестация									Зачет, Курсовой проект
	Всего				12		24		36	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 3

№	Тема	Краткое содержание
1	Волоконные световоды и оптические кабели	Физические процессы в волоконных световодах. Затухание и дисперсия в волоконных световодах. Характеристики оптических волокон и кабелей, методы их измерения. Конструкции оптических волокон и кабелей и материалы для их изготовления. Технология изготовления оптических волокон и кабелей.
2	Компоненты волоконно-оптических систем передач	Источники оптического излучения. Приемники оптического излучения. Передающие и принимающие оптические модули. Модуляция и демодуляция оптической несущей. Пассивные устройства трактов ВОЛС. Монтаж волоконно-оптических кабельных линий.
3	Волоконно-оптические системы передачи	Ретрансляторы и регенераторы. Линейные коды цифровых ВОСП. Помехоустойчивость регенераторов ЦВОСП. Порог чувствительности приемного оптоэлектронного модуля. Оптимальный и квазиоптимальный приемы оптических сигналов с прямым фотодетектированием.

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 3

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Классификация оптических волокон и кабелей	2
2	Зависимость параметров оптического волокна от радиуса изгиба	2
3	Изучение дисперсии сигнала в оптическом волокне	2
4	Изучение характеристик источников и приемников оптического излучения	2
5	Исследование полосы пропускания волоконно-оптической линии связи	2
6	Исследование факторов, влияющих на	2

	эффективность работы волоконно-оптической системы передачи	
--	--	--

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 3

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Физические процессы в волоконных световодах. Расчет параметров оптических волокон	2
2	Методы измерения параметров оптических волокон и кабелей	2
3	Конструкции оптических волокон и кабелей. Технология изготовления оптических волокон и кабелей	2
4	Источники и приемники оптического излучения. ПОМ и ПрОМ	2
5	Модуляция и демодуляция оптического излучения	2
6	Определение полосы пропускания волоконно-оптической линии связи	2
7	Пассивные устройства трактов ВОЛС	2
8	Ретрансляторы ОЛТ	2
9	Линейные коды	2
10	Расчет МДМ и помехоустойчивости ПрОМ	2
11	Порог чувствительности приемного оптоэлектронного модуля	2
12	Оптимальный и квазиоптимальный приемы оптических сигналов с прямым фотодетектированием	2

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 3

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Выполнение тренировочных и обучающих тестов в дистанционном режиме	6
2	Написание курсового проекта (работы)	9
3	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	6
4	Подготовка к зачёту	3
5	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	6
6	Подготовка к сдаче и защите отчетов	6

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: дискуссия, деловая игра

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по курсовому проектированию/работе:

Методические указания к курсовому проектированию по курсу "Волоконно-оптические линии связи" / Иркут. гос. техн. ун-т, 2007. - 34 с.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

1. Леонова Н. В. Волоконно-оптические системы передачи : курс лекций для студентов специальностей 140611, 654200 / Н. В. Леонова, 2008. - 172 с.
2. Леонова Н.В. Волоконно-оптические линии связи: Методические указания к практическим занятиям и СРС для обучающихся по направлению 11.04.01 Радиотехника Программа: «Радиотехнические телекоммуникационные устройства и системы» - ИрННТУ, 2018. - 23 с.

5.1.3 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

1. Волоконно-оптические кабели и системы : метод. указания к выполнению лаб. работ. Ч. 1 / Иркут. гос. техн. ун-т, 2002- . - 38 с.
2. Методические указания к лабораторным работам по курсу "Волоконно-оптические линии связи" [Электронный ресурс] : Часть 2 для студентов специальности 180300, 200700 / Иркутский гос. технический ун-т, 2004. - 25 с.
3. Методические указания к лабораторным работам по курсу "Волоконно-оптические линии связи" [Электронный ресурс] : Часть 3 для студентов специальности 180300, 200700 / Иркутский гос. технический ун-т, 2004. - 22 с.
4. Леонова Н.В. Оптические телекоммуникационные системы: Методические указания к лабораторным работам для обучающихся по направлению 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» Профиль подготовки: «Многоканальные телекоммуникационные системы». - Часть 4 - ИрННТУ, 2018. - 46 с.
5. Леонова Н.В. Волоконно-оптические линии связи: Методические указания к лабораторным работам для обучающихся по направлению 11.04.01 Радиотехника Программа: «Радиотехнические телекоммуникационные устройства и системы». - ИрННТУ, 2018. - 46 с.

