

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**  
**(РУТ (МИИТ))**



Рабочая программа дисциплины (модуля),  
как компонент образовательной программы  
высшего образования - программы бакалавриата  
по направлению подготовки  
02.03.02 Фундаментальная информатика и  
информационные технологии,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **Магистральные квантовые сети**

Направление подготовки: 02.03.02 Фундаментальная информатика и  
информационные технологии

Направленность (профиль): Квантовые вычислительные системы и сети

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде  
электронного документа выгружена из единой  
корпоративной информационной системы управления  
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)  
ID подписи: 4196  
Подписал: заведующий кафедрой Желенков Борис  
Владимирович  
Дата: 24.10.2024

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

Целями освоения учебной дисциплины « Магистральные квантовые сети» являются изучение общих принципов проектирования, основ построения систем управления и синхронизации сетей и средств электросвязи на современном этапе развития Единой сети электросвязи РФ, вопросы оптимизации решений при проектировании цифровых телекоммуникационных систем. Рассматриваются общие принципы проектирования и эксплуатации систем передачи, базовое оборудование первичной сети – системы СЦИ. Изучаются принципы построения и защиты транспортных сетей СЦИ на основе базовых топологических схем, а также системы сетевой тактовой синхронизации (ТС), их структуры, типы ТС и методы защиты ТС. Рассматриваются системы передачи с волновым уплотнением и особенности проектирования сетевых структур таких систем.

Студенты должны научиться проектировать компьютерные сети с использованием современного сетевого оборудования в соответствии со стандартами и выполнять задачи по настройке оборудования и поддержке работоспособности сети.

Основными задачами дисциплины являются:

овладение методами использования аппаратных и программные средства вычислительных систем и систем телекоммуникаций при решении экономических задач, а также изучение основ конструирования и критериев работоспособности вычислительных систем и систем телекоммуникаций; научатся проектировать компьютерные сети с использованием современного сетевого оборудования в соответствии со стандартами и выполнять задачи по настройке оборудования и поддержке работоспособности сети; получают навыки в обращении оптической секции передачи (ОСП) различной конфигурации одноканальных систем и систем с волновым уплотнением, а также методика расчета их протяженности в зависимости от потерь мощности и дисперсии, как при наличии, так и при отсутствии промежуточных усилителей.

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

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

**ПК-5** - Способность выявлять и устранять технические проблемы в компьютерной сети и на участке сети квантовых коммуникаций;

**ПК-6** - Способность проводить технологическое обеспечение технической эксплуатации оборудования компьютерной сети и участка сети

квантовых коммуникаций.

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

**Знать:**

- принципы построения систем связи, телекоммуникационных систем различных типов;
- нормативно-технические документы, регламентирующие предпроектную подготовку, внедрение и эксплуатацию систем связи (телекоммуникационных систем);
- документы, определяющие требования к составу, содержанию, оформлению проектной документации.

**Уметь:**

- выявлять и анализировать преимущества и недостатки вариантов проектных решений; разрабатывать и представлять презентационные материалы по проекту;
- определять состав и порядок администрирования подсистемы информационной безопасности;
- управлять трафиком для защиты информации при работе с базами данных, при передаче по компьютерным сетям;
- осуществлять мониторинг администрируемых сетевых устройств для оценки уровня безопасности компьютерных сетей.

**Владеть:**

- навыками организации и поддержки выполнения комплекса мер по обеспечению информационной безопасности, мониторинга функционирования подсистем информационной безопасности компьютерных сетей;
- современными информационно-коммуникационными технологиями, в том числе специализированным программным обеспечением для решения задач проектирования и проведения расчетов.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

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

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

Тип учебных занятий	Количество часов	
	Всего	Семестр №8
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	50	50
В том числе:		
Занятия лекционного типа	30	30
Занятия семинарского типа	20	20

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 94 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

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

##### 4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	Основы системного подхода к проектированию систем и линий передачи Рассматриваемые вопросы: - системный подход к проектированию, структура процесса проектирования.
2	Выбор конфигурации проектируемой сетевой структуры Рассматриваемые вопросы: - методика и начальные этапы проектирования сети, исходные данные, выбор размера и структуры сети.
3	Обоснование выбора сетевой структуры, определение нагрузки на соединительные линии Рассматриваемые вопросы: - изучение технических требований по оборудованию и интерфейсам сетей доступа; - освоение методики расчёта нагрузки в сетях доступа.
4	Выбор оптических интерфейсов, оптического волокна и сетевого оборудования

