

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ С УЧЕТОМ ПЕРЕДАЧИ ГОЛОСОВОЙ ИНФОРМАЦИИ

Ю. С. Поляков, М. Н. Крижановский

Рассматривается определение методологии построения многофункциональных производственных систем связи, предусматривающих как технологическую, так и абонентскую связь. Определяется алгоритм создания систем и сетей связи для повышения надежности передачи информации и качества передаваемой информации с применением различных протоколов передачи данных, а также упрощение и расширение возможностей мониторинга технического состояния оборудования. Изложены основные принципы построения современных телекоммуникационных систем с применением отечественного оборудования и рассмотрены варианты их расширения. Представлен проект схемы передачи информации с возможностью масштабирования производственной сети с учетом передачи голосовой информации. Уделено особое внимание передаче голосовой информации в телекоммуникационных системах как основному способу коммуникации как технического, так и эксплуатирующего систему персонала в реальном времени.

Ключевые слова: телекоммуникация, голосовая информация, мультиплексирование, цифровой поток.

Введение

Телекоммуникационные системы связи активно применяются как в промышленности или бизнесе, так и в частной сфере и представляют собой аппаратно-программные средства, предназначенные для коммутации, мультиплексирования и управления потоками данных. Основной задачей телекоммуникационных систем связи является обеспечение оперативного и надежного обмена информацией между абонентами, а также сокращение временных, ресурсных и экономических затрат на передачу данных. Телекоммуникационные системы связи – это основа стабильного функционирования множества отраслей промышленности.

Залогом эффективной и долгосрочной работы оборудования телекоммуникационных систем связи является его эксплуатация, для чего необходимо наличие эксплуатирующего персонала и повышение качества его коммуникации.

Речь – это наиболее удобное средство коммуникации для эксплуатирующего персонала во время проведения технического обслуживания, эксплуатации и ремонта оборудования. Подобная коммуникация особенно актуальна в режиме реального времени. К тому же голосовая информация более емкая с точки зрения объема данных, что снижает требования к кодированию информации с целью уменьшения общего объема данных.

В телекоммуникационных системах связи может применяться информация, представленная как в цифровом, так и в аналоговом виде. Также телекоммуникационные системы связи подразделяются по типу используемой среды: кабельные, оптоволоконные и эфирные. При этом в одной телекоммуникационной сети могут одновременно применяться все указанные выше среды. Телекоммуникационную сеть связи можно интерпретировать в виде графа, состоящего из узлов (узлов доступа) и ребер (линий связи). Графическое представление типов сетей связи представлено на рис. 1.

Реализация

При проектировании системы связи необходимо учитывать особенности передаваемых по этой сети данных. Для обеспечения передачи голосовой информации необходимо принять во внимание не только параметры исходного сигнала, но и возможности потребителя информации. В случае с речью, как и любой другой звуковой информацией, конечным потребителем информации является человеческое ухо. Человеческое ухо воспринимает информацию в диапазоне от 16 до 20 000 Гц. Сигнал с подобным диапазоном занимает слишком много ресурсов системы, поэтому можно прибегнуть к такому формату передачи голосовой информации, как канал тональной частоты (ТЧ).

Канал тональной частоты применяется для передачи телефонных сигналов, а также сигналов данных, факсимильной и телеграфной связи в эффективно передаваемой полосе частот 0,3 – 3,4 кГц [1]. Данная полоса частот удобна для передачи речевой информации, так как основная энергия звукового сигнала лежит в области частот от 100 Гц до 4 кГц. При выборе такой полосы канала тональной частоты теряются высокие частоты, но сохраняются разборчивость и узнаваемость голоса при экономном использовании частотного ресурса.

