

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:  
Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор  
\_\_\_\_\_ Т.А. Халуров  
подпись  
« 31 » \_\_\_\_\_ 2024 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***Б1.В.06 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)*

Форма обучения

заочная

*(очная, очно-заочная, заочная)*

Квалификация

бакалавр

Рабочая программа дисциплины Б1.В.06 «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»

Программу составил(и):

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

  
\_\_\_\_\_  
подпись

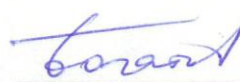
Рабочая программа дисциплины Б1.В.06 «Оптические цифровые телекоммуникационные системы» утверждена на заседании кафедры оптоэлектроники ФТФ, протокол № 9 от 12 апреля 2024 г.

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

  
\_\_\_\_\_  
подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета, протокол № 5 от 18 апреля 2024 г.

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

  
\_\_\_\_\_  
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, профессор кафедры теоретической физики и компьютерных технологий ФТФ КубГУ

## **1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)**

### **1.1 Цель освоения 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 (модуля) в структуре образовательной программы**

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

В настоящее время в России NGN сети реализованы в виде отдельных, подчас весьма непохожих друг на друга, фрагментов, вкрапленных в существующие национальные сети инфокоммуникаций. Однако, в настоящий момент весьма медленным темпом, но всё же происходит переход к сетям FGN, в общем случае представляющих собой многомерную и, как правило, многоуровневую сеть, в которую интегрированы транспортная сеть, сеть синхронизации, сеть сигнализации и другие сети поддержки транспорта и доступа, а также сервисные сети для совместного наилучшим образом надежного, качественного и безопасного предоставления разнообразнейших услуг потребителям (пользователям).

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

Так, для освоения, безусловно, нужно успешное освоение целого ряда дисциплин: «Общая теория связи», «Электромагнитные поля и волны», «Теория информации и кодирования», «Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей», «Физика», «Математический анализ». При этом в дисциплине частями рассматриваются вопросы рассматриваемые, зачастую в немного отличном ракурса в параллельно ведомых дисциплинах. В связи с этим, в дисциплине в основном затрагиваются та, часть смежных тем, которая необходима для теоретического и практического освоения основного материала, а также непосредственно идёт использование усваиваемого материала на параллельно проводимых дисциплинах, таким образом осуществляется взаимодействие (к примеру, используются знания оптических кабельных параметров, свойств и их расчета из дисциплин «Оптические направляющие среды», и на оборот для дисциплины «Структурированные кабельные системы»).

Дисциплина формирует 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 компетенций: ПК-4; ПК-5.

| Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                                                                              | Результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-4 Способен осуществлять технологическое и организационное обеспечение технической эксплуатации станционного оборудования связи                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                     |
| ИПК-4.1 Знает методику и средства измерений, используемые для контроля качества работы оборудования, трактов и каналов передачи, программное обеспечение оборудования, документацию по системам качества работы предприятий связи | <b>знать</b><br>Стандарты и протоколы информационных сигналов, виды сигнализации, назначение интерфейсов:<br>(Архитектура оптической транспортной сети. Системы первичного группообразования PDH. Стек протоколов TCP/IP и IP-адресация. Сетевые протоколы IPv4, IPv6, RARP, DHCP, BOOTP, ARP, TCP, UDP, ICMP, HDLC, STP и другие, включая службы DNS, FTP, TFTP, http, SMTP, SNMP, telnet. Проблемы управления в сервисах связи. Архитектуру протоколов управления, списки управления доступом ACLs. Принципы маршрутизации и протоколы маршрутизации RIP, OSPF, EIGRP, статический. Понятие виртуальных сетей VLAN. Технологии распределённых сетей WAN. SDH – информационные структуры и схемы преобразований. Построение сетей SDH. Методы управления сетью SDH. особенности передачи различных сигналов по каналам и трактам телекоммуникационных систем. Компоненты NG SDH: GFP, VCAT, LCAS. Технология RPR. Атмосферные оптические линии передачи. Разностные методы формирования цифрового сигнала. Линейные и стыковые коды оборудования. Мультиплексирование с разделением по длине волны (WDM). Гибридные OTDM и WDM системы. Компоненты NG SDH: GFP, VCAT, LCAS. Технология RPR: топология, MAC уровень, изучение топологии и защита, управление полосой и Qos, алгоритм справедливого доступа. Протоколы граничного шлюза BGP. Аспекты конфигурирования виртуальных частных сетей VPN. Структуру и этапы реализации современной технологии MPLS. Методы управления сетью QoS. | <b>уметь</b><br>Использовать программное обеспечение оборудования при его настройке (конфигурировать телекоммуникационное оборудование на уровне агрегации и доступа.)<br><br>Проводить опытную проверку работоспособности оборудования сетей и организаций связи. | <b>владеть</b><br>навыками настройки и регулировки оборудования связи =телекоммуникаций (прогрессивными методами технической эксплуатации систем и устройств связи) |
| ПК-4.2 Умеет анализировать результаты и устанавливать соответствие параметров работы оборудования действующим отраслевым нормативам                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                     |

| Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                                                                       | Результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                            | <p>Функциональные элементы оптической сети. Активные технологии оптического доступа. Технологии пассивных оптических сетей. Мультиплексирование с разделением по длине волны.)</p> <p>Технологии выполнения работ по настройке и регулировке систем и устройств связи.</p> <p>Действующие отраслевые нормативы.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>ПК-5 Способен использовать знания в области подвижной радиотелефонной связи (ПРТС), профессиональной подвижной радиосвязи (ППР), технической организации сетей ПРТС и ППР, а также соответствующей нормативной базы</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| ИПК-5.1 Знает стандарты, нормативную базу и основные технологии ПРТС и ППР                                                                                                                                                 | <p><b>знать</b></p> <p>Теоретические основы сетевых технологий (Стек протоколов TCP/IP и IP-адресация. Сетевые протоколы IPv4, IPv6, RARP, DHCP, BOOTP, ARP, TCP, UDP, ICMP, HDLC, STP и другие, включая службы DNS, FTP, TFTP, http, SMTP, SNMP, telnet. Проблемы управления в сервисах связи. Архитектуру протоколов управления, списки управления доступом ACLs. Принципы маршрутизации и протоколы маршрутизации RIP, OSPF, EIGRP, статический. Понятие виртуальных сетей VLAN. Аспекты виртуальных частных сетей VPN. Структуру технологии MPLS. Оптические сети доступа FTTx и PON. Атмосферные оптические системы передачи. Мультиплексирование с разделением по длине волны. SDN. PDN.).</p> <p>Принципы работы сетевого оборудования.</p> | <p><b>уметь</b></p> <p>Взаимодействовать с техническими подразделениям и организации.</p>                                                                                                         | <p><b>владеть</b></p> <p>Навыками анализа, определения и понимания сути заявок на восстановление работоспособности, связанной с проблемой функционирования системы (влекущей за собой недоступность системы или невозможность работы пользователей, влекущей за собой невозможность выполнения одной или нескольких ее функций, ухудшение качества работы, например, замедление, необходимость дополнительных ручных действий) с целью выявления аварийных объектов сети связи.</p> |
| ИПК-5.2 Знает стандарты, нормативную базу и основные технологии ПРТС и ППР                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <p>Поддерживать пользователей организации при эксплуатации системы посредством: предоставления ответов на возникающие вопросы и консультировании, выполнение заявок на техническую поддержку.</p> | <p>Навыками анализа, определения и понимания сути заявок на восстановление работоспособности, связанной с проблемой функционирования системы (влекущей за собой недоступность системы или невозможность работы пользователей, влекущей за собой невозможность выполнения одной или нескольких ее функций, ухудшение качества работы, например, замедление, необходимость дополнительных ручных действий) с целью выявления аварийных объектов сети связи.</p>                       |
| ИПК-5.3 Владеет навыками развертывания сетей ПРТС и ППР                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <p>Определять порядок решения вопросов и проблем организации в рамках информационного взаимодействия в системе.</p>                                                                               | <p>Навыками выявления новых сложных проблем.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов 3ФО).

