

Аннотация к рабочей программы дисциплины  
**Б1.В.06 «Оптические цифровые телекоммуникационные системы»**

**Объем трудоемкости:** 9 зачетные единицы (324 часа, из них – 130 часа аудиторной нагрузки: лекционных 30 ч., практических 28 ч., лабораторных 72 ч.; 135,8 часа самостоятельной работы; 22 ч. КСР; 0,5 ч. промежуточной аттестации)

**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 образовательной программы**

Дисциплина «Оптические цифровые телекоммуникационные системы» относится к формируемой участниками образовательных отношений части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана. В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается на 3-м курсе по очной форме обучения. Вид промежуточной аттестации: в пятом семестре – зачет, а в шестом – экзамен.

В настоящее время в России NGN сети реализованы в виде отдельных, подчас весьма непохожих друг на друга, фрагментов, вкрапленных в существующие национальные сети инфокоммуникаций. Однако, в настоящий момент весьма медленным темпом, но всё же происходит переход 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 объёмен, 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 дисциплин «Оптические направляющие среды», и на оборот для дисциплины «Структурированные кабельные системы»).

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».

**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общепрофессиональных компетенций: ПК-4; ПК-5.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине		
<b>ПК-4 Способен осуществлять технологическое и организационное обеспечение технической эксплуатации станционного оборудования связи</b>			
ИПК-4.1 Знает методику и средства измерений, используемые для контроля качества работы оборудования, трактов и каналов передачи, программного обеспечения оборудования, документацию по системам качества работы предприятий связи	<p><b>знать</b></p> <p>Стандарты и протоколы информационных сигналов, виды сигнализации, назначение интерфейсов: (Архитектура оптической транспортной сети. 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. Методы управления сетью SDH. особенности передачи различных сигналов по каналам и трактам телекоммуникационных систем. Компоненты NG SDH: GFP, VCAT, LCAS. Технология RPR. Атмосферные оптические линии передачи. Разностные методы формирования цифрового сигнала. Линейные и стыковые коды оборудования. 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</p>	<p><b>уметь</b></p> <p>Использовать программное обеспечение оборудования при его настройке (конфигурировать телекоммуникационное оборудование на уровне агрегации и доступа.)</p> <p>Проводить опытную проверку работоспособности оборудования сетей и организаций связи.</p>	<p><b>владеть</b></p> <p>навыками настройки и регулировки оборудования связи =телекоммуникаций (прогрессивными методами технической эксплуатации систем и устройств связи)</p>
ПК-4.2 Умеет анализировать результаты и устанавливать соответствие параметров работы оборудования действующим отраслевым нормативам			

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине		
	<p>защита, управление полосой и Qos, алгоритм справедливого доступа. Протоколы граничного шлюза BGP. Аспекты конфигурирования виртуальных частных сетей VPN. Структуру и этапы реализации современной технологии MPLS. Методы управления сетью QoS. Функциональные элементы оптической сети. Активные технологии оптического доступа. Технологии пассивных оптических сетей. Мультиплексирование с разделением по длине волны.)</p> <p>Технологии выполнения работ по настройке и регулировке систем и устройств связи.</p> <p>Действующие отраслевые нормативы.</p>		
<b>ПК-5 Способен использовать знания в области подвижной радиотелефонной связи (ПРТС), профессиональной подвижной радиосвязи (ППР), технической организации сетей ПРТС и ППР, а также соответствующей нормативной базы</b>			
ИПК-5.1 Знает стандарты, нормативную базу и основные технологии ПРТС и ППР	<p><b>знать</b></p> <p>Теоретические основы сетевых технологий (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. Аспекты виртуальных частных сетей VPN. Структуру технологии MPLS. Оптические сети доступа FTTx и PON. Атмосферные оптические системы передачи. Мультиплексирование с разделением по длине волны. SDH. PDH.).</p>	<p><b>уметь</b></p> <p>Взаимодействовать с техническими подразделениям и организации.</p>	<p><b>владеть</b></p> <p>Навыками анализа, определения и понимания сути заявок на восстановление работоспособности, связанной с проблемой функционирования системы (влекущей за собой</p>
ИПК-5.2 Знает стандарты, нормативную базу и основные технологии ПРТС и ППР			<p>недоступность системы или невозможность работы пользователей, влекущей за собой невозможность выполнения одной или нескольких ее функций, ухудшение качества работы, например, замедление, необходимость дополнительных ручных действий) с целью выявления аварийных объектов сети связи.</p>
ИПК-5.3 Владеет навыками развертывания сетей ПРТС и ППР	<p>Принципы работы сетевого оборудования.</p>	<p>Поддерживать пользователей организации при эксплуатации системы посредством: предоставления ответов на возникающие вопросы и консультирования, выполнение заявок на техническую поддержку.</p> <p>Определять порядок решения вопросов и проблем организации в рамках информационного взаимодействия в системе.</p>	<p>недоступность системы или невозможность работы пользователей, влекущей за собой невозможность выполнения одной или нескольких ее функций, ухудшение качества работы, например, замедление, необходимость дополнительных ручных действий) с целью выявления аварийных объектов сети связи.</p> <p>Навыками выявления новых сложных проблем.</p>

## Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

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

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов					
		Всего	Аудиторная работа			КСР	Внеаудиторная работа СРС
			Л	ПЗ	ЛР		
1.	Введение в технологии цифровых оптических телекоммуникационных систем	3	2				1
2.	Цифровой сигнал и особенности его получения: алгоритмы и методы цифровой обработки сигналов в ОСП (ИКМ, АДМ, АДИКМ и др.) линейное и нелинейное кодирование	8,4	2	2		0,4	4
3.	Алгоритмы формирования кодов, наиболее широко используемые в практике ВОСП	5,4	1	2		0,4	2
4.	Плещиохронная цифровая иерархия (PDH).	8,4	2	2		0,4	4
5.	Расчет длины регенерационного участка.	7,4	1	2		0,4	4
6.	Введение в основы сетевых технологий.	6	1		4		1
7.	Стек протоколов TCP/IP и IP-адресация.	10,4	1	1	4	0,4	4
8.	Основы технологии Ethernet.	7,4	1		2	0,4	4
9.	Маршрутизация и протоколы маршрутизации.	12,4	1	1	6	0,4	4
10.	Основы коммутации, промежуточной маршрутизации, понятие виртуальных сетей VLAN.	13,4	1	2	6	0,4	4
11.	Технологии распределённых сетей WAN, списки управления доступом.	13,4	1		8	0,4	4
12.	SDH – информационные структуры и схемы преобразований.	6,2	2			0,4	3,8
13.	Построение сетей SDH (аппаратура ОСП для различных участков сети).	6		2			4
14.	Синхронизация в цифровых системах передачи (тактовая, цикловая и сверхцикловая синхронизация в ОСП, оценка параметров системы синхронизации).	5	1				4
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;).	19	2	1	4	2	10

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов					
		Всего	Аудиторная работа			КСР	Внеаудиторная работа СРС
			Л	ПЗ	ЛР		
16.	Основные элементы расчета и проектирование сетей SDH	10		2		2	6
17.	Протоколы взаимодействия между сетями IPv4 и IPv6.	13		1	6	2	4
18.	Протокол граничного шлюза (BGP).	27	2		12	3	10
19.	Структура и реализация современной технологии MPLS.	27		2	12	3	10
20.	Введение в качество обслуживания (Qos).	15	1		6	2	6
21.	Архитектура оптических сетей доступа FTTx и PON.	6	1	1			4
22.	Мультиплексирование с разделением по длине волны (WDM).	11	1	2		2	6
23.	Модель помех для проектирования и оценки эффективности работы Гигабитных систем оптической связи	15	1	2		2	10
24.	Компоненты NG SDH	5	1				4
25.	Порядок ввода в эксплуатацию волоконно-оптических линий связи	8	1	1			6
26.	Атмосферные оптические линии передачи (OFS)	5	1				4
27.	Структура отделов провайдера служб: методы взаимодействия с техническими подразделениями организации.	6	1	1			4
28.	Порядок решения вопросов организации в рамках информационного взаимодействия в системе, на примере интернет сервис провайдера .	8	1	1	2		4
	<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>	287,8	30	28	72	22	135,8
	Зачёт	0,2					
	Подготовка к экзамену	35,7					
	Экзамен	0,3					
	<b>Общая трудоемкость по дисциплине</b>	<b>324</b>					

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 СРС
			Л	ПЗ	ЛР		
1.	Введение в технологии цифровых оптических телекоммуникационных систем	3	2				1

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов					
		Всего	Аудиторная работа			КСР	Внеаудиторная работа СРС
			Л	ПЗ	ЛР		
2.	Цифровой сигнал и особенности его получения: алгоритмы и методы цифровой обработки сигналов в ОСП (ИКМ, АДМ, АДИКМ и др.) линейное и нелинейное кодирование	8,4	2	2		0,4	4
3.	Алгоритмы формирования кодов, наиболее широко используемые в практике ВОСП	5,4	1	2		0,4	2
4.	Плещиохронная цифровая иерархия (PDH).	8,4	2	2		0,4	4
5.	Расчет длины регенерационного участка.	7,4	1	2		0,4	4
6.	Введение в основы сетевых технологий.	6	1		4		1
7.	Стек протоколов TCP/IP и IP-адресация.	10,4	1	1	4	0,4	4
8.	Основы технологии Ethernet.	7,4	1		2	0,4	4
9.	Маршрутизация и протоколы маршрутизации.	12,4	1	1	6	0,4	4
10.	Основы коммутации, промежуточной маршрутизации, понятие виртуальных сетей VLAN.	13,4	1	2	6	0,4	4
11.	Технологии распределённых сетей WAN, списки управления доступом.	13,4	1		8	0,4	4
12.	SDH – информационные структуры и схемы преобразований.	6,2	2			0,4	3,8
13.	Построение сетей SDH (аппаратура ОСП для различных участков сети).	6		2			4
<b>ИТОГО по разд. дисц. в 5-м семестре</b>		<b>107,8</b>	<b>16</b>	<b>14</b>	<b>30</b>	<b>4</b>	<b>43,8</b>
зачет		0,2					
<b>Итого в 5-м семестре:</b>		<b>108</b>					

