

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

_____ Хагуров Т.А.
« 27 » _____ 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**Б1.В.10 ОПТИЧЕСКИЕ ЦИФРОВЫЕ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ**

(код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

Направление подготовки / специальность

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность (профиль) / специализация

Оптические системы и сети связи

(наименование направленности (профиля) специализации)

Программа подготовки

академическая

(академическая /прикладная)

Форма обучения

очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация (степень) выпускника

бакалавр

(бакалавр, магистр, специалист)

Краснодар 2018

Рабочая программа дисциплины Б1.В.10 «Оптические цифровые телекоммуникационные системы» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, профиль «Оптические системы и сети связи»

Программу составил:

А.С. Левченко, канд. физ.-мат. наук,
доцент кафедры оптоэлектроники


подпись

Рабочая программа дисциплины Б1.В.10 «Оптические цифровые телекоммуникационные системы» утверждена на заседании кафедры оптоэлектроники ФТФ, протокол № 9 от 12.04.2018г.

Заведующий кафедрой оптоэлектроники
д-р техн. наук, профессор Яковенко Н.А.


подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета, протокол № 10 от 02.04.2018 г.

Председатель УМК ФТФ

д-р физ.-мат. наук, профессор Богатов Н.М.


подпись

Рецензенты:

Ялуплин М.Д., канд. физ.-мат. наук, зам. начальника по проектной работе
ГБУЗ МИАЦ МЗ КК

Исаев В.А., д-р физ.-мат. наук, зав. кафедрой теоретической физики и компьютерных технологий

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 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.

1.2 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.

1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Оптические цифровые телекоммуникационные системы» по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи (квалификация (степень) "бакалавр") относится к вариативной части Б1 Дисциплины(модули) учебного плана.

В настоящее время в России NGN сети внедряются в виде отдельных, подчас весьма непохожих друг на друга, фрагментов, вкраплённых 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 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», «Оптика», «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 самоценные 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».

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

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

№ п.п.	Индекс компетенции	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 самостоятельной 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 инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международны	Принципы и стандарты построения телекоммуникационных систем различных типов и распределения информации в сетях связи (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,	разбираться с описаниями настроек, рекомендаций и построений сетей на одном из мировых иностранных языков. содействовать внедрению перспективных технологий и стандартов.	Навыками подбора оборудования и расчёта ВОЛС согласно нормативной документации; готовностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по внедрению, разработке и

№ п.п .	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
		е и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи)	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. Архитектуру оптических сетей доступа FTTx и PON. Мультиплексирование с разделением по длине волны (WDM). Гибридные OTDM и WDM системы. Компоненты NG SDH (GFP, VCAT, LCAS). Технологию RPR: топология, MAC уровень, изучение топологии и защита, управление полосой и Qos, алгоритм справедливого доступа. Атмосферные оптические линии передачи.)		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	конфигурировать телекоммуникационное оборудование, пакетной передачи данных фирмы Cisco. Осуществлять поиск и устранение неисправностей.	основными способами предотвращения сетевых угроз; Навыками управления потоками пакетного трафика в сетях на базе оборудования

№ п.п .	Индекс компете нции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
			современной технологии MPLS. Методы управления сетью QoS.)	Пользоваться стандартными методами съёма статистики по различным протоколам передачи данных с телекоммуникационного оборудования и его анализ.	Cisco. способностью 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.

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 7 зач.ед. (252 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО).

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)	
			5	6
Контактная работа, в том числе:				
Аудиторные занятия (всего):		136	72	64
Занятия лекционного типа		34	18	16
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		34	18	16
Лабораторные занятия		68	36	32
Иная контактная работа:				
Контроль самостоятельной работы (КСР)		20	4	16
В том числе курсовой проект (часть КСР)		8	-	8
Промежуточная аттестация (ИКР) в форме зачет/экзамен		0,5	0,2	0,3
Самостоятельная работа, в том числе:		59,8	31,8	28
Проработка учебного (теоретического) материала		35,8	21,8	14
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		-	-	-
Реферат		-	-	-
Подготовка к текущему контролю		24	10	14
Контроль:				
Подготовка к экзамену		35,7	-	35,7
Общая трудоемкость	час.	252	108	144
	в том числе контактная работа	156,5	76,2	80,3
	зач. ед.	7	3	4

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам 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 СРС
			Л	ПЗ	ЛР		
1.	Введение в технологии цифровых оптических телекоммуникационных систем (структура оптических систем передачи)	3	2				1

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

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов					
		Всего	Аудиторная работа			КСР	Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР		СРС
17.	Протоколы взаимодействия между сетями IPv4 и IPv6.	6		1	4		1
18.	Протокол граничного шлюза (BGP).	11	2		8		1
19.	Структура и реализация современной технологии MPLS.	11		2	8		1
20.	Введение в качество обслуживания (Qos).	11	1		8		2
21.	Архитектура оптических сетей доступа FTTx и PON.	5	2	1		1	1
22.	Мультиплексирование с разделением по длине волны (WDM).	5	1	2		1	1
23.	Модель помех для проектирования и оценки эффективности работы Гигабитных систем оптической связи	6		2		2	2
24.	Компоненты NG SDH	2	1				1
25.	Порядок ввода в эксплуатацию волоконно-оптических линий связи	5	1	2			2
26.	Атмосферные оптические линии передачи (OFS)	2	1				1
27.	Полностью оптические транспортные сети (OTN)	2	1				1
28.	Многомерные сети – будущее инфокоммуникационных технологий.	3	1	1			1
	Курсовой проект	8				8	
	зачет	0,2					
	Подготовка к экзамену	35,7					
	Экзамен	0,3					
	<i>Итого по дисциплине:</i>	252	34	34	68	20	59,8

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)	3	2				1

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов					
		Всего	Аудиторная работа			КСР	Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР		СРС
2.	Цифровой сигнал и особенности его получения: алгоритмы и методы цифровой обработки сигналов в ОСП (ИКМ, АДМ, АДИКМ и др.) линейное и нелинейное кодирование	10,5	2	2	4	0,5	2
3.	Алгоритмы формирования кодов, наиболее широко используемые в практике ВОСП	4,5		2		0,5	2
4.	Плезиохронная цифровая иерархия (PDH).	9	2	2		1	4
5.	Расчет длины регенерационного участка.	8	2	3		1	2
6.	Основы сетевых технологий.	10	2	2	4		2
7.	Стек протоколов TCP/IP и IP-адресация.	10,5	1	1	4	0,5	4
8.	Основы технологии Ethernet.	6	2		2		2
9.	Маршрутизация и протоколы маршрутизации.	14	1	2	6		5
10.	Основы коммутации, промежуточной маршрутизации, понятие виртуальных сетей VLAN.	19,3	2	4	8	0,5	4,8
11.	Технологии распределённых сетей WAN, списки управления доступом.	13	2		8		3
	зачет	0,2					
	<i>Итого по дисциплине:</i>	108	18	18	36	4	31,8

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
3.	Синхронизация в цифровых системах передачи (тактовая, цикловая и сверхцикловая синхронизация в ОСП, оценка параметров системы синхронизации).	3	1				2

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов					
		Всего	Аудиторная работа			КСР	Внеаудиторная работа СРС
			Л	ПЗ	ЛР		
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;).	11	2	1	4	1	3
5.	Основные элементы расчета и проектирование сетей SDH	5		2		1	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	2	1				1
14.	Порядок ввода в эксплуатацию волоконно-оптических линий связи	5	1	2			2
15.	Атмосферные оптические линии передачи (OFS)	2	1				1
16.	Полностью оптические транспортные сети (OTN)	2	1				1
17.	Многомерные сети – будущее инфокоммуникационных технологий.	3	1	1			1
	Подготовка к экзамену	35,7					
	Экзамен	0,3					
	Курсовой проект					8	
	<i>Итого по дисциплине:</i>	144	16	16	32	16	28

Контактная работа при проведении учебных занятий по дисциплине «Оптические цифровые телекоммуникационные системы» включает в себя: занятия лекционного типа, практические занятия, лабораторные работы, групповые консультации (так же и внеаудиторные, через электронную информационно-образовательную среду Модульного

Динамического Обучения КубГУ <https://moodle.kubsu.ru/enrol/index.php?id=372>),
промежуточная аттестация в устной форме.

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1.	Введение в технологии цифровых оптических телекоммуникационных систем (структура оптических систем передачи)	В совокупности: сети транспорта, доступа, поддержки и сервиса, разумеется, частично взаимодействующие между собой. Архитектура оптической транспортной сети. Сценарий развития транспортной инфраструктуры операторов.	КР
2.	Цифровой сигнал и особенности его получения: алгоритмы и методы цифровой обработки сигналов в ОСП линейное и нелинейное кодирование	дискретизация, квантование и кодирование; групповой ИКМ сигнал. Групповой ИКМ сигнал – временное группообразование или мультиплексирование. Разностные методы формирования цифрового сигнала (АДМ, АДИКМ).	КР/ ЛР/ПЗ
3.	Плезиохронная цифровая иерархия (PDH).	Построение цикла первичного цифрового потока Е1. Системы первичного группообразования PDH. Стандарты цифрового группообразования PDH. Структурная схема мультиплексоров. Сетевое оборудование.	КР
4.	Расчет длины регенерационного участка.	Вычисление длины регенерационного участка лимитированной затуханием. Вычисление длины регенерационного участка лимитированной дисперсией.	КР/ПЗ
5.	Основы сетевых технологий.	Сетевая терминология: сетевые устройства, топологии, протоколы; локальные, распределённые и региональные сети; сети хранилищ данных, виртуальные частные сети; полоса пропускания. Введение в сетевые модели OSI и TCP/IP. Кабельные соединения сетей LAN и WAN.	ЛР/Т
6.	Стек протоколов TCP/IP и IP-адресация.	Адреса сети Ethernet. Классы IP-адресов (IPv4). Сравнение протоколов IPv4 и IPv6. Присвоение IP-адресов (статическое, по протоколу RARP, DHCP, BOOTP). Знакомство с протоколами преобразования адресов ARP.	КР/ЛР/ Т
7.	Основы технологии	MAC – адресация, фреймирование и структура фрейма.	

	Ethernet.	Принципы работы сети Ethernet. Технологии: 10BASE-T, 100BASE-TX, 100BASE-FX, 1000BASE-T, 1000BASE-SX, 1000BASE-LX, 1000BASE-FX, 1000BASE-CX, 1000BASE-ZX, 10GBASE-ZR, 10GBASE-T, 10GBASE-LX4. Ethernet – коммутация, широковещательные домены и домены коллизий. Уровень приложений и транспортный уровень стека протоколов TCP/IP (протокол TCP, UDP). Службы DNS, FTP, TFTP, http, SMTP, SNMP, telnet.	ЛР/Т
8.	Маршрутизация и протоколы маршрутизации.	Маршрутизируемые протоколы. Протоколы IP-маршрутизации. Механизм создания подсетей. Введение в распределённую сеть. Маршрутизаторы. Основы работы с маршрутизаторами на основе оборудования фирмы Cisco. Операционная система Cisco IOS. Запуск и конфигурирование интерфейсов маршрутизатора. Настройка защиты маршрутизатора. Обнаружение соседних устройств и подключение к ним. Протокол CDP. Создание и проверка telnet-соединения. Статическая маршрутизация. Обзор динамической маршрутизации и протоколов маршрутизации. Дистанционно-векторные протоколы – RIP, IGRP их конфигурирование. Управляющие сообщения стека протоколов TCP/IP. Протокол ICMP. Принцип работы протоколов TCP и UDP. Порты транспортного уровня. Сравнение MAC-, IP- адресов и номеров портов. Механизм работы протокола ARP.	ЛР/Т
9.	Основы коммутации, промежуточной маршрутизации, понятие виртуальных сетей VLAN.	Маршрутизация по адресам без классов. Адресация CIDR. Использование масок подсети переменной длины (VLSM). Использование масок VLSM протоколом RIPv2. Протокол OSPF, основные понятия, конфигурирование. Коммутаторы сетей и иерархическое проектирование сети. Конфигурирование коммутаторов с функцией маршрутизации. Работа с таблицей MAC-адресов. Протокол связующего дерева STP. Первоначальная настройка коммутаторов Catalyst под управлением операционной системы IOS. Широковещательные домены в сетях VLAN. Конфигурирование VLAN. Магистральный протокол VLAN.	КР/ЛР/ Т /ПЗ
10.	Технологии распределённых сетей WAN, списки управления доступом.	Адресация NAT и PAT. Протокол DHCP. Мультиплексорная передача с временным разделением (TDM). Протокол управления каналом HDLC. Протокол PPP. Магистральный протокол VLAN. Межсетевая VLAN-маршрутизация. Конфигурирование маршрутизации между VLAN-сетями. Списки управления доступом ACLs (access-list) и фильтрация контента трафика, настройка списков доступа на маршрутизаторах.	ЛР/Т
11.	SDH – информационные структуры и схемы преобразований.	Понятие тракта и секции. Структура мультиплексирования. Двумерное представление цикла STM1. Структура цикла STM1 и секционного заголовка его функции. Формирование STM-N.	КР

		Мультиплексирование. Пояснение функционального назначения VC, указателей AU и TU; отрицательное выравнивание, функции трактового заголовка PON. Принцип скремблирования. Мониторинг.	
12.	Синхронизация в цифровых системах передачи.	Стандарты и нормы синхронизации сетей связи. Синхронизация цифровых сетей SDH. Характеристики устройств и сетей синхронизации.	
13.	Функциональные элементы оптической сети	Источники и приёмники оптического излучения в телекоммуникационных сетях. Модуляция и демодуляция оптической несущей. Оптические усилители – источники шума и динамический диапазон. Оптические фильтры, циркуляторы, изоляторы и аттенюаторы. (методы модуляции и демодуляции оптической несущей, спектральное и временное разделение оптических стволов; принципы регенерации сигналов, основные узлы регенераторов; оптические усилители;).	КР
14.	Протокол граничного шлюза (BGP).	Подключение к сети Internet, использующие протокол граничного шлюза BGP. Управление маршрутами в BGP. Агрегация в BGP-4. Поддержка HSRP между двумя интерфейсами VRF. Конфигурирование виртуальных частных сетей (VPN).	ЛР/Т
15.	Введение в качество обслуживания (Qos).	Аспекты качества телекоммуникационных услуг. Соглашение об уровне обслуживания. Параметры качества обслуживания мультимедийного трафика в сетях. Практический подход к обеспечению QoS на магистрях. Механизмы QoS в оптических IP сетях.	ЛР/Т
16.	Архитектура оптических сетей доступа FTTx и PON.	Активные технологии оптического доступа. Технологии пассивных оптических сетей.	КР
17.	Мультиплексирование с разделением по длине волны (WDM).	Основы технологии: частотный план, обзор компонентов, дизайн сети. Обзор мультисервисных транспортных платформ (MSTP) поддерживающих DWDM. Тестирование оптических систем связи и оценка затрат на организацию тестирования. Гибридные OTDM и WDM системы. Расчёт максимальных длин регенерационных участков для цифровых волоконно-оптических систем передачи DWDM различной иерархии STM.	КР
18.	Компоненты NG SDH	(преимущество GFP по сравнению с HDLC; VCAT, LCAS). Технология RPR: топология, MAC уровень, изучение топологии и защита, управление полосой и Qos, алгоритм справедливого доступа.	
19.	Порядок ввода в эксплуатацию волоконно-оптических линий связи	Порядок ввода в эксплуатацию волоконно-оптических линий связи	ПЗ
20.	Атмосферные оптические линии передачи (OFS)	Аппаратура атмосферных оптических линий передачи и методы её классификации. Коэффициент готовности атмосферного канала АОЛП и методы его определения.	