| Вид работ                                                                                                                                                                     |                                      | Всего часов | сессии на 3-м курсе (часы) |            |            | сессии на 4-м курсе (часы) |           |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------|----------------------------|------------|------------|----------------------------|-----------|------------|
|                                                                                                                                                                               |                                      |             | уст.                       | зим.       | лет.       | уст.                       | зим.      | лет.       |
| <b>Контактная работа, в том числе:</b>                                                                                                                                        |                                      |             |                            |            |            |                            |           |            |
| <b>Аудиторные занятия (всего):</b>                                                                                                                                            |                                      |             |                            |            |            |                            |           |            |
| занятия лекционного типа                                                                                                                                                      |                                      | 4           | 4                          |            |            |                            |           |            |
| практические занятия                                                                                                                                                          |                                      | 8           | 6                          |            |            | 2                          |           |            |
| лабораторные занятия                                                                                                                                                          |                                      | 14          |                            | 6          | 6          |                            | 2         |            |
|                                                                                                                                                                               |                                      |             |                            |            |            |                            |           |            |
| <b>Иная контактная работа:</b>                                                                                                                                                |                                      |             |                            |            |            |                            |           |            |
| Контроль самостоятельной работы (КСР)                                                                                                                                         |                                      | 8           |                            |            |            |                            |           | 8          |
| Промежуточная аттестация (ИКР)                                                                                                                                                |                                      | 4,5         |                            | 4          | 0,2        |                            |           | 0,3        |
| <b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>                                                                                                                                   |                                      |             |                            |            |            |                            |           |            |
| Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным занятиям) |                                      | 273         | 62                         | 62         | 98         | 34                         | 16        | 1          |
| <b>Контроль:</b>                                                                                                                                                              |                                      | 12,5        |                            |            | 3,8        |                            |           | 8,7        |
|                                                                                                                                                                               |                                      |             |                            |            |            |                            |           |            |
| <b>Общая трудоемкость</b>                                                                                                                                                     | <b>час.</b>                          |             | <b>72</b>                  | <b>72</b>  | <b>108</b> | <b>36</b>                  | <b>18</b> | <b>18</b>  |
|                                                                                                                                                                               |                                      | <b>324</b>  | <b>252</b>                 |            |            | <b>72</b>                  |           |            |
|                                                                                                                                                                               | <b>в том числе контактная работа</b> | <b>34,7</b> | <b>10</b>                  | <b>6,2</b> | <b>6,2</b> | <b>2</b>                   | <b>2</b>  | <b>8,3</b> |
|                                                                                                                                                                               | <b>зач. ед</b>                       | <b>9</b>    | <b>7</b>                   |            |            | <b>2</b>                   |           |            |

Контактная работа при проведении учебных занятий по дисциплине «микропроцессорная техника в оптических системах связи» включает в себя: занятия лекционного типа, практические занятия, лабораторные работы, групповые консультации (так же и внеаудиторные, через электронную среду). Промежуточная аттестация в тестовой и устной формах.

### 2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины (заочная форма):

| №  | Наименование разделов (тем)                                                                                                                                 | Количество часов |                   |    |    |     |                      |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------|----|----|-----|----------------------|
|    |                                                                                                                                                             | Всего            | Аудиторная работа |    |    | КСР | Внеаудиторная работа |
|    |                                                                                                                                                             |                  | Л                 | ПЗ | ЛР |     | СРС                  |
| 1. | Введение в технологии цифровых оптических телекоммуникационных систем                                                                                       | 3                | 1                 |    |    |     | 3                    |
| 2. | Цифровой сигнал и особенности его получения: алгоритмы и методы цифровой обработки сигналов в ОСП (ИКМ, АДМ, АДИКМ и др.) линейное и нелинейное кодирование | 9                |                   | 2  |    | 1   | 6                    |

| №   | Наименование разделов (тем)                                                                                                                                                                                                             | Количество часов |                   |    |    |     |                             |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------|----|----|-----|-----------------------------|
|     |                                                                                                                                                                                                                                         | Всего            | Аудиторная работа |    |    | КСР | Внеаудиторная работа<br>СРС |
|     |                                                                                                                                                                                                                                         |                  | Л                 | ПЗ | ЛР |     |                             |
| 3.  | Алгоритмы формирования кодов, наиболее широко используемые в практике ВОСП                                                                                                                                                              | 8                |                   | 1  |    | 1   | 6                           |
| 4.  | Плезиохронная цифровая иерархия (PDH).                                                                                                                                                                                                  | 9                |                   |    |    | 1   | 8                           |
| 5.  | Расчет длины регенерационного участка.                                                                                                                                                                                                  | 8                | 1                 | 1  |    |     | 6                           |
| 6.  | Введение в основы сетевых технологий.                                                                                                                                                                                                   | 6                |                   |    |    |     | 6                           |
| 7.  | Стек протоколов TCP/IP и IP-адресация.                                                                                                                                                                                                  | 12               |                   |    | 2  |     | 10                          |
| 8.  | Основы технологии Ethernet.                                                                                                                                                                                                             | 10               |                   |    | 2  |     | 8                           |
| 9.  | Маршрутизация и протоколы маршрутизации.                                                                                                                                                                                                | 15               |                   |    | 2  |     | 13                          |
| 10. | Основы коммутации, промежуточной маршрутизации, понятие виртуальных сетей VLAN.                                                                                                                                                         | 16               |                   |    | 2  |     | 14                          |
| 11. | Технологии распределённых сетей WAN, списки управления доступом.                                                                                                                                                                        | 12               |                   |    |    |     | 12                          |
| 12. | SDH – информационные структуры и схемы преобразований.                                                                                                                                                                                  | 7                | 2                 |    |    |     | 5                           |
| 13. | Построение сетей SDH (аппаратура ОСП для различных участков сети).                                                                                                                                                                      | 8                |                   | 2  |    | 1   | 5                           |
| 14. | Синхронизация в цифровых системах передачи (тактовая, цикловая и сверхцикловая синхронизация в ОСП, оценка параметров системы синхронизации).                                                                                           | 5                |                   |    |    |     | 5                           |
| 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;). | 18               | 2                 |    |    | 1   | 15                          |
| 16. | Основные элементы расчета и проектирование сетей SDH                                                                                                                                                                                    | 10               |                   | 1  |    |     | 9                           |
| 17. | Протоколы взаимодействия между сетями IPv4 и IPv6.                                                                                                                                                                                      | 13               |                   |    |    |     | 13                          |
| 18. | Протокол граничного шлюза (BGP).                                                                                                                                                                                                        | 27               |                   |    | 2  |     | 27                          |
| 19. | Структура и реализация современной технологии MPLS.                                                                                                                                                                                     | 29               |                   |    | 2  | 1   | 26                          |
| 20. | Введение в качество обслуживания (Qos).                                                                                                                                                                                                 | 15               |                   |    |    |     | 15                          |
| 21. | Архитектура оптических сетей доступа FTTx и PON.                                                                                                                                                                                        | 9                |                   |    |    |     | 9                           |