5.1.4 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Леонова Н.В. Волоконно-оптические линии связи: Методические указания к практическим занятиям и СРС для обучающихся по направлению 11.04.01 Радиотехника Программа: «Радиотехнические телекоммуникационные устройства и системы» - ИрННТУ, 2018. - 23 с.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 3 | Тест

Описание процедуры.

Тесты проводятся в дистанционном режиме. После изучения каждого раздела студент отвечает на вопросы тестов.

Пример теста к теме 1.1

1. Какие факторы оказывали наиболее сильное влияние на открытые линии оптической связи

1. Повышенная влажность, осадки, туман
2. Перепады температуры
3. Изменения атмосферного давления
4. Магнитные бури
5. Сильные магнитные поля

2. Каким затуханием обладали первые оптические волокна

1. 10000 дБ/км
2. 1000 дБ/км
3. 100 дБ/км
4. 10 дБ/км

3. В настоящее время в нашей стране оптические кабели мало используются

1. Для организации магистральных линий связи
2. Для организации зонных линий связи
3. Для организации городских линий связи
4. Для организации абонентских линий связи

4. Благодаря какому основному свойству оптические кабели используют в бортовой аппаратуре

1. Малое затухание
2. Низкая дисперсия
3. Большие длины регенерационных участков
4. Невосприимчивость к электромагнитным помехам
5. Малые перекрестные помехи

5. На какие группы подразделяются многомодовые волокна

1. Ступенчатые и градиентные
2. Одноступенчатые и многоступенчатые
3. Параболические и гиперболические

6. Каков диаметр сердцевины одномодового волокна

1. 3...5 мкм
2. 6...8 мкм
3. 10...15 мкм
4. 15...20 мкм

7. На каком физическом явлении основано распространение света по волокну

1. Рассеяние света
2. Поглощение света
3. Полное внутреннее отражение
4. Преломление

