



## 1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью преподавания дисциплины «Волоконно-оптические системы передачи» является изучение общих принципов построения и функционирования

волоконно оптических систем связи (ВОСП), принципов организации и расчета параметров цифровых волоконно-оптических линейных трактов (ОЛТ), методов расчета параметров каналов и групповых трактов, организованных посредством ВОСП, а также вопросов их 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.

Задачами дисциплины являются:

- изучить основные понятия и определения в области систем передачи (сигнал, канал, помеха, модуляция, кодирование, и т.д.);

- ознакомиться с классификацией и характеристиками различных типов каналов связи (проводные, беспроводные, оптические) и методами их моделирования;

- изучить принципы аналоговой и цифровой модуляции (АМ, ЧМ, ФМ, АСК, ФСК, ПСК, QAM) и их влияние на спектральные характеристики сигналов;

- рассмотреть методы кодирования для повышения надежности передачи информации (помехоустойчивое кодирование, кодирование источника).

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

**ПК-4** - Способен выполнять монтаж оборудования связи (телекоммуникаций), линейно-кабельных сооружений.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

### **Знать:**

- целевую функцию, задачи и общую структурную схему системы связи;
- структурную схему волоконно-оптической системы передачи;
- основные виды и характеристики сигналов;

- принципы организации многоканальной связи;
- основы спектрального анализа сигналов;
- условие теоремы Котельникова;
- виды модуляции;
- параметры оптических волокон;
- строение и характеристики волоконно-оптических кабелей.

**Уметь:**

- расшифровывать маркировку волоконно-оптических кабелей и волокон;
- применять условие передачи сигнала по каналу связи и теорему Котельникова на практических примерах.

**Владеть:**

- навыками сваривания оптических волокон и контроля результата.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 4 з.е. (144 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов	
	Всего	Семестр №1
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	64	64
В том числе:		
Занятия лекционного типа	32	32
Занятия семинарского типа	32	32

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 80 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован

полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля).

##### 4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	<p><b>Основные понятия, сигналы и системы связи</b>  Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- понятия информации, сообщения и сигнала. Понятия о детерминированных и случайных сигналах;</li> <li>- обобщенная схема системы связи: источник информации, преобразование информации в сигнал, кодирование информации, модуляция, линия связи, помехи, прием сигналов, демодуляция, декодирование, представление информации получателю;</li> <li>- реализация систем передачи связи на примере волоконно-оптической системы передачи;</li> <li>- основные характеристики и задачи системы связи.</li> </ul>
2	<p><b>Основы теории модулированных и немодулированных сигналов</b>  Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- понятие о спектральном анализе сигналов;</li> <li>- объем сигнала и объем канала связи. Условие передачи сигнала по каналу связи;</li> <li>- дискретное представление аналоговых сигналов. Условие Теоремы Котельникова;</li> <li>- виды модуляции;</li> <li>- понятие о помехоустойчивом и экономном кодировании;</li> <li>- принципы организации многоканальной связи.</li> </ul>
3	<p><b>Волоконно-оптическая линия связи</b>  Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принципы распространения оптического сигнала;</li> <li>- параметры и характеристики оптических волокон;</li> <li>- конструкция и маркировка волоконно-оптических кабелей;</li> <li>- пассивные компоненты ВОСП;</li> <li>- активные компоненты ВОСП;</li> <li>- соединение ВОК, сваривание ОВ.</li> </ul>
4	<p><b>Случайные сигналы и их характеристики</b>  Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- функция и плотность распределения вероятностей случайного процесса;</li> <li>- классификация случайных процессов;</li> <li>- моментные функции случайного процесса;</li> <li>- корреляционная функция и спектральная плотность мощности случайного процесса.</li> </ul>
5	<p><b>Основы теории кодирования</b>  Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- классификация кодов и основные параметры кодов;</li> <li>- линейные коды;</li> <li>- корректирующие коды;</li> <li>- корректирующий код с постоянным весом;</li> </ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- циклический код; - статистические коды.
6	<b>Помехоустойчивость цифровых систем передачи непрерывных сигналов</b> Рассматриваемые вопросы: - оценка погрешности квантования в цифровых системах с ИКМ; - аномальные погрешности при ИКМ; - оценка вероятности появления аномальной погрешности; - оценки аномальной погрешности и вероятности аномальной погрешности при ДИКМ; - расчет суммарной погрешности при ИКМ. Явление порога; - расчет суммарной погрешности при ДИКМ. Явление порога.
7	<b>Классификация и конструкция оптических кабелей связи. Маркировка оптических кабелей</b> Рассматриваемые вопросы: - магистральные кабели; - зоновые кабели; - городские кабели; - марки оптических кабелей.
8	<b>Многоканальные системы передачи информации (МКС)</b> Рассматриваемые вопросы: - особенности методов уплотнения; - принципы временного уплотнения АИМ-сигналов в системе с временным разделением каналов (ВРК); - принципы частотного уплотнения в системе с частотным разделением каналов (ЧРК); - принцип кодового уплотнения в системе с кодовым разделением каналов (КРК).