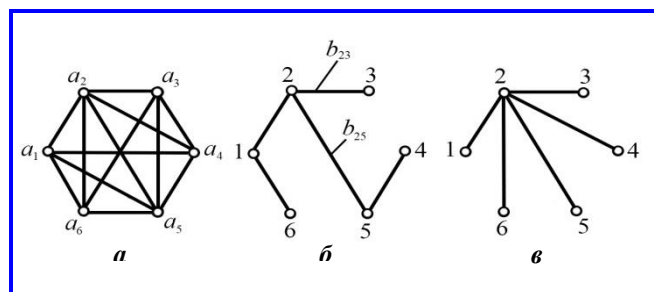


Рис. 1. Примеры построения сетей связи:
 а – полностью связное («каждый с каждым»); б – древовидное;
 в – радиальное (звездообразное); $a_1 \dots a_6$, $1 \dots 6$ – узлы
 (узлы доступа); b_{23} , b_{25} – ребра (линии связи)

После преобразования канала тональной частоты из аналогового вида в цифровой вид будет получен основной цифровой канал со скоростью передачи 64 Кбит/с. В международных обозначениях основной цифровой канал принято обозначать E0. Скорости передачи 64 Кбит/с достаточно для того, чтобы вести дуплексные переговоры операторов оконечного оборудования узлов доступа, но для масштабирования системы потребуется более организованные потоки данных. Наиболее удобной реализацией передачи 64 Кбит/с будет использование «выделенного» цифрового канала для каждого канала ТЧ. Такой возможностью обладает цифровой поток E1. Цифровой поток E1 обеспечен не только пропускной способностью 2048 Кбит/с, что позволяет обеспечивать трансфер 32-х исходных каналов тональной частоты, но и структурно поделен на два технологических и тридцать информационных каналов (тайм-слотов). Подобное разделение позволяет обеспечивать мониторинг не только всего потока, но и каждого тайм-слота в рассматриваемом потоке.

В статье будет рассматриваться построение системы типа «звезда» [2]. Выбор подобной реализации обусловлен необходимостью создания информационного центра системы, отвечающего за стабильную работу каждого узла доступа независимо от его физического удаления от информационного центра и выполняемых им задач. Пример системы типа «звезда» представлен на рис. 1, в. Полносвязный тип (рис. 1, а) отличается повышенной надежностью, так как информационным центром системы может стать любой узел доступа, однако для подобной реализации необходимы неоправданно большие ресурсные затраты. Древовидный тип (рис. 1, б) организован таким образом, что оператор информационного центра не может

однозначно установить причину неисправности, возникшую на узлах доступа 5 или 4.

Также передача голосовой информации может подразумевать не только телефонию, но и громкоговорящие системы, системы оповещения или системы закрытой конференц-связи. Для унифицированного доступа всех абонентов в систему удобнее всего применять универсальный кросс.

С кросса информация переключается на узел доступа, где преобразуется в формат E1. Основной принцип разделения цифрового потока E1 определен стандартом G.704 (Рекомендация ITU-T G.704 «Структура синхронных кадров, которые используются на первом и втором уровне скоростей передачи данных»). В отличие от стандарта G.703 (Рекомендация ITU-T G.703 «Физические и электрические характеристики иерархических цифровых интерфейсов»), G.704 имеет строго определенную структуру. Далее информация по выделенному каналу цифрового потока E1 передается на информационный центр, отвечающий за распределение и обработку голосовой информации, получаемой от узла доступа.

На рис. 2 представлена схема телекоммуникационной системы связи.

В основе конструкции системы лежит принцип «модульности». Это означает, что система проектируется и настраивается таким образом, что отказ одного из узлов доступа системы, даже информационного узла, критическим образом не повлияет на работоспособность системы в целом. Также модульность вновь создаваемой системы позволит в короткие сроки и с минимальными как финансовыми, так и временными затратами масштабировать ее подключение к системе любого источника информации в формате каналов ТЧ.