8. Как определяется числовая апертура

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

9. Какие волны обеспечивают передачу информации в световоде

1. Направляемые
2. Излучаемые
3. Вытекающие

10. Какая мода не имеет ограничений по частоте
 1. HE₁₁
 2. E₀₁
 3. H₀₁
 4. EH₁₁
11. Для одномодовой передачи должно выполняться условие (d_0 - критический диаметр сердцевин)
 1. $d < d_0$
 2. $d > d_0$
 3. $d = d_0$
12. Определить диаметр сердечника одномодового волокна с градиентным профилем показателя преломления с проницаемостью сердечника в центре $n_1=2,25$ и оболочки $n_2=2,1$ на $a=1,3$ мкм ($n_1=n_2=1$).
 1. $d_0=2,05$ мкм
 2. $d_0=2,57$ мкм
 3. $d_0=5,89$ мкм
 4. $d_0=7,35$ мкм
 5. $d_0=9,91$ мкм
13. Определить работает ли в одномодовом режиме W-световод с радиусом сердцевин $a=8$ мкм, $n_1=1,450$, $n_2=1,447$, $a=1,3$ мкм. Нормированная критическая частота первого высшего типа волны равна 3,832.
 1. режим одномодовый
 2. режим многомодовый
14. Определить количество мод, направляемых световодом со ступенчатым профилем показателя преломления с параметрами $n_1=1,4665$, $n_2=1,4520$, $a=25$ мкм, $n_1=n_2=1,06$
 1. $N=143$
 2. $N=254$
 3. $N=312$
 4. $N=464$
 5. $N=598$
15. Определить частоту и длину волны отсечки одномодового волокна с градиентным профилем показателя преломления с показателями преломления в центре $n_1=1,51$, в оболочке $n_2=1,48$, с диаметром сердцевин 8 мкм.
 1. $\lambda_0=9,23$ мкм, $f_0=0,678 \cdot 10^{14}$ Гц
 2. $\lambda_0=7,89$ мкм, $f_0=0,734 \cdot 10^{14}$ Гц
 3. $\lambda_0=5,89$ мкм, $f_0=0,855 \cdot 10^{14}$ Гц
 4. $\lambda_0=3,13$ мкм, $f_0=0,959 \cdot 10^{14}$ Гц
 5. $\lambda_0=2,83$ мкм, $f_0=1,359 \cdot 10^{14}$ Гц
16. Определить нормированную частоту и границы изменения фазовой скорости в волокне с $a=1,55$ мкм при коэффициентах преломления сердцевин и оболочки $n_1=1,48$, $n_2=1,45$, при радиусе сердечника кварцевого волокна $a=10$ мкм.
 1. $V=5,23$, $v_f=(2,05 \dots 2,37) \cdot 10^8$
 2. $V=7,56$, $v_f=(2,12 \dots 2,45) \cdot 10^8$
 3. $V=9,45$, $v_f=(2,45 \dots 2,87) \cdot 10^8$
 4. $V=10,72$, $v_f=(2,01 \dots 2,71) \cdot 10^8$
 5. $V=12,02$, $v_f=(2,03 \dots 2,07) \cdot 10^8$
17. Определить числовую апертуру волокна с $n_1=1,4665$, $n_2=1,4520$.
 1. $NA=0,201$
 2. $NA=0,206$
 3. $NA=0,223$
 4. $NA=0,243$

5. $NA=0,275$
18. Рассчитать число мод в ступенчатом волокне при нормированной частоте $V=5,52$.
 1. $N=11$
 2. $N=15$
 3. $N=45$
 4. $N=56$
 5. $N=35$

Вопросы для контроля:

1. История развития оптической связи. Достоинства оптических кабелей и их применение.
2. Перспективы развития оптической связи. Спектральное уплотнение.
3. Структура волоконного световода. Одномодовые и многомодовые световоды, их конструктивное отличие.
4. Профиль показателя преломления. Явление полного внутреннего преломления в световодах.
5. Апертурный угол, числовая апертура, ее связь с показателями преломления сердцевины и оболочки.
6. Направляемые, вытекающие и излучаемые волны в световоде. Классы и моды электромагнитных волн, распространяющиеся в волоконных световодах.
7. Критическая частота и длина волны. Основная мода, одномодовый режим передачи. Максимальный диаметр сердцевины для одномодовой передачи.
8. Число волн, распространяющихся в световоде. Нормированная частота.
9. Собственные и кабельные потери.
10. Что такое дисперсия, чем она обусловлена?
11. Дисперсия в одномодовом волокне. Эффект взаимной компенсации материальной и волноводной дисперсии.
12. Дисперсия в многомодовом волокне. Межмодовая дисперсия, причины ее возникновения.
13. Сравнительная характеристика дисперсионных свойств градиентных и ступенчатых волокон.
14. Межмодовая дисперсия на коротких и длинных линиях. В чем причина отличия? Длина связи мод.
15. Пропускная способность и дальность передачи по ОК.

Критерии оценивания.