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

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов					
		Всего	Аудиторная работа			КСР	Внеаудиторная работа СРС
			Л	ПЗ	ЛР		
14.	Синхронизация в цифровых системах передачи (тактовая, цикловая и сверхцикловая синхронизация в ОСП, оценка параметров системы синхронизации).	5	1				4
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;).	19	2	1	4	2	10

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов					
		Всего	Аудиторная работа			КСР	Внеаудиторная работа СРС
			Л	ПЗ	ЛР		
16.	Основные элементы расчета и проектирование сетей SDH	10		2		2	6
17.	Протоколы взаимодействия между сетями IPv4 и IPv6.	13		1	6	2	4
18.	Протокол граничного шлюза (BGP).	27	2		12	3	10
19.	Структура и реализация современной технологии MPLS.	27		2	12	3	10
20.	Введение в качество обслуживания (Qos).	15	1		6	2	6
21.	Архитектура оптических сетей доступа FTTx и PON.	6	1	1			4
22.	Мультиплексирование с разделением по длине волны (WDM).	11	1	2		2	6
23.	Модель помех для проектирования и оценки эффективности работы Гигабитных систем оптической связи	15	1	2		2	10
24.	Компоненты NG SDH	5	1				4
25.	Порядок ввода в эксплуатацию волоконно-оптических линий связи	8	1	1			6
26.	Атмосферные оптические линии передачи (OFS)	5	1				4
27.	Структура отделов провайдера служб: методы взаимодействия с техническими подразделениями организации.	6	1	1			4
28.	Порядок решения вопросов организации в рамках информационного взаимодействия в системе, на примере интернет сервис провайдера .	8	1	1	2		4
<b>ИТОГО по разд. дисц. в 6-м семестре</b>		<b>180</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>42</b>	<b>18</b>	<b>92</b>
Подготовка к экзамену		35,7					
Экзамен		0,3					
<b>Итого в 6-м семестре:</b>		<b>216</b>					

**Курсовое проектирование:** предусмотрено  
Примерная тематика курсовых проектов:

Телекоммуникационные оптические технологии. Оптоэлектроника. Элементы и устройства оптоэлектроники. Волоконно-оптические линии связи. Оптика волоконных световодов. Проектирование оптических сетей связи. Магистральные, внутризональные сети связи и сети абонентского доступа.

Транспортные сети связи SDH и DWDM. Мультисервисные сети связи NGN. Многопротокольная коммутация по меткам MPLS. Широкополосный доступ на телефонных сетях общего пользования. IP-телефония. Оптические технологии абонентского доступа FTTx и xPON.

Организация строительства ВОЛС. Защита ВОЛС от электромагнитного влияния.

Новые методы передачи данных в ВОЛС. Когерентные волоконно-оптические системы связи. Модовое и поляризационное мультиплексирование каналов в оптических линиях связи. Защита информации в ВОЛС. Квантовая криптография в ВОЛС и ее элементная база.

Физико-математическое моделирование каналов передачи данных в ВОЛС.

Теоретические исследования, проектирование, изготовление и экспериментальные исследования элементов интегральной оптики и оптоэлектронных устройств для телекоммуникационных и сенсорных систем на основе пассивных и активных оптических материалов.

Развитие основ новых технологий формирования элементов интегральной оптики в стеклах и кристаллах.

Оптика и спектроскопия сред при внешних воздействиях.

Оптическая вычислительная техника. Оптические методы передачи и обработки информации. Интегрально-оптические логико-арифметические элементы и устройства. Оптические квантовые вычисления и их элементная база.

Оптика и спектроскопия сред при внешних воздействиях.

Фотометрия.

Оптические межсоединения в микросхемах на основе элементов многомодовой и одномодовой интегральной оптики.

Исследования в области микро- и нанопластики. Субмикронная интегральная оптика. Исследования в области нанопластики поверхностных плазмонов. Исследование параметров диэлектриков в СВЧ и оптическом диапазоне длин волн.

Учебно-методические разработки по оптическим направляющим средам.

Лазерное материаловедение. Преобразователи оптического излучения.

Разработка и создание преобразователей оптического излучения на основе полупроводников.

Разработка и создание регистрирующих сред и технических устройств для визуализации изображений. Моделирование и изучение энергоинформационных процессов в конденсированных средах, газоразрядной плазме и биообъектах.

Оптика звездных и планетарных атмосфер.

Космические системы связи. Спутниковые системы связи. Оптические системы связи в космосе.

Оптико-электронные исследования астрофизических объектов. Разработка и исследование схем астрофластики для передачи и обработки оптической информации.

**Форма проведения аттестации по дисциплине:** зачёт (5 семестр) и экзамен (6 семестр).

Автор РПД А.С. Левченко