

АННОТАЦИЯ
дисциплины Б1.В.10
«Оптические цифровые телекоммуникационные системы»

Объем трудоемкости: 8 зачетных единиц (288 часов, из них – 136 часа аудиторной нагрузки: лекционных 34 ч., практических 34 ч., лабораторных 68 ч.; 95,8 часа самостоятельной работы; 0,5 ч. промежуточной аттестации, КСР 20 часов)

Цель дисциплины:

Учебная дисциплина «Оптические цифровые телекоммуникационные системы» ставит своей целью изучение, и применение цифровых телекоммуникационных технологий, таких как Ethernet, BGP, VoIP, VPN, MPLS, NG SDH, MSSP/CEPT, RPR, PON, WDM, MPLS, VoIP используемых в мультисервисных магистральных промышленных сетях связи и сетях провайдеров служб, приобретении умений и навыков в проектировании и сопровождении телекоммуникационных сетей различной сложности (т.е. 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.

Задачи дисциплины:

Имеет задачу приобретения и закрепления знаний и практических навыков в построении и сопровождении мультисервисных сетей связи, на основе оптических цифровых технологий современных сетей связи, что является необходимой составляющей знаний сетевых инженеров отвечающих за проектирование, реализацию и поддержку магистральных промышленных и сетей провайдеров служб.

Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Оптические цифровые телекоммуникационные системы» по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи (квалификация (степень) "бакалавр") относится к учебному циклу Б1.В. дисциплинам модуля вариативной части дисциплин.

В настоящее время в России NGN сети внедряются в виде отдельных, подчас весьма непохожих друг на друга, фрагментов, вкрапленных в существующие национальные сети инфокоммуникаций. Однако, в скором времени необходимо будет переходить к сетям FGN в общем случае представляющих собой многомерную и, как правило, многоуровневую сеть, в которую интегрированы транспортная сеть, сеть синхронизации, сеть сигнализации и другие сети поддержки транспорта и доступа, а также сервисные сети для совместного наилучшим образом надежного, качественного и безопасного предоставления разнообразнейших услуг потребителям (пользователям).

В связи с этим, материал дисциплины весьма объемный, и сложен в понимании, а также сложна и междисциплинарная связь.

Так, для освоения, безусловно, нужно успешное освоение целого ряда дисциплин: «Общая теория связи», «Электромагнитные поля и волны», «Теория информации и кодирования», «Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей», «Физика», «Математический анализ». При этом в дисциплине частями рассматриваются вопросы рассматриваемые, зачастую в немного

отличном ракурса в параллельно ведомых дисциплинах. В связи с этим, в дисциплине в основном затрагиваются та, часть смежных тем, которая необходима для теоретического и практического освоения основного материала, а также непосредственно идёт использование усваиваемого материала на параллельно проводимых дисциплинах, таким образом осуществляется взаимодействие (к примеру используются знания оптических кабельных параметров, свойств и их расчета из дисциплины «Оптические направляющие среды»).

Дисциплина формирует самооценные конечные знания и практические навыки необходимые в построении и сопровождении транспортных и сетей доступа, на основе оптических цифровых технологий, а так же позволяет использовать эти знания для изучения как параллельно проводимых дисциплин, так и приступить к изучению следующих дисциплин: «Метрология в оптических телекоммуникационных системах», «Сети связи и системы коммутации», «Проектирование, строительство и эксплуатация ВОЛС», «Системы и сети оптической связи», «Оптические системы передачи и обработки информации», «Микропроцессорная техника в оптических системах связи», «Основы коммуникаций в научно-технической сфере».