| №   | Наименование разделов (тем)                                                                                                     | Количество часов |                   |          |           |          |                      |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------|----------|-----------|----------|----------------------|
|     |                                                                                                                                 | Всего            | Аудиторная работа |          |           | КСР      | Внеаудиторная работа |
|     |                                                                                                                                 |                  | Л                 | ПЗ       | ЛР        |          | СРС                  |
| 22. | Мультиплексирование с разделением по длине волны (WDM).                                                                         | 11               |                   | 2        |           | 1        | 8                    |
| 23. | Модель помех для проектирования и оценки эффективности работы Гигабитных систем оптической связи                                | 15               |                   | 2        |           | 1        | 12                   |
| 24. | Компоненты NG SDH                                                                                                               | 5                |                   |          |           |          | 5                    |
| 25. | Порядок ввода в эксплуатацию волоконно-оптических линий связи                                                                   | 8                |                   |          |           |          | 8                    |
| 26. | Атмосферные оптические линии передачи (OFS)                                                                                     | 5                |                   |          |           |          | 5                    |
| 27. | Структура отделов провайдера служб: методы взаимодействия с техническими подразделениями организации.                           | 6                |                   |          |           |          | 6                    |
| 28. | Порядок решения вопросов организации в рамках информационного взаимодействия в системе, на примере интернет сервис провайдера . | 8                |                   |          |           |          | 8                    |
|     | <b>ИТОГО по разделам дисциплины</b>                                                                                             | <b>307</b>       | <b>6</b>          | <b>8</b> | <b>12</b> | <b>8</b> | <b>273</b>           |
|     | Зачёт                                                                                                                           | 0,2              |                   |          |           |          |                      |
|     | Контроль                                                                                                                        | 16,5             |                   |          |           |          |                      |
|     | Экзамен                                                                                                                         | 0,3              |                   |          |           |          |                      |
|     | <b>Общая трудоемкость по дисциплине</b>                                                                                         | <b>324</b>       |                   |          |           |          |                      |

### 2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

| №  | Наименование раздела (темы)                                                | Содержание раздела (темы)                                                                                                                                                                                                                                        |
|----|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Введение в технологии цифровых оптических телекоммуникационных систем      | В совокупности: сети транспорта, доступа, поддержки и сервиса, разумеется, частично взаимодействующие между собой. Архитектура оптической транспортной сети. Сценарий развития транспортной инфраструктуры операторов.                                           |
| 2. | Цифровой сигнал и особенности его получения                                | дискретизация, квантование и кодирование; групповой ИКМ сигнал. Групповой ИКМ сигнал – временное группообразование или мультиплексирование. Разностные методы формирования цифрового сигнала (АДМ, АДИКМ).                                                       |
| 3. | Алгоритмы формирования кодов, наиболее широко используемые в практике ВОСП | (линейные и стыковые коды оборудования): АМІ, СМІ, HDB-3, mBnB, BIF, Миллера и др.                                                                                                                                                                               |
| 4. | Плезиохронная цифровая иерархия (PDH).                                     | Построение цикла первичного цифрового потока Е1. Системы первичного группообразования PDH. Стандарты цифрового группообразования PDH. Структурная схема мультиплексоров. Сетевое оборудование.                                                                   |
| 5. | Расчет длины регенерационного участка.                                     | Вычисление длины регенерационного участка лимитированной затуханием. Вычисление длины регенерационного участка лимитированной дисперсией.                                                                                                                        |
| 6. | Введение в 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. |
| 7. | 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.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 8.  | Основы технологии Ethernet.                                                                                                                                                        | MAC – адресация, фреймирование и структура фрейма. 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.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 9.  | 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. |
| 10. | 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.                                                                                                                                                                                                                                     |
| 11. | 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.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 12. | 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. Мультиплексирование. Пояснение функционального назначения VC, указателей AU и TU; отрицательное выравнивание, функции трактового заголовка POH. Принцип скремблирования. Мониторинг.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 13. | 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.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 14. | Синхронизация в цифровых системах передачи (тактовая, цикловая и сверхцикловая синхронизация в ОСП, оценка параметров системы синхронизации).                                      | Стандарты и нормы синхронизации сетей связи. Синхронизация цифровых сетей SDH. Характеристики устройств и сетей синхронизации.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 15. | Функциональные элементы оптической сети (методы модуляции и демодуляции оптической несущей, спектральное и временное разделение оптических стволов; принципы регенерации сигналов, | 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;).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

|     |                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | основные узлы регенераторов; оптические усилители;).                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|     | 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.               |
|     | Протоколы взаимодействия между сетями IPv4 и IPv6.                                                    | Стратегии сосуществования IPv6 и IPv4. Туннели NAT-PT, ISATAP, Teredo. Тунелирование IPv6 в IPv4. Двойной стек.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 17. | 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).                                                                                                                                                                                                                                       |
|     | 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. |
| 18. | 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 магистральных. Механизмы QoS в оптических IP сетях.                                                                                                                                                                                                                 |
| 20. | Архитектура оптических сетей доступа FTTx и PON.                                                      | Активные технологии оптического доступа. Технологии пассивных оптических сетей.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 21. | 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.                                                                   |
| 22. | 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 23. | 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.                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 24. | Порядок ввода в эксплуатацию волоконно-оптических линий связи                                         | Порядок ввода в эксплуатацию волоконно-оптических линий связи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 25. | Атмосферные оптические линии передачи (OFS)                                                           | Аппаратура атмосферных оптических линий передачи и методы её классификации. Коэффициент готовности атмосферного канала АОЛП и методы его определения.                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|     | Структура отделов провайдера служб: методы взаимодействия с техническими подразделениями организации. | Организационная структура оператора связи. Эффективное взаимодействие между отделами. Бенчмаркинг служб аутсорсинга интегрированных в работу оператора связи при аутсорсинге сетей связи.                                                                                                                                                                                                                                                                     |