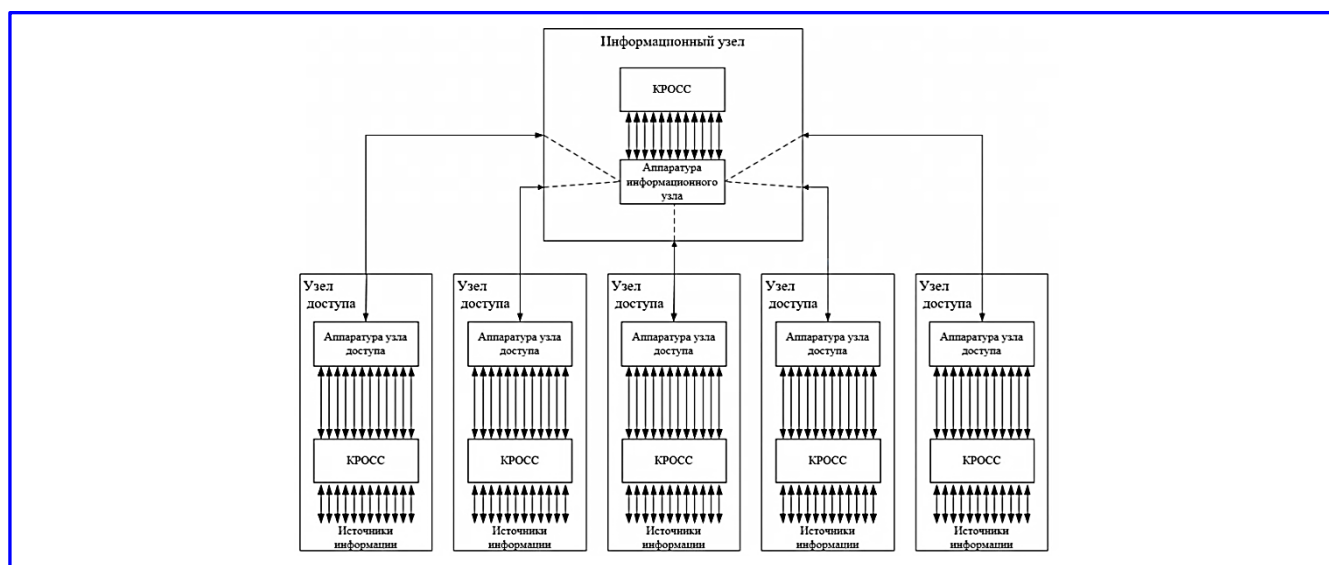


Рис. 2. Телекоммуникационная система связи с интеграцией голосовой информации

Устройство узлов системы

Узлы доступа и информационный узел (составные части) системы могут быть разработаны на базе отечественного телекоммуникационного оборудования.

Основной функционал составной части системы заложен в двух основных устройствах:

гибкий мультиплексор Nateks MMX-12 применяется в качестве базового оборудования на узле системы и обеспечивает выполнение следующих функций:

- формирование: прием и обработка и преобразование голосовой информации, поступающей в формате ТЧ из нескольких источников в цифровой поток E1;

- интеграция: включает данные, получаемые от сторонних устройств системы в цифровой поток, образуя систему «голос + данные» и разделяя их по разным временным интервалам внутри цифрового потока E1;

- программируемый кросс-коннект: внутреннее распределение поступающих данных как между тайм-слотами внутри отдельного цифрового потока E1, так и между цифровыми потоками E1;

- надежность: благодаря модульному устройству «корзины» и унифицированным посадочным местам модулей обеспечивает резервирование как на схмотехническом уровне, так и на уровне комплектующих мультиплексора, с возможностью дублирования и быстрой замены установленных плат;

- коммутатор Nateks NetXpert NX-3424, работающий по стандарту Ethernet, объединяет устройства в одну локальную сеть, что упрощает управление, настройку и контроль технического состояния оборудования [5].

Набор модулей для каждого мультиплексора может быть определен исходя из выполняемых узлом доступа задач.

Для создания телекоммуникационной системы связи, способной эффективно передавать голосовую информацию, интегрированную в общий поток данных, необходим следующий набор модулей:

- модуль Nateks-MMX-S-4E1 служит для формирования четырех агрегатных потоков пропускной способностью до 2048 Мбит/с каждый, предназначенных для мультиплексирования до 30-ти цифровых и аналоговых интерфейсов в поток E1;

- модуль Nateks-MMX-S-TDMoEA, V1 служит для формирования системы «голос + данные»;

- модуль Nateks-MMX-S-8EM служит для подключения к гибкому мультиплексору источников сигнала в формате ТЧ канала.