Требования к уровню освоения дисциплины

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся *профессиональных* компетенций: ОПК-4, ОПК-5; ПК-5, ПК-27

№ п.п .	Индекс компет енции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОПК-4	способностью иметь навыки самостоятельной работы на компьютере и в компьютерных сетях, осуществлять компьютерное моделирование устройств, систем и процессов с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ	Операционную систему IOS фирмы Cisco. Стек протоколов TCP/IP Протоколы граничного шлюза BGP. Аспекты конфигурирования виртуальных частных сетей VPN. Структуру и этапы реализации современной технологии MPLS. Методы управления сетью SDH.	устанавливать и поддерживать сети средних предприятий, имеющих подключение к глобальным сетям, конфигурировать оборудование. Осуществлять поиск и устранение неисправностей, повысить надежность и готовность пакетных сетей передачи данных	навыками самостоятельно й работы по проектированию и разработке компьютерных корпоративных сетей малого и среднего размера, осуществлять компьютерное моделирование, систем и процессов с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ GNS3 и PacketTracer.
2.	ОПК-5	способностью использовать нормативную и правовую документацию, характерную для области инфокоммуникац	Принципы и стандарты построения телекоммуникационных систем различных типов и распределения информации в сетях связи (Архитектура оптической транспортной сети.	разбираться с описаниями настроек, рекомендаций и построений сетей на одном из мировых иностранных	Навыками подбора оборудования и расчёта ВОЛС согласно нормативной документации. Владеть

№ п.п .	Индекс компет енции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
		ионных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи)	Системы первичного группообразования PDH. Стек протоколов TCP/IP и IP-адресация. Сетевые протоколы IPv4, IPv6, RARP, DHCP, BOOTP, ARP, TCP, UDP, ICMP, HDLC, STP и другие, включая службы DNS, FTP, TFTP, http, SMTP, SNMP, telnet. Проблемы управления в сервисах связи. Архитектуру протоколов управления, списки управления доступом ACLs. Принципы маршрутизации и протоколы маршрутизации RIP, OSPF, EIGRP, статический. Понятие виртуальных сетей VLAN. Технологии распределённых сетей WAN. SDH – информационные структуры и схемы преобразований. Построение сетей SDH. Архитектура оптических сетей доступа FTTx и PON. Мультиплексирование с разделением по длине волны (WDM). Гибридные OTDM и WDM системы. Компоненты NG SDH (GFP, VCAT, LCAS). Технология RPR: топология, MAC уровень, изучение топологии и защита, управление полосой и Qos, алгоритм справедливого доступа. Атмосферные оптические линии передачи.)	языков. содействовать внедрению перспективных технологий и стандартов.	готовностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по внедрению, разработке и обслуживанию систем и средств связи
3.	ПК-5	способностью проводить работы по управлению потоками трафика на сети	прогрессивные методы технической эксплуатации систем и устройств связи (Операционную систему IOS фирмы Cisco. Протоколы граничного шлюза BGP. Аспекты конфигурирования виртуальных частных сетей VPN. Структуру и этапы реализации современной технологии MPLS. Методы	конфигурировать телекоммуникационное оборудование, пакетной передачи данных фирмы Cisco. Осуществлять поиск и устранение неисправностей. Стандартными методами съёма	основными способами предотвращения сетевых угроз; Навыками управления потоками пакетного трафика в сетях на базе оборудования Cisco. способностью

№ п.п .	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
			управления сетью QoS.)	статистики по различным протоколам передачи данных с телекоммуникационного оборудования и его анализ.	находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях
4.	ПК-27	способностью организовывать рабочие места, их техническое оснащение, размещение средств и оборудования инфокоммуникационных объектов	особенности передачи различных сигналов по каналам и трактам телекоммуникационных систем (Разностные методы формирования цифрового сигнала. Линейные и стыковые коды оборудования. Функциональные элементы оптической сети. Активные технологии оптического доступа. Технологии пассивных оптических сетей. Мультиплексирование с разделением по длине волны.) современные и перспективные направления развития телекоммуникационных сетей и систем (Сценарий развития транспортной инфраструктуры операторов. Структуру и этапы реализации современной технологии MPLS. Мультиплексирование с разделением по длине волны (WDM). Гибридные OTDM и WDM системы. Компоненты NG SDH (GFP, VCAT, LCAS). Технология RPR.)	устанавливать и поддерживать сети средних предприятий, имеющих подключение к глобальным сетям, конфигурировать оборудование пакетной передачи данных. собирать и анализировать информацию для формирования исходных данных для организации рабочих мест, оснащение, средств и оборудования инфокоммуникационных объектов. собирать и анализировать информацию для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей связи и их элементов.	навыками самостоятельной работы по проектированию и разработке телекоммуникационных корпоративных сетей малого и среднего размера. Навыками подбора оборудования и расчёта ВОЛС. Владеть готовностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по внедрению, разработке и обслуживанию систем и средств связи.