## 2.2 Лабораторные занятия.

| № | Наименование раздела | Наименование лабораторных работ | Форма текущего контроля |
|---|----------------------|---------------------------------|-------------------------|
|---|----------------------|---------------------------------|-------------------------|

| 1   | 2          | 3                                                                                                                     | 4                                         |
|-----|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 1.  | 6-8        | IP адресация (с использованием VLSM). Базовые команды настройки маршрутизаторов Cisco.                                | технический отчёт по лабораторным работам |
| 2.  | 9,10       | Настройка маршрутизируемых сетей. Статическая маршрутизация. Протокол маршрутизации RIP. Протокол маршрутизации OSPF. | технический отчёт по лабораторным работам |
| 3.  | 10         | Базовые команды настройки коммутаторов Catalyst. Конфигурирование VLAN.                                               | технический отчёт по лабораторным работам |
| 4.  | 11         | Методы трансляции IP адресов NAT (статическая, динамическая). Трансляция адресов с номерами портов PAT                | технический отчёт по лабораторным работам |
| 5.  | 11         | Конфигурирование маршрутизации между VLAN-сетями, настройка списков доступа (access-list) на маршрутизаторах.         | технический отчёт по лабораторным работам |
| 6.  | 6-11       | Методы удалённого управления и мониторинга работы и статистики оборудования связи, ведение логирования.               | 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 |
| 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 |
| 17. | 27, 28     | Определение сути заявок на восстановление работоспособности, связанной с проблемой функционирования системы           | технический отчёт по лабораторным работам |

При изучении дисциплины могут применяться некоторые аспекты модели «перевёрнутого обучения» в режиме дискуссионно-ориентированного перевёрнутого класса или виртуального перевёрнутого класса: дистанционные образовательные технологии (электронное обучение) в форме смешанного обучения, основанного на сочетании очного обучения и обучения компьютерными средствами, включающими некоторые аспекты в формате дистанционного обучения в соответствии с ФГОС ВО. В условиях развития электронной информационно-образовательной среды вуза в качестве управления обучением выбрана платформа Moodle, однако, совместно с ней для создания и публикации контента и учебных объектов используются: служба видео трансляции Microsoft Stream и инструмент для коммуникации и обратной связи Microsoft Teams.

### 2.3 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

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

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

Организация строительства ВОЛС. Защита ВОЛС от электромагнитного влияния.

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

Физико-математическое моделирование каналов передачи данных в ВОЛС.

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

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

Оптика и спектроскопия сред при внешних воздействиях.

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

Оптика и спектроскопия сред при внешних воздействиях.

Фотометрия.

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

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

Учебно-методические разработки по оптическим направляющим средам.

Лазерное материаловедение. Преобразователи оптического излучения.

Разработка и создание преобразователей оптического излучения на основе полупроводников.

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

Оптика звездных и планетарных атмосфер.

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

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

Методические указания по выполнению курсовых проектов:

<https://kubsu.ru/ru/ftf/trebovaniya-k-oformleniyu-vkr-i-kursovyyh-rabot-magisterskih-dissertatsiy>

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

| № | Вид СРС                                                                                                                     | Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Проработка учебного (теоретического материала), подготовка к текущей и промежуточной аттестации (зачёту, тестам и вопросам) | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов, утвержденные кафедрой оптоэлектроники, протокол № 6 от «01» марта 2017г.</li><li>2. Сети и системы передачи информации: телекоммуникационные сети/ под ред. К. Е. Самуйлова <a href="https://urait.ru/book/seti-i-sistemy-peredachi-informacii-telekommunikacionnye-seti-398685">https://urait.ru/book/seti-i-sistemy-peredachi-informacii-telekommunikacionnye-seti-398685</a></li><li>3. Гордиенко, В.Н. Многоканальные телекоммуникационные системы.</li></ol> |

|   |                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                                                                                     | <p>Москва: Горячая линия-Телеком, <a href="https://e.lanbook.com/book/11830">https://e.lanbook.com/book/11830</a>.</p> <p>4. Винокуров, В.М. Цифровые системы передачи <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=209018">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=209018</a></p> <p>5. 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</p> <p>6. Телекоммуникационные системы и сети: В 3 томах. Том 3. - Мультисервисные сети / В.В. Величко Москва <a href="https://e.lanbook.com/book/64092">https://e.lanbook.com/book/64092</a>.</p> <p>7. Оптические телекоммуникационные системы / В.Н. Гордиенко. <a href="https://e.lanbook.com/book/5147">https://e.lanbook.com/book/5147</a>.</p> <p>8. Шарангович, С.Н. Многоволновые оптические системы связи <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=480597">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=480597</a></p> |
| 3 | Подготовка к выполнению лабораторных работ. Оформление технического отчёта по лабораторным работам. | <p>1. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов, утвержденные кафедрой оптоэлектроники, протокол № 6 от «01» марта 2017г.</p> <p>2. Методические рекомендации, описания и задания к проведению лабораторных работ размещены в электронной информационно-образовательной среде Модульного Динамического Обучения КубГУ <a href="https://moodle.kubsu.ru/enrol/index.php?id=372">https://moodle.kubsu.ru/enrol/index.php?id=372</a></p> <p>3. 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.</p> <p>4. 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.</p>                             |

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 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,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### **3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)**

При изучении дисциплины проводятся следующие виды учебных занятий и работ: лекции, практические занятия, домашние задания, тестирование, защита лабораторных работ, консультации с преподавателем, самостоятельная работа студентов (изучение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение домашних заданий, подготовка к тестированию, 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 так же в формировании профессиональных компетенций. По ряду тем дисциплины лекций проходит в классическом стиле. Студенту в режиме самостоятельной работы рекомендуется изучение короткометражных видеофрагменты по

изучаемым вопросам.

При проведении практических занятий может использоваться доска, для расчетов и анализа данных могут применяться дополнительные справочные материалы. На практических занятиях систематически учебная группа делится на подгруппы по 5-7 человека. Каждой подгруппе выдаются свои исходные данные к рассматриваемым на занятии задачам. Решение задачи группа 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 каждый студент выполняет задание индивидуально. Преподаватель контролирует ход выполнения работы каждого студента, проверяет правильность настройки оборудования и собранного макета телекоммуникационной сети. Уточняя ход работы, если студент что-то выполняет не правильно, или указывая на ошибку призывает студентов помочь сокурснику, таким образом преподаватель помогает преодолеть сложные моменты и проверяет достоверность полученных результатов. После выполнения лабораторной работы студент защищает её отвечая на теоретические контрольные и дополнительные вопросы. 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.