#### 4.2. Занятия семинарского типа.

##### Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	<b>Генерация и построение сигналов</b> Рассматриваемые вопросы: - обобщенная структурная схема ВОСП; - понятие оптического линейного тракта; - структура информационного оборудования оконечной и промежуточной станций оптического линейного тракта; - одноволоконные и двухволоконные схемы организации двухсторонней связи; - генерация и построение сигналов по заданным параметрам; - индивидуальное задание выбирается согласно методическим указаниям к семинарским занятиям.
2	<b>Синтез периодических сигналов</b> Рассматриваемые вопросы: - синтез периодических сигналов по амплитудно-частотному спектру. Индивидуальное задание выбирается согласно методическим указаниям к семинарским занятиям.
3	<b>Оптические волокна</b> Рассматриваемые вопросы:

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	- маркировка и характеристики оптических волокон. Индивидуальное задание выбирается согласно методическим указаниям к семинарским занятиям.
4	<b>Волоконно-оптический кабель</b> Рассматриваемые вопросы: - маркировка и конструирование волоконно-оптического кабеля. Индивидуальное задание выбирается согласно методическим указаниям к семинарским занятиям.
5	<b>Сваривание оптических волокон</b> Рассматриваемые вопросы: - процесс сварки оптических волокон. Индивидуальное задание выбирается согласно методическим указаниям к семинарским занятиям.
6	<b>Параметры стыка оптических волокон</b> Рассматриваемые вопросы: - влияние параметров стыка оптических волокон на качество передаваемого сигнала. Индивидуальное задание выбирается согласно методическим указаниям к семинарским занятиям.
7	<b>Принципы регенерации цифровых оптических сигналов</b> Рассматриваемые вопросы: - помехи и искажения в каналах и трактах ВОСП; - структура линейного регенератора ВОСП; - применение оптических усилителей на участках регенерации; - помехоустойчивость линейного регенератора ВОСП при двухуровневом линейном кодировании; - оценка помехоустойчивости регенератора с использованием глаз - диаграммы.
8	<b>Принцип спектрального уплотнения.</b> Рассматриваемые вопросы: - схема спектрального уплотнения рекомендованная МСЭ-T; - требования к узлам схемы; - основные узлы схемы: транспондеры, оптические мультиплексоры, усилители; - технологии CWDM и DWDM. Частотный план.

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Самостоятельное изучение и конспектирование отдельных тем учебной литературы, связанных с разделами 1, 2 и 3, работа со справочной и специальной литературой
2	Работа с лекционным материалом
3	Подготовка к практическим занятиям
4	Подготовка к промежуточной аттестации.
5	Подготовка к текущему контролю.

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Амелина, М. А. Программа схемотехнического моделирования Micro-Cap. Версии 9, 10 : учебное пособие / М. А. Амелина, С. А. Амелин. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 632 с. — ISBN 978-5-8114-1758-2.	<a href="https://e.lanbook.com/book/53665">https://e.lanbook.com/book/53665</a>
2	Нефедов, В. И. Общая теория связи : учебник для вузов / В. И. Нефедов, А. С. Сигов ; под редакцией В. И. Нефедова. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 495 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01326-9.	<a href="https://urait.ru/bcode/511124">https://urait.ru/bcode/511124</a>

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

Информационный портал Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ([www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru));

Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miit.ru>);

Электронно-библиотечная система издательства «Лань» — <http://e.lanbook.com/>;

Электронно-библиотечная система «УМЦ» — <http://www.umczt.ru/>;

Электронно-библиотечная система «BOOK.ru» — <http://www.book.ru/>;

Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» — <http://www.znanium.com/>

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

1. Программное обеспечение для проведения лекций, демонстрации презентаций и ведения интерактивных занятий: Microsoft Office 2003 и выше

2. Программное обеспечение, необходимое для оформления отчетов и иной документации: Microsoft Office 2003 и выше

3. Программное обеспечение для моделирования электрических схем Micro-Cap 11

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные компьютерной техникой и наборами демонстрационного оборудования.

9. Форма промежуточной аттестации:

Экзамен в 1 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

начальник отдела

Н.А. Тарадин

Согласовано:

Директор

Д.В. Паринов

Руководитель образовательной  
программы

А.С. Киселёва

Председатель учебно-методической  
комиссии

Д.В. Паринов