

лельности образца относительно обрабатывающих инструментов (резец и индентор).

На основании проведенных исследований можно сформулировать ряд выводов:

1. Финишная обработка покрытия методом БУФО обеспечивает существенное уменьшение количества трещин в покрытии и снижение шероховатости поверхности.

2. Проводить обработку поверхности БУФО с проходом индентора более 6 раз не целесообразно в связи с формированием дефектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Химухин С.Н., Ри Хосен, Верхотуров А.Д. Ри Э.Х. Формирование структуры слоя на металлах и сплавах при электроискровой обработке. Издательство ДВГУПС, г. Хабаровск 2010. – 240 с.

2. Ли, В.Н. Улучшение токопроводящих свойств зажимов контактной сети / В.Н. Ли, И.В. Игнатенко, С.Н. Химухин, М.А. Теслина // Вестник Ростовского ГУПС. – 2008. – № 4.- С. 119 – 124.

3. Михайлюк А.И., Иванов А.Н., Капуткина Л.М., Гитлевич А.Е. Особенности формирования субструктуры поверхностного слоя некоторых металлов после электроискрового легирования и поверхностной пластической деформации // Электроискровая обработка материалов. 1995. № 1.

4. Браиловский Г. Э., Ляшенко Б. А., Цыгулев О. В. и др. Разрушение защитных покрытий различной конструкции и толщины // Пробл. прочности.- 1990. - № 3. - С. 97 - 101.

5. Химухин С.Н. Астапов А.И., Теслина М.А., Гостищев В.В., Ри Хосен, Ри Э.Х. Электродный материал из алюминидов никеля. // Вопросы материаловедения. 2012, №3 (71). С. 97-102.

УДК 621.39

Д. В. Вегера¹, В. Н. Власов¹, Д. С. Мажаров¹, В. П. Писаренко¹,
А. Н. Шевцов²

(¹Тихоокеанский государственный университет, Хабаровск;

²Дальневосточный государственный университет путей сообщения, Хабаровск)

УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ КОМПЛЕКС РАДИОРЕЛЕЙНОЙ СВЯЗИ

В данной статье рассматривается структура учебно- лабораторного комплекса цифровой радиорелейной связи. Предложена схема радиорелейного канала связи между Тихоокеанским государственным университетом и Дальневосточным государственным университетом путей сообщения.

Ключевые слова: лабораторный комплекс, радиорелейная связь, NEC Pasolink NEO.

Практические и лабораторные занятия – это неотъемлемая часть обучения в университете, особенно для технических направлений и профилей. Практическая подготовка в большинстве случаев подразумевает занятия на учебных стендах, где моделируется или имитируется работа тех или иных устройств.

Однако занятия на учебных стендах не дают полного представления о будущей практической деятельности современного инженера. Поэтому работа с реальным оборудованием, даже в лабораторных условиях, будет намного эффективнее. Построение такого лабораторного комплекса в условиях, приближенных к реальным, позволяет студентам и преподавателям намного расширить возможности лабораторного практикума, а также решать некоторые исследовательские задачи. В декабре 2015 года в соответствии с соглашением о сотрудничестве Министерства связи Хабаровского края, ведущих операторов связи и ВУЗов Хабаровского края произошла передача телекоммуникационного оборудования компании ПАО «МТС» кафедре «Вычислительная техника» ТОГУ. Номенклатура переданного оборудования, а также его характеристики, позволяют организовать технологию его применения путем комплексирования в виде некоторых телекоммуникационных структур. В качестве одной из первых таких структур предлагается создание учебно-лабораторного комплекса цифровой радиорелейной связи между ТОГУ и ДВГУПС с возможностью проведения на нем лабораторных занятий и решения исследовательских задач по таким специальным дисциплинам как «Спутниковые и радиорелейные системы передачи», «Многоканальные телекоммуникационные системы», «Сети связи и системы коммутации». При создании такого комплекса студенты телекоммуникационных направлений, специальностей и профилей подготовки ТОГУ и ДВГУПС смогут изучать технику радиорелейной связи и осваивать технологии обслуживания и эксплуатации многоканальных цифровых систем передачи практически в реальных условиях.

Радиорелейная связь – вид наземной радиосвязи, основанный на последовательной ретрансляции радиосигналов промежуточными ретрансляционными станциями. Используются дециметровый и более высокочастотные диапазоны волн вместе с высоконаправленными антеннами. Использование радиорелейной связи позволяет создавать линии передачи информации на расстояния, превышающие дальность связи между соседними приемопередающими станциями (рис. 1).