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, введенном 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 или Microsoft Teams.

При изучении дисциплины могут применяться некоторые аспекты модели «перевёрнутого обучения» в режиме дискуссионно-ориентированного перевёрнутого класса или виртуального перевёрнутого класса: дистанционные образовательные технологии (электронное обучение) в форме смешанного обучения, основанного на сочетании очного обучения и обучения компьютерными средствами, включающими

некоторые аспекты в формате дистанционного обучения в соответствии с ФГОС ВО. В условиях развития электронной информационно-образовательной среды вуза в качестве управления обучением выбрана платформа Moodle, однако, совместно с ней для создания и публикации контента и учебных объектов используются: служба видео трансляции Microsoft Stream и инструмент для коммуникации и обратной связи Microsoft Teams.

**4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

***Примерный перечень вопросов и заданий***

**Пример вопросов тестового зачетного задания №1 в зимнюю сессию по дисциплине «Оптические цифровые телекоммуникационные системы» 3к.**

Тестовые задания состоит из 35-45 теоретических вопросов по тематическим разделам рабочей программы учебной дисциплины (проводится в системе moodle).

**QUESTION 1:**

**Какие две функции выполняет протокол DHCP? (Выберите 2 ответа).**

- ☐ Назначает IP-шлюз для использования в сети.
- ☐ Выполняет поиск хоста используя сообщение DHCPDISCOVER.
- ☐ Настраивает параметры IP-адреса на хосте от сервера.
- ☐ Даёт способ простого управления устройств третьего уровня
- ☐ Проверяет производительность IP используя DHCP-сервер
- ☐ Назначает и обновляет IP-адреса из пула по умолчанию

**QUESTION 2:**

**Какое из следующих предложений верно описывает процесс инкапсуляции OSI? (Выберите 2 ответа).**

- ☐ Транспортный уровень делит поток информации на сегменты и может добавить информацию о надёжности и контроле потока.
- ☐ Канальный уровень добавляет во фрейм физические адреса источника и назначения, а так же поле FCS.
- ☐ Пакеты создаются, когда сетевой уровень инкапсулирует фрейм с адресом источника и назначения, а так же информацию об инкапсулированном протоколе.
- ☐ Пакеты создаются, когда сетевой уровень добавляет адреса третьего уровня и контрольную информацию к сегменту.
- ☐ Уровень представления данных преобразует биты в напряжение для передачи через физическую среду.

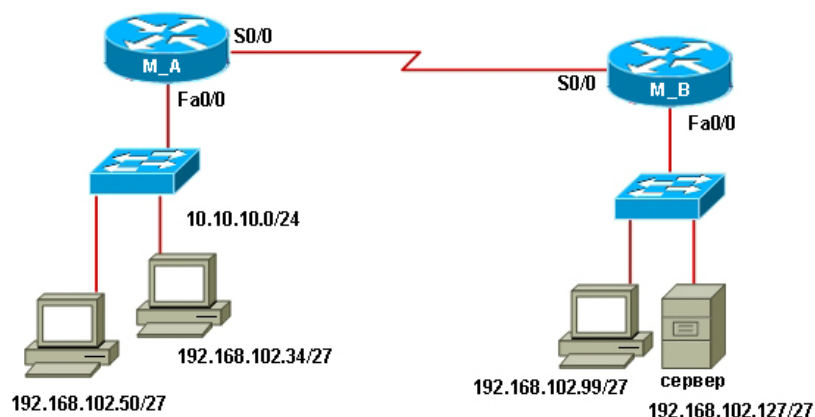
**QUESTION 3:**

**Какие два преимущества получает организация, использующая сети VLAN? (Выберите 2 ответа)**

- ☐ Персонал отдела и сетевые ресурсы могут централизованно объединяться на одном физическом участке.
- ☐ Организация приобретает гибкость, имея возможность группировать пользователей вместе по функциям, а не по физическому расположению.
- ☐ Организация получает возможность логического разделения голосового трафика и другого важного трафика ото всех остальных потоков данных.
- ☐ Число доменов широковещательной рассылки в корпоративной сети уменьшается.
- ☐ Уменьшаются затраты на управление сетью в связи с заменой большого количества устройств 2-го уровня на небольшое число устройств 3-го уровня.

- ☐ Устраняется необходимость маршрутизации трафика в крупных сетях.

**QUESTION 4:**



**К сети только что добавили сервер, но ни один из узлов не может к нему подключиться. В чем проблема?**

- ☐ IP-адрес сервера должен быть динамическим, а не статическим.
- ☐ IP-адрес, назначенный серверу, является сетевым адресом данной подсети.
- ☐ IP-адрес, назначенный серверу, является адресом широковещательной рассылки данной подсети.
- ☐ Сеть неправильно разбита на подсети.

**Примеры заданий семестровой контрольной работы по дисциплине «Оптические цифровые телекоммуникационные системы» для промежуточной аттестации в летнем семестре (зачёт) 3к.**

**Задание 1:** Для вероятности ошибки  $10^{-13}$  рассчитать среднее время между двумя соседними ошибками в линейном тракте ВОСП построенной с использованием SDH STM-16 модульного мультиплексора «QBM-7400 3U» операторского класса с обеспечением предоставления мультисервисных услуг.

**Задание 2:** Определить мощность в дБм и Вт на выходе волоконно-оптической линии длиной 36 км со следующими параметрами: - мощность на выходе СИД с длиной волны 1310 нм составляет 5 мВт; - линия состоит из 6 участков со строительной длиной в 6 км в кабеле используются ОВ Corning LEAF; - два соединителя к пачкордам на вводе и выводе с затуханием по 2,1 дБ; - при строительстве линии используется «супер-сварка» (Super Fusion) с потерями на сращивание 0,1 дБ; - потери ввода света в волокно составляют 2,2 дБ; - потери на стыке волокна и фотоприёмника составляют 1,8 дБ; - потерями на изгиб пренебречь.

**Задание 3:** Определите какие получатся значения уширения импульса и ширины полосы пропускания кабельного участка с длиной 100 км, построенного на основе кабеля типа Corning SMF 28 Ultra с использованием DFB лазера с рабочей длиной волны  $\lambda = 1550$  нм и шириной спектра излучения  $\Delta\lambda = 0,5$  нм.

**Задание 4:** Определить длину регенерационного участка ВОЛС, лимитированную дисперсией. ВОЛС построена на основе кабеля типа Corning 62,5/125 IEC 60793-2-10, с использованием двух медиа конверторов Dlink (интерфейс SFP стандарта 1000BASE-SX работающий в первом окне прозрачности).

