

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



Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
базового высшего образования
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: 03.06.2026

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; получат 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-4 - Способность управлять планово-профилактическими работами и проводить техническое обслуживание на оборудовании компьютерной сети и участка сети квантовых коммуникаций;

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 3 з.е. (108 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 58 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

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

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- основные принципы КРК; - обзор основных протоколов КРК; - протокол ВВ84.
12	Мультиплексирование в системах магистральных квантовых коммуникаций на 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	Современные 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	Современные 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 освоению методик измерения затухания оптических волокон.
3	Измерение затухания оптических волокон методом вносимых потерь В результате выполнения работы студент получит практические навыки по освоению 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.

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
6	Оптический ответвитель В результате выполнения работы студент изучит характеристики волоконно-оптического ответвителя, приобретет навыки практического использования ответвителей.
7	Источники оптического излучения ВОСП 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.	https://library.miit.ru/bookscatalog/metod/03-41547.pdf

2	Маршрутизация в компьютерных сетях: учеб. пособие по дисц. Сети и телекоммуникации для студ. напр. Информатика и вычислительная техника / Я. М. Голдовский, Б. В. Желенков, Н. А. Цыганова; МИИТ. Каф. Вычислительные системы и сети. - М.: РУТ(МИИТ), 2017. - 114 с. - Б. ц.	https://library.miit.ru/bookscatalog/metod/DC-407.pdf
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.	https://library.miit.ru/bookscatalog/upos/13-1378.pdf
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.	https://library.miit.ru/miitpublishing/12-1780.pdf

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

Научно-техническая библиотека РУТ(МИИТ) <http://library.miit.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
и квантовые коммуникации»

Б.В. Желенков

Согласовано:

Заведующий кафедрой ВССиИБ

Б.В. Желенков

Председатель учебно-методической
комиссии

Н.А. Андриянова