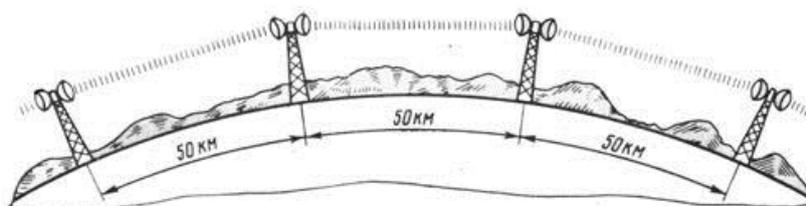


Рис.1. Схема организации радиорелейной связи

Термин «релейная» (relay – реле, эстафета, ретранслировать) используется в соответствии с первоначальным применением магнитных реле для увеличения дальности телеграфной связи. В современных радиосистемах практиче-

ски отсутствуют реле, но термин «радиорелейная» связь получил широкое распространение.

Наиболее распространенными являются диапазоны от 2 до 38 ГГц, которые относятся к «классическим» радиорелейным частотным диапазонам. Для одного «классического» радиорелейного частотного диапазона выделяется полоса частот не более 28 МГц или 56 МГц. Законы распространения и ослабления радиоволн, а также механизмы появления многолучевого распространения в данных диапазонах в мировой практике хорошо изучены. Накоплен большой опыт и статистика использования радиорелейных линий связи.

Решениями ГКРЧ для радиорелейной связи недавно выделены диапазоны от 38 ГГц до 92 ГГц, которые являются более новыми и менее изученными. Несмотря на это данные диапазоны считаются перспективными с точки зрения увеличения пропускной способности радиорелейных линий связи, т.к. в данных диапазонах возможно выделение более широких частотных каналов.

Разработаны эффективные методики проектирования, использующие достаточно представительную статистику, позволяющие получить параметры качества связи, практически ни в чем не уступающие волоконно-оптическим линиям.

Разработка радиотрассы

Радиоканал образуется между двумя объектами. Для построения системы передачи, наиболее приближенной к реальной, антенны оконечных станций размещаются на разных зданиях, достаточно удаленных друг от друга. Размещение второй части лабораторного комплекса в другом ВУЗе позволяет проводить совместные лабораторные работы студентов, поэтому в качестве второй точки были рассмотрены несколько вариантов:

- Дальневосточный государственный университет путей сообщения;
- Дальневосточный государственный гуманитарный университет;
- Хабаровский техникум железнодорожного транспорта.

Кроме того, рассматривался вариант размещения ретранслятора на крыше ХТЖТ при невозможности организации прямого радиоканала между ТОГУ и ДВГУПС, но при изучении радиотрассы ТОГУ – ХТЖТ обнаружилось, что нет возможности обойти некоторые высотные здания.

Расчет трассы прохождения радиоканала осуществляется как определение зоны взаимной прямой видимости при размещении антенно-фидерных устройств на крышах рассматриваемых объектов.



Рис. 2. Схема радиотрассы ТОГУ – ДВГУПС

На схеме (рис.2) черными точками отмечены здания, располагаемые вблизи от предполагаемой радиотрассы. Здания ограничивают прямую видимость таким образом, что остается только коридор шириной около 10 метров (рис.3). В данном случае уже при монтаже антенн возникает необходимость определения точного их местоположения на крышах зданий с последующей юстировкой антенн по тестовым сигналам.