**Задание 5:** В топологии кольцо используются SDH STM-1 оптические мультиплексоры «Транспорт-S1». Оптический интерфейс STM-1 с разъёмом FC которого работающий во втором окне прозрачности имеет уровень мощности оптического сигнала на передаче: 0 дБм; уровень мощности оптического сигнала на приёме: -34 дБм. Определить длину регенерационного участка ВОЛС, лимитированную затуханием ВОЛС построенной на основе кабеля типа Corning SMF 28 Ultra. Потери на разъёмных соединителях -1 дБ, в неразъёмных соединителях 0,1 дБ. Потери на вводе (выводе) -2 дБ. Энергетический запас системы 6 дБ.

**Задание 6:** Для цифровой последовательности 010100011101 построить временные диаграммы изменения интенсивности оптического излучения кодов в линии ЦВОСП: NRZ-S, CMI, 2B3B, Pulse Time, 6B1P1R.

**Задание 7:** Задание 1: В сети PON (FTTP) между оптическим линейным терминалом и оптическим системным терминалом используется волокно G.652 (ZWPF) Corning SMF 28 Ultra. Тип передаваемого протокола Ethernet (XGPON) down 9,95328/ up 2,48832 Гбит/с.. В сети использован стандартный разветвитель 1x32 с вносимыми потерями 18,5 дБ. Резервная мощность данной сети по стандарту ITU-T G.987 соответствует оптике класса А т.е. 28 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.

**Задание 8:** Определить мощность в дБм и Вт на выходе волоконно-оптической линии длиной 36 км со следующими параметрами: - мощность на выходе СИД с длиной волны 1310 нм составляет 5 мВт; - линия состоит из 6 участков со строительной длиной в 6 км в кабеле используются OB Corning LEAF; - два соединителя к пачкордам на вводе и выводе с затуханием по 2,1 дБ; - при строительстве линии используется «супер-сварка» (Super Fusion) с потерями на сращивание 0,1 дБ; - потери ввода света в волокно составляют 2,2 дБ; - потери на стыке волокна и фотоприёмника составляют 1,8 дБ; - потерями на изгиб пренебречь.

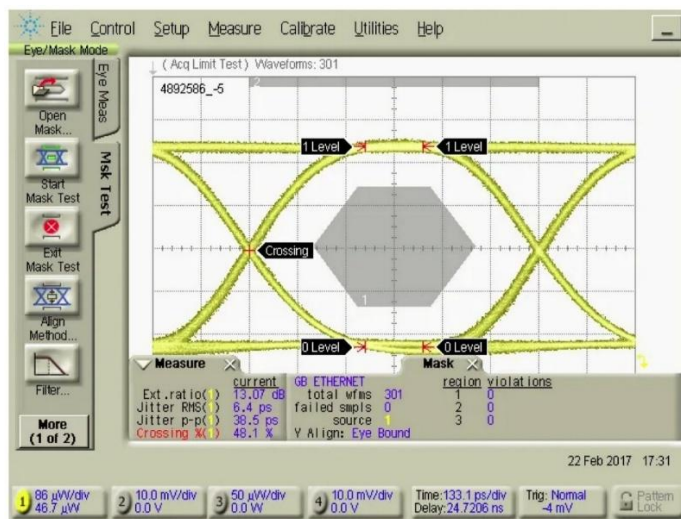
**Задание 9:** Вы рассчитываете линию протяжённостью 100 км. Для построения ВОЛС используется SSMF-волокно с дисперсией на  $\lambda=1,5$  мкм равной 17 пс/нм·км и потерями 0,2 дБ/км. Для компенсации дисперсии в линии связи предполагается использовать DCF-волокно с дисперсией минус 100 пс/нм·км и потерями 0,55 дБ/км на  $\lambda=1,5$  мкм. Определить длину компенсирующего DCF волокна, а так же полные потери (затухание) в получившейся линии.

**Задание 10:** Определить длину регенерационного участка ВОЛС, лимитированную дисперсией. ВОЛС построена на основе кабеля типа Corning 62,5/125 IEC 60793-2-10, с использованием двух медиа конверторов Dlink (интерфейс SFP стандарта 1000BASE-SX работающий в первом окне прозрачности).

**Задание 11:** В топологии кольцо используются SDH STM-1 оптические мультиплексоры «Транспорт-S1». Оптический интерфейс STM-1 с разъёмом FC которого работающий во втором окне прозрачности имеет уровень мощности оптического сигнала на передаче: 0 дБм; уровень мощности оптического сигнала на приёме: -34 дБм. Определить длину регенерационного участка ВОЛС, лимитированную затуханием ВОЛС построенной на

основе кабеля типа Corning SMF 28 Ultra. Потери на разъёмных соединителях -1 дБ, в неразъёмных соединителях 0,1 дБ. Потери на вводе (выводе) -2 дБ. Энергетический запас системы 6 дБ.

**Задание 12:** 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 так же соответствующий ему Q-фактор. Определите скорость передачи сигнала в линии и время нарастания и время спада фронта импульса (по уровню 20 – 80%).



**Перечень вопросов и практических заданий, выносимых на экзамен по дисциплине «Оптические цифровые телекоммуникационные системы» для промежуточной аттестации в летнем семестре 4к.**

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

**Задача №4.** Для цифровой последовательности 0101000111 построить временные диаграммы изменения интенсивности оптического излучения кодов в линии ЦВОСП: NRZ-L, CMI, 3B1C, 6B1P1R

**Задача №5.** Для цифровой последовательности 0101000111010011 построить временные диаграммы изменения интенсивности оптического излучения кодов в линии ЦВОСП: RZ, CMI, 2B3B, Pulse Time, 8B1P1R.

**Задача №6.**

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

**Задача №7.** 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 №8.** Определить мощность в дБм и Вт на выходе волоконно-оптической линии длиной 36 км со следующими параметрами: - мощность на выходе СИД с длиной волны 1310 нм составляет 5 мВт; - линия состоит из 6 участков со строительной длиной в 6 км в кабеле используются OB Corning LEAF; - два соединителя к пачкордам на вводе и выводе

с затуханием по 2,1 дБ; - при строительстве линии используется «супер-сварка» (Super Fusion) с потерями на сращивание 0,1 дБ; - потери ввода света в волокно составляют 2,2 дБ; - потери на стыке волокна и фотоприёмника составляют 1,8 дБ; - потерями на изгиб пренебречь.