Основные разделы дисциплины

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 5 и 6 семестре **сводная таблица (очная форма):**

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов					
		Всего	Аудиторная работа			КСР	Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР		
							СРС
1.	Введение в технологии цифровых оптических телекоммуникационных систем (структура оптических систем передачи)	5	2				3
2.	Цифровой сигнал и особенности его получения: алгоритмы и методы цифровой обработки сигналов в ОСП (ИКМ, АДМ, АДИКМ и др.) линейное и нелинейное кодирование	12,5	2	2	4	0,5	4
3.	Алгоритмы формирования кодов, наиболее широко используемые в практике ВОСП	6,5		2		0,5	4
4.	Плезиохронная цифровая иерархия (PDH).	8	2	2		1	3
5.	Расчет длины регенерационного участка.	8	2	3		1	2
6.	Основы сетевых технологий.	13	2	2	4		5
7.	Стек протоколов TCP/IP и IP-адресация.	10,5	1	1	4	0,5	4
8.	Основы технологии Ethernet.	9	2		2		5
9.	Маршрутизация и протоколы маршрутизации.	13,8	1	2	6		4,8
10.	Основы коммутации, промежуточной маршрутизации, понятие виртуальных сетей VLAN.	17,5	2	4	8	0,5	3
11.	Технологии распределённых сетей WAN, списки управления доступом.	15	2		8		5
12.	SDH – информационные структуры и схемы преобразований.	6	2			1	3
13.	Построение сетей SDH (аппаратура ОСП для различных участков сети).	6		2		1	3
14.	Синхронизация в цифровых системах передачи (тактовая, цикловая и сверхцикловая синхронизация в ОСП, оценка параметров системы синхронизации).	4	1				3

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов					
		Всего	Аудиторная работа			КСР	Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР		СРС
15.	Функциональные элементы оптической сети (методы модуляции и демодуляции оптической несущей, спектральное и временное разделение оптических стволов; принципы регенерации сигналов, основные узлы регенераторов; оптические усилители;).	11	2	1	4	2	2
16.	Основные элементы расчета и проектирование сетей SDH	9		2		2	5
17.	Протоколы взаимодействия между сетями IPv4 и IPv6.	8		1	4		3
18.	Протокол граничного шлюза (BGP).	13	2		8		3
19.	Структура и реализация современной технологии MPLS.	15		2	8	2	3
20.	Введение в качество обслуживания (Qos).	14	1		8		5
21.	Архитектура оптических сетей доступа FTTx и PON.	9	2	1		1	5
22.	Мультиплексирование с разделением по длине волны (WDM).	7	1	2		1	3
23.	Модель помех для проектирования и оценки эффективности работы Гигабитных систем оптической связи	6		2		2	2
24.	Компоненты NG SDH	3	1				2
25.	Порядок ввода в эксплуатацию волоконно-оптических линий связи	9	1	2		2	4
26.	Атмосферные оптические линии передачи (OFS)	6	1			2	3
27.	Полностью оптические транспортные сети (OTN)	4	1				3
28.	Многомерные сети – будущее инфокоммуникационных технологий.	3	1	1			1
	<i>Итого по дисциплине:</i>	251,8	34	34	68	20	95,8

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 5 семестре (очная форма):

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов					
		Всего	Аудиторная работа			КСР	Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР		СРС
1.	Введение в технологии цифровых оптических телекоммуникационных систем (структура оптических систем передачи)	7	2				5
2.	Цифровой сигнал и особенности его получения: алгоритмы и методы цифровой обработки сигналов в ОСП (ИКМ, АДМ, АДИКМ и др.) линейное и нелинейное кодирование	14,5	2	2	4	0,5	6
3.	Алгоритмы формирования кодов, наиболее широко используемые в практике ВОСП	8,5		2		0,5	6
4.	Плещиохронная цифровая иерархия (PDH).	13	2	2		1	8
5.	Расчет длины регенерационного участка.	11	2	3		1	5
6.	Основы сетевых технологий.	13	2	2	4		5
7.	Стек протоколов TCP/IP и IP-адресация.	14,5	1	1	4	0,5	8
8.	Основы технологии Ethernet.	9	2		2		5
9.	Маршрутизация и протоколы маршрутизации.	15	1	2	6		6
10.	Основы коммутации, промежуточной маршрутизации, понятие виртуальных сетей VLAN.	22,3	2	4	8	0,5	7,8
11.	Технологии распределённых сетей WAN, списки управления доступом.	16	2		8		6
<i>Итого по дисциплине:</i>		143,8	18	18	36	4	67,8