21.	Полностью оптические транспортные сети (OTN)	Функциональная архитектура оптической транспортной сети. Управление, коммутация и тенденции развития оптических транспортных сетей. Рекомендации МСЭ-Т, регламентирующие полностью оптическую транспортную сеть. Коэффициент эффективности сети.	
23.	Многомерные сети – будущее инфокоммуникационных технологий.	От NGN к FGN. Сложные сети с регулярной топологической структурой.	

Примечание: ПЗ – выполнение практических заданий, КР – контрольная работа, Т – тестирование, ЛР – защита лабораторной работы.

2.3.2 Занятия семинарского типа.

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1.	Цифровой сигнал и особенности его получения: алгоритмы и методы цифровой обработки сигналов в ОСП линейное и нелинейное кодирование	дискретизация, квантование и кодирование; групповой ИКМ сигнал. Групповой ИКМ сигнал – временное группообразование или мультиплексирование. Разностные методы формирования цифрового сигнала (АДМ, АДИКМ).	
2.	Алгоритмы формирования кодов, наиболее широко используемые в практике ВОСП	(линейные и стыковые коды оборудования): AMI, CMI, HDB-3, mBnB, BIF, Миллера и др. Оценка параметров линейных кодов: избыточность, текущая цифровая сумма, энергетический спектр.	КР
3.	Плезioxронная цифровая иерархия (PDH).	Построение цикла первичного цифрового потока E1. Системы первичного группообразования PDH. Стандарты цифрового группообразования PDH. Структурная схема мультиплексоров. Сетевое оборудование.	КР
4.	Расчет длины регенерационного участка.	Вычисление длины регенерационного участка лимитированной затуханием. Вычисление длины регенерационного участка лимитированной дисперсией.	КР/ПЗ
5.	Основы сетевых технологий.	Сетевая терминология: сетевые устройства, топологии, протоколы; локальные, распределённые и региональные сети; сети хранилищ данных, виртуальные частные сети; полоса пропускания. Введение в сетевые модели OSI и TCP/IP. Кабельные соединения сетей LAN и WAN.	ЛР/Т
6.	Стек протоколов TCP/IP и IP-адресация.	Адреса сети Ethernet. Классы IP-адресов (IPv4). Сравнение протоколов IPv4 и IPv6. Присвоение IP-адресов (статическое, по протоколу RARP, DHCP, BOOTP). Знакомство с протоколами преобразования адресов ARP.	КР/ЛР/Т

7.	Маршрутизация и протоколы маршрутизации.	Маршрутизируемые протоколы. Протоколы IP-маршрутизации. Механизм создания подсетей. Введение в распределённую сеть. Маршрутизаторы. Основы работы с маршрутизаторами на основе оборудования фирмы Cisco. Операционная система Cisco IOS. Запуск и конфигурирование интерфейсов маршрутизатора. Настройка защиты маршрутизатора. Обнаружение соседних устройств и подключение к ним. Протокол CDP. Создание и проверка telnet-соединения. Статическая маршрутизация. Обзор динамической маршрутизации и протоколов маршрутизации. Дистанционно-векторные протоколы – RIP, IGRP их конфигурирование. Управляющие сообщения стека протоколов TCP/IP. Протокол ICMP. Принцип работы протоколов TCP и UDP. Порты транспортного уровня. Сравнение MAC-, IP- адресов и номеров портов. Механизм работы протокола ARP.	КР/ЛР/Т
8.	Основы коммутации, промежуточной маршрутизации, понятие виртуальных сетей VLAN.	Маршрутизация по адресам без классов. Адресация CIDR. Использование масок подсети переменной длины (VLSM). Использование масок VLSM протоколом RIPv2. Протокол OSPF, основные понятия, конфигурирование. Коммутаторы сетей и иерархическое проектирование сети. Конфигурирование коммутаторов с функцией маршрутизации. Работа с таблицей MAC-адресов. Протокол связующего дерева STP. Первоначальная настройка коммутаторов Catalyst под управлением операционной системы IOS. Широковещательные домены в сетях VLAN. Конфигурирование VLAN. Магистральный протокол VLAN.	ЛР/Т
9.	Построение сетей SDH (аппаратура ОСП для различных участков сети).	Топология сетей, резервирование. Структурная схема мультиплексора SDH. Семейство оборудования SDH. Оборудование SDH различных производителей. Радиорелейные и спутниковые системы SDH. Методы управления сетью SDH.	КР
10.	Функциональные элементы оптической сети	Источники и приёмники оптического излучения в телекоммуникационных сетях. Модуляция и демодуляция оптической несущей. Оптические усилители – источники шума и динамический диапазон. Оптические фильтры, циркуляторы, изоляторы и аттенюаторы. (методы модуляции и демодуляции оптической несущей, спектральное	КР

		и временное разделение оптических стволов; принципы регенерации сигналов, основные узлы регенераторов; оптические усилители;).	
11.	Основные элементы расчета и проектирование сетей SDH	Схема организации сети. Количество компонентных потоков между узлами. Выбор скоростей передачи агрегатных потоков, типы мультиплексоров, кросс-коннектов и линейного оборудования в узлах, оптического кабеля. Выбор схемы защиты в сети и её обоснование. Схема синхронизации. Выбор оборудования SDH для реализации проектируемой сети. Комплектация оборудования. Расчет длины регенерационного участка с учетом данных аппаратуры и кабеля.	КР
12.	Протоколы взаимодействия между сетями IPv4 и IPv6.	Стратегии сосуществования IPv6 и IPv4. Тунели NAT-PT, ISATAP, Teredo. Тунелирование IPv6 в IPv4. Двойной стек.	ЛР/Т
13.	Структура и реализация современной технологии MPLS.	Структура и реализация современной технологии MPLS (стек меток, инкапсуляция меток, FEC, LDP, RSVP). Коммутация и структура MPLS (принципы работы, элементы LSR, протокол распространения меток LDR). Виртуальные частные сети (VPN). VPN-сети на основе коммутации MPLS. Конфигурирование VPN-сетей MPLS, созданных на основе маршрутизаторов. Элементы перераспределения потоков MPLS (туннели LSP, TE-туннели). Поддержка механизмов Qos в VPN-сетях MPLS.	ЛР/Т
14.	Архитектура оптических сетей доступа FTTx и PON.	Активные технологии оптического доступа. Технологии пассивных оптических сетей.	КР
15.	Мультиплексирование с разделением по длине волны (WDM).	Основы технологии: частотный план, обзор компонентов, дизайн сети. Обзор мультисервисных транспортных платформ (MSTP) поддерживающих DWDM. Тестирование оптических систем связи и оценка затрат на организацию тестирования. Гибридные OTDM и WDM системы. Расчёт максимальных длин регенерационных участков для цифровых волоконно-оптических систем передачи DWDM различной иерархии STM.	КР
16.	Модель помех для проектирования и оценки эффективности работы Гигабитных систем оптической связи	Глаз-диаграмма, коэффициент битовых ошибок. Расчет глаз-диаграммы. Методология технико-экономического тестирования оптических систем связи	КР
17.	Порядок ввода в эксплуатацию	Порядок ввода в эксплуатацию волоконно-оптических линий связи	

	волоконно-оптических линий связи		
18.	Многомерные сети – будущее инфокоммуникационных технологий.	От NGN к FGN. Сложные сети с регулярной топологической структурой.	

2.3.3 Лабораторные занятия.

№	Наименование раздела	Примерный перечень лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	2	Изучение аналого-цифрового оборудования системы передачи с ИКМ на лабораторном комплексе "Временное разделение каналов"	технический отчёт по лабораторным работам
2.	6-8	IP адресация (с использованием VLSM). Базовые команды настройки маршрутизаторов Cisco.	технический отчёт по лабораторным работам
3.	9,10	Настройка маршрутизируемых сетей. Статическая маршрутизация. Протокол маршрутизации RIP. Протокол маршрутизации OSPF.	технический отчёт по лабораторным работам
4.	10	Базовые команды настройки коммутаторов Catalyst. Конфигурирование VLAN.	технический отчёт по лабораторным работам
5.	11	Методы трансляции IP адресов NAT (статическая, динамическая). Трансляция адресов с номерами портов PAT	технический отчёт по лабораторным работам
6.	11	Конфигурирование маршрутизации между VLAN-сетями, настройка списков доступа (access-list) на маршрутизаторах.	технический отчёт по лабораторным работам
7.	6-11,18	Базовая настройка протокола BGP-4	технический отчёт по лабораторным работам
8.	6-11,18	Применение атрибута «вес» при маршрутизации в BGP	технический отчёт по лабораторным работам
9.	6-11,18	Применение опции BGP «черный ход».	технический отчёт по лабораторным работам
10	6-11,18,20	Фильтрация маршрутов с помощью списков управления доступом и префикс листов	технический отчёт по лабораторным работам
11	6-11,20	Применение «черных дыр» в маршрутизации для защиты от DDOS-атак	технический отчёт по лабораторным работам
12	6-11,17-19	Конфигурирование сети на основе протоколов BGP и MPLS.	технический отчёт по лабораторным работам
13	6-11,19	Any transport over MPLS – ATOM	технический отчёт по лабораторным работам

			работам
14	19	Устранение проблем при построении VPN L3 сетей на основе MPLS	технический отчёт по лабораторным работам
15	6-11,20	Управление трафиком на основе политики маршрутизации	технический отчёт по лабораторным работам
16	6-11,20	Основы многоадресной маршрутизации	технический отчёт по лабораторным работам

Проведение занятий лабораторного практикума предусмотрено в «компьютерном классе специальных дисциплин» (аудитория 205с) на бесплатном эмуляторе GNS3. Описания теории, методические указания и задания по выполнению лабораторных работ располагаются в электронной информационно-образовательной среде Модульного Динамического Обучения КубГУ по адресу в Интернет <https://moodle.kubsu.ru/enrol/index.php?id=372>

2.3.4 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.

Методические указания по выполнению курсовых проектов:
<https://moodle.kubsu.ru/enrol/index.php?id=378>

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю).

Общие и методические рекомендации студентов размещены в электронной информационно-образовательной среде Модульного Динамического Обучения КубГУ
<https://moodle.kubsu.ru/enrol/index.php?id=372>.

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Проработка учебного (теоретического материала)	Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы студентов для бакалавров направления подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» и магистров направления подготовки 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»
2	Подготовка к текущему контролю	

Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по темам программы для проработки теоретического материала

№	Наименование раздела	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1.	Введение в технологии цифровых оптических телекоммуникационных систем (структура оптических систем передачи)	<i>Меккель А.М.</i> Функциональные модели архитектуры современных транспортных сетей связи \ журнал «Фотон Экспресс», №2, 2015г., с. 23-27. <i>Власов И.И.</i> 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. Цуканов, В.Н. Волоконно-оптическая техника. Москва : Инфра-Инженерия, 2014. - 304 с. http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=234772 Фокин, В.Г. Проектирование оптической сети доступа : учебное пособие Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2012. - 311 с.

		URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=431523
2.	Цифровой сигнал и особенности его получения: алгоритмы и методы цифровой обработки сигналов в ОСП (ИКМ, АДМ, АДИКМ и др.) линейное и нелинейное кодирование	<i>Гордиенко В.Н., Тверецкий М.С.</i> Многоканальные телекоммуникационные системы/ Учебник для вузов 2-е издание 2013 г., с. 17-36. <i>Крук Б.И.</i> Телекоммуникационные системы и сети. Современные технологии Т1. \ М. : Горячая Линия-Телеком, 2012, с. 42-87, 88-104. <i>Винокуров В.М.</i> Цифровые системы передачи : учеб. пособие /; Федеральное агентство по образованию, Ин-т доп. образования, факультет повышения квалификации. – Томск : Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2012, – 160 с. <i>У.Томаси</i> Электронные системы связи (Electronic Communications Systems) Серия: Мир связи \ Техносфера: 2007, с. 479-529 <i>Бакланов. И.Г.</i> Технологии измерений первичной сети Часть 1. Системы E1, PDH, SDH \ М.: Эко-Трендз, 2002. с. 25-53, 56-65. Фокин, В.Г. Когерентные оптические сети : учебное пособие Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2015. - 371 с. URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=431522
3.	Алгоритмы формирования кодов, наиболее широко используемые в практике ВОСП	Цифровые и аналоговые системы передачи: учеб. для вузов / под ред В.И. Иванова. – М. : Радио и связь, 2005. – 232 с. (5-я Глава). <i>Винокуров В.М.</i> Цифровые системы передачи: учеб. пособие /; Федеральное агентство по образованию, Ин-т доп. образования, факультет повышения квалификации. \ Томск : Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2012, с. 121-141. <i>У.Томаси</i> Электронные системы связи (Electronic Communications Systems) Серия: Мир связи \ Техносфера: 2007, с. 532-601.
4.	Плещиохронная цифровая иерархия (PDH).	<i>Власов И.И.</i> 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. 28-41, 255-275. <i>Гордиенко В.Н., Тверецкий М.С.</i> Многоканальные телекоммуникационные системы/ Учебник для вузов 2-е издание 2013 г., с. 42-73. <i>Бакланов. И.Г.</i> Технологии измерений первичной сети Часть 1. Системы E1, PDH, SDH \ М.: Эко-Трендз, 2000, с. 25-53, 56-65. <i>Беркун М.А., О.Р. Ходасевич.</i> Цифровые системы синхронной коммутации \ М.: Эко-Трендз, 2001, с. 21-69. <i>Крук Б.И.</i> Телекоммуникационные системы и сети. Современные технологии Т1. \ М. : Горячая Линия-Телеком, 2003, с. 42-87, 88-104. <i>Слепов Н.Н.</i> Современные технологии цифровых оптоволоконных сетей связи (ATM, PDH, SDH, SONET и WDM). \ М.: Радио и связь, 2003, с. 9-41.

		<i>Никульский И.Е.</i> Оптические интерфейсы цифровых коммутационных станций и сети доступа Техносфера 2006, с. 77-92, 130-152. 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 Фокин, В.Г. Проектирование оптической сети доступа : учебное пособие Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2012. - 311 с. URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=431523
5.	Расчет длины регенерационного участка.	<i>Ксенофонтов С.Н., Портнов Э.Л.</i> Направляющие системы электросвязи. Сборник задач. Учебное пособие для вузов/ 2-е изд., стереотип. 2014 (2004) г. 268 стр., с. 167-175. <i>Дэвид Бейли, Эдвин Райт</i> Волоконная оптика: теория и практика \ М.: КУДИЦ-ПРЕСС, 2008 с. 207-228. <i>Иванов В.И.</i> Цифровые и аналоговые системы передачи : учеб. для вузов / В.И. Иванов и др. ; под ред. В.И. Иванова. – М. :Горячая линия-Телеком, 2003. – с. 306-314. <i>Фриман Р.</i> Волоконно-оптические системы связи. Серия: Мир связи \ Техносфера: 2003, с. 182-191.
6.	Основы сетевых технологий.	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 Сети и системы передачи информации: телекоммуникационные сети: учебник и практикум для академического бакалавриата / К. Е. Самуйлов [и дрМ. : Издательство Юрайт, 2017. — 363 с. www.biblio-online.ru/book/D02057C8-9C8C-4711-B7D2-E554ACBBBE29 Берлин, А.Н. Основные протоколы Интернет: учебное пособие Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий, 2008. - 504 с. http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232986
7.	Стек протоколов TCP/IP и IP-адресация.	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 Сети и системы передачи информации: телекоммуникационные сети: учебник и практикум для академического бакалавриата / К. Е. Самуйлов [и дрМ. : Издательство Юрайт, 2017. — 363 с. www.biblio-online.ru/book/D02057C8-9C8C-4711-B7D2-E554ACBBBE29
8.	Основы технологии Ethernet.	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 Сети и системы передачи информации: телекоммуникационные сети : учебник и практикум для академического бакалавриата / К. Е. Самуйлов [и дрМ. : Издательство Юрайт, 2017. — 363 с. www.bibliotonline.ru/book/D02057C8-9C8C-4711-B7D2-E554ACBbbe29
9.	Маршрутизация и протоколы маршрутизации.	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 Сети и системы передачи информации: телекоммуникационные сети : учебник и практикум для академического бакалавриата / К. Е. Самуйлов [и дрМ. : Издательство Юрайт, 2017. — 363 с. www.bibliotonline.ru/book/D02057C8-9C8C-4711-B7D2-E554ACBbbe29
10.	Основы коммутации, промежуточной маршрутизации, понятие виртуальных сетей VLAN.	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 Сети и системы передачи информации: телекоммуникационные сети : учебник и практикум для академического бакалавриата / К. Е. Самуйлов [и дрМ. : Издательство Юрайт, 2017. — 363 с. www.bibliotonline.ru/book/D02057C8-9C8C-4711-B7D2-E554ACBbbe29
11.	Технологии распределённых сетей WAN, списки управления доступом.	Сети и системы передачи информации: телекоммуникационные сети : учебник и практикум для академического бакалавриата / К. Е. Самуйлов [и дрМ. : Издательство Юрайт, 2017. — 363 с. www.bibliotonline.ru/book/D02057C8-9C8C-4711-B7D2-E554ACBbbe29
12.	SDH – информационные структуры и схемы преобразований.	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
13.	Построение сетей SDH (аппаратура ОСП для различных участков сети).	Цуканов, В.Н. Волоконно-оптическая техника. Москва : Инфра-Инженерия, 2014. - 304 с. http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=234772 Никульский И.Е. Оптические интерфейсы цифровых коммутационных станций и сети доступа Техносфера 2006, с. 153-158. Слепов Н.Н. Технологии цифровых оптоволоконных сетей \ М.: Радио и связь, 2000, с. 86-150, 211-222. Фриман Р. Волоконно оптические системы связи. Серия: Мир связи \ Техносфера: 2003, с. 288-339. Крухмалёв В.В. Цифровые системы передачи. М.: Горячая

		линия – Телеком, 2007, с. 138-157, 157-177. <i>Бакланов И.Г.</i> Технологии измерений первичной сети Часть 2. Системы синхронизации М.: Эко-Трендз 2000, с. 67-130. <i>Крук Б.И.</i> Телекоммуникационные системы и сети. Современные технологии Т1. \ М. : Горячая Линия-Телеком, 2003, с. 122-140.
14.	Синхронизация в цифровых системах передачи (тактовая, цикловая и сверхцикловая синхронизация в ОСП, оценка параметров системы синхронизации).	Фокин, В.Г. Проектирование оптической сети доступа : учебное пособие Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2012. - 311 с. URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=431523 <i>Гордиенко В.Н., Тверецкий М.С.</i> Многоканальные телекоммуникационные системы/ Учебник для вузов 2-е издание 2013г. 396 стр. с. 74-103, 150-240. <i>Власов И.И.</i> 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. 122-133, 314-320. <i>Бакланов И.Г.</i> Технологии измерений первичной сети Часть 2. Системы синхронизации М.: Эко-Трендз 2000, с. 5-52. <i>Крухмалёв В.В.</i> Цифровые системы передачи. М.: Горячая линия – Телеком, 2007, с. 209-260.
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;).	Цуканов, В.Н. Волоконно-оптическая техника. Москва : Инфра-Инженерия, 2014. - 304 с. http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=234772 Фокин, В.Г. Когерентные оптические сети : учебное пособие Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2015. - 371 с. URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=431522 Фокин, В.Г. Проектирование оптической сети доступа : учебное пособие Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2012. - 311 с. URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=431523
16.	Основные элементы расчета и проектирование сетей SDH	Цуканов, В.Н. Волоконно-оптическая техника. Москва : Инфра-Инженерия, 2014. - 304 с. http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=234772 <i>Власов И.И.</i> 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. 275-293. <i>Слепов Н.Н.</i> Технологии цифровых оптоволоконных сетей \ М.: Радио и связь, 2000, с. 229-238. Линии передачи волоконно-оптические на магистральной и внутризоновых первичных сетях ВСС России. Техническая эксплуатация. Руководящий технический материал (РД 45.047-99), от 01.02.2000г.
17.	Протоколы	Сети и системы передачи информации:

	взаимодействия между сетями IPv4 и IPv6.	телекоммуникационные сети : учебник и практикум для академического бакалавриата / К. Е. Самуйлов [и др.]. : Издательство Юрайт, 2017. — 363 с. www.biblio-online.ru/book/D02057C8-9C8C-4711-B7D2-E554ACBBBE29
18.	Протокол граничного шлюза (BGP).	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. Уильямс Р. Протокол Cisco BGP-4: справочник по командам и настройке. М.: Издательский дом «Вильямс», 2002. – 384с.
19.	Структура и реализация современной технологии MPLS.	Будылдина, Н.В. Оптимизация сетей с многопротокольной коммутацией по меткам. [Электронный ресурс] : монография / 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. Н.В. Будылдина, Д.С. Трибунский, В.П. Шувалов. — Электрон. дан. — М. : Горячая линия-Телеком, 2010. — 144 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5129 — Загл. с экрана.
20.	Введение в качество обслуживания (Qos).	Сетевая защита на базе технологий фирмы Cisco Systems. Практический курс : учебное пособие Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2014. - 179 с. URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275694
21.	Архитектура оптических сетей доступа FTTx и PON.	Фокин, В.Г. Проектирование оптической сети доступа : учебное пособие Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2012. - 311 с. URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=431523 Меккель А.М. Технологии пассивной оптической сети \ журнал «Фотон Экспресс», №7, 2013г., с. 28-32. Суховерков А.Е. Техническое решение построения оптической сети абонентского доступа в строящихся многоквартирных домах \ журнал «Фотон Экспресс», №7, 2013г., с. 33-37. Салтыков А.Р., Сумкин В.Р., Рудницкий В.Б. Тестирование абонентского участка PON \ журнал «Фотон Экспресс», №5, 2013г., с. 26-27 Суховерков А.Е. Техническое решение построения оптической сети абонентского доступа в строящихся многоквартирных домах \ журнал «Фотон Экспресс», №5, 2013г., с. 30-34. Помялов А. Арифметика GPON: Скорость доступа \ журнал «Фотон Экспресс», №4, 2012г., с. 35-39. Гаскевич Е.Б. Сети PON для районов частных домовладений \ журнал «Фотон Экспресс», №2, 2012г., с. 22-28.
22.	Мультиплексирование с разделением по длине волны (WDM).	Цуканов, В.Н. Волоконно-оптическая техника. Москва : Инфра-Инженерия, 2014. - 304 с. http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=234772

		Фокин, В.Г. Когерентные оптические сети : учебное пособие Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2015. - 371 с. URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=431522 Шарангович, С.Н. Многоволновые оптические системы связи : учебное пособие - Томск : ТУСУР, 2013. - 157 с. URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480597 Салех Б., Тейх М. Оптика и фотоника. Принципы применения Т.2. Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2012 – 784с., с. 686-720. Слекпов Н.Н. О современной технологии WDM и не только\ журнал «Фотон Экспресс», №1, 2007г., с. 8-16. Пахомов С. Применение технологии SilconPhotonicsCMOS в современных DWDM системах. \ журнал «Фотон Экспресс», №2, 2014г., с. 26-27. Мовиков А.Г., Чирков В.С., Леонов А.В., Трещиков В.Н., Гуркин Н.В. 10-кратное увеличение пропускной способности DWDM-линий связи \ журнал «Фотон Экспресс», №7, 2013г., с. 25-27. Дураев В.П., Медведев С.В. Одночастотные полупроводниковые лазеры \ журнал «Фотон Экспресс», №5, 2013г., с. 22. Пахомов С. Спектральная эффективность DWDM сетей будущего \ журнал «Фотон Экспресс», №5, 2013г., с. 35-36. Снежко С.В. Тестирование оборудования DWDM \ журнал «Фотон Экспресс», №5, 2012г., с. 10-12. Снежко С.В. Тестирование оптических систем связи и оценка затрат на организацию тестирования \ журнал «Фотон Экспресс», №5, 2012г., с. 14-17. Наний О.Е., Трищиков В.Н., Плаксин С.О. Перспективные DWDM системы связи со скоростью 20Тбит/с на соединении. \ журнал «Фотон Экспресс», №3, 2012г., с. 34-38.
23.	Модель помех для проектирования и оценки эффективности работы Гигабитных систем оптической связи	Цуканов, В.Н. Волоконно-оптическая техника. Москва : Инфра-Инженерия, 2014. - 304 с. http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=234772 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. 211-222, 320-331. Снежко С.В. Методология технико-экономического тестирования оптических систем связи \ журнал «Фотон Экспресс», №1, 2013г., с. 22-24. Наний О.Е., Трещиков В.Н. Российское оборудование 40 Гбит/с – реальность. \ журнал «Фотон Экспресс», №5(85), 2010г., с. 28-30.
24.	Компоненты NG SDH	
25.	Порядок ввода в эксплуатацию волоконно-оптических линий связи	Нормативные документы: РД,Ф-ВОЛС-ПТ, РД, Ф-ВОЛС-РД, РД 45.156, Приложение№1 Инструкция по прокладке и монтажу оптического кабеля в ПВХ трубках. Минсвязь РФ, СНИП 3.01.04-87 п. 1.6 Приложение 4, РД, Ф-ВОЛС-ПТЭ и др.