**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.** В топологии кольцо используются SDH STM-1 оптические мультиплексоры «Транспорт-S1». Оптический интерфейс STM-1 с разъёмом FC которого работающий во втором окне прозрачности имеет уровень мощности оптического сигнала на передаче: 0 дБм; уровень мощности оптического сигнала на приёме: -34 дБм. Определить длину регенерационного участка ВОЛС, лимитированную затуханием ВОЛС построенной на основе кабеля типа Corning SMF 28 Ultra. Потери на разъёмных соединителях -1 дБ, в неразъёмных соединителях 0,1 дБ. Потери на вводе (выводе) -2 дБ. Энергетический запас системы 6 дБ.

**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.** Определить длину регенерационного участка ВОЛС, лимитированную дисперсией. ВОЛС построена на основе кабеля типа Corning 62,5/125 IEC 60793-2-10, с использованием двух медиа конверторов Dlink (интерфейс SFP стандарта 1000BASE-SX работающий в первом окне прозрачности).

**Задача №16.**

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 №17.** Определите какие получатся значения уширения импульса и ширины полосы пропускания кабельного участка с длиной 100 км, построенного на основе кабеля типа

Corning SMF 28 Ultra с использованием DFB лазера с рабочей длиной волны  $\lambda = 1550$  нм и шириной спектра излучения  $\Delta\lambda = 0,5$  нм.

**Задача №18.** Определите какие получатся значения уширения импульса и ширины полосы пропускания кабельного участка с длиной 10 км, построенного на основе кабеля типа Corning 62,5/125 IEC 60793-2-10 с использованием VCSEL лазера с рабочей длиной волны  $\lambda = 1310$  нм и шириной спектра излучения  $\Delta\lambda = 1$  нм.

**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.

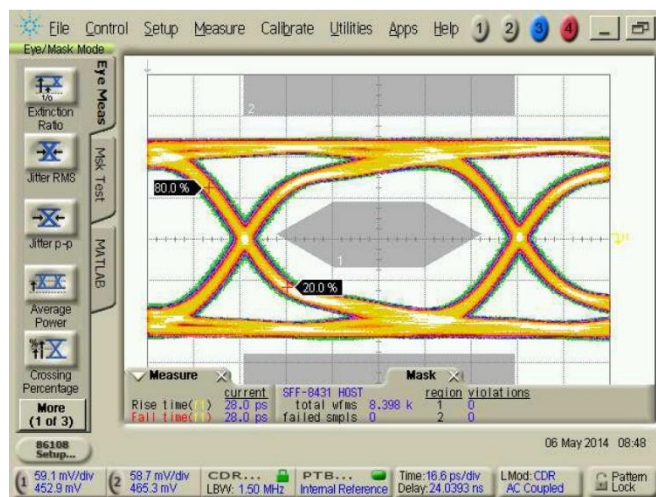
**Задача №20.** Для вероятности ошибки  $10^{-12}$  рассчитать среднее время между двумя соседними ошибками в линейном тракте ВОСП построенной с использованием SDH STM-1 полнофункционального оптического мультиплексора «Транспорт-S1»

**Задача №21.** Для вероятности ошибки  $10^{-12}$  рассчитать среднее время между двумя соседними ошибками в линейном тракте ВОСП построенной на QBM-S43-V2P/V2P4 - SDH/MSPB платформе операторского класса STM-16 в компактном исполнении 3U.

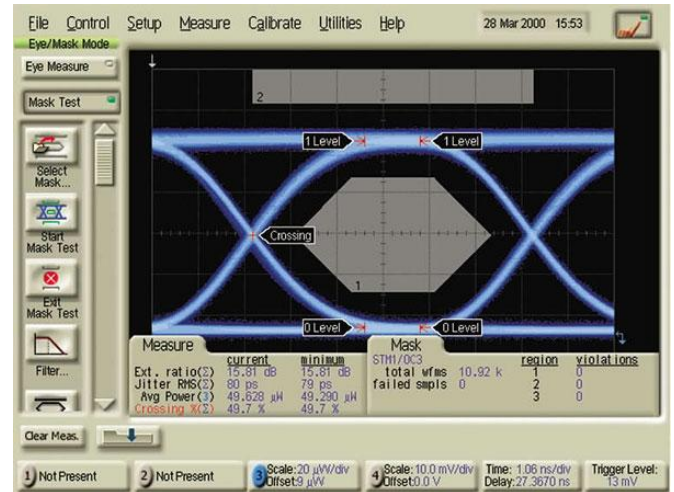
**Задача №22.** Определить среднее количество ошибок, возникающих в линейном тракте ВОСП построенной на QBM-S43-V2P/V2P4 - SDH/MSPB платформе операторского класса STM-16 в компактном исполнении 3U за периоды времени: час, а так же за одни сутки; полагая, что вероятность ошибки равна  $10^{-12}$ , ошибки носят одиночный характер и равномерно распределены.

**Задача №23.** В сети XGPON (FTTP) между оптическим линейным терминалом и оптическим системным терминалом используется волокно G.652 (ZWPF) Corning SMF 28 Ultra. Тип передаваемого протокола Ethernet (XGPON) down 9,95328/ up 2,48832 Гбит/с. В сети использован стандартный разветвитель 1x32 с вносимыми потерями 18,5 дБ. Резервная мощность данной сети по стандарту ITU-T G.987 соответствует оптике класса А т.е. 28 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 №24.** 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 так же соответствующий ему Q-фактор. Определите скорость передачи сигнала в линии и время нарастания и время спада фронта импульса (по уровню 20 – 80%).



**Задача №25.** 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 так же соответствующий ему Q-фактор. Определите скорость передачи сигнала в линии и время нарастания и время спада фронта импульса (по уровню 20 – 80%).



**Задача №26** Шаг между несущими системы WDM (двух оконная система  $\lambda_1 = 1310$  нм.,  $\lambda_2 = 1550$  нм.) составляет  $\Delta\lambda = 240$  нм. Определите, чему равен шаг частотной сетки  $f_s$  соответствующий  $\Delta\lambda$ .

**Задача №27.** 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  $\lambda_s$  примерно равен 0,1 нм., а скорость передачи на каждой несущей 2,5 Гбит/с.

**Задача №28.** 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 №29.** 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 №30.** 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 №31.** Вы рассчитываете линию протяжённостью 100 км. Для построения ВОЛС используется SSMF-волокно с дисперсией на  $\lambda = 1,5$  мкм равной 17 пс/нм·км и потерями 0,2 дБ/км. Для компенсации дисперсии в линии связи предполагается использовать DCF-волокно с дисперсией минус 100 пс/нм·км и потерями 0,55 дБ/км на  $\lambda = 1,5$  мкм. Определить длину компенсирующего DCF волокна, а так же полные потери (затухание) в получившейся линии.

**Задача №32.** Вы рассчитываете линию протяжённостью 100 км. Для построения ВОЛС используется SSMF-волокно с дисперсией на  $\lambda = 1,5$  мкм равной 17 пс/нм·км и потерями 0,2 дБ/км. Для компенсации дисперсии в линии связи предполагается использовать DCF-волокно с дисперсией минус 170 пс/нм·км и потерями 0,6 дБ/км на  $\lambda = 1,5$  мкм. Определить длину компенсирующего DCF волокна, а так же полные потери (затухание) в получившейся линии.