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 6 семестре (очная форма):

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов					
		Всего	Аудиторная работа			КСР	Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР		СРС
1.	SDH – информационные структуры и схемы преобразований.	7	2			1	4
2.	Построение сетей SDH (аппаратура ОСП для различных участков сети).	5		2		1	2

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов					
		Всего	Аудиторная работа			КСР	Внеаудиторная работа СРС
			Л	ПЗ	ЛР		
3.	Синхронизация в цифровых системах передачи (тактовая, цикловая и сверхцикловая синхронизация в ОСП, оценка параметров системы синхронизации).	3	1				2
4.	Функциональные элементы оптической сети (методы модуляции и демодуляции оптической несущей, спектральное и временное разделение оптических стволов; принципы регенерации сигналов, основные узлы регенераторов; оптические усилители;).	12	2	1	4	2	3
5.	Основные элементы расчета и проектирование сетей SDH	6		2		2	2
6.	Протоколы взаимодействия между сетями IPv4 и IPv6.	6		1	4		1
7.	Протокол граничного шлюза (BGP).	11	2		8		1
8.	Структура и реализация современной технологии MPLS.	11		2	8		1
9.	Введение в качество обслуживания (Qos).	11	1		8		2
10.	Архитектура оптических сетей доступа FTTx и PON.	5	2	1		1	1
11.	Мультиплексирование с разделением по длине волны (WDM).	5	1	2		1	1
12.	Модель помех для проектирования и оценки эффективности работы Гигабитных систем оптической связи	6		2		2	2
13.	Компоненты NG SDH	4	1			2	1
14.	Порядок ввода в эксплуатацию волоконно-оптических линий связи	7	1	2		2	2
15.	Атмосферные оптические линии передачи (OFS)	5	1			2	1
16.	Полностью оптические транспортные сети (OTN)	2	1				1
17.	Многомерные сети – будущее инфокоммуникационных технологий.	3	1	1			1
	<i>Итого по дисциплине:</i>	108	16	16	32	16	28

Курсовое проектирование: предусмотрено

Примерная тематика курсовых проектов:

1. Защита ВОЛС от электромагнитного влияния.
2. Проектирование, изготовление и экспериментальное исследование элементов интегральной оптики для телекоммуникационных и сенсорных систем.
3. Проектирование оптических сетей связи.
4. Разработка подоптимальных алгоритмов обработки сигналов в беспроводных системах.
5. Разработка статистических моделей для исследования процессов обработки сигналов в беспроводных системах.
6. Цифровые системы управления и контроля.
7. Телекоммуникационные технологии.
8. Изготовление и исследование функциональных элементов оптической сети.
9. Методы передачи и обработки дискретных сигналов.
10. Численное моделирование технологии изготовления функциональных элементов оптической сети.
11. Волоконно-оптические линии связи.
12. Основные элементы расчета и проектирование сетей.
13. Порядок ввода в эксплуатацию волоконно-оптических линий связи
14. Передачи голосовых сообщений через сеть с пакетной коммутацией.
15. Моделирование функционирования телекоммуникационных систем.
16. Спектральная обработка периодических сигналов малой длительности
17. Проектирование зонной волоконно-оптической линии связи
18. Изготовление интегрально-оптических разветвителей для ВОЛС
19. Реконструкция магистральных линий городской телефонной сети
20. Защита зонной волоконно-оптической линии связи от влияния внешних электромагнитных полей
21. Проектирование DWDM-сетей связи
22. Методы расчёта характеристик направленных ответвлений на основе интегрально-оптических волноводов
23. Проектирование городских сетей связи с применением оборудования CWDM
24. Исследование оптимальных методов модуляции в оптических системах связи
25. Исследование модели реализации виртуальных частных сетей
26. Обработка сообщений в сетях NGN
27. Методы описания и основные характеристики сигналов с импульсно-кодовой модуляцией
28. Исследование систем телекоммуникационного позиционирования с удалённым мониторингом
29. Методы реализации многоадресной маршрутизации в городской сети провайдера
30. Управление и контроль трафика в сетях пятого поколения
31. Основы построения систем сигнализации № 7
32. Разработка методики тестирования сетей PON с использованием рефлектометра JDSU MTS 4000
33. Широкополосный доступ на сетях ТФоП.
34. Организация строительства ВОЛС.