26.	Атмосферные оптические линии передачи (OFS)	<i>Павлов Н.М.</i> Коэффициент готовности атмосферного канала АОЛП и методы его определения \ Спец. выпуск журнал «Фотон Экспресс» - Наука №6, 2006г., с. 78-90. <i>Павлов Н.М.</i> Аппаратура атмосферных оптических линий передачи и методы её классификации \ Спец. выпуск журнал «Фотон Экспресс» - Наука №6, 2006г., с. 91-104. <i>Вишневский В.</i> Гибридное оборудование на базе Радио – и лазерной технологий \ журнал «Фотон Экспресс», №1, 2007г., с. 26-30.
27.	Полностью оптические транспортные сети (OTN)	Фокин, В.Г. Когерентные оптические сети : учебное пособие Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2015. - 371 с. URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=431522 <i>Меккель А.М.</i> Рекомендации МСЭ-Т, регламентирующие полностью оптическую транспортную сеть\ журнал «Фотон Экспресс», №8,2012г., с.32-40. <i>Шемякин Д.</i> Коэффициент эффективности сети \ журнал «Фотон Экспресс», №5, 2012г., с. 28-33. Маковей С., Коротков Н. Тенденции развития оптических систем связи, работающих со скоростью более 100 Гбит/с. \ журнал «Фотон Экспресс», №1, 2014г., с. 17-19. Скидин А.С., Редюк А.А., Шафаренко А.В., Федорук М.П. Нелинейные искажения и способы обработки фазово-модулированного QPSK-сигнала в волоконно-оптических линиях связи. \ Спецвыпуск «Фотон Экспресс-Наука 2013» №6, 2013г., с. 78-79. Архитектура управления с анализом оптических искажений «IMPAIRMENT-AWARE WSON CONTROL PLANE» \ журнал «Фотон Экспресс», №1, 2014г., с. 22-25. <i>Савельев Е.</i> Преимущества OTN с уровнем управления CONTROL PLANE в решении существующих и новых задач обслуживания \ журнал «Фотон Экспресс», №7, 2012г., с. 24-28.
28.	Многомерные сети – будущее инфокоммуникационных технологий.	Коновалов Г.В. Многомерные сети – будущее инфокоммуникационных технологий. \ журнал «Электросвязь» №4, 2008г., с. 28-32. <i>Попов А.Г.</i> Объединение пассивных сетей с топологией «Звезда». Сложные сети с регулярной топологической структурой. \ журнал «Фотон Экспресс» №8, 2010г., с. 25-28.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа или в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа или печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа или печатной форме.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии

При изучении дисциплины проводятся следующие виды учебных занятий и работ: лекции, практические занятия, домашние задания, тестирование, контрольная работа, защита лабораторных работ, консультации с преподавателем, самостоятельная работа студентов (изучение теоретического материала, подготовка к практическими занятиям, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение домашних заданий, подготовка к тестированию, контрольной, зачету и экзамену).

Для проведения части лекционных занятий используются мультимедийные средства воспроизведения активного содержимого (занятия в интерактивной форме), позволяющего студенту воспринимать особенности изучаемой дисциплины, играющие решающую роль в понимании и восприятии, а также в формировании профессиональных компетенций. По ряду тем дисциплины лекций проходит в классическом стиле. Студенту в режиме самостоятельной работы рекомендуется изучение видео лекций выдаваемых преподавателем или электронный вариант текста с формулами и пояснениями расположенных на сайте дисциплины.

При проведении практических занятий может использоваться доска, для расчетов и анализа данных могут применяться дополнительные справочные материалы. На практических занятиях учебная группа делится на подгруппы по 5-7 человека. Каждой подгруппе выдаются свои исходных данные к рассматриваемым на занятии задачам. Решение задачи группа оформляет на доске и публично защищает. При возникновении трудностей преподаватель помогает группам в достижении положительного результата. В ходе проверки промежуточных результатов, поиска и исправления ошибок, осуществляется интерактивное взаимодействие всех участников занятия.

При проведении лабораторных работ задания выполняются индивидуально. После выполнения задания по конфигурированию и сборки сети студент отвечает на теоретические контрольные и дополнительные вопросы, а также защищают лабораторную работу интерактивно доказывая свои ответы непосредственно на моделируемой сети. Лабораторные работы выполняются на передовом программном обеспечении эмуляции работы глобальных сетей связи GNS.3 позволяющем составить и настроить магистральные, промышленные и сети провайдеров служб.

По изучаемой дисциплине студентам предоставляется возможность пользоваться учебно-методическими материалами и рекомендациями размещенными в электронной информационно-образовательной среде Модульного Динамического Обучения КубГУ <https://moodle.kubsu.ru/enrol/index.php?id=372>.

Консультации проводятся раз в две недели для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном изучении вопросов изучаемой дисциплины. При удаленном обучении студент, ознакомившись с частью материала, при переходе на новую страницу отвечает на разработанные вопросы по этому материалу, для проверки усвоения прочитанного. В случае неправильного ответа необходимо прочитать материал заново. В случае успешного прохождения теоретического материала. Для завершения и переходу к следующей теме, студенту предлагается решить задачу. В независимости от результатов первой задачи, студенту выводится решение первой задачи. После этого студенту предлагается решить вторую подобную задачу, но решение на неё он не увидит. При правильном цифровом значении ответа, введённом в специальное окно, студенту предлагается прикрепить файл с решением задачи и отправить его преподавателю. Кроме того, для проверки некоторых теоретических знаний и практических навыков используется набор специальных тестовых заданий-задач, так же в интерактивном режиме.

Таким образом, **основными образовательными технологиями, используемыми в учебном процессе, являются:** интерактивная лекция с мультимедийной системой и активным вовлечением студентов в учебный процесс; обсуждение сложных и

дискуссионных вопросов и проблем и с последующим разбором этих вопросов на практических занятиях; лабораторные занятия – работа студентов в малых группах в режимах взаимодействия «преподаватель – студент», «студент – преподаватель», «студент – студент». При проведении практических и лабораторных учебных занятий предусмотрено развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений и лидерских качеств.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Занятия, проводимые с использованием интерактивных технологий

Семестр	Вид занятия(Л, ПЗ, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
	Л	Интерактивная лекция с мультимедийной системой	16
	ПЗ	Индивидуальное выполнение практических заданий	16
	ЛР	Индивидуальное выполнение лабораторных заданий	32
Итого:			64

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

В процессе подготовки к ответам на контрольные вопросы, тестированию, и практическим заданиям формируются все требуемые ФГОС и ООП для направления 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи (профиль: "Оптические системы и сети связи") компетенции: ОПК-4, ОПК-5; ПК-5, ПК-27.

Текущий контроль организован в формах: защиты лабораторных работ, письменного тестирования и контрольных работ, входе практических и лабораторных занятиях путем оценки активности студента и результативности его действий.

Ниже приводится перечень и примеры из фонда оценочных средств. Полный комплект оценочных средств приводится в ФОС дисциплины Б1.В.10 «Оптические цифровые телекоммуникационные системы».

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля содержит:

- Вопросы тестовых заданий.
- Задачи и задания на контрольные работы
- Контрольные вопросы к лабораторным работам приведены в учебно-методических пособиях лабораторного практикума: Оптические цифровые телекоммуникационные системы: лабораторный практикум. / А.С. Левченко др. Краснодар. Кубанский гос. ун-т, 2013. Ч.1 (82с.) и Ч.2 (152с.).

Пример одного из вариантов контрольной работы проводимой в 5-м семестре

Вариант № 3

- Для цифровой последовательности 0100110111000 построить временные диаграммы изменения интенсивности оптического излучения кодов в линии ЦВОСП: NRZ-M, CMI, 3B1C, EP-1, 5B1P, 4B1C1P, 6 B1P1R
- На выходе линейного кодера в процессе кодирования отсчетов были последовательно сформированы при использовании натурального двоичного кода следующие кодовые комбинации:
1011*0101 01*010110* 11011101* 101101*00
Изобразить сигнал на входе и выходе кодера, а также на входе и выходе декодера, если в процессе передачи произошли ошибки в символах, помеченных звездочкой.
- На вход линейного кодера с разрядностью 8 бит поступает отсчет с амплитудой 1,6 В. Определить структуру кодовой комбинации на выходе кодера при использовании натурального двоичного кода, если напряжение ограничения равно 5 В.
- Определить длину регенерационного участка ВОСП, лимитированного затуханием. ВОСП построена на основе кабеля типа ОЗКГ-1-0.7, работающего в 3-м "окне прозрачности", с использованием аппаратуры "Сопка-3". Потери в разъёмных соединителях – 1,5дБ, в неразъёмных соединениях – 0,15дБ. Энергетический запас системы 8дБ.
- Определить длину регенерационного участка ВОСП, ограниченного дисперсией. ВОСП построена на основе кабеля типа ОКК-50-01, с использованием аппаратуры "Сопка-3". Ширина полосы пропускания оптического волокна, используемого в кабеле - 600 МГц км.
- Определить мощность в дБм и Вт на выходе волоконно-оптической линии длиной 24 км со следующими параметрами: - мощность на выходе СИД составляет 20 мВт; - линия состоит из 6 участков со строительной длиной в 4 км с затуханием $\alpha=0,6$ дБ/км; - три соединителя с затуханием по 2,1 дБ; - потерями сращивания пренебречь; - потери ввода света в волокно составляют 2,2 дБ; - потери на стыке волокна и фотоприёмника составляют 1,8 дБ; - потери на изгиб отсутствуют (пренебречь)

Пример одного из вариантов контрольной работы, проводимой в 6-м семестре

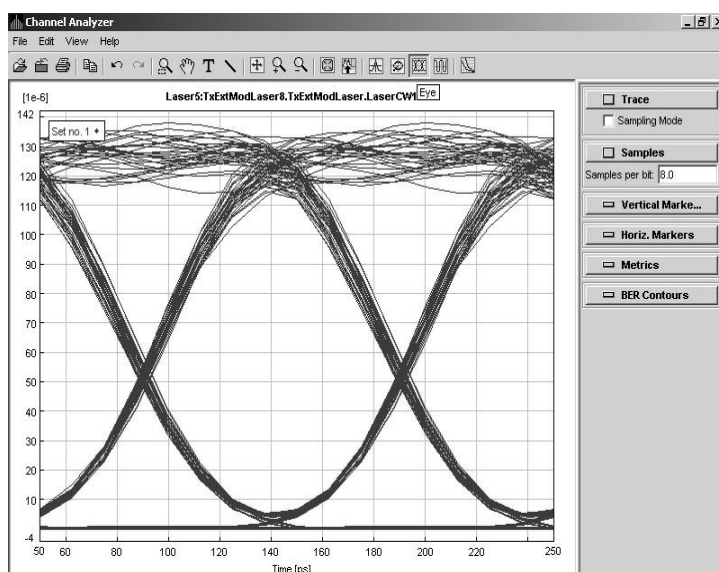
Задача №1. В топологии кольцо используются SDH STM-4 оптические мультиплексоры «Транспорт-S4». Оптический интерфейс STM-4 которого работающий во втором окне прозрачности имеет уровень мощности оптического сигнала на передаче: -12 дБм; уровень мощности оптического сигнала на приёме: -36 дБм. Определить длину регенерационного участка ВОЛС, лимитированную затуханием ВОЛС построенной на основе кабеля типа ОКК-50-01-0,7-8. Потери на разъёмных соединителях -1 дБ, в неразъёмных соединителях 0,1 дБ. Потери на вводе (выводе) -2 дБ. Энергетический запас системы 6 дБ.

Задача №2. Определить длину регенерационного участка ВОЛС, лимитированную дисперсией. ВОЛС построена на основе кабеля типа ОКЛ-01-6-24-10/125-0,36/0,22-3,5/18-2,7, с использованием маршрутизаторов T1600 имеющих оптические модули SONET/SDH OC768/STM256 SR-1 работающие по двум волокнам на одной длине волны $\lambda = 1550$ нм с шириной спектра излучения $\Delta\lambda = 0,24$ нм.

Задача №3. В сети PON (FTTP) между оптическим линейным терминалом и оптическим системным терминалом используется волокно G.652 (ZWPF) фирмы Hitachi со следующими параметрами: затухание для длины волны $\lambda = 1310$ нм. Составляет 0,38 дБ/км., а для $\lambda = 1550$ нм. – 0,23 дБ/км., длина волны нулевой дисперсии 1300 нм. Тип передаваемого протокола Ethernet (EPON) 1,25 Гбит/с. В сети использован PLC Splitter 1x4 с вносимыми потерями 7,2 дБ, на каждый выход которого через волокно подсоединены PLC разветвители 1x8 с вносимыми потерями 10,5 дБ. Резервная мощность данной сети по стандарту IEE 802.3ah соответствует PX-20U т.е. 26 дБ. При строительстве линии используется «супер-сварка» (Super Fusion), а количество сращений не превышает восьми общим затуханием 0,44 дБ; при этом на четырёх LC соединениях теряется суммарно 0,48 дБ. Определите предел дальности линии, ограниченный затуханием, с учетом резерва поддержки (maintenance margin) в 1 дБ.

Задача №4. Для вероятности ошибки 10^{-12} рассчитать среднее время между двумя соседними ошибками в линейном тракте ВОСП построенной с использованием SDH STM-1 полнофункционального оптического мультимплексора «Транспорт-S1»

Задача №5. Результат измерений многократного наложения битовых последовательностей (глаз-диаграмма) на выходе линейного тракта волоконно-оптической линии, полученный с помощью анализатора канала представлен на рисунке. Определить показатель качества используемой цифровой системы передачи BER (Bit Error Ratio – коэффициент битовых ошибок), а также соответствующий ему Q-фактор. Определите скорость передачи сигнала в линии и время нарастания фронта импульса.



Задача №6. Для технологии мультиплексирования с разделением по длине волны (HDWDM), определить верхнюю границу допусков на флуктуацию несущих f_s ; если шаг между несущими по длине волны λ_s примерно равен 0,1 нм., а скорость передачи на каждой несущей 2,5 Гбит/с.