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные конструкции и элементы оптических кабелей;</li> <li>- классификация волоконно-оптических кабелей;</li> <li>- диэлектрические кабели связи для железных дорог;</li> <li>- комбинированные кабели для железных дорог;</li> <li>- трасса волоконно-оптической линии связи.</li> </ul>
5	<p><b>Многоканальные волоконно-оптические системы передачи</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- общие сведения;</li> <li>- технологии передачи цифровых сигналов;</li> <li>- плезиохронная цифровая иерархия;</li> <li>- синхронная цифровая иерархия;</li> <li>- асинхронный режим передачи;</li> <li>- технология IP.</li> </ul>
6	<p><b>Волоконно-оптические телекоммуникационные сети связи</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- системные аспекты создания цифровых сетей связи;</li> <li>- структура телекоммуникационных сетей связи железных дорог;</li> <li>- первичная сеть связи;</li> <li>- вторичные сети связи.</li> </ul>
7	<p><b>Система тактовой синхронизации цифровых сетей связи</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- источники синхронизации цифровых сетей связи;</li> <li>- аппаратура переключения каналов.</li> </ul>
8	<p><b>Надежность и устойчивость сетей связи</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- факторы, влияющие на надежность;</li> <li>- расчет надежности ВОЛП;</li> <li>- способы повышения надежности первичной сети.</li> </ul>
9	<p><b>Контроль и измерение каналов трактов</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- измерение оптической мощности;</li> <li>- измерение затухания ВОК;</li> <li>- методы измерения затухания с использованием проходящего света (метод обрыва);</li> <li>- метод вносимых потерь.</li> </ul>
10	<p><b>Инфокоммуникационные технологии, применяемые в современных ВОСС</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- протоколы;</li> <li>- топологии;</li> <li>- форматы данных;</li> <li>- виды мультиплексирования;</li> <li>- форматы используемой модуляции и кодирования для инфокоммуникационных технологий PDH, SDH, Ethernet, OTN.</li> </ul>
11	<p><b>Принципы и протоколы квантового распределения ключей (КРК)</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проблемы распределения ключей для современной защиты информации;</li> <li>- основные принципы КРК;</li> <li>- обзор основных протоколов КРК;</li> <li>- протокол BB84.</li> </ul>
12	<p><b>Мультиплексирование в системах магистральных квантовых коммуникаций на</b></p>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	основе ВОЛС Рассматриваемые вопросы: - технологии спектрального мультиплексирования xWDM; - оптические мультиплексаторы xWDM; - мультиплексаторы квантового и классического канала.
13	Протяженные квантовые сети. Квантовая запутанность. Квантовые повторители Рассматриваемые вопросы: - проблемы создания протяженных квантовых сетей; - квантовая запутанность и телепортация квантового состояния.
14	Современное оборудования для магистральных защищенных квантовых сетей с использованием протокола КРК на основе ВОЛС Рассматриваемые вопросы: - мировой уровень развития квантовых сетей; - зарубежное и отечественное оборудование для магистральных защищенных квантовых сетей с использованием протокола квантового распределения ключей.
15	Современное оборудования для магистральных защищенных квантовых сетей с использованием протокола КРК на основе ВОЛС.(продолжение) Рассматриваемые вопросы: - актуальные задачи развития квантовых сетей.

## 4.2. Занятия семинарского типа.

### Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	Потери соединения волоконных световодов В результате выполнения работы студент получит знания о механизмах возникновения потерь при соединении волоконных световодов, приобретение навыков их экспериментального исследования и теоретической оценки, реализация оптической юстировки, сравнение потерь для случаев многомодовых и одномодовых световодов.
2	Измерение затухания оптических волокон методом обрыва В результате выполнения работы студент получит практические навыки по освоение методик измерения затухания оптических волокон.
3	Измерение затухания оптических волокон методом вносимых потерь В результате выполнения работы студент получит практические навыки по освоение методик измерения затухания оптических волокон.
4	Измерение потерь в оптических волокнах при их изгибах В результате выполнения работы студент получит практические навыки по изучению зависимости потерь в оптических волокнах от их изгибов и измерение этой? зависимости.
5	Оптический рефлектометр во временной области (OTDR) В результате выполнения работы студент ознакомится с принципом действия импульсного оптического рефлектометра во временной области (OTDR), приобретение навыков практической работы на рефлектометре, измерение затухания волоконно- оптического тракта, измерение потерь на отражение и определение места повреждения оптического волокна.
6	Оптический ответвитель В результате выполнения работы студент изучит характеристики волоконно-оптического ответвителя, приобретет навыки практического использования ответвителей.
7	Источники оптического излучения ВОСП