Форма проведения аттестации по дисциплине:

В пятом семестре – зачёт
В шестом семестре – экзамен

Основная литература:

в пятом семестре

1. Сети и системы передачи информации: телекоммуникационные сети : учебник и практикум для академического бакалавриата / К. Е. Самуйлов [и др.] ; под ред. К. Е. Самуйлова, И. А. Шалимова, Д. С. Кулябова. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 363 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-00256-0. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/D02057C8-9C8C-4711-B7D2-E554ACBbbe29. Гриф УМО ВО
2. Цуканов, В.Н. Волоконно-оптическая техника. Практическое руководство / В.Н. Цуканов, М.Я. Яковлев. - Москва : Инфра-Инженерия, 2014. - 304 с. - ISBN 978-5-9729-0078-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=234772>
3. Гордиенко, В.Н. Многоканальные телекоммуникационные системы. Учебник для вузов [Электронный ресурс] : учеб. / В.Н. Гордиенко, М.С. Тверецкий. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2013. — 396 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/11830>. — Загл. с экрана. УМО по образованию в области Инфокоммуникационных технологий
4. Оптические цифровые телекоммуникационные системы: лабораторный практикум. / А.С. Левченко, В.В. Слюсаревский, Н.А. Яковенко/ ISBN 978-5-8209-0872-9 Краснодар. Кубанский гос. ун-т, 2013. Ч.1: Введение в технологию цифровых телекоммуникационных сетей TCP/IP. 82с.
5. Ксенофонтов С.Н., Портнов Э.Л. Направляющие системы электросвязи. Сборник задач. Учебное пособие для вузов/ 2-е изд., стереотип. 2014 г. 268с
6. Винокуров, В.М. Цифровые системы передачи : учебное пособие / В.М. Винокуров. - Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. - 160 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=209018>
7. Власов И.И. Техническая диагностика современных цифровых сетей связи. Основные принципы и технические средства измерений параметров передачи для сетей PDH, SDH, IP, Ethernet и ATM/ Под ред. М.М. Птичникова 2012 г., с. 9-28.

в шестом семестре

1. Телекоммуникационные системы и сети: В 3 томах. Том 3. - Мультисервисные сети [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.В. Величко [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2015. — 592 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/64092>. — Загл. с экрана. УМО по образованию в области телекоммуникаций
2. Оптические телекоммуникационные системы [Электронный ресурс] : учеб. / В.Н. Гордиенко [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2011. — 368 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5147>. — Загл. с экрана. УМО по образованию в области телекоммуникаций
3. Оптические цифровые телекоммуникационные системы: лабораторный практикум. / А.С. Левченко, Е.А. Лаврентьева, Ю.А. Тихонова, Н.А. Яковенко/

- Краснодар. Кубанский гос. ун-т, 2013. Ч.2: Основы работы распределенных сетей на базе протоколов BGP и MPLS 153с.
4. Шарангович, С.Н. Многоволновые оптические системы связи : учебное пособие / С.Н. Шарангович ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники (ТУСУР). - Томск : ТУСУР, 2013. - 157 с. : ил.,табл., схем. - Библиогр.: с.139-142. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480597>
 5. Салех Б., Тейх М. Оптика и фотоника. Принципы применения Т.2. Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2012 – 784 с. (20)

Автор РПД Левченко А. С.
Ф.И.О.