Перечень компетенций (части компетенций), проверяемых оценочным средством:

ОПК–5 способностью использовать нормативную и правовую документацию, характерную для области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи): знать Принципы и стандарты построения телекоммуникационных систем различных типов и распределения информации в сетях связи (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. Архитектуру оптических сетей доступа FTTx и PON. Мультиплексирование с разделением по длине волны (WDM). Гибридные OTDM и WDM системы. Компоненты NG SDH (GFP, VCAT, LCAS). Технологию RPR: топология, MAC уровень, изучение топологии и защита, управление полосой и Qos, алгоритм справедливого доступа. Атмосферные оптические линии передачи.)

Система оценок выполнения контрольной работы:

- «отлично» – количество правильно решенных задач от 80% до 100%;
- «хорошо» – количество правильно решенных задач от 60% до 80%;
- «удовлетворительно» – количество правильно решенных задач от 50% до 60%.

Примеры заданий теста

Тестовые задания состоят из 45 теоретических вопросов по тематическим разделам рабочей программы учебной дисциплины. В 80% всех вопросов каждого теста предполагается выбор одного из 3-6-х возможных ответов.

Ниже приводится пример некоторых заданий контрольного тестирования в 6-м семестре.

QUESTION:

```
router bgp 65123
neighbor 10.1.1.1 remote-as 65111
neighbor 10.1.1.1 route-map test out
```

```
route-map test permit 10
match ip address 1
set metric 100
!
route-map test permit 20
set metric 200
!
Access-list 1 permit 10.0.0.0
```

По представленной конфигурации BGP определите, как это будет работать?
(Выберите 2 ответа)

- ☐ Если маршрут в сеть 10.0.0.0/8 объявлен соседним узлом 10.1.1.1, то его метрике (MED) будет присвоено значение 100.
- ☐ Если маршрут в сеть 10.0.0.0/8 объявлен соседним узлом 10.1.1.1, то его метрике будет присвоено значение 200.
- ☐ Все маршруты, полученные от соседнего узла 10.1.1.1 не будут включены в карту маршрутов test, за исключением маршрута в сеть 10.0.0.0/8.
- ☐ Все маршруты, полученные от соседнего узла 10.1.1.1, за исключением маршрута в сеть 10.0.0.0/8 будут иметь значение MED равное 0.

- ☐ Все маршруты, полученные от соседнего узла 10.1.1.1, за исключением маршрута в сеть 10.0.0.0/8 будут иметь значение MED равное 200.

QUESTION:

Какое из утверждений относительно технологии MPLS VPN верно? (Выберите 3 ответа)

- ☐ PE роутеры не принимают участия в маршрутизации между пограничными роутерами клиентов.
- ☐ MPLS VPN похожа на то, как будто бы PE роутеры общаются по технологии P2P (peer-to-peer).
- ☐ Клиенты могут использовать перекрывающиеся диапазоны сетевых адресов.
- ☐ Каждому клиенту назначается независимая таблица маршрутизации VRF (virtual routing and forwarding table).
- ☐ Таблица маршрутизации P роутеров содержат как записи глобальной IP маршрутизации, так и записи маршрутизации до пограничных роутеров клиента (CE).
- ☐ Пограничные роутеры клиента (CE) подключаются непосредственно к P роутерам провайдера.

Перечень компетенций (части компетенций), проверяемых оценочным средством

ПК– 5 Способностью проводить работы по управлению потоками трафика на сети: знать 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 управления сетью QoS.)

Система оценок выполнения контрольного тестирования для 5-го семестра:

- «отлично» – количество правильных ответов от 90% до 100%;
- «хорошо» – количество правильных ответов от 75% до 90%;
- «удовлетворительно» – количество правильных ответов от 60% до 75%.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации содержит тестовые или контрольные вопросы и практические задания, выносимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, по каждому семестру в отдельности.

4.2.1 Пример тестовых вопросов и пример типовых практических заданий, выносимые на зачет в 5-м семестре по дисциплине «Оптические цифровые

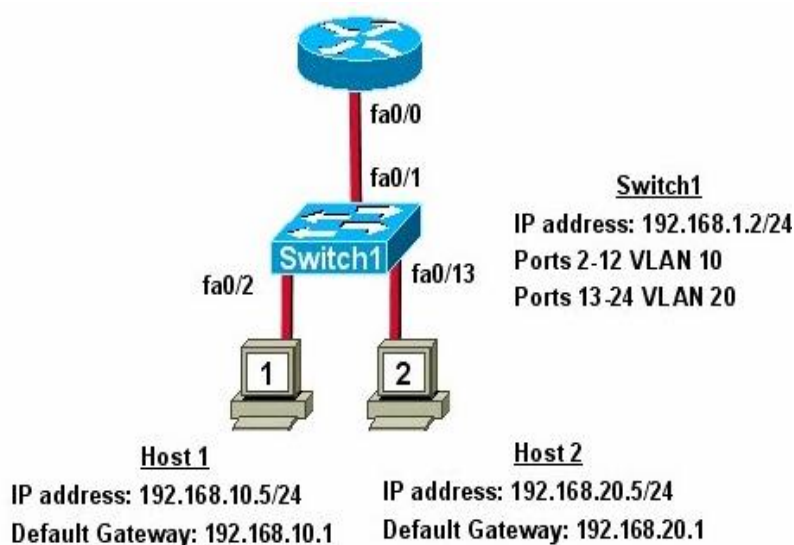
телекоммуникационные системы» для направления подготовки: 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, профиль "Оптические системы и сети связи" (промежуточная аттестация может быть выставлена по результатам выполнения тестирования и активности студента на практических занятиях с учетом посещения лекций)

Тестовые задания состоит из 45 теоретических вопросов по тематическим разделам рабочей программы учебной дисциплины. В 80% всех вопросов каждого теста предполагается выбор одного из 3-6-х возможных ответов.

Система оценок выполнения контрольного тестирования для 5-го семестра:

- «отлично» – количество правильных ответов от 90% до 100%;
- «хорошо» – количество правильных ответов от 75% до 90%;
- «удовлетворительно» – количество правильных ответов от 60% до 75%.

QUESTION:



Какие команды должны быть настроены на 2950 коммутаторе и на маршрутизаторе для того чтоб хосты 1 и 2 могли общаться друг с другом? (Выберите 3 ответа)

- ☐ Router(config)#**interface fastethernet 0/0**
Router(config-if)#**ip address 192.168.1.1 255.255.255.0**
Router(config-if)#**no shutdown**
- ☐ Router(config)#**interface fastethernet 0/0**
Router(config-if)#**no shutdown**
Router(config)#**interface fastethernet 0/0.1**
Router(config-subif)#**encapsulation dot1q 10**
Router(config-subif)#**ip address 192.168.10.1 255.255.255.0**
Router(config)#**interface fastethernet 0/0.2**
Router(config-subif)#**encapsulation dot1q 20**
Router(config-subif)#**ip address 192.168.20.1 255.255.255.0**
- ☐ Router(config)#**router eigrp 100**
Router(config-route)#**network 192.168.10.0**
Router(config-route)#**network 192.168.20.0**

- ☐ Switch1(config)#**interface fastethernet 0/1**
Switch1(config-if)#**switchport mode trunk**
- ☐ Switch1(config)#**interface vlan 1**
Switch1(config-if)#**ip default-gateway 192.168.1.1**

QUESTION:

Что из приведённого представляет собой стандартный список доступа (IP ACL).

- ☐ access-list 50 deny 192.168.1.1 0.0.0.255
- ☐ access-list 110 permit ip any any
- ☐ access-list 2500 deny tcp any host 192.168.1.1 eq 22
- ☐ access-list 101 deny tcp any host 192.168.1.1

QUESTION :

Каковы три преимущества NAT? (Выберите 3 ответа)

- ☐ Экономит зарегистрированные общие IP-адреса.
- ☐ Снижает использование ЦП на клиентских маршрутизаторах.
- ☐ Создает множество общих IP-адресов.
- ☐ Делает частную адресацию ЛВС недоступной для Интернет.
- ☐ Позволяет расширять ЛВС без дополнительных общих IP-адресов.
- ☐ Повышает производительность пограничных маршрутизаторов.

QUESTION :

Сетевой инженер конфигурирует новый маршрутизатор. Интерфейсы были сконфигурированы с IP-адресами, но протоколы маршрутизации или статические маршруты ещё не были сконфигурированы. Какие маршруты присутствуют в таблице маршрутизации?

- ☐ Маршруты по умолчанию.
- ☐ Маршруты широковещательной рассылки.
- ☐ Непосредственных соединений.
- ☐ Маршруты отсутствуют. Таблица маршрутизации пуста.

Перечень компетенций (части компетенций), проверяемых оценочным средством:

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: знать 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 SDN.

Система оценок выполнения контрольного тестирования для 6-го семестра:

- «отлично» – количество правильных ответов от 80% до 100%;
- «хорошо» – количество правильных ответов от 60% до 80%;
- «удовлетворительно» – количество правильных ответов от 50% до 60%.

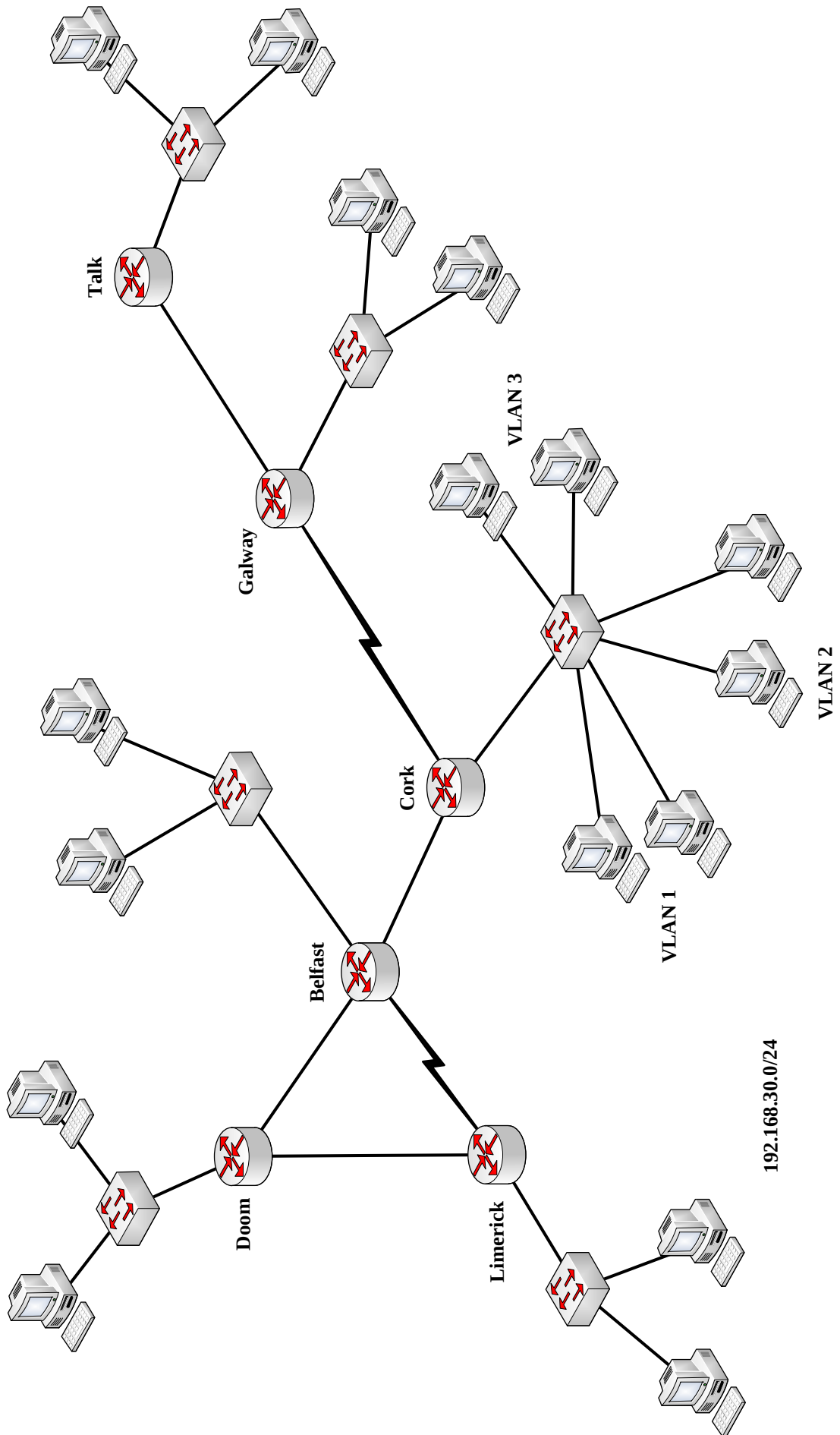
Пример практического задания

Задание предполагает выполнение его в следующем порядке:

1. Настроить изначально физический уровень OSI (т.е. настроить физические подключения) согласно требованиям.
2. Заполнить на диаграмме необходимые данные
3. Настроить и скорректировать протоколы маршрутизации.
4. Настроить и скорректировать VLAN
5. Настроить и применить ACL's
6. Проверить все настройки согласно предложенному сценарию

Инструкции:

1. Для внутренней адресации использовать 10.15.0.0/16 номер сети.
2. Для всех интерфейсов, соединяющих между собой роутеры, использовать /30 маску, причем из свободных подсетей использовать последнюю.
3. Учесть, что к роутерам Galway и Talk необходимо будет подключить до 512 устройств к каждому.
4. Примерный размер сети, подключаемый к Cork должен содержать не менее 750 устройств.
5. Не забудьте сконфигурировать для каждого роутера host name.
6. На Limerick, Belfast и Doom, Galway и Talk настроить протокол маршрутизации EIGRP.
7. Сконфигурировать VLAN таким образом, чтобы
 - VLAN1 «пинговал» VLAN2 (и наоборот)
 - VLAN2 «пинговал» VLAN3 (и наоборот)
 - VLAN3 не «пинговал» VLAN1 (и наоборот)
 - Все VLAN видны («пингуются») из всех остальных сетей



Проверка сценария:

1. Все интерфейсы (IP адреса на них) подписаны на рисунке схемы (вместе с маской).
2. Проверьте соединения в сети согласно ниже приведённой таблице и устранили неисправности если они присутствуют.