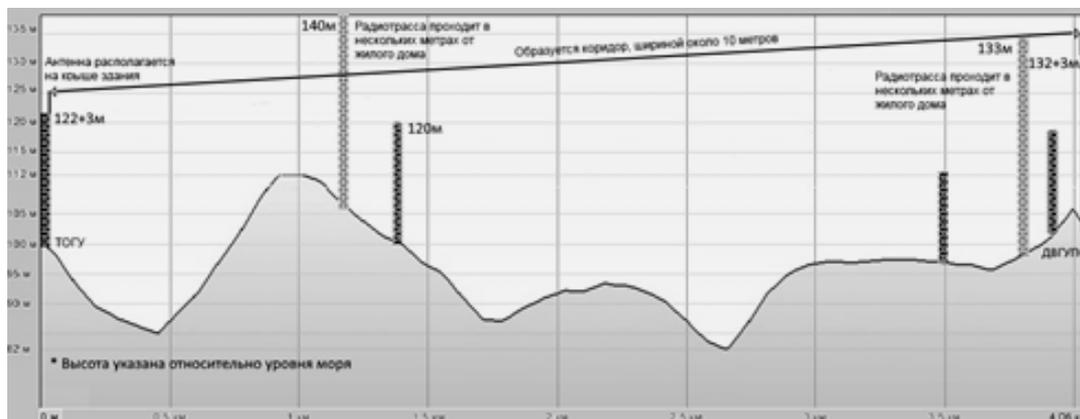


Рис. 3. Схема профиля радиотрассы ТОГУ – ДВГУПС

Для построения рассматриваемого комплекса предлагается использовать цифровую радиорелейную систему NEC Pasolink NEO.

Основные характеристики NEC Pasolink NEO

Чтобы обеспечить надежные цифровые линии доступа и полностью использовать потенциал новых перспективных сетей, корпорация NEC разработала продукт Pasolink NEO, который представляет собой узкополосную двухточечную цифровую радиорелейную систему, работающую в радиочастотных (RF, РЧ) диапазонах: 6/7/8/11/13/15/18/23/26/28/32/38/52 ГГц.

Эта система удовлетворяет постоянно возрастающий спрос на услуги цифровой связи, она дает возможность обеспечить потребности в линиях доступа для общественной службы связи, в выделенных каналах, сетях для городских и сельских районов, а также во временных сетях и сетях для чрезвычайных ситуаций.

Оборудование Pasolink имеет очень высокие рабочие характеристики и вместе с тем – достаточную гибкость системы; его легко устанавливать; его надежность проверена в реальных условиях эксплуатации.

Система Pasolink NEO (рис. 4) предоставляет интерфейсы типов PDH (плезиохронная (т.е. «почти синхронная») цифровая иерархия), SDH (синхронная цифровая иерархия) и LAN (локальная вычислительная сеть, ЛВС). Передаются следующие сигналы: 4 - 48 x E1, 1 - 2 x E3, 1 – 2 x STM-1, 2/4 x 10/100 Base-T(X) и сигналы GbE (Гигабит-Ethernet).

Система состоит из антенн, а также из двух блоков – наружного блока ODU (размещаемого вне здания) и комнатного блока IDU. Эти блоки соединены коаксиальным кабелем – своим для каждого РЧ канала. Имеются следующие типы конфигурации: незащищенная (1+0) и защищенная (1+1).



Рис. 4. Внешний, внутренний блок и антенна системы NEC Pasolink NEO

Радиооборудование обладает превосходными масштабируемыми характеристиками и универсальными интерфейсами, что позволяет управлять IP сетями в условиях быстрого и масштабного роста. Оборудование NEO обеспечивает интеграцию с магистральной сетью WiMAX, услугами беспроводного доступа xDSL, услугами «приватного» внутрисетевого обмена данными и др.

Характеристики системы:

- Полоса частот: 6/7/8/11/13/15/ 18/23/26/28/32/ 38/52 ГГц;
- Пропускная способность от 155 Мбит/с до 1 Гбит/с.;
- Интерфейсы: 4-48E1, 1-2E3, STM-1 (электрический /оптический S.1-1, L.1-1), Ethernet 10/100Base-T, 1Gb.
- Гибкая конфигурация системы: 1+0, 1+1 (HS/SD/TP);
- Программный выбор модуляции (от QPSK до 128QAM).

Структура лабораторного комплекса

На обоих концах радиоканала организуются специализированные аудитории, в которых разместятся стойка с внутренним оборудованием и рабочие места. В стойке устанавливается комнатный блок размером 1U.

Комнатный блок имеет 6 функций (MPX, MODEM, DPU, INTFC, управление и блок питания). Функция мультиплексера (MPX) – это интерфейс к наружному блоку ODU. Функция модулятор/ демодулятор (MODEM) – это выбор типа модуляции (QPSK или 16/32/128QAM), причем программным путем. Функция MODEM включает также упреждающую коррекцию ошибок (FEC). Функция пользовательского интерфейса обеспечивается для ИФ: PDH, SDH и Ethernet.

Внутренний и наружный блоки соединяются между собой коаксиальным кабелем 50 Ом (5D-FB, 8D-FB, 10D-FB). При использовании высококачественного коаксиального кабеля 10D-FB максимальная длина соединительной линии ODU-IDU может достигать 350 м. По кабелю передаются: сигналы данных ввода-вывода, питание DC (пост. ток), сигналы тревоги, питание передатчика; сигналы управления частотой, мощностью передатчика, уровнем принимаемого сигнала, а также сигналы слежения за напряжением в первичной цепи блока ODU. В зависимости от типа кабеля, расстояние между блоками IDU – ODU может быть более 300 м.