Также следует учесть возможность подключения стандартных автоматических телефонных станций, для формирования выделенной телефонной конференции между абонентами системы [4].

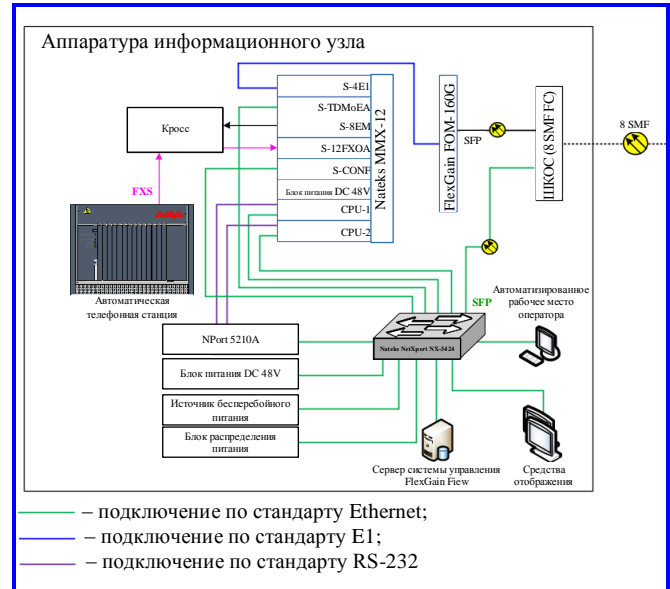


Рис. 3. Функциональная схема информационного узла

Необходимо предусмотреть автономное электропитание оборудования, независимо от характеристик питающего напряжения, необходимого для корректной работы различного телекоммуникационного оборудования, размещенного на узле системы, это может быть достигнуто интеграцией в узел источника бесперебойного питания и блока распределения питания, подключенного и контролируемого по этой же телекоммуникационной сети [3].

После совершенных преобразований объединенная информация передается на оптический мультиплексор FlexGain FOM-16OG, где преобразуется в оптический вид и может быть передана на информационный узел.

Функциональная схема информационного узла представлена на рис. 3. Информационный узел имеет схожую структуру в сравнении с узлами доступа, но с целью работы с большими объемами перераспределяемой информации и необходимостью расширенного мониторинга информационный узел необходимо дооснастить дополнительным оборудованием для обработки увеличенного количества цифровых потоков. Также к информационному узлу системы предъявляются повышенные требования надежности.

Для выполнения этих требований в составные части системы следует интегрировать сервера последовательных интерфейсов. Они позволяют резервировать настройки оборудования и его адресацию, что значительно упрощает доступ к вышедшему из строя оборудованию. При выходе из строя канала передачи на узле доступа переход на работоспособный канал может быть осуществлен как

в автоматизированном, так и в ручном режиме путем замены отказавшего блока. Подобный подход к резервированию оборудования позволяет обеспечить беспереывную передачу как голосовой информации, так и других потоков данных.

Заключение

Применение технологий цифрового потока Е1 при передаче голосовой информации позволяет интегрировать передаваемую информацию в поток данных, проходящих по телекоммуникационной системе связи, исключив замирания, прерывания и потери данных при ведении переговоров как эксплуатирующего персонала системы, так и сторонних абонентов, что в значительной степени повышает безопасность и скорость работы производственного персонала.

Литература

1. ГОСТ Р 51820-2001. Устройства преобразования сигналов для радиоканалов тональной частоты : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Постановлением Госстандарта России от 30 октября 2001 г. № 443-ст : введен впервые : переиздание. Июль 2020 г. : дата введения 2002-07-01 /

разработан Самарским отраслевым научно-исследовательским институтом радио (СОНИИР). – Москва : ИПК Издательство стандартов, 2001. – 12 с.

2. Галас, В. П. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации. Часть 2. Сети и телекоммуникации / В. П. Галас. – Владимир : Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых, 2017. – 284 с.