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	В результате выполнения работы студент получит знания о принципах работы полупроводниковых источников излучения - лазерных диодов (ЛД) и светоизлучательных диодов (СИД), экспериментальное изучение основных рабочих характеристик ЛД и СИД - Вт/А характеристик, спектра излучения и диаграммы направленности, приобретение навыков практической работы с источниками излучения ВОСП.
8	Оптический мульти/демультиплексор В результате выполнения работы студент изучит принцип действия и основных характеристик оптического мульти/демультиплексора, используемого в аппаратуре ВОСП со спектральным уплотнением каналов в диапазонах длин волн 1.33/1.55 мкм.
9	Измерение характеристик оптического изолятора В результате выполнения работы студент изучит принципы действия и основных характеристик оптического изолятора (оптического вентиля).
10	Исследование распространения света в пленочных интегрально-оптических волноводах В результате выполнения работы студент получит знания о процессах распространения оптических мод в тонкопленочных оптических волноводах; приобретение навыков экспериментального определения постоянных распространения мод.

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Разработать магистральную защищенную квантовую сеть
2	Подготовка к лабораторным работам
3	Подготовка к промежуточной аттестации.
4	Подготовка к текущему контролю.

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Канальный уровень модели OSI: метод. указ. к лаб. раб. по дисц. Сети ЭВМ и телекоммуникации для студ. 4 курса спец. Вычислительные машины, комплексы, системы и сети, напр. Информатика и вычислительная техника / Б.В. Желенков; МИИТ. Каф. Вычислительные системы и сети. - М.: МИИТ, 2011. - 50 с.	<a href="https://library.miit.ru/bookscatalog/metod/03-41547.pdf">https://library.miit.ru/bookscatalog/metod/03-41547.pdf</a>
2	Маршрутизация в компьютерных сетях: учеб. пособие по дисц. Сети и телекоммуникации для студ. напр. Информатика и вычислительная техника /	<a href="https://library.miit.ru/bookscatalog/metod/DC-407.pdf">https://library.miit.ru/bookscatalog/metod/DC-407.pdf</a>

	Я. М. Голдовский, Б. В. Желенков, Н. А. Цыганова; МИИТ. Каф. Вычислительные системы и сети. - М.: РУТ(МИИТ), 2017. - 114 с. - Б. ц.	
3	Исследование цифровых схем в лабораторном комплексе с использованием системы NI ELVIS II: учеб. пособие по дисц. Схемотехника цифровых систем, Схемотехника памяти и аналоговых схем для студ. спец. Вычислительные машины, комплексы, системы и сети / Е. С. Богодистова, И. С. Долгов, Б. В. Желенков; МИИТ. Каф. Вычислительные системы и сети. - М.: МИИТ, 2012. - 223 с.	<a href="https://library.mii.ru/bookscatalog/upos/13-1378.pdf">https://library.mii.ru/bookscatalog/upos/13-1378.pdf</a>
4	Маршрутизация в глобальных сетях. Протокол BGP: учеб. пособие по дисц. Сети ЭВМ и телекоммуникации для студ. 4 курса спец. Вычислительные машины, комплексы, системы и сети, напр. Информатика и вычислительная техника / Б.В. Желенков; МИИТ. Каф. Вычислительные системы и сети. - М.: МИИТ, 2011. - 183 с.	<a href="https://library.mii.ru/miitpublishing/12-1780.pdf">https://library.mii.ru/miitpublishing/12-1780.pdf</a>

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

Научно-техническая библиотека РУТ(МИИТ) <http://library.mii.ru/>  
Официальный сайт по поддержке решений Cisco <https://www.cisco.com/>  
Форум специалистов по информационным технологиям <http://citforum.ru/>  
Интернет-университет информационных технологий <http://www.intuit.ru/>  
Тематический форум по информационным технологиям <http://habrahabr.ru/>

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

Microsoft Windows  
Microsoft Office  
Интернет-браузер (Yandex и др.)

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

Учебная аудитория для проведения учебных занятий (занятий лекционного типа, лабораторных работ):

- компьютер преподавателя, рабочие станции студентов, серверы доступа, коммутаторы, маршрутизаторы, межсетевые экраны, WI-FI роутеры, мультимедийное оборудование, доска.

Аудитория подключена к сети «Интернет».

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 8 семестре.

10. Оценочные материалы.

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

Авторы:

заведующий кафедрой, доцент, к.н.  
кафедры «Вычислительные системы,  
сети и информационная  
безопасность»

Б.В. Желенков

Согласовано:

Заведующий кафедрой ВССиИБ  
Председатель учебно-методической  
комиссии

Б.В. Желенков

Н.А. Андриянова