Студент набрал менее 60 баллов – неудовлетворительно.
 Студент набрал 60 – 74 баллов – удовлетворительно.
 Студент набрал 75 – 89 баллов – хорошо.
 Студент набрал свыше 90 баллов – отлично.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания
----------------------------------	---------------------	------------------------------

		промежуточной аттестации
УК-2.3	Свободно справляется с задачами, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение, демонстрирует разносторонние навыки и приемы выполнения практических задач	Устное собеседование по теоретическим вопросам и/или выполнение практических заданий.
ОПК-1.3	Свободно ориентируется в теоретическом материале по построению волоконно-оптических систем передачи, знает основные понятия, умеет рассчитывать основные параметры оптических волокон и кабелей и системы передачи в целом, может грамотно обосновать выбор системы передачи, оптического кабеля, типа источника и приемника излучения, схему построения линейного тракта.	Устное собеседование по теоретическим вопросам и/или выполнение практических заданий.

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 3, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Зачет проходит в форме теста. Итоговый тест включает в себя вопросы и задачи из всех тем курса. Допускается 3 попытки. Ограничение по времени 1,5 часа.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Студент набрал в итоговом тесте более 60 баллов	Студент набрал в итоговом тесте менее 60 баллов

6.2.2.2 Семестр 3, Типовые оценочные средства для курсовой работы/курсового проектирования по дисциплине

6.2.2.2.1 Описание процедуры

Контрольные вопросы к защите курсового проекта

1. Одномодовая передача по световодам
2. Затухание в оптических волокнах и кабелях
3. Причины возникновения затухания в оптических волокнах. Составляющие потерь
4. Зависимость затухания в волокнах от длины волны. «Окна прозрачности»
5. Дисперсия сигнала в волоконных световодах. Причины возникновения и составляющие дисперсии

6. Дисперсия в одномодовых и многомодовых волокнах
7. Конструкции одномодовых волокон без сохранения поляризации
8. Конструкции одномодовых волокон с сохранением поляризации
9. Классификация источников оптического излучения для ВОЛС, требования к ним
10. Классификация приемников оптического излучения, требования к ним
11. Фотодетекторы ВОСП. Характеристики приемников оптического излучения
12. Передающие оптические модули ВОСП
13. Приемные оптические модули ВОСП
14. Обобщенная структурная схема цифрового ретранслятора
15. Обобщенная структурная схема цифрового регенератора
16. Линейные коды цифровых ВОСП. Требования к линейным кодам
17. Типы линейных кодов и их формирование
18. Бинарные коды цифровых ВОСП
19. Основные источники шумов ПОМ и методы их уменьшения
20. Источники шумов ОЛТ.
21. Расчет вероятности ошибки регенератора, защищенность.
22. Минимальная детектируемая мощность, квантовый предел детектирования фотоприемного устройства
23. Эквивалентная схема замещения ПрОМ для расчета С/Ш
24. Порог чувствительности и эквивалентная мощность шума ПрОМ с модуляцией интенсивности оптического излучения и прямым детектированием аналогового сигнала (р-і-п-ФД)
25. Порог чувствительности ПрОМ с модуляцией интенсивности оптического излучения и прямым детектированием аналогового сигнала (ЛФД)
26. Оптимальный (квазиоптимальный) прием оптического излучения ЦВОСП
27. Оптимальный приемник на основе р-і-п-ФД
28. Оптимальный приемник на основе ЛФД

К защите студент должен подготовить доклад, содержащий постановку задачи проектирования, краткое изложение проделанной работы и выводы. Автор докладывает результаты своей работы в течение 3-5 минут и отвечает на вопросы членов комиссии. При оценке работы учитываются правильность расчетов, обоснованность выводов, грамотность и качество оформления расчетно-пояснительной записки, содержание доклада и оценка ответов на поставленные вопросы.