**Задача №33.** В транспондерах оборудования Т8 «Волга» для (канальной OSI) скорости передачи 100 Гбит/с используется формат модуляции DP-QPSK (Каждый символ QPSK сигнала может принимать одно из четырех значений фазы: 0,  $\pi/2$ ,  $\pi$ ,  $3\pi/4$ . Следовательно, каждый символ QPSK сигнала переносит 2 бита информации. Каждый символ DP QPSK сигнала содержит два символа QPSK сигнала, следовательно, он переносит 4 бита информации.). Учитывая, что температурная флуктуация несущей используемого в транспондере лазера  $\Delta f = 1.2$  ГГц, определите в каких из перечисленных частотных планов систем HDWDM (25 ГГц, 12,5 ГГц) и DWDM (0,8 нм, 0,4 нм) могут использоваться данные транспондеры!

**Задача №34.** Вы используете оборудование SDH-(STM-256). Учитывая, что температурная флуктуация несущей используемого в транспондере выбранной аппаратуры лазера  $\Delta f = 2$  ГГц, определите в каких из перечисленных частотных планов систем HDWDM (25 ГГц, 12,5 ГГц) и DWDM (0,8 нм, 0,4 нм) могут использоваться данные транспондеры!

**Задача №35.** В сети EPON (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 №36.** В сети GPON (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.

### Критерии оценивания результатов обучения

| Оценка                        | Критерии оценивания по экзамену                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Высокий уровень «5» (отлично) | оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. Обнаружившему всестороннее систематическое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять практические задания, освоившему основную литературу и знакомому с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Выставляется студентам, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала |
| Средний уровень «4» (хорошо)  | оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов. Обнаружившему полное знание учебно-программного материала, успешно выполнившему предусмотренные программой задачи, усвоившему основную рекомендованную литературу.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Пороговый уровень «3»         | оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (удовлетворительно)                           | материал, часть учебных заданий либо не выполнил до конца, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. Обнаружившему знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющемуся с выполнением заданий, предусмотренных программой. Обладающим необходимыми знаниями, но допустившим неточности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий. |
| Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно) | оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

### Критерии оценивания по зачету:

Тестовые задания состоят из 35–45 теоретических вопросов по тематическим разделам рабочей программы учебной дисциплины осенне-зимнего семестра. Система оценок выполнения контрольного зачетного тестирования:

- «отлично» – количество правильных ответов от 90% до 100%;
- «хорошо» – количество правильных ответов от 75% до 90%;
- «удовлетворительно» – количество правильных ответов от 60% до 75%.
- «не удовлетворительно» – количество правильных ответов менее 59%.

**«Зачтено»** выставляется обучающимся получившему по зачетному тесту оценки «отлично», «хорошо» или «удовлетворительно» – допустившим погрешности в ответе на зачете по лабораторным работам, но обладающим необходимыми знаниями и умениями для их устранения при корректировке со стороны преподавателя.

**«Не зачтено»** выставляется обучающемуся получившему по зачетному тесту оценку «не удовлетворительно» – т.е. 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; неумение применять теоретические знания при решении практических задач; допустившему принципиальные ошибки.

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 на экзамене;
- 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 учебной литературы, информационных ресурсов и технологий**

### **5.1. Учебная литература**

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 : <https://urait.ru/book/seti-i-telekommunikacii-469090>. 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. 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.
5. 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
6. 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
7. 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.
8. Ксенофонтов С.Н., Портнов Э.Л. Направляющие системы электросвязи. Сборник задач. Учебное пособие для вузов/ 2-е изд., стереотип. 2014 г. 268с
9. 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>
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. Салех Б., Тейх М. Оптика и фотоника. Принципы применения Т.2. Долгопрудный:

## **5.2. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

### **Электронно-библиотечные системы (ЭБС):**

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

### **Ресурсы свободного доступа:**

1. Сайт разработчика программы эмуляции работы глобальных сетей GNS.3: <http://www.gns3.net/>
2. Журнал «Техника Связи» — производственный технический журнал, освещает все аспекты телекоммуникаций и связи: <https://iks.sut.ru/rubricator/tehnika-svyazi/>

## **Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы**

### **КубГУ:**

1. Электронная информационно-образовательная среда Модульного Динамического Обучения КубГУ – раздел «Оптические цифровые телекоммуникационные системы» <https://moodle.kubsu.ru/enrol/index.php?id=372>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>

Для создания и публикации контента и учебных объектов преподавателем используется служба видео трансляции и инструмент для электронной коммуникации и обратной связи со студентами.

## **6. 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. В конспекте применяют сокращение слов, что ускоряет запись. Вопросы, возникающие в ходе лекции, если не заданы сразу, 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 так же 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. Время и место самостоятельной работы выбираются студентами по своему усмотрению планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять равномерно 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 приступать 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 (или более продуктивно – дополнить конспект лекции). Обязательно следует записывать возникшие вопросы, на которые не удалось ответить самостоятельно.

Необходимо изучить список рекомендованной 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 (в этом Вам помогут вопросы выносимые на зачетное тестирование и экзамен). 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 соответствующей методичке. 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 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://kubsu.ru/ru/ftf/trebovaniya-k-oformleniyu-vkr-i-kurovyh-rabot-magisterskih-dissertaciy>

Непосредственная подготовка к зачету и экзамену осуществляется по вопросам и задачам, представленным в данной учебной программе дисциплины. Тщательно изучите формулировку каждого экзаменационного вопроса, вникните в его суть, составьте план ответа, так как экзамен сдаётся в устной форме в ходе диалога преподавателя со студентом.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

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.

## 7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

| №  | Наименование специальных помещений                                                                                                                | Оснащенность специальных помещений                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа                                                                                         | Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО) для воспроизведения файлов формата jpg и avi. Достаточным количеством посадочных мест: № 209С, № 315С, №201                                                                                                     |
| 2. | Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Аудитория оснащенная меловыми или маркерными досками, презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО) для воспроизведения файлов формата jpg и avi., достаточным количеством посадочных мест со столами: №209С, №205аС, №315С, №211С                                                             |
| 3. | Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий (работ)                                                                                     | Лаборатория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения. Проведение занятий лабораторного практикума предусмотрено в «компьютерном классе специальных дисциплин» (аудитория 205с, как альтернатива 133с). В наличие десять посадочных мест студентам для индивидуальной работы с ЭВМ и необходимым ПО (GNU-лицензия GNS3). |

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

| Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся                       | Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки) | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) |
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд.207)                          | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Оборудование: компьютерная техника (на основе тонких клиентов) с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет.                                                     |