Source	Destination	Protocol	Expected Result	Date Verified
Host on LAN Doom	Host on LAN Belfast	Ping	Success	
Host on LAN Doom	Host on LAN Cork	Ping	Success	
Host on LAN Doom	Host on LAN Galway	Ping	Success	
Host on LAN Doom	Host on LAN Talk	Ping	Success	
Host on LAN Doom	Host on LAN Limerick	Ping	Success	
Host on LAN Belfast	Host on LAN Doom	Ping	Success	
Host on LAN Belfast	Host on LAN Cork	Ping	Success	
Host on LAN Belfast	Host on LAN Galway	Ping	Success	
Host on LAN Belfast	Host on LAN Talk	Ping	Success	
Host on LAN Belfast	Host on LAN Limerick	Ping	Success	
Host on LAN Cork	Host on LAN Belfast	Ping	Success	
Host on LAN Cork	Host on LAN Doom	Ping	Success	
Host on LAN Cork	Host on LAN Galway	Ping	Success	
Host on LAN Cork	Host on LAN Talk	Ping	Success	
Host on LAN Cork	Host on LAN Limerick	Ping	Success	
Host on LAN Galway	Host on LAN Belfast	Ping	Success	
Host on LAN Galway	Host on LAN Cork	Ping	Success	
Host on LAN Galway	Host on LAN Doom	Ping	Success	
Host on LAN Galway	Host on LAN Talk	Ping	Success	
Host on LAN Galway	Host on LAN Limerick	Ping	Success	
Host on LAN Talk	Host on LAN Belfast	Ping	Success	
Host on LAN Talk	Host on LAN Cork	Ping	Success	
Host on LAN Talk	Host on LAN Galway	Ping	Success	
Host on LAN Talk	Host on LAN Doom	Ping	Success	
Host on LAN Talk	Host on LAN Limerick	Ping	Success	
Host on LAN Limerick	Host on LAN Belfast	Ping	Success	
Host on LAN Limerick	Host on LAN Cork	Ping	Success	
Host on LAN Limerick	Host on LAN Galway	Ping	Success	
Host on LAN Limerick	Host on LAN Talk	Ping	Success	
Host on LAN Limerick	Host on LAN Doom	Ping	Success	
Host on VLAN1	Host on VLAN2	Ping	Success	
Host on VLAN2	Host on VLAN1	Ping	Success	
Host on VLAN3	Host on VLAN2	Ping	Success	

Host on VLAN2	Host on VLAN3	Ping	Success	
Host on VLAN3	Host on VLAN1	Ping	Failure	
Host on VLAN1	Host on VLAN3	Ping	Failure	

Перечень компетенций (части компетенций), проверяемых оценочным средством:

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: знать 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, уметь 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; владеть навыками самостоятельной 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.

ОПК–5 способностью использовать нормативную и правовую документацию, характерную для области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи): знать принципы и стандарты построения телекоммуникационных систем различных типов и распределения информации в сетях связи (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. Архитектуру оптических сетей доступа FTTx и PON. Мультиплексирование с разделением по длине волны (WDM). Гибридные OTDM и WDM системы, компоненты NG SDH (GFP, VCAT, LCAS). Технологию RPR: топология, MAC уровень, изучение топологии и защита, управление полосой и Qos, алгоритм справедливого доступа, атмосферные оптические линии передачи.); уметь разбираться с описаниями настроек, рекомендаций и построений сетей на одном из мировых иностранных языков, содействовать внедрению перспективных технологий и стандартов; владеть навыками подбора оборудования и расчёта ВОЛС согласно нормативной документации; готовностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по внедрению, разработке и обслуживанию систем и средств связи.

ПК–5 способностью проводить работы по управлению потоками трафика на сети: знать 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 управления сетью QoS.), уметь конфигурировать телекоммуникационное оборудование, пакетной передачи данных фирмы Cisco, осуществлять поиск и устранение неисправностей, пользоваться стандартными методами съёма статистики по различным протоколам передачи данных с телекоммуникационного оборудования и его анализ, владеть основными способами предотвращения сетевых угроз,

навыками управления потоками пакетного трафика в сетях на базе оборудования Cisco. способностью находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях.

ПК–27 способностью организовывать рабочие места, их техническое оснащение, размещение средств и оборудования инфокоммуникационных объектов: знать 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.); уметь 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, владеть 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

Критерии оценивания:

Оценки «зачет» заслуживает обучающийся который, как минимум, показал знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знакомых с основной литературой, рекомендованной программой. Оценка "зачет" выставляется обучающимся, допустившим погрешности в ответе на зачете и при выполнении практических заданий, выносимых на зачет, но обладающим необходимыми знаниями и умениями для их устранения при корректировке со стороны преподавателя.

Оценка "не зачтено" выставляется обучающемуся, обнаружившему существенные пробелы в знаниях основного программного материала по дисциплине, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий (отсутствие знаний значительной части программного материала; непонимание основного содержания теоретического материала; неспособность ответить на уточняющие вопросы; неумение применять теоретические знания при решении практических задач допустившему принципиальные ошибки, которые не позволяют ему продолжить обучение или приступить к практической профессиональной деятельности по окончании образовательного учреждения без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине).

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

4.2.2 Вопросы и типовые практические задания, выносимые на экзамен в 6-м семестре по дисциплине «Оптические цифровые телекоммуникационные системы» для направления подготовки: 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, профиль "Оптические системы и сети связи". Билет содержит два вопроса и одну задачу.

1. Цифровой сигнал и особенности его формирования: дискретизация, квантование и кодирование, аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразование сигнала. Импульсно-кодовая модуляция (ИКМ).
2. Алгоритмы формирования кодов, наиболее широко используемых в оптических цифровых телекоммуникационных системах передачи.
3. Плезиохронная цифровая иерархия (PDH). Пример построения ВОСП PDH с использованием аппаратуры цифрового волоконно-оптического линейного тракта.
4. Основные причины ограничения длины регенерационных участков для волоконно-оптических цифровых систем передачи.
5. Обобщённая структурная схема мультиплексоров SDH. Основные блоки и их назначение.
6. Принципы построения оптических транспортных сетей SDH. Базовые топологии сетей, резервирование. SDH-кроссы и узловые пункты.
7. Формирование информационных структур SDH и схемы преобразований в процессе мультиплексирования сигналов. Структурная схема мультиплексора SDH.
8. Виртуальные частные сети (VPN). Построение виртуальных частных сетей (VPN) на базе технологии MPLS.
9. Активные (FTTH, FTTB, FTTP) и пассивные (APON, BPON, EPON, GPON) технологии оптического доступа. Аспекты проектирования.
10. Применение глаз-диаграммы для и оценки эффективности работы гигабитных систем оптической связи.
11. Технология передачи пакетного трафика RPR: топология сети, MAC уровень, механизмы изучения топологии и защиты, управление полосой и Qos, алгоритм справедливого доступа.

12. Передача пакетного трафика в NG SDH. Преобразование пакетного трафика в информационные структуры SDH (преимущество процедуры GFP по сравнению с HDLC; VCAT, LCAS).
13. Принципы построения оптических транспортных сетей связи с использованием технологий спектрального разделения оптических каналов CWDM и DWDM. Ввод/вывод оптических каналов в промежуточных узлах.
14. Структурная схема оконечных станций DWDM. Рекомендации по частотному плану систем CWDM и DWDM.
15. Атмосферные оптические линии передачи (FSO). Проблемы внедрения на «местной» широкополосной сети связи.
16. Функциональные элементы оптической сети (методы модуляции и демодуляции оптической несущей; оптические усилители – источники шума и динамический диапазон; оптические фильтры, циркуляторы, изоляторы и аттенюаторы.).
17. Порядок ввода в эксплуатацию волоконно-оптических линий связи.

Задача №1. Для технологии мультиплексирования с разделением по длине волны (HDWDM), определить верхнюю границу допусков на флуктуацию несущих f_s ; если шаг между несущими по длине волны λ_s примерно равен 0,1 нм., а скорость передачи на каждой несущей 2,5 Гбит/с.

Задача №2. Для технологии мультиплексирования с разделением по длине волны (HDWDM), определить верхнюю границу допусков на флуктуацию несущих f_s ; если шаг частотного плана 25 ГГц., а скорость передачи на каждой несущей 2,5 Гбит/с.

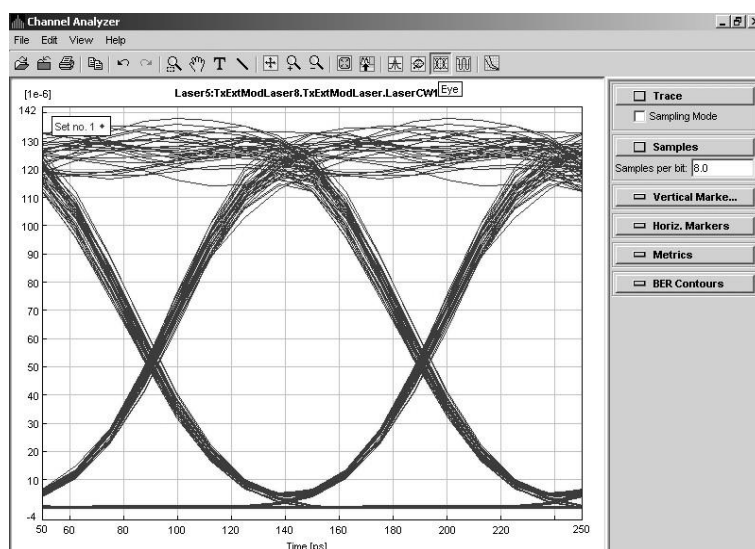
Задача №3. Для технологии мультиплексирования с разделением по длине волны (DWDM), определить верхнюю границу допусков на флуктуацию несущих f_s ; если шаг между несущими по длине волны $\lambda_s = 0,4$ нм., а скорость передачи на каждой несущей 10 Гбит/с.

Задача №4. Для технологии мультиплексирования с разделением по длине волны (DWDM), определить верхнюю границу допусков на флуктуацию несущих f_s ; если шаг частотного плана 100 ГГц., а скорость передачи на каждой несущей 40 Гбит/с.

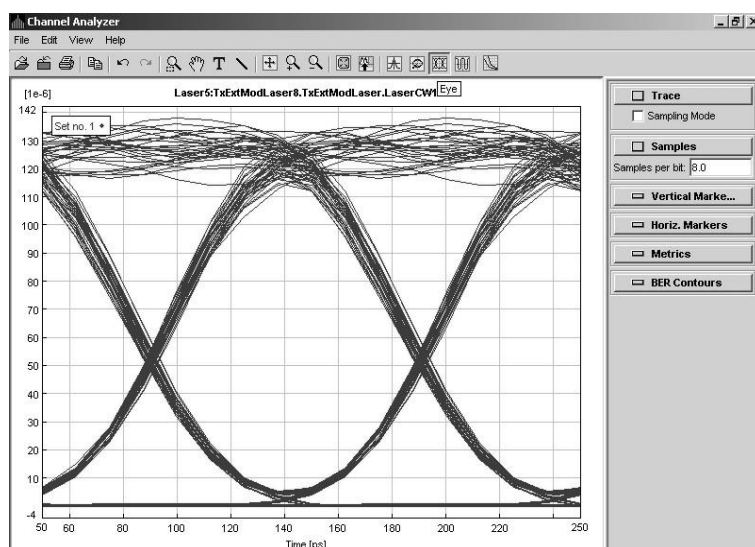
Задача №5. В сети PON (FTTP) между оптическим линейным терминалом и оптическим системным терминалом используется волокно G.652 (ZWPF) фирмы Hitachi со следующими параметрами: затухание для длины волны $\lambda = 1310$ нм. Составляет 0,38 дБ/км., а для $\lambda = 1550$ нм. – 0,23 дБ/км., длина волны нулевой дисперсии 1300 нм. Тип передаваемого протокола Ethernet (EPON) 1,25 Гбит/с. В сети использован PLC Splitter 1x4 с вносимыми потерями 7,2 дБ, на каждый выход которого через волокно подсоединены PLC разветвители 1x8 с вносимыми потерями 10,5 дБ. Резервная мощность данной сети по стандарту IEEE 802.3ah соответствует PX-20U т.е. 26 дБ. При строительстве линии используется «супер-сварка» (Super Fusion), а количество сращений не превышает восьми общим затуханием 0,44 дБ; при этом на четырёх LC соединениях теряется суммарно 0,48 дБ. Определите предел дальности линии, ограниченный затуханием, с учетом резерва поддержки (maintenance margin) в 1 дБ.

Задача №6. В сети PON (FTTP) между оптическим линейным терминалом и оптическим системным терминалом используется волокно G.652 (ZWPF) фирмы Hitachi со следующими параметрами: затухание для длины волны $\lambda = 1310$ нм. Составляет 0,4 дБ/км., а для $\lambda = 1550$ нм. – 0,25 дБ/км., длина волны нулевой дисперсии 1320 нм.. Тип передаваемого протокола Ethernet (GPON) 2,488 Гбит/с. В сети использован стандартный разветвитель 1x32 с вносимыми потерями 18,5 дБ. Резервная мощность данной сети по стандарту ITU G.984.2 соответствует оптике класса В т.е. 25 дБ. При строительстве линии используется сварка при этом количество сращений не превышает шести общим максимальным затуханием 0,44 дБ; при этом на четырёх стандартных соединителях SC максимально может потеряться 2,40 дБ. Определите предел дальности линии, ограниченный затуханием, с учетом резерва поддержки (maintenance margin) в 1 дБ.