Так как промежуточные частоты передатчика (340 МГц) и приемника (140 МГц) разные, то оказывается достаточно одного коаксиального кабеля.

Для организации четырех рабочих мест используется маршрутизатор, который напрямую подключается к мультиплексу системы NEC Pasolink NEO (рис. 5).

Предлагаемый радиорелейный комплекс позволяет организовать проведение лабораторного практикума по достаточно широкому спектру работ, как при изучении высокочастотного оборудования системы, так и для освоения цифровых технологий многоканальной связи.

Рассмотренная структура представляет собой одно из транспортных звеньев современной сети связи. В дальнейшем при успешной реализации эта структура может стать базовой для построения мультитехнологичной транспортной сети путем ее развития за счет присоединения к ней оборудования, имеющегося в распоряжении связевых кафедр обоих ВУЗов. При этом возможно развитие как транспортного сегмента исходной структуры за счет присоединения к ней волоконно-оптических линий связи с технологиями STM и DWDM, так и сегментов абонентского доступа с подключением узлов коммутации общего назначения и передачи данных.

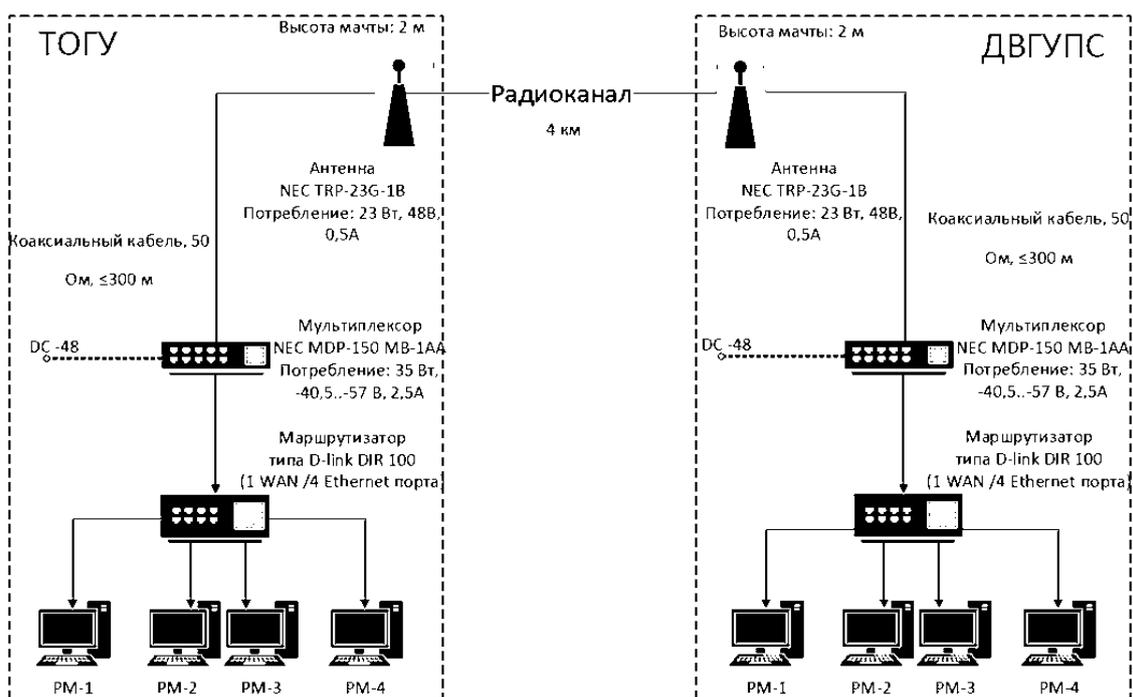


Рис. 5. Схема организации лабораторного комплекса радиорелейной связи

ЛИТЕРАТУРА

1. Цифровая радиорелейная система NEC Pasolink NEO. URL: http://nec-pasolink.narod.ru/PASOLINK_Neo_RUS.pdf
2. Радиорелейные системы. URL: <http://radiotech-student.ru/studentam/radiorelay-systems>
Решения ГКРЧ о выделении полосы радиочастот № 06-14-02-001 от 29.05.06, № 10-07-04-1, №10-07-04-2 от 15.07.10, № 06-13-04-001 от 24.04.06