6.2.2.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительн о	Неудовлетворительно
Расчеты выполнены верно, пояснительная записка оформлена грамотно, доклад четкий, содержательный, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно отвечает	Расчеты выполнены верно, пояснительная записка оформлена грамотно, доклад четкий, твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, но допускает небольшие	В расчетах есть незначительные ошибки, пояснительная записка оформлена грамотно, доклад не достаточно четкий, имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает	В расчетах есть значительные ошибки, пояснительная записка оформлена грамотно, доклад не достаточно четкий, не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями

на вопросы, правильно обосновывает принятое решение при выборе оборудования, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.	неточности в ответах на вопросы, обосновывает принятое решение при выборе оборудования.	неточности, недостаточно правильные формулировки в ответах на вопросы, нарушения логической последовательности в изложении материала.	обосновывает выбор оборудования.
---	---	---	----------------------------------

7 Основная учебная литература

1. Методические указания к курсовому проектированию по курсу "Волоконно-оптические линии связи" / Иркут. гос. техн. ун-т, 2007. - 34.
2. Методические указания к курсовому проектированию по курсу "Волоконно-оптические линии связи" [Электронный ресурс] : для студентов специальности 180300 / Иркутский гос. технический ун-т, 2004. - 33.
3. Соколов С. А. Волоконно-оптические линии связи и их защита от внешних влияний : учебное пособие / С. А. Соколов, 2019. - 172 с
4. Скляров О. К. Волоконно-оптические сети и системы связи : учебное пособие / О. К. Скляров, 2010. - 260.
5. Скляров О. К. Волоконно-оптические сети и системы связи : учебное пособие / О. К. Скляров, 2018. - 268.
6. Леонова Н. В. Волоконно-оптические линии связи : методические указания к лабораторным работам: по направлению 11.04.01 "Радиотехника": программа "Радиотехнические телекоммуникационные устройства и системы" / Н. В. Леонова, 2018. - 72.
7. Леонова Н. В. Волоконно-оптические линии связи : методические указания к практическим занятиям и СРС: по направлению 11.04.01 "Радиотехника": программа "Радиотехнические телекоммуникационные устройства и системы" / Н. В. Леонова, 2018. - 24.
8. Леонова Н. В. Волоконно-оптические системы передачи : курс лекций для студентов специальностей 140611, 654200 / Н. В. Леонова, 2008. - 172.
9. Волоконно-оптические кабели и системы : методические указания к выполнению лабораторных работ. Ч. 1 / Иркут. гос. техн. ун-т, 2002- . - 38.
10. Методические указания к лабораторным работам по курсу "Волоконно-оптические линии связи" [Электронный ресурс] : Часть 3 для студентов специальности 180300, 200700 / Иркутский гос. технический ун-т, 2004. - 22.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Волоконно-оптические системы передачи : учебник для вузов связи спец. 23.06 "Многоканальная электросвязь" / Под ред. В. М. Гомзина, 1992. - 416.
2. Оптические системы передачи : учеб. для вузов по спец. "Телекоммуникация" / Б. В. Скворцов, В. И. Иванов, В. В. Крухмалев и др., 1994. - 224.
3. Убайдуллаев Р. Р. Волоконно-оптические сети / Р. Р. Убайдуллаев, 1998. - 267.
4. Фриман Роджер Л. Волоконно-оптические системы связи : монография / Р. Фриман, 2007. - 511.
5. Петяшин Игорь Борисович. Волоконно-оптические системы передачи и обработки сигналов : учеб. пособие / Игорь Борисович Петяшин, 1989. - 152.
6. Андрушко Леонид Михайлович. Волоконно-оптические линии связи : учеб. пособие для электротехн. ин-тов связи специальности 0708 / Л. М. Андрушко, И. И. Гроднев, И. П. Панфилов, 1984. - 137.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Microsoft Windows (XP Prof + Vista Bussines) rus VLK поставка 08_2007
2. Microsoft Office 2003 VLK (поставки 2007 и 2008)
3. PTC Mathcad University Edition_поставка 2014
4. MATLAB_поставка 2015

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Генератор Rigol DG2041A
2. Моноблок Mitac /USB 2.0 480Gb/s
3. 312575 Генератор Г4-151
4. Цифровой запоминающий осциллограф Sefram 5164DC
5. лабораторный стенд для изучения оптоволоконных систем передачи данных KL-900D
6. лабораторный стенд для изучения оптоволоконных систем передачи данных KL-900D