Задача №7. Результат измерений многократного наложения битовых последовательностей (глаз-диаграмма) на выходе линейного тракта волоконно-оптической линии, полученный с помощью анализатора канала представлен на рисунке. Определить показатель качества используемой цифровой системы передачи BER (Bit Error Ratio – коэффициент битовых ошибок), а также соответствующий ему Q-фактор.



Задача №8. Результат измерений многократного наложения битовых последовательностей (глаз-диаграмма) на выходе линейного тракта волоконно-оптической линии, полученный с помощью анализатора канала представлен на рисунке. Определите скорость передачи сигнала в линии и время нарастания фронта импульса



Задача №9. В топологии кольцо используются SDH STM-4 оптические мультиплексоры «Транспорт-S4». Оптический интерфейс STM-4 которого работающий во втором окне прозрачности имеет уровень мощности оптического сигнала на передаче: -12 дБм; уровень мощности оптического сигнала на приёме: -36 дБм. Определить длину регенерационного участка ВОЛС, лимитированную затуханием ВОЛС построенной на основе кабеля типа ОКК-50-01-0,7-8. Потери на разъёмных соединителях -1 дБ, в неразъёмных соединителях 0,1 дБ. Потери на вводе (выводе) -2 дБ. Энергетический запас системы 6 дБ.

Задача №10. Определить максимальный коэффициент затухания (дБ/км) которым может обладать волоконный световод, необходимый для проектирования без ретранслятора участка магистрали со следующими параметрами: используется система с цифровой скоростью передачи потока STM-1 с лазерными диодами, которая обеспечивает максимальное затухание ретрансляционного участка 30 дБ при рабочей длине волны $\lambda = 1310$ нм с учётом разъёмных соединений. Длина участка должна быть 50 км, при этом используются поставляемые длины кабеля 2000м., потери на сварном соединении 0.1 дБ. На основе условий данного участка установлен ремонтный запас на потери из-за затухания 0.1 дБ/км.

Задача №11. Определите какие получатся значения уширения импульса и ширины полосы пропускания кабельного участка, построенного на основе кабеля типа ОКЛ-01-6-24-10/125-0,36/0,22-3,5/18-2,7 с длиной 50 км с использованием лазера с рабочей длиной волны $\lambda = 1300$ нм и шириной спектра излучения $\Delta\lambda = 2,5$ нм.

Задача №12. При состыковке аппаратуры ЦВОЛТ «Акула» по оптическому волокну с радиорелейной станцией STM-1 производства компании «Микран» используются оптические модули LS32-A3S-PI-N работающие по двум волокнам на длине волны $\lambda = 1310$ нм с шириной спектра излучения $\Delta\lambda = 2,5$ нм. Определить длину регенерационного участка ВОЛС, лимитированную дисперсией. ВОЛС построена на основе кабеля типа ОКЛ-01-6-24-10/125-0,36/0,22-3,5/18-2,7. По затуханию длина линии оказалась равной 40 км.

Задача №13. Определить длину регенерационного участка ВОЛС, лимитированную дисперсией. ВОЛС построена на основе кабеля типа ОКЛ-01-6-24-10/125-0,36/0,22-3,5/18-2,7, с использованием маршрутизаторов T1600 имеющих оптические модули SONET/SDH OC768/STM256 SR-1 работающие по двум волокнам на одной длине волны $\lambda = 1550$ нм с шириной спектра излучения $\Delta\lambda = 0,24$ нм.

Задача №14. Определить длину регенерационного участка ВОЛС, лимитированную дисперсией. ВОЛС построена на основе кабеля типа ОКК-50-01-0,7-8, с использованием двух медиа конверторов Dlink DMC-700SC (интерфейс стандарта 1000BASE-SX работающий во втором окне прозрачности). Ширина полосы пропускания оптического волокна, используемого в кабеле – 550 МГц·км.

Задача №15. Для цифровой последовательности 0101000111 построить временные диаграммы изменения интенсивности оптического излучения кодов в линии ЦВОСП: NRZ-S, CMI, 2B3B, 6B1P1R.

Задача №16. Для цифровой последовательности 0101000111 построить временные диаграммы изменения интенсивности оптического излучения кодов в линии ЦВОСП: NRZ-L, CMI, 3B1C, 6B1P1R

Задача №17. На вход линейного кодера с разрядностью 8 бит поступает отсчет с амплитудой 1,6 В. Определить структуру кодовой комбинации на выходе кодера при использовании натурального двоичного кода, если напряжение ограничения равно 3 В.

Задача №18. На выходе линейного восьми разрядного кодера в процессе кодирования отсчетов были последовательно сформированы при использовании натурального двоичного кода следующие кодовые комбинации:

10110101 01010110 11011101 10110100

Изобразить сигнал на входе и выходе кодера, а так же на входе и выходе декодера, если в процессе передачи произошли ошибки в помеченных символах.

Задача №19. Определить среднее количество ошибок, возникающих в линейном тракте ВОСП построенной с использованием аппаратуры ЦВОЛТ «Акула» (STM-1) за периоды времени: два часа, а также за одни сутки; полагая, что вероятность ошибки равна 10^{-12} , ошибки носят одиночный характер и равномерно распределены.

Задача №20. Для вероятности ошибки 10^{-12} рассчитать среднее время между двумя соседними ошибками в линейном тракте ВОСП построенной с использованием SDH STM-1 полнофункционального оптического мультимплексора «Транспорт-S1»

Задача №21.

Определите максимальную скорость передачи информации при кодировании NRZ для следующих значений постоянной уширения импульса и длины кабеля: а) $\Delta t = 10$ нс/м, $L = 100$ м б) $\Delta t = 20$ нс/м, $L = 1000$ м в) $\Delta t = 2000$ нс/м, $L = 2$ км .

Задача №22.

Определить самую низкую частоту, которая может быть принята фотодиодом с энергетическим интервалом в 1,2 эВ.

Задача №23.

Определить мощность в дБм и Вт на выходе волоконно-оптической линии длиной 24 км

со следующими параметрами: - мощность на выходе СИД составляет 20 мВт; - линия состоит из 6 участков со строительной длиной в 4 км с затуханием $\alpha=0,6$ дБ/км; - три соединителя с затуханием по 2,1 дБ; - потерями сращивания пренебречь; - потери ввода света в волокно составляют 2,2 дБ; - потери на стыке волокна и фотоприёмника составляют 1,8 дБ; - потери на изгиб отсутствуют (пренебречь)

Задача №24.

Определить мощность в дБм и Вт на выходе волоконно-оптической линии длиной 24 км со следующими параметрами: - мощность на выходе СИД составляет 20 мВт; - линия состоит из 6 участков со строительной длиной в 4 км с затуханием $\alpha=0,6$ дБ/км; - три соединителя с затуханием по 2,1 дБ; - потерями сращивания пренебречь; - потери ввода света в волокно составляют 2,2 дБ; - потери на стыке волокна и фотоприёмника составляют 1,8 дБ; - потери на изгиб отсутствуют (пренебречь).

Перечень компетенций (части компетенций), проверяемых оценочным средством:

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: знать 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, уметь 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; владеть навыками самостоятельной 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.

ОПК–5 способностью использовать нормативную и правовую документацию, характерную для области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи): знать принципы и стандарты построения телекоммуникационных систем различных типов и распределения информации в сетях связи (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. Архитектуру оптических сетей доступа FTTx и PON. Мультиплексирование с разделением по длине волны (WDM). Гибридные OTDM и WDM системы, компоненты NG SDH (GFP, VCAT, LCAS). Технологию RPR: топология, MAC уровень, изучение топологии и защита, управление полосой и Qos, алгоритм справедливого доступа, атмосферные оптические линии передачи.); уметь разбираться с описаниями настроек, рекомендаций и построений сетей на одном из мировых иностранных языков, содействовать внедрению перспективных технологий и стандартов; владеть навыками подбора оборудования и расчёта ВОЛС согласно нормативной документации; готовностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по внедрению, разработке и обслуживанию систем и средств связи.

ПК–5 способностью проводить работы по управлению потоками трафика на сети: знать 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 управления сетью QoS.), уметь конфигурировать телекоммуникационное оборудование, пакетной передачи данных фирмы Cisco, осуществлять поиск и устранение неисправностей, пользоваться стандартными методами съёма статистики по различным протоколам передачи данных с телекоммуникационного оборудования и его анализ, владеть основными способами предотвращения сетевых угроз, навыками управления потоками пакетного трафика в сетях на базе оборудования Cisco. способностью находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях.

ПК–27 способностью организовывать рабочие места, их техническое оснащение, размещение средств и оборудования инфокоммуникационных объектов: знать 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.); уметь 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, владеть 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

Оценку **«отлично»** заслуживает студент, показавший:

- всесторонние и глубокие знания программного материала учебной дисциплины; изложение материала в определенной логической последовательности, с использованием современных научных терминов
- освоившему основную и часть дополнительной литературы, рекомендованную программой, проявившему творческие способности в понимании, изложении и практическом использовании усвоенных знаний;
- полные, четкие, логически последовательные, правильные ответы на поставленные вопросы, способность делать обоснованные выводы;
- умение самостоятельно анализировать факты, события, явления, процессы в их взаимосвязи и развитии; сформированность необходимых практических навыков работы с изученным материалом;

Оценку **«хорошо»** заслуживает студент, показавший:

- систематический характер знаний и умений, способность к их самостоятельному применению и обновлению в ходе последующего обучения и практической деятельности;
- достаточно полные и твёрдые знания программного материала дисциплины, правильное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых явлений (процессов);

- последовательные, правильные, конкретные, без существенных неточностей ответы на поставленные вопросы; уверенность при ответе на дополнительные вопросы;
- знание основной рекомендованной литературы; умение достаточно полно анализировать факты, события, явления и процессы, применять теоретические знания при решении практических задач;

Оценку **«удовлетворительно»** заслуживает студент, показавший:

- знания основного программного материала по дисциплине в объеме, необходимом для последующего обучения и предстоящей практической деятельности;
- знакомому с основной рекомендованной литературой;
- допустившему неточности и нарушения логической последовательности в изложении программного материала в ответе на экзамене, но в основном обладающему необходимыми знаниями и умениями для их устранения при корректировке со стороны экзаменатора.
- продемонстрировавшему правильные, без грубых ошибок ответы на поставленные вопросы, несущественные ошибки;
- проявившему умение применять теоретические знания к решению основных практических задач, ограниченные навыки в обосновании выдвигаемых предложений и принимаемых решений; затруднения при выполнении практических работ; недостаточное использование научной терминологии; несоблюдение норм литературной речи.

Оценка **«неудовлетворительно»** ставится студенту, обнаружившему:

- существенные пробелы в знании основного программного материала по дисциплине;
- отсутствие знаний значительной части программного материала; непонимание основного содержания теоретического материала; неспособность ответить на уточняющие вопросы; отсутствие умения научного обоснования проблем; неточности в использовании научной терминологии
- неумение применять теоретические знания при решении практических задач, отсутствие навыков в обосновании выдвигаемых предложений и принимаемых решений;
- допустившему принципиальные ошибки, которые не позволяют ему продолжить обучение или приступить к практической деятельности без дополнительной подготовки по данной дисциплине.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

- при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа;
- при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;
- при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).

5.1 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. Ксенофонов 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

8. 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
9. 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

10. 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.
11. 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>
12. Салех Б., Тейх М. Оптика и фотоника. Принципы применения Т.2. Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2012 – 784 с. (20)

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

5.2 Дополнительная литература:

1. Алексеев, Е.Б. Проектирование и техническая эксплуатация цифровых телекоммуникационных систем и сетей [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Е.Б. Алексеев, В.Н. Гордиенко, В.В. Крухмалев. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2012. — 392 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5111>. — Загл. с экрана. УМО по образованию в области телекоммуникаций
2. Фокин, В.Г. Когерентные оптические сети : учебное пособие / В.Г. Фокин ; Федеральное агентство связи, Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего профессионального образования «Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики». - Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2015. - 371 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн.. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=431522>
3. Фокин, В.Г. Проектирование оптической сети доступа : учебное пособие / В.Г. Фокин ; Министерство связи и массовых коммуникаций Российской Федерации, Федеральное агентство связи, ФГОБУ ВПО «СибГУТИ». - Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2012. - 311 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн.. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=431523>
4. Крук, Б. И. Телекоммуникационные системы и сети [Текст] : учебное пособие для студентов вузов связи и колледжей. Т. 1 : Современные технологии / Б. И. Крук, В. Н. Попантонопуло, В. П. Шувалов ; под ред. В. П. Шувалова. - [4-е изд., испр. и доп.]. - Москва : Горячая линия-Телеком, 2013. - 620 с.
5. Субботин, Е.А. Методы и средства измерения параметров оптических телекоммуникационных систем. Учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2013. — 224 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/11845>.
6. Запечников, С.В. Основы построения виртуальных частных сетей : Учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.В. Запечников, Н.Г. Милославская, А.И. Толстой. — Электрон. дан. — М. : Горячая линия-Телеком, 2011. — 248 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=11834
7. Будылдина, Н.В. Оптимизация сетей с многопротокольной коммутацией по меткам. [Электронный ресурс] : монография / Н.В. Будылдина, Д.С. Трибунский, В.П.

- Шувалов. — Электрон. дан. — М. : Горячая линия-Телеком, 2010. — 144 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5129
8. Дибров, М. В. Сети и телекоммуникации. Маршрутизация в ip-сетях в 2 ч. Часть 1 : учебник и практикум для академического бакалавриата / М. В. Дибров. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 333 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-9956-3. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/A1108A1F-2790-403D-A480-06B166867AA5. Гриф УМО ВО
 9. Дибров, М. В. Сети и телекоммуникации. Маршрутизация в ip-сетях в 2 ч. Часть 2 : учебник и практикум для академического бакалавриата / М. В. Дибров. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 351 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-9958-7. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/B4F3CE8E-BB0C-4FFF-A7E7-54B864F39AA5. Гриф УМО ВО
 10. 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-E554ACBBE29
 11. Берлин, А.Н. Основные протоколы Интернет : учебное пособие / А.Н. Берлин. - Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий, 2008. - 504 с. : ил.,табл. - (Основы информационных технологий). - ISBN 978-5-94774-884-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232986>

5.2 Периодические издания:

Журнал: журнал «Фотон Экспресс»

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).