3. Грабовецкий, Д. С. Разработка предложений по управлению электропитанием телекоммуникационного оборудования на сетях связи с некруглосуточным дежурством через канал тональной частоты / Д. С. Грабовецкий, А. В. Старцев, А. В. Тезин // Студенческая наука: Актуальные вопросы, достижения инновации: сборник статей VII Международной научно-практической конференции. – Пенза : МЦНС «Наука и Просвещение», 2022. – С. 44–49.

4. Суворов, А. П. Особенности развития современных телекоммуникационных сетей / А. П. Суворов, А. С. Лесников // Вестник Воронежского института высоких технологий. – Воронеж : Воронежский институт высоких технологий – автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования, 2020. – С. 46–48.

5. Забиров, Ш. С. Передача речевой информации в сетях Ethernet / Ш. С. Забиров // Актуальные вопросы современной науки. – Омск : Омский государственный технический университет, 2016. – С. 246–254.

Поступила в редакцию 18.06.2024

*Юрий Сергеевич Поляков, аспирант, т. +7 (916) 906-06-58, e-mail: poliakov.yurij2010@yandex.ru.
Михаил Николаевич Крижановский, ассистент кафедры радиоэлектронных систем и комплексов,
т. +7 (916) 102-53-32, e-mail: mihakri007@mail.ru.
(МИРЭА – Российский технологический университет (РТУ МИРЭА)).*

DESIGN OF PRODUCTION TELECOMMUNICATION SYSTEMS TAKING INTO ACCOUNT VOICE INFORMATION TRANSMISSION

Yu. S. Poliakov, M. N. Krizhanovsky

The purpose of the article is to define an algorithm for creating communication systems and networks to improve the reliability of transmission and the quality of transmitted information using various data transmission protocols. The article discusses the basic principles of building modern telecommunication systems using domestic equipment and considers options for their expansion. The draft scheme of information transfer is presented. The article pays special attention to the transmission of voice information in telecommunication systems as the main way of real-time communication between people.

Keywords: telecommunications, voice information, multiplexing, digital stream.

References

1. GOST R 51820-2001. Signal conversion devices for tonal frequency radio channels : national standard of the Russian Federation : official publication : approved and put into effect by Resolution of the State Standard of Russia dated October 30, 2001 №. 443-st : introduced for the first time : reissue. July 2020 : date of introduction 2002-07-01 / developed by Samara Branch Scientific Research Institute of Radio (SONIR). – Moscow : IPK Publishing House of Standards, 2001. – 12 p.
2. Galas, V. P. Computing systems, networks and telecommunications. Part 2. Networks and telecommunications / V. P. Galas. – Vladimir : Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletov, 2017. – 284 p.
3. Grabovetsky, D. S. Development of proposals for managing the power supply of telecommunications equipment on communication networks with non-round-the-clock duty through the tonal frequency channel / D. S. Grabovetsky, A. V. Startsev,

- A. V. Tezin // Student science: Current issues, achievements and innovations: collection of articles of the VII International Scientific and Practical Conference. – Penza : ICNS «Science and Education», 2022. – P. 44–49.
4. Suvorov, A. P. Features of the development of modern tele-communication networks / A. P. Suvorov, A. S. Lesnikov // Bulletin of the Voronezh Institute of High Technologies. – Voronezh : Voronezh Institute of High Technologies – autonomous non-profit educational organization of higher education, 2020. – P. 46–48.
5. Zabirov, S. S. Transmission of speech information in Ethernet networks / S. S. Zabirov // Actual issues of modern science. – Omsk : Omsk State Technical University, 2016. – P. 246–254.

Yuri Sergeevich Poliakov, graduate student, t. +7 (916) 906-06-58, e-mail: poliakov.yurij2010@yandex.ru.

*Mikhail Nikolaevich Krizhanovsky, assistant of the department of radioelectronic systems and complexes,
t. +7 (916) 102-53-32, e-mail: mihakri007@mail.ru.
(MIREA – Russian University of Technology).*