1. Электронная информационно-образовательная среда Модульного Динамического Обучения КубГУ – раздел «Оптические цифровые телекоммуникационные системы» <https://moodle.kubsu.ru/enrol/index.php?id=372>
2. Электронная библиотека ЮРАЙТ: www.biblio-online.ru
3. Электронно-библиотечная система ЛАНЬ: <https://e.lanbook.com>
4. Сайт разработчика программы эмуляции работы глобальных сетей GNS.3: <http://www.gns3.net/>
5. Журнал «Техника Связи» — производственный технический журнал, освещает все аспекты телекоммуникаций и связи: <https://iks.sut.ru/rubricator/tehnika-svyazi/>

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).

Лекция является одной из форм изучения теоретического материала по дисциплине. В ходе лекционного курса проводится изложение современных научных подходов и теорий. В тетради для конспектирования лекций необходимо иметь поля, где по ходу конспектирования делаются необходимые пометки. Записи должны быть избирательными, полностью следует записывать только определения. В конспекте применяют сокращение слов, что ускоряет запись. Вопросы, возникающие в ходе лекции, рекомендуется записывать на полях и после окончания лекции обратиться за

разъяснением к преподавателю. Необходимо активно работать с конспектом лекции: после окончания лекции рекомендуется перечитать свои записи, внести поправки и дополнения.

Одним из основных видов деятельности студента является самостоятельная работа, которая включает в себя изучение лекционного материала, учебников и учебных пособий, подготовки к выполнению лабораторных работ и оформлению технических отчётов по ним, а также подготовки к практическим занятиям изучением краткой теории в задачниках и решении домашних заданий.

Методика самостоятельной работы предварительно разъясняется преподавателем и в последующем может уточняться с учетом индивидуальных особенностей студентов (рекомендации размещены в электронной информационно-образовательной среде Модульного Динамического Обучения КубГУ – раздел «Оптические цифровые телекоммуникационные системы» <https://moodle.kubsu.ru/enrol/index.php?id=372>). Время и место самостоятельной работы выбираются студентами по своему усмотрению с учетом рекомендаций преподавателя в виде плана самостоятельной работы студента. Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Самостоятельную работу над дисциплиной следует начинать с изучения программы, которая содержит основные требования к знаниям, умениям и навыкам обучаемых. Обязательно следует вспомнить рекомендации преподавателя, данные в ходе установочных занятий. Затем следует приступить к изучению отдельных разделов и тем в порядке, предусмотренном программой.

Получив представление об основном содержании раздела, темы, необходимо изучить материал по теме, изложенный в учебнике. Целесообразно составить краткий конспект или схему, отображающую смысл и связи основных понятий данного раздела и включенных в него тем. Обязательно следует записывать возникшие вопросы, на которые не удалось ответить самостоятельно.

Необходимо изучить список рекомендованной основной и дополнительной литературы и убедиться в её наличии в личном пользовании или в подразделениях библиотеки в бумажном или электронном виде. Всю основную учебную литературу желательно изучать с составлением конспекта. Чтение литературы, не сопровождаемое конспектированием, мало результативно. Цель написания конспекта по дисциплине – сформировать навыки по поиску, отбору, анализу и формулированию учебного материала. Эти навыки обязательны для любого специалиста с высшим образованием независимо от выбранного направления. Написание конспекта должно быть творческим – нужно не переписывать текст из источников, но пытаться кратко излагать своими словами содержание ответа, при этом максимально его структурируя и используя символы и условные обозначения. Копирование и заучивание неосмысленного текста трудоемко и по большому счету не имеет познавательной и практической ценности. При работе над конспектом обязательно выявляются и отмечаются трудные для самостоятельного изучения вопросы, с которыми уместно обратиться к преподавателю при посещении занятий и консультаций, либо в индивидуальном порядке. При чтении учебной и научной литературы необходимо всегда следить за точным и полным пониманием значения терминов и содержания понятий, используемых в тексте. Всегда следует уточнять значения по словарям или энциклопедиям, при необходимости записывать.

К лабораторным работам следует подготовиться предварительно, ознакомившись с краткой но специфической теорией размещенной в Среде Модульного Динамического Обучения КубГУ <https://moodle.kubsu.ru/enrol/index.php?id=372>, пароль записи доступа в раздел дисциплины выдаётся на первом занятии. Рекомендуется ознакомиться заранее и с методическими рекомендациями по проведению соответствующей лабораторной работы,

и в случае необходимости провести предварительную подготовку. Видео лекции помогают вспомнить аудиторный материал.

Непосредственная подготовка к зачету осуществляется по темам лекционных семинарских занятий и лабораторных работ.

Вся работа по организации выбора студентами тем курсовых проектов и закреплению научных руководителей проводится кафедрой оптоэлектроники, совместно с заведующим кафедрой.

Примерная тематика курсового проектирования разрабатывается и ежегодно обновляется кафедрой. Закрепление за студентами тем курсовых проектов производится по их личным заявлениям на имя декана или зав кафедрой, по согласованию с научным руководителем возможно корректировка выбранной темы. В дальнейшем студент и научный руководитель составляет задание с подробным планом по выполнению курсового проекта. Подробная информация по требованиям к курсовому проектированию располагается на сайте кафедры оптоэлектроники в документе Методические указания по выполнению курсовых проектов: <https://moodle.kubsu.ru/enrol/index.php?id=378>

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены индивидуальные консультации), так как большое значение имеет консультации. Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

Рекомендуется следующий график самостоятельной работы студентов по учебным неделям каждого семестра:

**Рекомендуемый график самостоятельной работы студентов в 5-м семестре по дисциплине
«Оптические цифровые телекоммуникационные системы»**

№ п/п	Наименование раздела	Содержание самостоятельной работы	Примерный бюджет времени на выполнение уч. час. (СРС)	Сроки выполнения задания (номер учебной недели семестра)	Форма отчетности по заданию	Форма контроля
1	Введение в технологии цифровых оптических телекоммуникационных систем (структура оптических систем передачи)	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	1	1-2	КР/экзамен	письменная работа устный опрос
2	Цифровой сигнал и особенности его получения: алгоритмы и методы цифровой обработки сигналов в ОСП (ИКМ, АДМ, АДИКМ и др.) линейное и нелинейное кодирование	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	0,5	2-5	КР/экзамен	письменная работа устный опрос
		подготовки к выполнению лабораторных работ	1	2	ЛР	практическое задание
		оформление технического отчёта по лабораторным работам и подготовка к их защите	1	3	ЛР	устный опрос
3	Алгоритмы формирования кодов, наиболее широко используемые в практике ВОСП	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	2,5	3-5	КР/экзамен	письменная работа устный опрос
4	Плезиохронная цифровая иерархия	Проработка учебного (теоретического материала)	5	4-6	КР/экзамен	письменная работа

	(PDH).	подготовка к текущей и промежуточной аттестации				устный опрос
5	Расчет длины регенерационного участка.	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	3	6-8	КР/экзамен	письменная работа устный опрос
6	Основы сетевых технологий.	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	1	3	КР/Т/зачет	письменная работа
		подготовки к выполнению лабораторных работ	0,5	4	ЛР	практическое задание
		оформление технического отчёта по лабораторным работам и подготовка к их защите	0,5	5	ЛР	устный опрос
7	Стек протоколов TCP/IP и IP-адресация.	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	2	5-6	КР/Т/зачет	письменная работа
		подготовки к выполнению лабораторных работ	1,5	6	ЛР	практическое задание
		оформление технического отчёта по лабораторным работам и подготовка к их защите	1	7	ЛР	устный опрос
8	Основы технологии Ethernet.	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	1	7-8	КР/Т/зачет	письменная работа
		подготовки к выполнению лабораторных работ	0,5	8	ЛР	практическое задание
		оформление технического отчёта по лабораторным работам и	0,5	9	ЛР	устный опрос

		подготовка к их защите				
9	Маршрутизация и протоколы маршрутизации.	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	1,5	9-10	КР/Т/зачет	письменная работа
		подготовки к выполнению лабораторных работ	2	10	ЛР	практическое задание
		оформление технического отчёта по лабораторным работам и подготовка к их защите	1,5	11	ЛР	устный опрос
10	Основы коммутации, промежуточной маршрутизации, понятие виртуальных сетей VLAN.	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	2,8	11-12	КР/Т/зачет	письменная работа
		подготовки к выполнению лабораторных работ	1,5	12	ЛР	практическое задание
		оформление технического отчёта по лабораторным работам и подготовка к их защите	1	13	ЛР	устный опрос
11	Технологии распределённых сетей WAN, списки управления доступом.	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	1	12-13	КР/Т/зачет	письменная работа
		подготовки к выполнению лабораторных работ	1	14	ЛР	практическое задание
		оформление технического отчёта по лабораторным работам и подготовка к их защите	1	15	ЛР	устный опрос
		Итого:	35,8			

**Рекомендуемый график самостоятельной работы студентов в 6-м семестре по дисциплине
«Оптические цифровые телекоммуникационные системы»**

№ п/ п	Наименование раздела	Содержание самостоятельной работы	Примерный бюджет времени на выполнение уч. час. (СРС)	Сроки выполнения задания (номер учебной недели семестра)	Форма отчетност и по заданию	Форма контроля
1	SDH – информационные структуры и схемы преобразований.	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	5	1-2	КР/ экзамен	письменна я работа устный опрос
2	Построение сетей SDH (аппаратура ОСП для различных участков сети).	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	3	2-3	КР/ экзамен	письменна я работа устный опрос
3	Синхронизация в цифровых системах передачи (тактовая, цикловая и сверхцикловая синхронизация в ОСП, оценка параметров системы синхронизации).	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	2	3-4	КР/ экзамен	письменна я работа устный опрос
4	Функциональные элементы оптической сети (методы модуляции и демодуляции оптической несущей, спектральное и	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	4	5-6	КР/ экзамен	письменна я работа устный опрос

	временное разделение оптических стволов; принципы регенерации сигналов, основные узлы регенераторов; оптические усилители;).					
5	Основные элементы расчета и проектирование сетей SDH	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	3	6-7	КР/ экзамен	письменная работа устный опрос
6	Протоколы взаимодействия между сетями IPv4 и IPv6.	подготовки к выполнению лабораторных работ	1	1-3	ЛР/Т	практическое задание письменная работа
7	Протокол граничного шлюза (BGP).	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	1	2-14	ЛР/Т/ экзамен	практическое задание письменная работа устный опрос
8	Структура и реализация современной технологии MPLS.	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	1	6-14	ЛР/Т/ экзамен	практическое задание письменная работа устный опрос
9	Введение в качество обслуживания (Qos).	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	1	8-12	Т	письменная работа
		подготовки к выполнению	0,5	8-12	ЛР/Т	практическое

		лабораторных работ				ое задание
		оформление технического отчёта по лабораторным работам и подготовка к их защите	0,5	8-12	ЛР/Т	устный опрос
10	Архитектура оптических сетей доступа FTTx и PON.	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	2	8-9	КР/экзамен	письменная работа устный опрос
11	Мультиплексирование с разделением по длине волны (WDM).	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	2	9-10	КР/экзамен	письменная работа устный опрос
12	Модель помех для проектирования и оценки эффективности работы Гигабитных систем оптической связи	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	4	10-11	КР/экзамен	письменная работа устный опрос
13	Компоненты NG SDH	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	1	11-12	КР/экзамен	письменная работа устный опрос
14	Порядок ввода в эксплуатацию волоконно-оптических линий связи	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	2	12-13	КР/экзамен	письменная работа устный опрос
15	Атмосферные оптические линии передачи (OFS)	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	1	13-14	экзамен	письменная работа устный опрос
16	Полностью оптические	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка	1	14-15	экзамен	письменная работа

	транспортные сети (OTN)	к текущей и промежуточной аттестации				устный опрос
17	Многомерные сети – будущее инфокоммуникационных технологий.	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	1	15-16	-	-
		Итого:	36			

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю).

8.1 Перечень информационных технологий.

1. Консультирование посредством электронной почты.
2. Использование электронной презентации на сайте Moodle КубГУ.

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.

Так как для самостоятельной работы обучающихся предполагается доступ в электронную информационно-образовательную среду организации и сеть Интернет, то общие требования к помещениям для самостоятельной работы обучающихся вполне достаточно.

Для реализации настоящей программы требуется:

1. Операционная система Microsoft семейства Windows (7/8/10), в рамках программы компании Microsoft “Enrollment for Education Solutions” для компьютеров и серверов Кубанского государственного университета и его филиалов. Или Linux.
2. GNU пакеты программ для выполнения лабораторных работ GNS.3.

8.3 Перечень информационных справочных систем:

1. Электронная библиотека ЮРАЙТ: www.biblio-online.ru
2. Электронно-библиотечная система ЛАНЬ: <https://e.lanbook.com>

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации – ауд. 209, корп. С (ул. Ставропольская, 149)
2.	Практические занятия	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации – ауд. 209, корп. С (ул. Ставропольская, 149)
3.	Лабораторные занятия	Учебные аудитории для проведения лабораторных работ – ауд. 205а, корп. С, (ул. Ставропольская, 149)
5.	Групповые (индивидуальные) консультации	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации – ауд. 209, корп. С (ул. Ставропольская, 149)
6.	Промежуточная аттестация	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации – ауд. 209, корп. С (ул. Ставропольская, 149)
7.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет, программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета №208с